



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“MEJORAMIENTO DEL TIEMPO Y COSTOS APLICANDO EL SISTEMAS VIGACERO PARA EL PROYECTO POISE, MIRAFLORES 2019.”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional
de:

Ingeniero Civil

Autor:

Adrián José Camacho Condori

Asesor:

Mg. Ing. Julio Christian Quesada Llanto

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

Esta Tesis se lo dedico a Dios sobre todas las cosas, a mis Ángeles celestiales Sacsayhuamán Cabildo y San Cristóbal de Lima, por cuidarme y guiarme en este camino para consolidar mi futuro, a mi familia por su tiempo y su paciencia, a la memoria de mis Padres Hilario Camacho y Eulogia Condori, que desde el Cielo siempre estuvieron en mi corazón apoyándome hasta el último día que los tuve en vida, a la Universidad Privada del Norte por aportar en mi formación académica, el cual me permitirá desarrollar y cumplir a cabalidad la carrera de Ingeniería Civil al servicio del País.

(Adrián José Camacho Condori)

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por formar parte de la Universidad Privada del Norte, el cual tiene excelentes catedráticos los cuales han aportado en mi formación académica durante mi etapa universitaria, para que pueda desarrollar de manera correcta los diversos conocimientos adquiridos durante mi etapa estudiantil, a mi asesor, Mg. Ing. Julio Christian Quesada Llanto por el tiempo brindado y por los aportes técnicos para desarrollar este trabajo por suficiencia profesional, también agradezco a la Empresa Inversiones en Inmuebles Lima Sac, Grupo Creativa por permitirme desarrollar el caso de esta Tesis durante la ejecución de la obra para el Proyecto Poise, en el distrito de Miraflores - Lima 2019

INDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
INDICE	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN EJECUTIVO.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	16
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	27
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	82
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS	105
Anexo 1: Tiempos y costos de ejecución de los sistemas viga acero y el convencional	105
Anexo 2: Comparación entre los costos del sistema vigacero, tradicional para el proyecto POISE	106
Anexo 3: Panel Fotográfico	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Diámetros de los fierros</i> -----	39
Tabla 2: En la tabla se muestra los procedimientos adecuados para realizar un buen metrado -- -----	44
Tabla 3: <i>Encofrado de losa aligerada (por M.L)</i> -----	45
Tabla 4: <i>Encofrado de losa aligerada (continuación)</i> -----	45
Tabla 5 <i>Luz, espesor losa y ladrillo</i> -----	58
Tabla 6 <i>Resultados de las columnas al imponer cargas de empuje sobre ellas</i> -----	60
Tabla 7 <i>Número de días luego de vaciado de losa</i> -----	68
Tabla 8 <i>Distancia entre ejes de viguetas es 0.84 0 y case on de 0.75 m Sobrecarga kg/m²</i> ---	76
Tabla 9 <i>Separación entre viguetas 0.84 m</i> -----	77
Tabla 10 <i>Duración de cada actividad del sistema vigacero</i> -----	92
Tabla 11 <i>Cuadro comparativo de sistema vigacero vs losa aligerada convencional</i> -----	95
Tabla 12 <i>Cuadro comparativo del sistema viga acero vs losa aligerada convencional.</i> -----	96

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Organigrama de la empresa CREATIVA.</i> -----	15
<i>Figura 2: Una correcta colocación de las viguetas.</i> -----	30
<i>Figura 3: El encuentro entre una vigueta y una plana</i> -----	31
<i>Figura 4: Colocación de casetones</i> -----	32
<i>Figura 5: Tablones apoyados entre viguetas y vigas de borde, facilitando el paso de personas y materiales en el montaje de la losa.</i> -----	32
<i>Figura 6: La incisión correcta en el poliestireno para el paso de luz</i> -----	33
<i>Figura 7: Canales de “media caña” para los pasos de las tuberías eléctricas</i> -----	33
<i>Figura 8: El acabado final</i> -----	34
<i>Figura 9: Instalación de los ductos de agua y desagüe de manera correcta</i> -----	34
<i>Figura 10: Una solución para el inodoro con evacuación horizontal</i> -----	35
<i>Figura 11: Verificación de la correcta instalación</i> -----	35
<i>Figura 12: Se muestra la colocación de la malla de temperatura</i> -----	36
<i>Figura 13: Una losa aligerada más detallada.</i> -----	37
<i>Figura 14: El vaciado de una losa aligerada con el sistema Vigacero</i> -----	38
<i>Figura 15: Explicación detallada de una losa aligerada</i> -----	39
<i>Figura 16: Una visión a menor escala de un fierro corrugado</i> -----	39
<i>Figura 17: Denotando las medidas de un ladrillo</i> -----	40
<i>Figura 18: En el gráfico se observa un ejemplo de encofrado</i> -----	43
<i>Figura 19: Indicando las partes que se deben encofrar</i> -----	46
<i>Figura 20: En la figura se muestra la manera correcta de un encofrado</i> -----	47
<i>Figura 21: En la figura se muestra la colocación de ladrillos</i> -----	48

<i>Figura 22:</i> En la figura indicamos la colocación de ladrillos-----	49
<i>Figura 23:</i> Sistemas de entrepiso -----	52
<i>Figura 24:</i> Losas unidireccionales-----	54
<i>Figura 25:</i> Losas bidireccionales -----	54
<i>Figura 26:</i> Espaciamiento mínimo de varillas -----	55
<i>Figura 27:</i> Fuerzas en el acero y concreto en empalmes traslapados-----	56
<i>Figura 28:</i> Losa aligerada-----	58
<i>Figura 29:</i> Longitud lado menor-----	58
<i>Figura 30:</i> Diseño losa aligerada -----	61
<i>Figura 31:</i> Refuerzos -----	61
<i>Figura 32:</i> Recubrimiento en elementos de concretos vaciados en obra-----	62
<i>Figura 33:</i> Encofrados de madera -----	62
<i>Figura 34:</i> Planchas de encofrados en losas y vigas -----	63
<i>Figura 35:</i> Posicionamiento de los elementos. -----	63
<i>Figura 36:</i> Transporte con rampas provisionales-----	64
<i>Figura 37:</i> Preparación concreto de losas -----	65
<i>Figura 38:</i> Distribución del concreto-----	65
<i>Figura 39:</i> Vaciado de la losa y llenado de las viguetas-----	66
<i>Figura 40:</i> Vaciado -----	66
<i>Figura 41:</i> Alisamiento-----	67
<i>Figura 42:</i> Curado -----	67
<i>Figura 43:</i> Techo-----	68
<i>Figura 44:</i> Acabado-----	69

Figura 45: Marcos de madera -----	70
Figura 46: Lijado, pintado de techo y muros-----	70
Figura 47: Manual de Losa Vigacero -----	71
Figura 48: Viga acero -----	71
Figura 49: Ventajas del sistema Vigacero -----	72
Figura 50: Apoyado vigueta vigacero -----	72
Figura 51: Instalación casetones de EPS-----	73
Figura 52: Malla de temperatura -----	73
Figura 53: Vaciado de concreto -----	74
Figura 54: Apuntalamiento en luces -----	74
Figura 55: Acabado del cielo raso -----	75
Figura 56: Carga ultima para losas simplemente apoyadas de viguetas Vigacero espaciadas cada 84 cm (Medidas Nominales)-----	75
Figura 57: Diagrama de Gantt -----	85
Figura 58: Proceso constructivo del sistema aligerado convencional -----	86
Figura 59: Montaje del encofrado-----	87
Figura 60: Colocación bloques de arcilla -----	87
Figura 61: Refuerzos de las viguetas -----	88
Figura 62: Vaciado -----	89
Figura 63: Proceso constructivo del sistema vigacero -----	90
Figura 64: Apuntalamiento-----	90
Figura 65: Montaje -----	91
Figura 66: Instalación de poliestireno -----	91

Figura 67: Vaciado -----92

Figura 68: Programación del sistema aligerado vigacero-----94

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación muestra a detalle cómo se arma la losa aligerada, describiendo así dos sistemas que son VIGACERO y losa aligerada tradicional, basados en la calidad. Aunque por mucho tiempo se usaron vigas de acero, gracias a las mejoras tecnológicas en la construcción, han desarrollado una versión optimizada. Los sistemas de construcción VIGACERO, de la empresa ArcoTechoPerú, se distinguen por ser de elaboración previa y sencilla instalación sobre la losa, el encofrado de madera (puntales) y el peso. La finalidad del proyecto fue señalar las relaciones y diferencias entre este y el clásico, especialmente los tiempos de ejecución, desempeños y costos globales de ambos. En cuestión de tiempos, nos proporciona un 31% de ahorro en ambos. Sobre costos, se ahorraría hasta un 7% respecto al sistema convencional. (Comparativo VIGACERO vs TRADICIONAL EN EL PROYECTO POISE). A nivel constructivo los de VIGACERO necesitan un 10% de encofrado más que el convencional, ya que las bovedillas y viguetas cumplen esa función. Resumiendo, el uso de sistemas prefabricados como el mencionado, nos podría traer grandes mejoras en la construcción y la óptima calidad a la industria nacional de este sector, favoreciéndonos con su uso.

Palabras claves: Gestión de Costos, Sistema constructivo tradicional de losa aligerada, Sistema constructivo Vigacero Empresa ArcoTechoPerú.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Según Fano Gutiérrez, (2016) “Cada día en el mundo de la construcción de losas aligeradas exige la fabricación de nuevos materiales estructurales que puedan optimizar el trabajo y que permitan obtener un sistema más seguro y confiable, por lo que se ha visto en la necesidad de innovar e implantar nuevos métodos al momento de construir una losa aligerada”. (Santiago Espinoza, 2018)

También dice Fano Gutiérrez, (2016) “Actualmente en el Perú se utiliza diferentes tipos de sistemas constructivos de losas aligeradas que si no tiene la adecuada precaución por ejemplo (vaciado de concreto) se produciría el desplazamiento o roturas de los ladrillos lo cual hace que las viguetas de la losa no tenga el ancho uniforme, si no se realiza el encofrado apropiadamente y no se aplica vibrado de correcto al concreto produce cangrejas, en los sistemas estructurales la losa es uno de los elementos más importantes, así mismo también es considerado uno de los elementos más utilizados en sector del construcción y también como uno de los elementos de los que más fallas estructurales representan”. (Santiago Espinoza, 2018)

Por otro lado, Mosquera M. y otros, (2013) “Siendo el sector de construcción una de los más importantes y que ayuda al desarrollo de las ciudades a nivel nacional, es de suma importancia optimizar los costos y los tiempos de entrega. Principalmente en los proyectos de grandes envergaduras, uno de los elementos esenciales es el concreto ya que es el material más usado”. (Santiago Espinoza, 2018)

“En ese contexto es pertinente, presentar el uso del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero como una elección innovadora para la construcción de losas estructurales en edificaciones, puesto que reduciría y/o eliminaría las evidentes limitaciones técnicas y

constructivas del sistema constructivo convencional de losa aligerada que ha permanecido vigente hasta la fecha, como alternativa mas usada, y que forma parte de la cultura dentro del sector construcción. En ese sentido, con esta tesis se pretende dar a conocer el nivel de aporte técnico y económico de dicho sistema innovador como losa de entrepiso”. (Rivera Granados, 2017)

“El sistema convencional de losa aligerada se considera como uno de los elementos más usados en la construcción. Se usan con la finalidad de conseguir estructuras más ligeras y económicas, lo que es beneficioso para disminuir las fuerzas horizontales y dimensiones de los demás elementos estructurales”. (Rivera Granados, 2017)

Realidad problemática

Para plantear la problemática podemos decir que “Dentro del rubro de la industria de la construcción, al momento de construir las losas aligeradas, el procedimiento de encofrado que se realiza abarca mucho tiempo. Luego de ello se realiza la colocación de los ladrillos (los cuales se caracterizan por ser pesados para que los maneje una persona), y se lleva a cabo la colocación del acero de refuerzo en las viguetas, para de esta manera culminar con el vaciado monolítico de la losa. Por ello la presente tesis propondrá la aplicación del sistema de entrepisos de viguetas prefabricadas a fin de disminuir el tiempo que demanda todo el procedimiento anteriormente descrito, como también, el costo que éste implica. Se expondrá también la contribución de dicho sistema, en el aspecto sísmico”. (Cueto, 2019)

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018), dice “La albañilería confinada en nuestro país es un método de construcción muy habitual que se usa para la construcción las viviendas de la población, desde las más básicas a través de la autoconstrucción

que representa el 60%, hasta las modernas con aplicación del cálculo estructural. También es conocido que el 80% de la construcción en nuestro país es a base de la Albañilería Confinada por lo que es necesario saber su comportamiento frente a los sismos al estar en zona sísmica donde se presentan con frecuencia. También se conoce que en el Perú existe un déficit de viviendas por más de 1'100,000 unidades habitacionales que se dividían de la siguiente forma: 260 000 presentan déficit cuantitativo, quiere decir son familias que no cuentan con vivienda propia y 860 000 viviendas con problemas cualitativos, que vienen a ser las familias que construyeron sus viviendas sin asesoramiento técnico y que no se garantizan la habitabilidad (autoconstrucción)". (De la Torre, Asto & Guerra, 2019)

“El poliestireno expandido es un material que se está utilizando en la actualidad como componente aligerante en diversos sistemas de losas de entrepiso, entre ellos el sistema VIGACERO, el cual presenta viguetas prefabricadas de perfil de acero estructural galvanizado con casetones de poliestireno expandido EPS. (SENCICO,2014). Dando como resultado un sistema de losa de entrepiso más liviano, reduciendo el peso de la estructura, es por eso que se podría estimar la disminución de la sección de las estructuras que resisten cargas de la edificación por gravedad y también producidas por el sismo, dando como una opción técnica económica para el usuario”. (De la Torre, Asto & Guerra, 2019)

La empresa inversiones en inmuebles LIMA S.A.C. Fue creada y fundada el 24/02/2005, registrada dentro de las sociedades mercantiles y comerciales como una sociedad anónima cerrada.

Tiene como principal actividad económica la construcción de edificios y como actividad económica secundaria la venta al por mayor de materiales de construcción, artículos de

ferretería, equipo, materiales de fontanería y calefacción, además de la construcción de sistemas de electricidad, gas y agua.

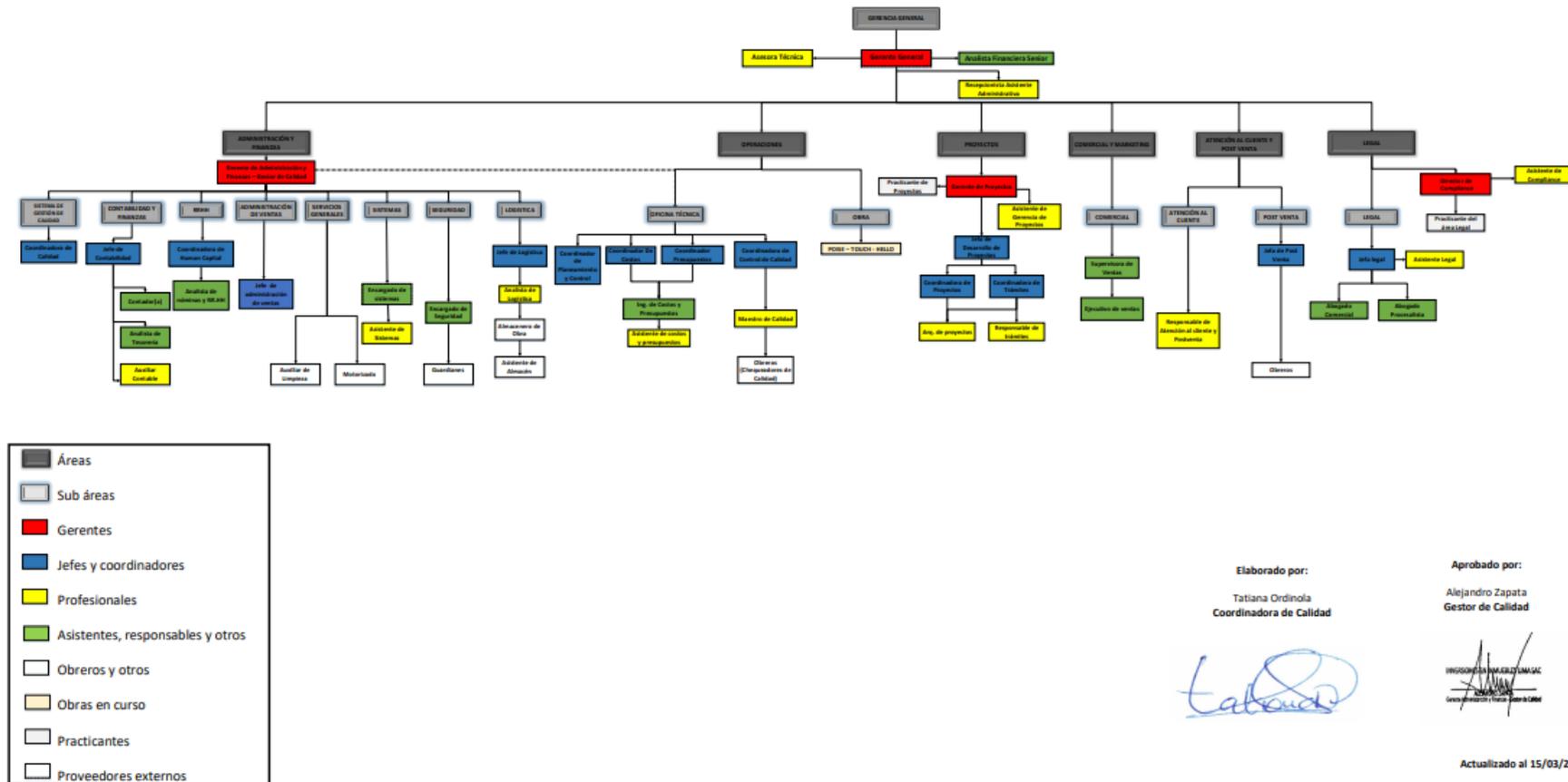
- Empresa nombrada por Sunat como Agente de Retención del IGV
- NO, Excluido del Régimen de Agentes de Retención de IGV a partir del 01/06/2017
- Empadronada en el Registro Nacional de Proveedores para hacer contrataciones con el Estado Peruano

La empresa tiene una marca registrada como: CREATIVA CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA la cual se dedica a la construcción de proyectos inmobiliarios que se describen de la siguiente manera:

Hace 28 años construimos nuestro primer proyecto en San Borja, para luego expandirnos a los distritos de Surco, La Molina, Miraflores, Magdalena y San Isidro. Hemos culminado más de 50 proyectos, entregado más de 800 departamentos y hecho felices a miles de familias.

A continuación, se muestra el organigrama de la empresa:

ORGANIGRAMA CREATIVA



Elaborado por:
Tatiana Ordinola
Coordinadora de Calidad

Tatiana Ordinola

Aprobado por:
Alejandro Zapata
Gestor de Calidad

Alejandro Zapata

Actualizado al 15/03/2021

Figura 1: Organigrama de la empresa CREATIVA.

Fuente: Grupocreativa.pe

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Según Campos Lizana, (2002), “los sistemas de control de proyectos se pueden clasificar como: sistemas de control unidimensional y sistemas de control multidimensional”. (Aguirre Gamboa, 2018)

También dice Campos Lizana, (2002), “Ambos sistemas de control unidimensional y multidimensional ejecutan uno o más objetivos de control de proyecto predefinidos. En los sistemas de control unidimensionales, tales objetivos no están integrados de ninguna manera, mientras que los sistemas de control multidimensional integran diversos objetivos de control del proyecto”. (Aguirre Gamboa, 2018)

“La metodología del valor ganado (EV) es probablemente el método de control de proyecto multidimensional más comúnmente utilizado, integrando tiempo y costo”. (Aguirre Gamboa, 2018)

Bases legales

- Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento (Ley N° 29873, 2012)
- Norma Técnica, Metrados para Obras de Edificaciones y Habilitaciones Urbanas (MVCS, 2009). (Aguirre Gamboa, 2018)

Control de costos y tiempos

“Un buen control de proyecto debe necesariamente arrancar por definir claramente las variables que se van a controlar, dado que esto tiene un efecto fundamental en referencia a los comportamientos humanos. No hay duda que la gente se comporta en función de cómo son

evaluados, por tanto, la correcta decisión sobre qué se controlará en un proyecto es fundamental para su éxito”. (Aguirre Gamboa, 2018)

Metodología del valor ganado

“Es una herramienta efectiva para emprender un análisis del avance o rendimiento físico económico de un proyecto mediante valores, porcentajes e índices”. (Aguirre Gamboa, 2018)

Control de costos y tiempos

“Son los tiempos empleados en cada proceso requerido en la ejecución del proyecto, así mismo los costos hacen referencia a los montos de dinero invertidos o gastados a lo largo del proyecto ejecutado”. (Aguirre Gamboa, 2018)

Gestión de Tiempo

Según Project Management Institute, (2013, p. 145) “La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto”. (Casanova Madueño, 2018)

Planificar la Gestión del Cronograma:

Según Project Management Institute, (2013, p. 145) es el “Proceso por medio del cual se establecen las políticas, los procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto”. (Casanova Madueño, 2018)

Definir las Actividades:

Según Project Management Institute, (2013, p. 140) es el “Proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para generar los entregables del proyecto”. (Casanova Madueño, 2018)

Secuenciar las Actividades:

Según Project Management Institute, (2013, p. 153) es el “Proceso de identificar y documentar las relaciones existentes entre las actividades del proyecto”. (Casanova Madueño, 2018)

Estimar los Recursos de las Actividades:

“Proceso de valorar el tipo y las cantidades de materiales, recursos humanos, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada una de las actividades” (Project Management Institute, 2013, p. 160). (Casanova Madueño, 2018)

Estimar la Duración de las Actividades:

“Proceso de estimar la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados” (Project Management Institute, 2013, p. 167). (Casanova Madueño, 2018)

Desarrollar el Cronograma:

“Proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear el modelo de programación del proyecto” (Project Management Institute, 2013, p. 172). (Casanova Madueño, 2018)

Controlar el Cronograma:

“Proceso de monitorear el estado de las actividades del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar la variación en la línea base del cronograma a fin de cumplir con el plan” (Project Management Institute, 2013, p. 185). (Casanova Madueño, 2018)

“Como se van ejecutando las actividades del proyecto, la mayor parte del esfuerzo se realizará durante el proceso de controlar el cronograma para asegurar que el trabajo del proyecto se complete a tiempo”. (Casanova Madueño, 2018)

Gestión del Costo:

“La Gestión de los Costos del Proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado”. (Project Management Institute, 2013, p. 193) (Casanova Madueño, 2018).

La Gestión de los costos del Proyecto debería tener en cuenta los requisitos de los interesados al gestionar los costos. Los diversos interesados medirán los costos del proyecto de diferentes maneras y en momentos diferentes. El costo de adquisición de un artículo, por ejemplo, puede medirse en el momento en que se toma la decisión o se hace el compromiso de adquirir el artículo en cuestión, cuando se realiza su pedido o se hace entrega del mismo, o cuando se incurre en el costo real o éste se registra en el ámbito de la contabilidad del proyecto. (Project Management Institute, 2013, p. 195) (Casanova Madueño, 2018)

Sistemas de Construcción

Está conformado por un conjunto de componentes que se interrelacionan entre sí, tales como materiales, tecnificación, herramientas manuales, procesos y maquinarias, que son seleccionados apropiadamente según el tipo de edificación requerida, con un enfoque constructivo de sostén (estructura) y de confort (acondicionamiento). Un sistema constructivo requiere de un diseño que atienda adecuadamente las exigencias funcionales

de cada uno y las acciones exteriores a la construcción que se ejecutará. La función primordial es garantizar la calidad y soportar los esfuerzos que presenten. (Ruiz Barahona, 2020)

Sistema Vigacero

El Sistema Vigacero está constituido por un techo aligerado conformado por viguetas prefabricadas de acero estructural galvanizado y casetones de poliestireno expandido EPS de alta densidad, que permiten realizar la construcción de losas aligeradas de manera más rápida y sencilla, se apoya sobre las vigas perimetrales de concreto, vigas metálicas o placas de concreto, y conforman en conjunto con los casetones de EPS Tecnopor, malla de temperatura y concreto, un diafragma rígido. El mencionado techo es más eficiente, tiene menos huella de carbono y contribuye a ahorrar masa sísmica; por ese motivo viene siendo utilizado en edificios residenciales y oficinas, hospitales, centros de salud, universidades, colegios, centros comerciales, mercados, y edificaciones llamadas sostenibles. (Vigacero, 2014)

Ventajas:

- Optimización del comportamiento sísmico por el menor peso del sistema por m².
- Optimización de la rapidez, sencilla instalación.
- Reducción del uso de puntales y en luces menores a 4.40 ml, nulo uso de encofrados por tener la vigueta más resistente.
- Optimización de materiales y el alquiler de equipos.

- Mejoría de rendimientos de la mano de obra.
- Extraordinario comportamiento térmico y acústico.
- Reducción de los riesgos de accidentes.
- Incremento de la utilidad puesto que el sistema reduce el tiempo de armado de la losa, mejorando el rendimiento.
- Considerable disminución de desechos, sistema más ecológico.
- Fácil de transportar a cualquier lugar del país. (Vigacero, 2014).

Componentes del sistema Vigacero:

- Concreto Mínimo $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Malla de temperatura (electrosoldada) o alambrcn de 6mm cuadrícula de 25 x 25 cm.
- Casetn de EPS (Tecnopor) Densidad 15kg/m³
- Vigüeta VIGACERO® $A_s = 6 \text{ cm}^2$

Proceso constructivo

Colocaci3n de vigüetas

Situar las vigüetas a una distancia de 84 cm entre ejes o segün las indicaciones presentadas en los planos. Es conveniente asegurar la primera vigüeta al encofrado para evitar que se desplace y colocar los casetones en los extremos para asegurar el espaciamiento entre vigüetas segün mande el plano respectivo. (Vigacero, 2014)

“Si se evidenciaran encuentros con vigas chatas o estribos, se realizarán cortes a la vigüeta con un disco de corte y se doblarán los extremos para permitir que las barras de la viga atraviesen verticalmente u horizontalmente”. (Vigacero, 2014)

Colocación de casetones:

Situar los casetones de Tecnopor (EPS) entre las viguetas prefabricadas de acero, colocando en modo apoyo un lado primero y acoplado después el otro, después de situar los casetones en los extremos y corroborar una distribución adecuada de los casetones y las viguetas de acuerdo al plano vigacero®, se completa la instalación de los casetones deslizándolos y empujándolos entre las viguetas, finalmente se realizan cortes a los casetones con una sierra, de ser necesario, y se verifica que todo el conjunto este completo, esto es, corroborar si el plano vigacero ® señala ensanches de vigas, viguetas costura u otras recomendaciones. (Vigacero, 2014)

Instalaciones

Instalaciones eléctricas:

Situar los centros de luz de acuerdo al plano de instalaciones eléctricas y efectuar los respectivos cortes para ubicar los centros de luz con una tarraja manual de PVC SAL 4" y varilla 3/8" x 30 cm, siendo posible fabricarla en obra, o en otro caso, usando un pequeño serrucho en los casetones (EPS). Además, con una pistola de calor se elaboran los surcos para ubicar las tuberías eléctricas correctamente, siguiendo las indicaciones del plano. Jamás colocar tuberías dentro de la vigueta. Luego se realiza la instalación de secciones de PVC de 10 cm dentro del orificio y enseguida las cajas de luz con un alambre N°8 para tenerlos a la altura deseada al interior del casetón y se finaliza con el entubado, de esta manera la caja de luz queda embebida en la losa de concreto garantizando su total adherencia. (Vigacero, 2014)

Instalaciones sanitarias:

Primeramente, se ubican los tubos de desagüe, haciendo para ello surcos con una pistola de calor o una sierra manual. Jamás se deben poner tuberías dentro de la vigueta. Por debajo de las montantes horizontales es necesario robustecer el casetón EPS con una tabla y puntales. Las tuberías de agua caliente, fría o gas, quedan embebidas en los casetones utilizando para ello una pistola de calor y las boquillas adecuadas según los distintos tipos de tubería o accesorios. Finalmente, se realizan las pruebas y aseo final. (Vigacero, 2014)

Instalaciones suspendidas:

Primeramente, se habilitan láminas de acero galvanizado, se las sitúan entre casetones y fijadas a la malla temperatura previo vaciado. Como sustituto de las láminas que provee el sistema VIGACERO® (previa consulta y coordinación) también es factible pender de las mallas cables de acero, que sirven para colgar tuberías de gas, tuberías contra incendios, como el sistema gripple, por mencionar algunos. (Vigacero, 2014).

Malla de temperatura y acero adicional:

Colocar malla de temperatura:

“La malla de temperatura o refuerzo por contracción se sitúa o instala en obra, con varillas de 6 mm en cuadrícula de 25x25 cm”. (Vigacero, 2014)

Se sugiere utilizar separadores o tacos de concreto (8x8x4 cm). El burrito de acero es una opción muy buena, para simplificar la instalación de la malla de temperatura, estos se sitúan

dentro de las viguetas (Vigacero). De esta manera se conseguirá el adecuado nivel de la malla para que quede bien instalada sobre las viguetas de tal forma que quede separada de los casetones EPS y embebida en la losa superior de concreto, en caso de usar malla electrosoldada, se debe tener en cuenta el traslape entre mallas señalado por el abastecedor (Vigacero, 2014).

“El burrito de acero es una alternativa extraordinaria, para simplificar la instalación de la malla de temperatura, estos se sitúan al interior de las viguetas (Vigacero). De esta forma se estabilizará el nivel de la malla para que quede correctamente instalada” (Vigacero, 2014).

Vigueta de costura:

Hay situaciones en que el diseño de la losa aligerada señala la colocación de una vigueta transversal a las viguetas Vigacero en los paños grandes de la losa. En estos casos, habitualmente se procede con el encofrado respectivo y se colocan los aceros superior e inferior señalados en los planos, suspendidos con alambre No. 16 de la malla de temperatura (Vigacero, 2014).

Vaciado del concreto:

Si el vaciado de concreto es premezclado y bombeado, se debe aplicar en forma de abanico, generando la presión mínima y a la menor altura posible, para evitar de esta forma dañar con cargas puntuales o con excesiva cantidad de concreto, y producir cargas de alto impacto en los casetones de EPS (Tecnopor) (Vigacero, 2014).

“Se sugiere distribuir rápida y homogéneamente el concreto. La utilización de una tabla o bandejas puede favorecer al contacto del concreto recién vaciado para conseguir mas suavidad” (Vigacero, 2014).

“Si el concreto es transportado con carretillas, se tienen que situar tablonces de madera asentados sobre las mallas, para evitar sobrecargar el sistema mientras dure el vaciado del concreto” (Vigacero, 2014).

Sistema Vigacero sobre estructuras de acero:

Preparación de estructuras de apoyo

“Sobre las estructuras metálicas se colocan los conectores de corte soldados a la estructura principal de soporte” (Vigacero, 2014).

Colocación de viguetas:

“Las viguetas y casetones descansan sobre la estructura, asimismo, la losa de concreto se acopla a la estructura mediante los conectores de corte, generando un diafragma rígido” (Vigacero, 2014).

Mantenimiento y recomendaciones:

Según lo manifestado por Vigacero (2014), dentro de las recomendaciones señala lo siguiente:

Previo a la instalación del Sistema Vigacero® se tiene que ratificar que las columnas y vigas de concreto armado o estructuras metálicas satisfagan las especificaciones señaladas en la Norma E030 del R.N.E., asimismo se tiene que revisar el nivel del encofrado en vigas de borde y soleras para apoyar viguetas VIGACERO®. Prohibido ubicar las viguetas en superficies friccionantes. En caso de vigas existentes, ubicar soleras a fin de nivelar viguetas. Mientras dure el acarreo y montaje, las viguetas no pueden ser dobladas, ni golpeadas con herramienta de algún tipo. No se pueden soldar dos elementos de viguetas VIGACERO® a fin de conseguir uno de mayor longitud sin considerar la luz libre. El posicionamiento idóneo para cortar viguetas VIGACERO

® es con la base hacia arriba. Se debe ratificar el estado de los casetones previo vaciado y si se requiere disminuir su espesor se tienen que robustecer con tablas y puntales por debajo. Se tienen que revisar los casetones después de los cortes efectuados para cajas de luz y tuberías a fin de estar bien ubicados y pegados entre sí para evitar pérdidas de concreto. El agrandamiento de vigas se efectúa encofrando los laterales de las vigas respectivas, en función al plano de techo y moviendo los casetones de manera continua o alterna de acuerdo a la medida del agrandamiento. Ya sea que se presente achurado o se de otra indicación en el vaciado, no se debe amontonar el concreto en una sola zona de la losa, el buen mantenimiento de las viguetas radica en acopiar en un lugar seco o separado del suelo por tacos de madera de 3"x2" y recubiertos con mantas impermeables mientras llega el momento de su ubicación en obra, revisando este manual y cumpliendo todas y cada una de las instrucciones en el señaladas (Vigacero, 2014).

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En relación a mi vínculo laboral con la empresa, se dio a través una convocatoria de trabajo colgada en una página web, pase todas las entrevistas personales y gracias a mi experiencias previa de trabajo en otras empresas y a mi condición de egresado en ese entonces pude acceder al puesto de INGENIERO DE CAMPO para el proyecto POISE DE MIRAFLORES, de la Empresa INVERSIONES INMUEBLES LIMA SAC, mis funciones iniciaron el 21/08/19, actualmente sigo laborando en la empresa, Asimismo se me ha asignado las siguientes funciones:

- Verificar la información técnica de la obra a ejecutar (DTAO).
- Analizar la información técnica de la obra corroborando los metrados del presupuesto general y de cada partida de control.
- Verificar que el tiempo estimado se encuentre dentro de los parámetros establecidos, caso contrario optimizar el plan inicial de la obra para cumplir con los plazos establecidos.
- Elaborar la sectorización de la obra para determinar la asignación de personal para cada uno de los procesos de construcción.
- Analizar los rendimientos esperados y costos asociados de la obra.
- Asignar los recursos necesarios para la ejecución de la obra y bosquejar el esquema inicial de trabajo.
- Elaborar el lookahead de la obra en concordancia con el cronograma de obra, con la intención de controlarlo y cumplirlo.
- Elaborar los informes semanales y mensuales de productividad de la obra.
- Elaborar la programación diaria, semanal y mensual de la obra en coordinación con el Residente de Obra.

- Verificar diariamente el cumplimiento del programa diario, el programa semanal y realizar los ajustes pertinentes para cumplir con el planeamiento de la semana.
- Verificar que todos los trabajos se realicen de acuerdo a los planos debidamente aprobados, considerando las últimas versiones y revisando y compatibilizando las especificaciones técnicas.
- Apoyar en la elaboración de RFI's.
- Elaborar los planos As Built de Estructuras.
- Medir y analizar las ratios de producción de la obra.
- Realizar la evaluación semanal de la obra, detectando si las desviaciones presentadas pueden impactar en tiempo y costo al cronograma de la obra.
- Informar al área de Costos, Calidad y al Residente de Obra, acerca de aquellas desviaciones del plan y en conjunto proponen las alternativas de solución adecuadas.
- Coordinar con el Maestro de Obra y Capataces, el avance de la obra y ofrece la retroalimentación necesaria a cada uno de ellos para cumplir con la programación de la obra.
- Sostener reuniones semanales con el personal de producción para analizar las desviaciones y plantear las soluciones a las mismas.
- Realizar la solicitud oportuna de recursos, materiales y equipos, de acuerdo con las necesidades de la obra.
- Controlar en coordinación con el Maestro de Obra, el tareo del personal y verificar que el trabajo desarrollado esté de acuerdo con el plan previsto.
- Proponer e implementar mejoras a los procesos constructivos midiéndolos y analizando cuantitativamente estas mejoras.

- Revisar el cese del personal obrero de acuerdo con el avance de la obra.
- Elaborar un detalle de lecciones aprendidas en cada etapa o proceso de obra.
- Ingresar la información relacionada con los procesos realizados con la proyección de gastos para lo que resta del plan.
- Actualizar la cantidad de horas destinadas para cada proceso de construcción.
- Controlar los avances de las sub - fases y comparar los rendimientos obtenidos en el presupuestado.
- Controlar el trabajo que desarrollan los contratistas y establecer las metas semanales que deben cumplir.
- Revisar y analizar los reportes de avance del trabajo solicitado a los contratistas.
- Realizar reuniones de coordinación con los contratistas y/o encargados de la ejecución de los trabajos.
- Apoyar en la elaboración de las valorizaciones de obra.
- Apoyar en todo lo relacionado a la provisión de información para la elaboración de planes de control por parte de la Oficina técnica.
- Cumplir y hacer cumplir las disposiciones establecidas en las normas, reglamentos y documentos del Sistema de Gestión de la Calidad en Obra (SGCO).
- Implementación y correcto uso de las herramientas de gestión y control establecidos por la organización.
- Cumplimiento de las directrices y lineamientos establecidos por la Gerencia General.
- Otras funciones acordes al cargo que le asigne el Residente de Obra y la Gerencia General.

El proyecto para su construcción utilizó el sistema viga acero en losas, un sistema de construcción relativamente nuevo para en nuestro país y en lo personal nunca había ejecutado

antes, motivo por el cual decidí hacer mi trabajo de suficiencia en tiempo y costo referente a este sistema y compararlo con un sistema tradicional, debido a que considero un sistema innovador rápido, limpio y de un costo más bajo en referencia a los demás sistemas tradicionales.

Procedimiento

Al realizar el análisis comparativo entre los procedimientos constructivos, utilizando la calidad, entre el Sistema Vigacero y el Sistema Tradicional para el proyecto POISE, tenemos:

Sistema Vigacero

- **Colocación de viguetas**

Situar las viguetas VIGACERO® a una distancia de 84 cm entre ejes o según la posición fijada en los planos. Es factible asegurar las primeras viguetas al encofrado para evitar que se mueva y utilizar los casetones en los extremos para asegurar el espaciamiento entre viguetas de acuerdo a los que manda el respectivo plano de modulación. (Vigacero, 2014)



Figura 2: Una correcta colocación de las viguetas.

Fuente: (Luis, 2015)

“Si se evidenciaran encuentros con vigas chatas o estribos, se pueden realizar cortes a la vigueta con un disco adecuado para doblar los extremos y así permitir que las barras de la viga atraviesen vertical u horizontalmente”. (Vigacero, 2014)



Figura 3: El encuentro entre una vigueta y una plana
Fuente: (Luis, 2015)

- **Colocación de casetones**

Montar los casetones de EPS (tecnopor) entre las viguetas prefabricadas de acero, apoyando un lado primero y encajando después el otro. Luego de situar los casetones en ambos extremos y verificar la adecuada posición de las viguetas y casetones según el plano vigacero®, se procede a completar la colocación de los casetones empujando y deslizando los casetones entre las viguetas. (Vigacero, 2014)

“Realizar cortes a los casetones con una sierra, en caso necesario, y verificar que todo el conjunto este completo: Verificar si el plano vigacero ® indica: ensanches de vigas, viguetas costura u otras recomendaciones”. (Vigacero, 2014)



Figura 4: Colocación de casetones
Fuente: (Luis, 2015)



Figura 5: Tablones apoyados entre viguetas y vigas de borde, facilitando el paso de personas y materiales en el montaje de la losa.
Fuente: (Luis, 2015)

- **Instalaciones eléctricas**

Situar los centros de luz de acuerdo al plano de instalaciones eléctricas y proceder con los cortes respectivos a fin de ubicar los centros de luz con una tarraja manual de PVC SAL 4" y varilla 3/8" x 30 cm, fabricable en obra, o sino también haciendo uso de un serrucho pequeño en los casetones EPS. (Vigacero, 2014)



Figura 6: La incisión correcta en el poliestireno para el paso de luz
Fuente: (Luis, 2015)

“El sentido horizontal de los tubos eléctricos al pasar parcialmente sobre los casetones, incluso pudiendo ser a través de ellos, son de gran dimensión las cajas octogonales; clavando los puntos de luz, podemos adherirlos a los casetones con perforaciones simples” (Resolución ministerial, 2014, p.5).



Figura 7: Canales de “media caña” para los pasos de las tuberías eléctricas
Fuente: (Luis, 2015)

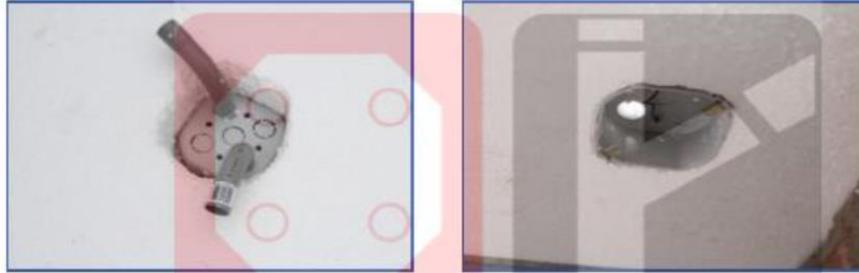


Figura 8: El acabado final

Fuente: (Luis, 2015)

- **Instalaciones sanitarias**

En primer lugar se sitúan los tubos de desagüe, luego de haber elaborado surcos con una pistola de calor o una sierra manual. Se debe evitar situar las tuberías al interior de la vigueta. En la parte de abajo de las montantes horizontales se tiene que robustecer el casetón EPS con una tabla y algunos puntales. Las tuberías de agua fría, caliente o gas, quedan embebidas en los casetones utilizando una pistola de calor y las boquillas más adecuadas para cada tipo de tubería o accesorio. Por último, se efectúan las respectivas pruebas y se procede al aseo final. (Vigacero, 2014)



Figura 9: Instalación de los ductos de agua y desagüe de manera correcta

Fuente: (Luis, 2015)



Figura 10: Una solución para el inodoro con evacuación horizontal
Fuente: (Luis, 2015)



Figura 11: Verificación de la correcta instalación
Fuente: (Luis, 2015)

- **Colocación de malla de temperatura**

La malla de temperatura o refuerzo por contracción se sitúa o monta en obra, usando varillas de 6 mm en cuadrícula de 25x25 cm. Se sugiere utilizar separadores o tacos de concreto (8x8x4 cm) en las viguetas a fin de que la malla quede distanciada de los casetones EPS y embebida en la losa superior de concreto. (Vigacero, 2014)



Figura 12: Se muestra la colocación de la malla de temperatura

Fuente: (Luis, 2015)

Si se fuese a emplear malla electrosoldada, es menester considerar la superposición entre mallas señalado por el proveedor. (Vigacero, 2014)

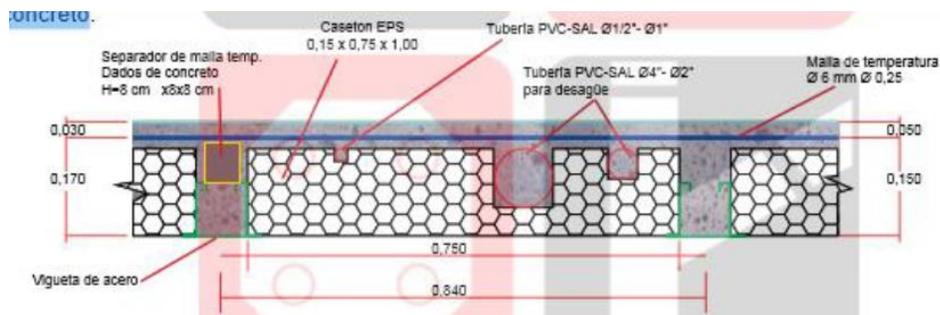


Figura 13: Una losa aligerada más detallada.

Fuente: (Luis, 2015)

- **Descarga de concreto**

De acuerdo al manual Vigacero (2014), al poner los casetones y malla, se tienen que limpiar meticulosamente para conseguir una mejor acción cooperante entre el acero y el concreto:

Si fuese premezclado y bombeado, el vaciado se debe maniobrar en forma de abanico, generando la mínima presión y a la menor altura posible, a fin de evitar dañar con cargas puntuales o con excesiva cantidad de concreto, así como evitar producir cargas de alto impacto en los casetones de EPS (tecnopor). Sugerimos distribuir rápida y

homogéneamente el concreto. La utilización de una tabla o bandejas puede favorecer al contacto del concreto recién vaciado para que sea más ligero.



Figura 14: El vaciado de una losa aligerada con el sistema Vigacero
Fuente: (Luis, 2015)

Sistema de losa aligerada convencional

- **Introducción**

De acuerdo al Manual de construcción para maestros de obra (2017), este menciona lo aquí señalado:

Este tipo de losas inmóviles, permite la distribución de cargas vivas e inertes hacia puntos que permitirán el soporte de las estructuras; se clasifican en dos: unidireccionales, que llevan la carga en un solo sentido; la mayoría de veces hacia los muros portantes y columnas; y bidireccionales, como losas sólidas, considerando el poco peso estructural del borrador, los techos se realizan con este tipo de concreto y son incluidos en lo que conforma una vivienda, son utilizados como entrepisos; siendo, los muros portantes o vigas, los que lo sostienen.

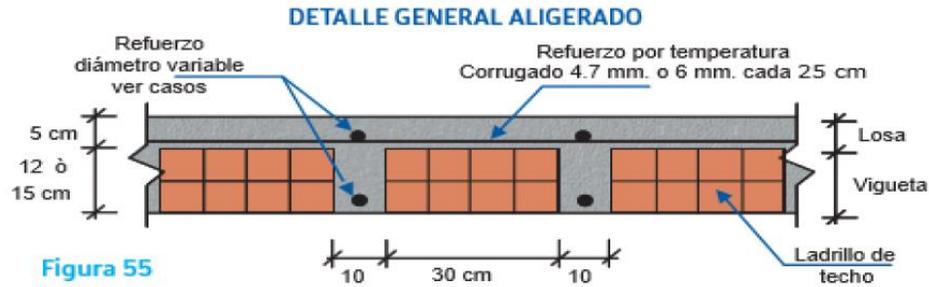


Figura 15: Explicación detallada de una losa aligerada

Componentes

Acero Corrugado

El concreto al ser de un material bastante resistente para las fuerzas de compresión; es bastante débil contra las de tracción, es por ello que es necesario incluir el acero, siendo este uno de los más requeridos; es por esto que el manual de construcción, que se citó anteriormente, determina que el acero se encuentra en varillas de 9 metros, estas son corrugadas por su alrededor y también a lo largo de la misma, haciendo fácil su entrada al concreto. Además, se recomienda estar almacenado en un lugar seco, para que no se humedezcan y del suelo para que el material no sufra corrosión.

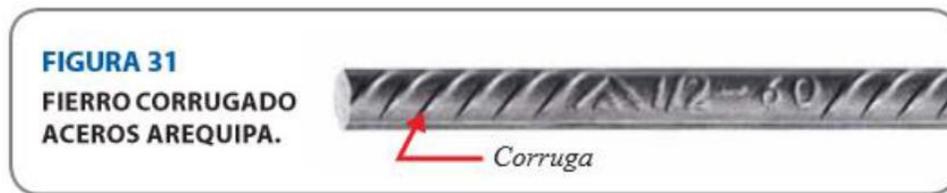


Figura 16: Una visión a menor escala de un hierro corrugado
 Fuente: (cruz)

Tabla 1

Diámetros de los fierros

Diámetro del fierro	PESO (kg/m) Según Diámetro		Peso mínimo kg/mt
	Área nominal mm ²	Peso nominal kg/mt	
6 mm	25	0.222	0.207

8 mm	50	0.395	0.371
3/8"	71	0.52	0.526
12 mm	113	0.888	0.835
1/2"	129	0.994	0.934
5/8"	199	1.552	1.459
3/4"	284	2.235	2.101
1"	510	3.973	3.735
1 3/8"	1006	7.907	7.433

Fuente: (manual de construcción para maestros de obra)

Ladrillo

De acuerdo a lo mencionado por Cruz (2017), se refiere a lo mencionado:

Se utilizan para reducir el peso al elaborar una losa aligerada, generalmente se ven con dimensiones estándares y a la altura adecuada con diseño del proyecto; normalmente, miden 30 x 30, con diferentes alturas, dependiendo de la longitud libre de los techos, según el manual visto. Además, generalmente son de 12, 15 o 20 cm; empleados en techos aligerados de 15, 20 o 25 cm de espesor, respectivamente. Se sugiere, no incluir tonos blancos, por la sal, ya que puede arruinar la pintura y el tarrajeo.

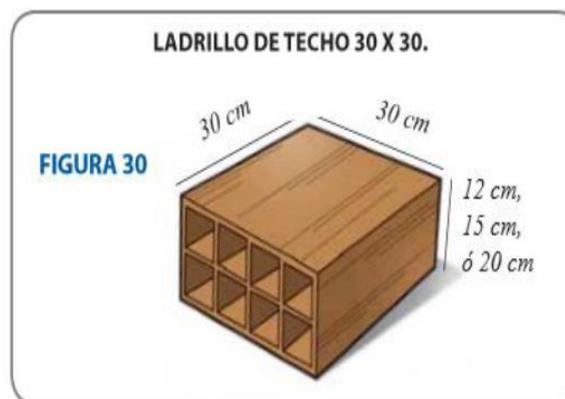


Figura 17: Denotando las medidas de un ladrillo
Fuente: (Cruz, 2017)

Concreto

Cabe destacar que se determina que la calidad óptima del concreto que se busca, va a depender tanto de los materiales, (diluidos en la medida requerida), como en la forma en que son realizados los procesos antes mencionados; pero estos últimos influyen directamente en su calidad; basta que alguno no tenga la calidad adecuada para que deteriore todo el proceso en general, aun utilizando las cantidades exactas de los componentes.

Encofrado y desencofrado

Los que encofran cargaran los utensilios en bolsos para prevenir que, de alguna manera, caigan. Con respecto a esto, Ortega define que, al elevarse los materiales por encima de la estructura (sostenida de sopandas y una red de puntales con ferrarlas) no este ni transite ningún operario debajo de ésta; el concreto armado se elaborara. Cabe destacar que esto también se aplica para cuando las viguetas, bovedillas, nervios, entre otros, se eleven.

En relación, se realizará en orden, mientras que el desencofrado requerirá de fijadores, ejecutándose desde la parte donde no se suelta la madera.

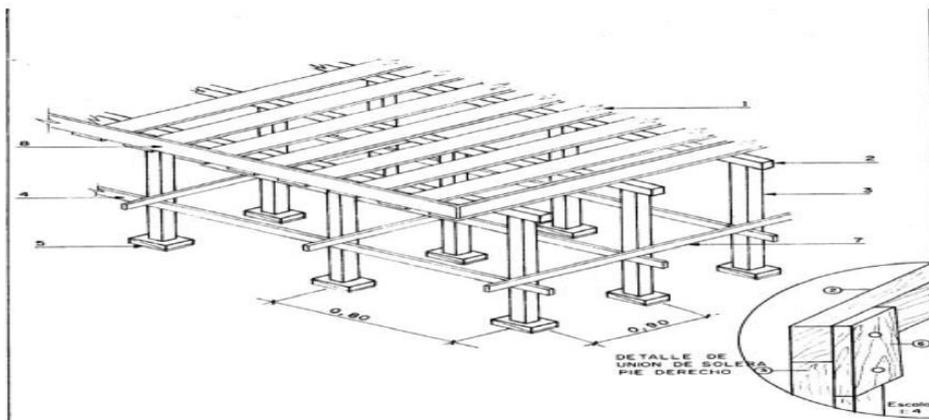


Figura 18: En el gráfico se observa un ejemplo de encofrado
Fuente: (CAPECO)

Tabla 2:

En la tabla se muestra los procedimientos adecuados para realizar un buen metrado.

										Total	5.15
										1,00 ml(friso)	
Encofrado de losa aligerada										Unidad de medida (U.M):0,80 x 0,90 = 0,78 m2(losa)	
Elemento N°	Descripción	Sección (A)	Longitud		Cantidad de elementos (C)	Pies 2 (□)	Desperdicios		N° Usos(G)	N° Usos (H= E/G)	U.M.(H/U.M.)
			M.L	Pies(B)		$(\frac{A \times B \times C}{12}) = D$	Madera 10%(Dx1,10) = E				
1	Tablones	1 1/2" x 8"	0.9	2.95	3	8.85	9.74	7	1.39	1.93	
2	Soleras	2"X4"	0.8	2.62	1	1.75	1.93	7	0.28	0.39	
3	Pies	2"x3"	2.35	7.71	2	7.71	8.48	7	1.21	1.68	
	Derechos										
4	Arriostres	1 1/2"x4"	0.8	2.62	1	1.31	1.44	7	0.21	0.29	
5	Cuñas	2"x4"	0.3	0.98	2	1.31	1.44	4	0.36	0.5	
6	Uniones					0.49	0.54	4	0.14	0.19	
	Solera - Pie	1"x3"									
	Refuerzo		0.3	0.98	2						
	Lateral										
7	Adicional	1°x3"	0.9	2.95	1	0.74	0.81	7	0.12	0.17	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3:

Encofrado de losa aligerada (por M.L)

Elemento N°	Descripción	Sección (A)	Longitud		Cantidad de elementos (C)	Pies 2 (□)	Desperdicios Madera 10%(Dx1,10) = E	N° Usos(G)	□2	□2
			M.L	Pies(B)		$(\frac{AxBxC}{12}) = D$			N° Usos (H= E/G)	U.M.(H/U.M.)
Encofrado friso (por m.l)										
8	Frisos	1 1/2"x12"	1	3.28	1	4.92	5.41	14	0.39	0.39□ ² ml
9	Diagonales	1"x3"	0.3	0.98	1	0.25	0.28	4	0.07	0.07□ ² /ml

Fuente: (CAPECO)

Tabla 4:

Encofrado de losa aligerada (continuación)

Elemento N°	Descripción	Sección (A)	Longitud		Cantidad de elementos (C)	Pies 2 (□)	Desperdicios Madera 10%(Dx1,10) = E	N° Usos(G)	□2	□2
			M.L	Pies(B)		$(\frac{AxBxC}{12}) = D$			N°Usos (H= E/G)	U.M.(H/U.M.)
Encofrado friso (por m.l)										
10	Alambre Negro N° 16 (0.017 Kg/ml)	1 1/2"x12"	1	3.28	1	4.92	5.41	14	0.39	0.39□ ² ml
11	Clavos 2 1/2" (losa)(272 und/Kg)	1"x3"	0.3	0.98	1	0.25	0.28	4	0.08	0.07□ ² /ml
12	Clavos 2 1/2" (friso)	1"x3"	0.3	0.98	1	0.25	0.28	4	0.07	0.07□ ² /ml

Fuente: (CAPECO)

Procedimiento constructivo del elemento estructural de hormigón plano, aligerado y convencional

Encofrado

El techo aligerado es conformado por la losa, ladrillos socavados y viguetas:

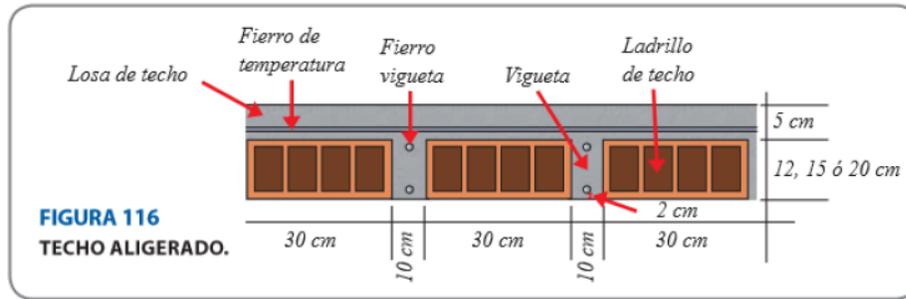


Figura 19: Indicando las partes que se deben encofrar

Fuente: (manual de construcción para maestros de obra)

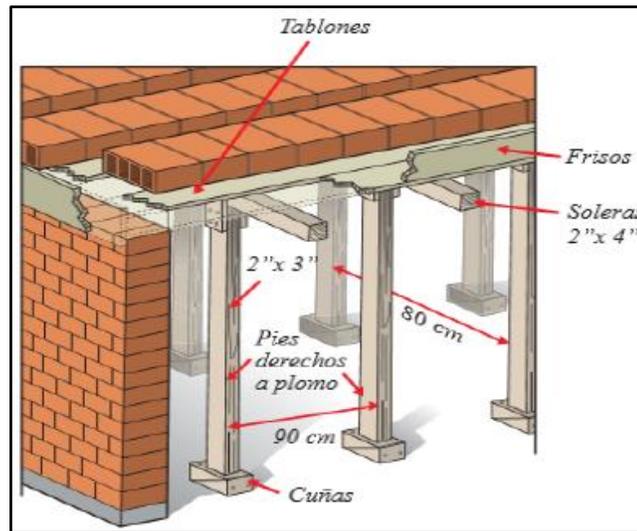


Figura 20: En la figura se muestra la manera correcta de un encofrado

Fuente: (cruz)

Debemos disponer de frisos en los alrededores de la losa con una altura parecida a su grosor para poder cuadrar el vaciado del techo evitando que se desborde.

Para finalizar, se deben ubicar refuerzos en los laterales para sostener el encofrado, y así asegurar la estructura. Se considera mejor su posición en horizontal y además que todos los puntales sean unidos en la parte central de los mismos.

- **Colocación de ladrillos en los techos**

Después de que se terminan de ubicar las tablas y los fierros de las vigas, se comienza a poner los ladrillos, después los fierros en las viguetas y la losa superior.

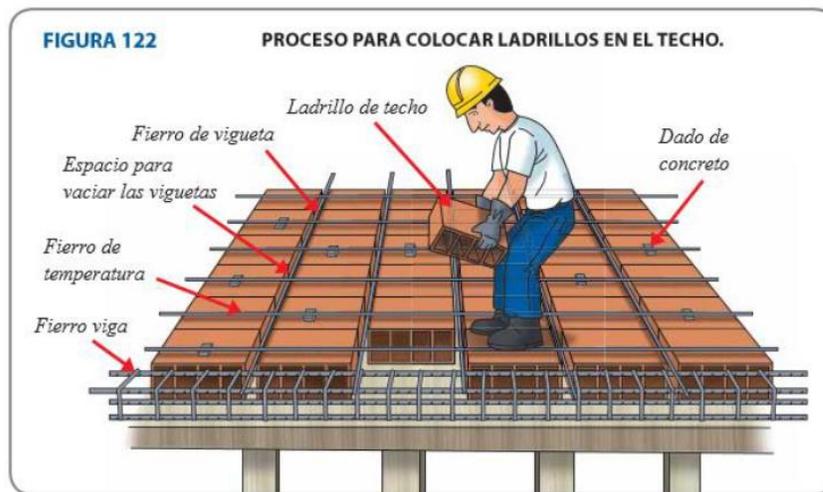


Figura 21: En la figura se muestra la colocación de ladrillos
Fuente: (manual de construcción para maestros de obra)

Después de colocarse, se alinean sin espacios entre ellos y así evitamos pérdida de concreto en el proceso de vaciado. Y también, se debe comprobar la completa integridad de éstos.

- **Instalaciones de limpieza y electricidad**

Es importante tener cuidado (en especial con los desagües) ya que en una losa de techo hay una cantidad de instalaciones (tuberías de agua, electricidad que se conectan a puntos de luz y desagües) que deben evitar que atraviesen las viguetas, dañen su resistencia y corten su continuidad. Para las tuberías de luz sus cajas de conexiones se deben colocar sobre ladrillos.



Figura 22: En la figura indicamos la colocación de ladrillos
Fuente: (manual de construcción para maestros de obra)

Si en la zona hay tuberías de alcantarillado, se cambiará el tipo de losa a maciza, es decir, se sacarán los ladrillos y se vacía toda el área de concreto más refuerzo de fierros. Hay momentos que podemos conseguir muchas tuberías de agua o luz en la losa debido a sus 5 cm de espesor únicamente que permita la exposición de éstas; es por esto que se amarran con el alambre n° 16 y se adhieren a los ladrillos.

- **Seguridad estructural**

La seguridad estructural supervisa la solidez idónea de una estructura para que no se produzcan inconvenientes al realizar cualquier tipo de actividad; se requieren de algunas condiciones que debemos aplicar para el uso de la edificación así como también en su construcción, por lo cual se consideraron tres aspectos: Estabilidad, Resistencia, y condiciones de servicio; la estructura frente a cualquier carga debe mantenerse en pie, ya que una edificación incluye todos los elementos como soportes, escaleras, etc. Debe haber una persona apta para su confección, que debe estar autorizada por las autoridades pertinentes, que tengan su respectiva licencia de obra.

Un peritaje estructural es cuando se analiza detallada y especialmente una edificación con firmas y responsivas de valor que indiquen la estabilidad, seguridad, detalles y métodos propuestos por el proyecto para el funcionamiento adecuado; al respecto. Hernández, (2007, pág. 145) define que “Las posiciones implicadas en un peritaje estructural son director responsable de obra y perito responsable de obra, las cuales deben ser cubiertas por ingenieros y arquitectos especialistas con experiencia en construcción e ingeniería estructural”. Ya que las inspecciones en sitio y estudio de planos arquitectónicos, manuales de diseño estructurales, y estudios preliminares, se necesitan para definir donde se causan los posibles riesgos o fallas del inmueble o construcción.

- **Resistencia al hormigón y tracción**

Se denomina tracción a la capacidad interna que tienen dos fuerzas en un cuerpo, que tienen distintos sentidos o sentidos contrarios, de estiramiento. En desarrollos mecánicos, ésta interviene en muchos materiales, generalmente los utilizados en ingeniería o arquitectura; como el hormigón, madera, rocas, y otros metales. Lo que determina sus efectos son las propiedades congénitas presentadas ante esta fuerza. Los cuales tenemos:

- Plasticidad
- Elasticidad
- Fragilidad
- Ductilidad

Al clasificar estos elementos, conseguimos que los pétreos, como el hormigón o una roca, se rechazan frente a esta fuerza, tanto que su resistencia se considera dentro de los cálculos estructurales. Por otra parte, al hacer uso del acero este respondió excelentemente bien a los

esfuerzos de tracción, siendo el mejor. Es por esto que se unen el acero con el hormigón, y se evita el desprendimiento o la fisura al resistir ante la tracción en barras corrugadas, y se obtiene hormigón armado.

Se debe considerar la resistencia de un material frente a una tensión de rotura definida por la tracción. Montes (2001, p.34) nos explica que el hormigón no puede dar la resistencia suficiente a cargas por tracción por que es menos del 15%; el revisar esta situación, se concluye que su refuerzo con acero permite consolidarse, casi totalmente, la resistencia requerida. Estas causas afectan a la de tensión y flexión, así como también al empalmar el concreto con el acero. Se debe utilizar en situaciones donde estas solicitaciones sean muy bajas ya que es limitada la resistencia a tracción y corte.

Por otra parte, al conseguir determinar el análisis comparativo, utilizando la calidad, entre el Sistema Tradicional y el Sistema Viga cero, se considera el siguiente esquema:

3.1. Sistemas de entrepiso

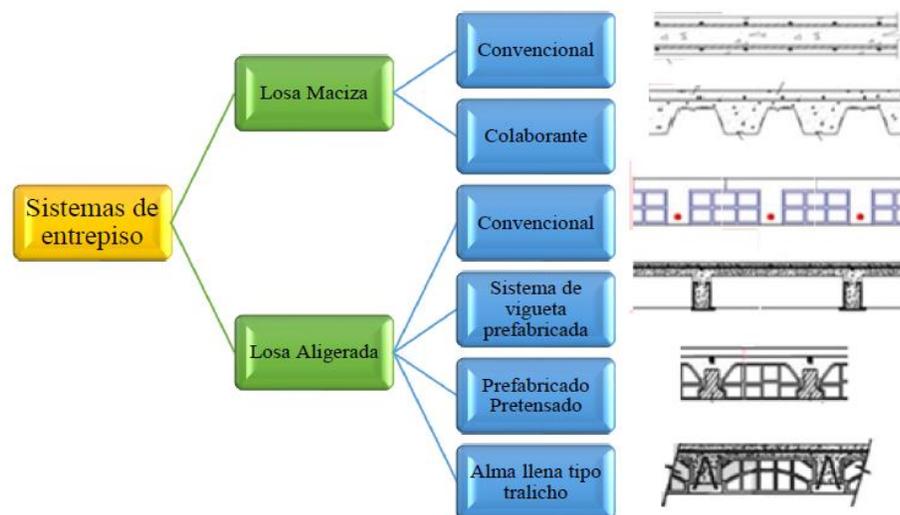


Figura 23: Sistemas de entrepiso

3.1.1. Losas:

- **Generalidades:**

En este ámbito, hay que ser delicado al momento de manipular las losas; ya que solo basta que el acero sea mal insertado para que se dañe completamente el producto.

Estas corresponden a los elementos estructurales del sector, y aprovecha para ser superficies funcionales y firmes. Se consideran bidimensionales, porque el ancho y el largo serán extensos, pero su grosor, tercera dimensión, es mínimo.

- **Aplicaciones en la ingeniería civil:**

En resumidas palabras, es una pieza estructural implementada para dividir espacios en una edificación, que sirve tanto para piso como par techo.

- **Función arquitectónica:**

En una construcción, distingue un piso de otro en forma vertical; y forma los niveles. Para realizarla exitosamente, la losa debe obstruir cualquier sonido, la vista directa y el calor de un piso a otro.

- **Función estructural:**

Debe de tener la capacidad de soporte para el peso de las personas más el mobiliario del inmueble, incluyendo también los acabados. Cabe destacar que, en ocasiones , se pueden formar barreras rígidas intermedias, que atienden a la función sísmica del todo.

- **Tipos de losas:**

Existen diversos tipos de losas, entre las cuales podemos nombrar las siguientes:

Según su tipo de apoyo:

- El terreno
- Vigas en dos de sus lados opuestos
- Cuatro muros en sus bordes
- Muros en dos lados opuestos
- Columnas directamente (placa plana)
- Cuatro vigas en sus bordes
- Reticular sobre columnas directamente

▪ **Losas unidireccionales.**

“Son aquellas las cuales su carga es transmitida directamente hacia las vigas o los muros portantes; por lo general son losas rectangulares en las que un lado mide al menos el doble que el otro” (Código ACI sección 318, P. 94, 2014).

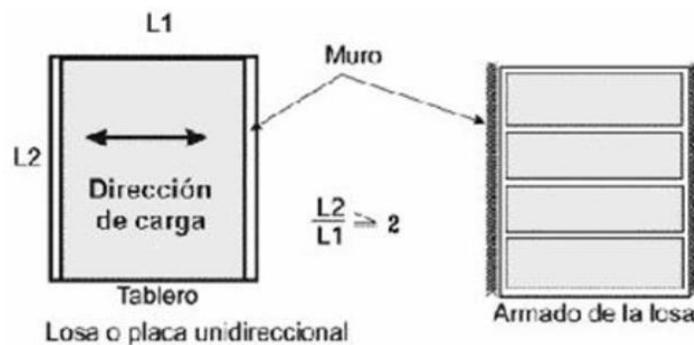


Figura 24: Losas unidireccionales
Fuente: Código ACI sección 318 Pag 94

▪ **Losas o placas bidireccionales.**

“Al disponer vigas en los cuatro costados de la placa o muros portantes y la relación hay entre la dimensión menor y mayor del lado de la placa es 2 ó menos, deben de utilizar placas reforzadas en dos direcciones” (Código ACI sección 318, P. 96, 2014).

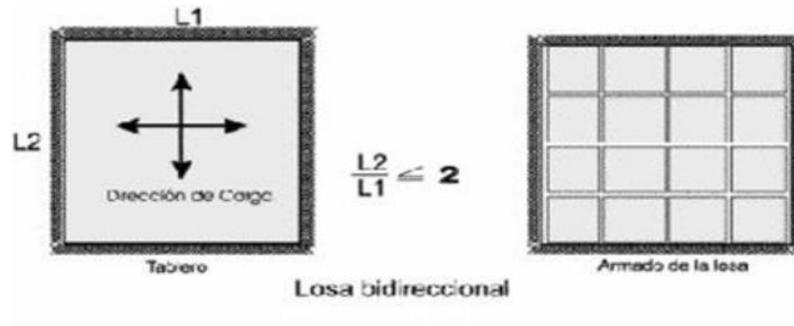


Figura 25: Losas bidireccionales
Fuente: Código ACI sección 318 pág. 96

- **Según su constitución se clasifican en:**

Losa Sistema Viga Acero.

Losa Aligerada

- **Espaciamiento mínimo de varillas:**

Dentro de los requisitos, sugerimos que las distancias mínimas sean las indicadas en la figura 26.

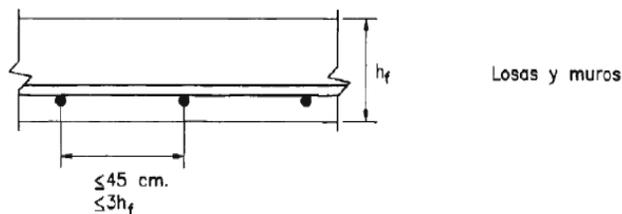


Figura 26: Espaciamiento mínimo de varillas

- **Longitud de anclaje o desarrollo del refuerzo:**

En la práctica, el código nombrado hace uso del concepto de longitud anclaje para que se haga una unión correcta entre acero y concreto.

- **Empalme de varillas:**

Según lo mencionado por el ACI – 12:

Es emplea cuando queremos obtener la longitud necesaria, esto sucede porque la del refuerzo termina siendo mayor a la comercial; y cuando necesitemos cambiar el diámetro, con algún apoyo o un nudo de por medio, se deben presentar en los espacios más estables y sin tratar, para mantener la resistencia de la pieza, por otra parte, se especificarán como se repartirán en los planos. Por lo cual se examina el tipo de empalme traslapado y se requiere de las dos varillas que están por ser unidas para este ensamble, una después de la otra, que son separados por una cantidad de espacio de cubierta. por adherencia y, a la vez, por el mismo efecto, del concreto a la otra barra la fuerza en una barra se transfiere al concreto que la rodea. La distribución de fuerzas es parecida al que se muestra en la figura 27.

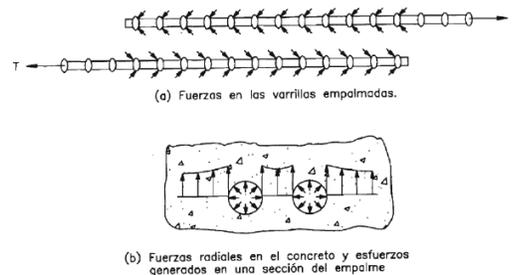


Figura 27: Fuerzas en el acero y concreto en empalmes traslapados

“Es mejor el empalme traslapado con contacto ya que el acero se puede amarrar con alambres. Si no están juntas las varillas, su separación será menor a un quinto del largo (empalme) y máximo de 15 cm, pues si no, originará el vacío que generara las grietas que desean evitarse”. (ACI-12.14.2.3)

- **Diseño de una sección rectangular fortalecido en tensión:**

El procedimiento comienza cuando se calculan las medidas de la sección, se seleccionan las dimensiones de esta y la calidad del concreto.

- **Predimensionamiento de losas:**

La distancia que divide los apoyos establecerá el grosor de la losa; si es aligerada, las viguetas se armarán conforme a que la separación sea la menor.

El Reglamento Peruano de Concreto Armado, define el espesor:

Donde:

l: es la luz libre entre ejes en (cm).

h: espesor de losa (cm).

En caso de peralte efectivo de losas se tiene:

Donde:

d: peralte efectivo (cm).

h: espesor de losa (cm).

- **Losa aligerada: (Gener Villareal Castro, 2010)**

El peralte de estas podrá ser dimensionado según el siguiente modelo:

$$H = \frac{L_n}{25}$$

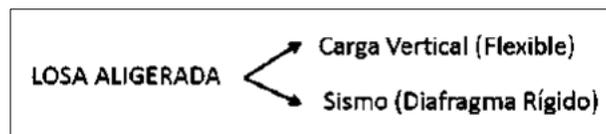


Figura 28: Losa aligerada

Siendo:

- ✓ L_n – largo del menor lado
- ✓ H = grosor o altura máxima de la losa, a su vez abarcando los 5cm de losa superior y el espesor del ladrillo de techo. La medida de los ladrillos es de 12, 15, 20 y 25cm, cada uno.

Tabla 5

Luz, espesor losa y ladrillo

LUZ	ESPESOR LOSA	LADRILLO
4 m	17 cm	12 cm
5 m	20 cm	15 cm
6 m	25 cm	20 cm
7 m	30 cm	25 cm

Fuente: Elaboración propia

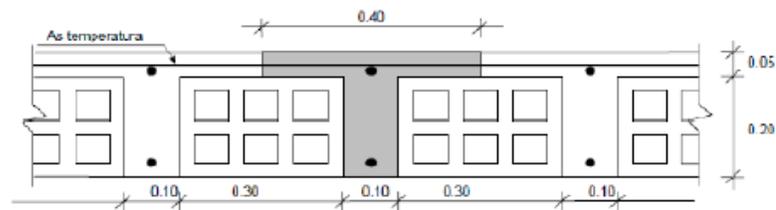


Figura 29: Longitud lado menor

El arquitecto, así como también el ingeniero civil son los que definen la altura entre pisos y el grosor antes mencionado; y a su vez consideran los 5 cm para el piso terminado.

Según lo referido por Gener Villareal Castro (2010):

Las vigas son medidas al considerar el peralte del orden de 1/10 a 1/12 de la luz libre. Se necesita saber que el grosor de la parcela está incluido en la altura, el ancho varía de la mitad a 2/3 veces su altura, se toma en cuenta una medida mínima de 25 cm, para impedir que se atasque el concreto formando vacíos (oquedades).

Asimismo, menciona Gener Villareal Castro (2010):

Las columnas, cuando se someten bajo cargas de empuje y momento flector, se deben haberse medido en función a estos simultáneamente, procurando calcular cuál de ellos contribuye mayor. extensión.

Apoyándonos en esto sugerimos el siguiente criterio de dimensionamiento:

1) COLUMNAS CENTRICAS:

$$AREA DE COLUMNA = \frac{P(Servicio)}{0.45F'c}$$

2) COLUMNAS EXCENTRICASY ESQUINADAS:

$$AREA DE COLUMNA = \frac{P(Servicio)}{0.35F'c}$$

$$P(servicio) = P. A. N$$

Donde:

✓ P= Peso de Servicio

P=1500Kg/m² (Edificio de Categoría A)

P=1250Kg/m² (Edificio de Categoría B)

P=1000Kg/m² (Edificio de Categoría C)

✓ A=Área tributaria

✓ N= Número de pisos

Método practico

El lado de la columna debe estar entre el 70% y 80% del peralte de la viga

$$I_{columna} > I_{viga}$$

• **Cimientos: (Gener Villareal Castro, 2010)**

$$\frac{P_{servicio}}{K * A_{cimiento}} \leq q_a$$

De Donde se tiene:

Tabla 6

Resultados de las columnas al imponer cargas de empuje sobre ellas

K	Tipo Suelo
0.9	Rígido
0.8	Intermedio
0.7	Flexible

Fuente: Elaboración propia

Diseño de losa aligerada:

Dependiendo de la estructura se tiene mediante ETABS las siguientes cargas analizando la sección:

Análisis estructural

Para ello se tomará la sección de lo siguiente: (GENARO DELGADO, 2010)

Para ello se tiene el EJE D_D: (Por ser crítico)

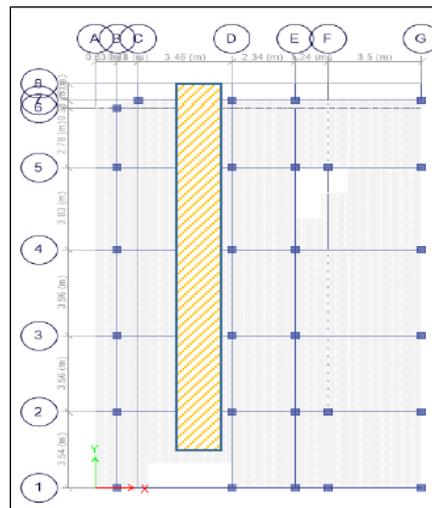


Figura 30: Diseño losa aligerada

Dependiendo se procede a tener los momentos:

Preparación de encofrado y acero de refuerzo para vigas y losas.

Para toda unidad de concreto, las varas de acero corrugado recortadas en la medida solicitada, forman a ser los refuerzos. Después del reforzado y la edificación, continúa el encofrado del techo, analizando los anclajes y traslapes correspondientes a la elaboración del elemento de hormigón, además de los recubrimientos correspondientes (**ver tabla abajo**).



Figura 31: Refuerzos

Recubrimiento mínimo en elementos de concretos vaciados en obra	
Descripción	
Elementos con roce al terreno o expuestos a temperaturas	e (cm)
Para diámetros menores o iguales a 5/8"	4
Para diámetros mayores a 5/8"	5
Elementos puestos en tierra o en contacto con agua marina	
Elementos sin contacto al suelo o no expuestas a temperatura	
Losas aligeradas	2
Muros y muros de corte	2
Vigas y columnas (medido al estribo o espiral)	4
Parrillas o losas ultra delgadas	2

Figura 32: Recubrimiento en elementos de concretos vaciados en obra

Cuando se utilizan encofrados en madera, es necesario remojar las planchas, además de los ladrillos de techo, antes de poner el concreto; también debe haber delicadeza en los niveles, ya

que un mínimo cambio creara flexiones en los elementos. El largo del empalme de las barras debe coincidir con sus diámetros (mayor a veinte veces de este último).



Figura 33: Encofrados de madera

- **Recuerda:**

Se deben examinar los niveles de las planchas de encofrados en losas y vigas, ya que así se garantiza la altura del entrepiso.



Figura 34: Planchas de encofrados en losas y vigas



Figura 35: Posicionamiento de los elementos.

Cuando se trabaja en la altura, se deben utilizar ascensores eléctricos (winches) o carretillas, y unas rampas provisionales, para la movilización del concreto.



Figura 36: Transporte con rampas provisionales

Al momento de vaciar el concreto, se colocan tablas de madera, como piso para transitar, sobre el armado de la losa.

3.5.2. Preparando el concreto de losas:

Para preparar un concreto de 210kgf/cm² de resistencia a la compresión las medidas de material en volumen son, 2 de arena, 2 de piedra y 1 de cemento. La relación agua cemento es del orden de 0.45. La cantidad de agua varía del diseño de mezcla en función de las condiciones

del clima, temperatura y otros factores externos. Para el batido del concreto, se recomienda una maquina mezcladora; donde los ingredientes son colocados en orden : en primer lugar, es introducido un $\frac{1}{4}$ del total de agua; luego , la piedra y la arena mezclándose, y por último es agregado el cemento con los $\frac{3}{4}$ del agua restantes.



Figura 37: Preparación concreto de losas

3.5.3 Colocado el concreto de losas recuerda:

Antes de colocar el concreto; debe mojarse la superficie de los ladrillos para evitar la absorción del agua por el concreto.



Figura 38: Distribución del concreto

Primero se llenan las viguetas para luego vaciar 5 cm de mezcla en la losa. Durante este proceso, el espesor del concreto debe comprobarse, mediante el reglado (enrasado) para alcanzar el nivel en cada sector.



Figura 39: Vaciado de la losa y llenado de las viguetas

RECUERDA:

- Para prevenir vacíos el vibrado de concreto tiene que ser competente.
- Para chucear tal vez deba emplearse tanto vibradores como barras de acero.
- Al haber irregularidades y vacíos, disminuirá la resistencia del concreto.



Figura 40: Vaciado

Al terminar, se utiliza un badilejo, con cuidado, o una allanadora en la superficie; para así de esa manera dar un acabado óptimo y uniforme.



Figura 41: Alisamiento

La losa se curará en aproximadamente 1 semana, además de ser posteriormente inmediato al endurecimiento. El primer día es fundamental para este proceso.

Es muy importante tener un interés especial al tratarse de elementos estructurales ubicados en ambientes extremos. Finalizada la semana, se retiran los encofrados. Para el último techo, las losas se deben cubrir para cuidarlas con mantas, tierra o ladrillo pastelero.



Figura 42: Curado

En siguiente tabla se muestran los tiempos mínimos para cada clase de elementos.

Tabla 7

Número de días luego de vaciado de losa

Mínimo número de días luego de vaciar alcanzar endurecimiento inicial y retirar el encofrado Elemento	Días
Muros	1.0
Columnas	1.0
Lados de vigas	1.0
Fondos de vigas:	
Longitud menor a 3 metros	7.0
Longitud entre 3 y 6 metros	14.0
Longitud mayor a 6 metros	21.0
Fondo de losas en una dirección:	
Longitud menor a 3 metros	4.0
Longitud entre 3 y 6 metros	7.0
Longitud mayor a 6 metros	10.0

Fuente: Elaboración propia



Figura 43: Techo

3.5.4. Como dar acabado a los elementos.

Para efectuarlo en los muros y el interior de techos, aplicando el tarrajeo, se debe trabajar a un nivel de altura importante; por ello se necesitarán andamios o escaleras. comenzando desde arriba hacia abajo. La mezcla se hará en volumen de una relación cemento arena de 1 en 3.



Figura 44: Acabado



Figura 45: Marcos de madera

Después de lijar, se efectúa el pintado de las estructuras tarrajeadas, para continuar con la imprimación primaria y se continua con el empastado de los defectos. Después de aplicar la pintura, el acabado final es realizado.



Figura 46: Lijado, pintado de techo y muros

Manual técnico de losa vigacero

El siguiente manual de Sistema Constructivo cuenta con las características que contribuirán en el análisis de la edificación presente:

SISTEMA DE LOSAS ALIGERADA CON VIGUETAS DE ACERO-(Según la RM-N°269-2014-Vivienda)



Figura 47: Manual técnico de losa Vigacero.

VIGA ACERO:

El sistema viga acero se sostiene sobre las vigas perimetrales, que podrían ser de concreto, metálicas o placas de concreto, y junto a los casetones de EPS, la malla de temperatura y el concreto conforman un diafragma sólido.

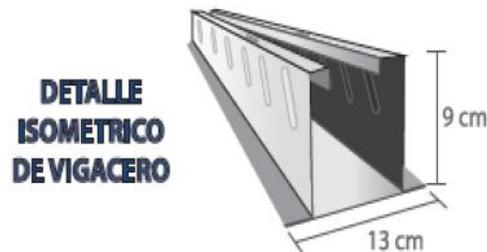


Figura 48: Viga acero

VENTAJAS DEL SISTEMA VIGACERO

1. Fáciles de instalar, rentables y eficaces.
2. No son necesarios los encofrados, lo más que se requiere apuntalamientos.
3. Tienen 40% menos de peso por m² los techos comunes.
4. Son más resistentes a los sismos.
5. Se transportan, manipular y apilan con facilidad.
6. Abierto a todos los sistemas de construcción facilitando los acabados.

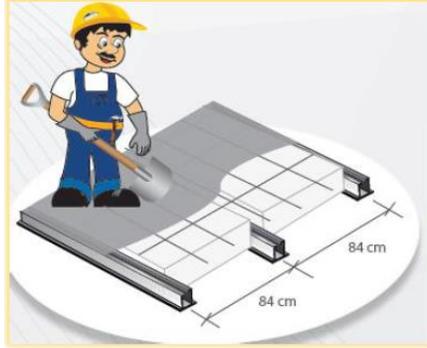


Figura 49: Ventajas del sistema Vigacero

➤ INSTALACION DEL SISTEMA DE VIGACERO

01

Apoyar la vigueta VIGACERO a 2.5 cm como mínimo a cada lado sobre el muro o viga de soporte. La distancia entre las viguetas VIGACERO a ejes es de 84 cm.



Figura 50: Apoyado vigueta vigacero

02

Instalar los casetones de EPS (tecnoport de 15 kg/m³) sobre las viguetas VIGACERO.



Figura 51: Instalación casetones de EPS

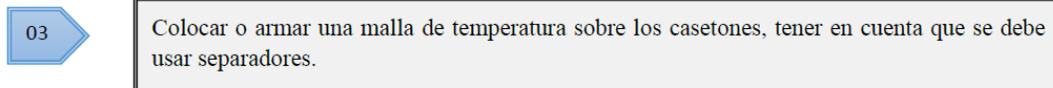
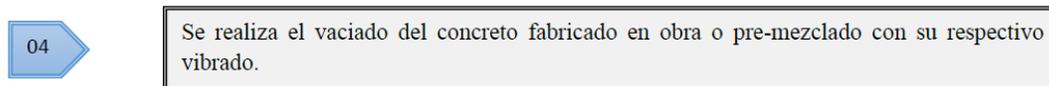


Figura 52: Malla de temperatura





RECUERDA: Cumplir con el curado durante los siguientes 7 días posteriores al vaciado.

Figura 53: Vaciado de concreto

05

No necesita encofrado y solo se requiere apuntalamiento en luces libres mayores a 4.5 m



Figura 54: Apuntalamiento en luces

06

Realizar el acabado del cielo raso.



RECUERDA: El colocado del acabado de cielo raso se realiza de dos maneras utilizando una malla de 25x25cm en tarrajeo de concreto y directamente utilizando placa yeso.

Figura 55: Acabado del cielo raso

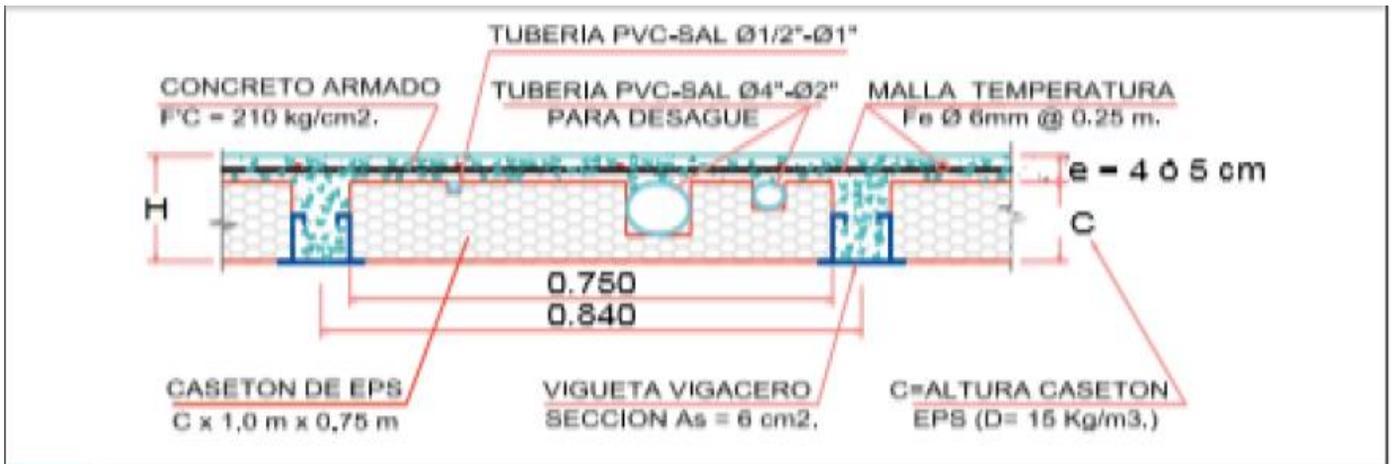


Figura 56: Carga ultima para losas simplemente apoyadas de viguetas Vigacero espaciadas cada 84 cm (Medidas Nominales)

Fuente: Manual Técnico Viga Acero , 2018

Tabla 8

Distancia entre ejes de viguetas es 0.84 0 y casetón de 0.75 m Sobrecarga kg/m²

DISTANCIA ENTRE EJES DE VIGUETAS ES 0.84 m Y CASETON DE 0.75 m									
SOBRECARGA kg / m ²									
Luz(m)	100	200	300	400	500	600	700	800	
	e= 4 cm			e = 5 cm					
2.0									
2.2									
2.4									
2.6									
2.8		LOSA DE H = 13 cm					LOSA DE H = 14 cm		
3.0									
3.2									
3.4									
3.6						H = 17 cm			
3.8									
4.0									
4.2								LOSA DE H = 25 cm (*)	
4.4		LOSA DE			LOSA DE H = 20 cm				
4.6		H = 16 cm							
4.8			H = 19 cm				LOSA DE 30 cm (*)		
5.0									
5.2									
5.4									
5.6									
5.8									
6.0									
6.2									
6.4									
6.6									
6.8									
7.0		HASTA LUCES LIBRES DE 8 m CON EL DISEÑO DEL PROYECTISTA							
7.2									
7.4									
7.6									
7.8									

Tabla 9

Separación entre viguetas 0.84 m

CARGA ULTIMA (Kg/m²)							
SEPARACION ENTRE VIGUETAS 0.84m							
Luz(m)	Espesor de concreto 4 cm			Espesor del concreto 5 cm			
	H= 9 cm	H = 12 cm	H = 15 cm	H= 20 cm	H= 25 cm	H= 30 cm	H= 35 cm
3.0	1807	2522	3104				
3.1	1638	2362	2907				
3.2	1489	2217	2728				
3.3	1358	2085	2565				
3.4	1241	1964	2416				
3.5	1138	1853	2280				
3.6	1046	1752	2155				
3.7	963	1636	2040				
3.8	889	1510	1934				
3.9	823	1398	1836				
4.0	762	1295	1746	1913	1950	2322	
4.1	708	1202	1662	1821	1856	2210	
4.2	659	1118	1584	1735	1769	2106	
4.3		1042	1511	1656	1688	2009	
4.4		973	1443	1581	1612	1919	
4.5		909	1379	1512	1541	1835	
4.6		851	1320	1447	1475	1756	
4.7		798	1243	1386	1413	1682	
4.8		749	1167	1329	1354	1613	
4.9		704	1097	1275	1300	1547	
5.0		663	1033	1224	1248	1486	
5.1			973	1177	1200	1428	
5.2			918	1132	1154	1374	
5.3			867	1090	1111	1323	
5.4			820	1050	1070	1274	
5.5			776	1012	1032	1228	
5.6				976	995	1185	
5.7				942	961	1143	
5.8				910	928	1104	
5.9				879	896	1067	
6.0				850	867	1032	
6.1				823	839	998	
6.2				786	812	966	
6.3				749	786	936	
6.4				714	762	907	
6.5				682	739	879	
6.6				651	716	853	
6.7					695	828	
6.8					675	803	
6.9					655	780	
7.0					637	756	
7.1					619	737	
7.2						717	
7.3						697	

Definición de Términos:

□ **LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL:** (Norma Técnica, Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas., 2010)

Se denominan a las losas conformadas por viguetas de concreto y elemento liviano de relleno.

Las viguetas van pegadas y/o unidas entre sí por una losa o capa superior de concreto. Los elementos de relleno vienen compuestos por ladrillos, bloques huecos o elementos livianos cuya función es aligerar el peso de la losa y lograr un cielorraso con una superficie uniforme.

□ **LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS PREFABRICADAS:** (Norma Técnica, Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas., 2010)

Se denominan así a las losas similares a las losas aligeradas convencionales, con la única diferencia que las viguetas son prefabricadas y/o pretensadas. Además, los bloques tienen una forma particular que les permite descansar en las viguetas.

□ **PARTIDA:** (RUIZ, 2010)

En esta columna se ubicará el código de identificación de las partidas del presupuesto, para esto podemos tomar como referencia el Reglamento de Metrados.

□ **METRADO:** (RUIZ, 2010)

Se denomina así al grupo organizado y ordenado de datos logrados a través de lecturas acotadas, prioritariamente, salvo excepción de lecturas a escala, es decir, haciendo uso del escalímetro.

□ **CUADRILLA:** (RUIZ, 2010)

Esta columna se usará para ingresar el número de personal y/o equipo requerido para ejecutar la partida.

□ **PRECIO:** (RUIZ, 2010)

Se ingresará el precio del material puesto en obra sin impuestos (sin IGV), es decir incluyendo fletes y costo financieros de su adquisición, el precio de la mano de obra incluirá todas las leyes sociales que le correspondan, los equipos incluirán el coste de reposición, depreciación, mantenimiento, fletes, etc. Se reitera que en el precio NO se debe incluir el IGV.

□ **PARCIAL:** (RUIZ, 2010) Será el resultado del Precio por la Cantidad, redondeado a 2 cifras decimales.

□ **SUBTOTAL:** (RUIZ, 2010) Es la sumatoria de los parciales de cada tipo de insumo o recurso: materiales, mano de obra y equipos.

□ **DETERMINAR:** (DICCIONARIO, 2018) Hacer que alguien tome una decisión.

□ **FACTIBLE:** (DICCIONARIO, 2018) Que es fácil de hacer o puede ser hecho.

Al Determinar el análisis comparativo entre el tiempo de ejecución del Sistema Vigacero y el Sistema Tradicional, para el proyecto POISE, consideramos los siguientes aspectos:

❖ **La pre-fabricación base del cambio de la construcción**

La innovación tecnológica se enfoca en la optimización de los procesos productivos de la construcción con la finalidad de conseguir resultados extraordinarios, aumentando valor al capital utilizado. Es por ello que la producción industrializada de elementos pre-fabricados y su pro-activa implementación en los sistemas constructivos, fortalece las bases para una construcción inteligente.

La finalidad de esto estriba en incrementar la rapidez en la etapa de montaje sintetizando pasos convenientemente durante los trabajos y así finalizar con solvencia en relación a los

tiempos establecidos por el cronograma, optimizando el desempeño de la mano de obra, generando un trabajo continuo de calidad, consistente, estructurado, que en conjunto permitan recuperar prontamente la inversión realizada.

En ese sentido, la construcción con pre-fabricación de elementos ha posibilitado cualificarlos e instaurar un periódico control de calidad, así como la regulación precisa de las especificaciones técnicas del elemento prefabricado deseado, como geometría, acabados, etc., consiguiendo el perfeccionamiento de materiales. **(Pérez Estañol & Ochoa, 2016)**.

Con la pre-fabricación se busca:

a) En Obra

➤ Velocidad de trabajo

La utilización de elementos prefabricados en obra genera directamente que los trabajos se realicen incrementando la velocidad durante los procesos que involucran la integración de estos elementos con aquellos que necesariamente deben realizarse en obra.

➤ Optimización de los tiempos de construcción

Está sustentada en la automatización e industrialización del trabajo, esto es, en una producción continua y constante, que garantice una cantidad prefijada de elementos prefabricados, siendo realizables algunas tareas en fases primarias.

Esto hace posible un aumento considerable de la productividad; un aprovechamiento mayor de las particularidades y propiedades de los materiales, así como una disminución del tiempo de construcción, convirtiéndose todo ello en ahorro de dinero.

- Eficiencia en controles de obra.

Las particularidades y/o distintas propiedades de los elementos, orienta a establecer una secuencia lógica especializada que conlleva a un mejor uso de equipos, herramientas y maquinarias. De esta manera se incrementa la eficiencia de los controles de estos elementos en obra.

- Precisión dimensional

Por tratarse de elementos rigurosamente producidos en planta, las dimensiones son muy precisas, con despreciables errores y variaciones, los cuales carecen de importancia una vez en obra habilitados u organizados.

- Acabados perfectos

Los elementos pre-fabricados presentan mejores acabados respecto a los elementos elaborados en obra. La cantidad de mano de obra requerida para dar un mejor acabado es casi nula en esta clase de elementos.

b) Organización y planeación

- Planeación financiera

Al emplear elementos pre-fabricados en obra es necesario establecer una adecuada planificación financiera puesto que se realizarán abonos o pagos altos e importantes iniciales

para la producción o compra de los mismos que serán fabricados en planta, por lo cual el flujo económico inicial de salida debe ser correctamente administrado.

➤ Coordinación de actividades

Es muy importante elaborar idóneamente una planificación de las actividades que determinen el uso de las piezas pre-fabricadas, pues dada la rapidez de los procesos constructivos en este caso, las actividades deben estar coordinadas y debidamente preparadas para no ocasionar ampliaciones de tiempo innecesarias.

c) Costos

➤ Presupuestos más precisos y competitivos

Los costos iniciales de los pre-fabricados son prácticamente fijos, lo cual permite identificar y/o cuantificar más fácilmente el saldo de obra. En adición a ello, el uso de pre-fabricados disminuye la cantidad de desperdicios, en ese sentido, se optimizan los costos en obra y se posibilita la realización de presupuestos más competitivos.

➤ Optimización y control de los recursos en obra

Al disminuir la cantidad de desperdicio considerablemente, el control de materiales se hace mas sencillo en campo.

➤ Reducción y/o Eliminación de tiempos muertos

Al abordar los trabajos con elementos pre-fabricados , la rapidez de producción aumenta, reduciendo y/o eliminando los tiempos muertos. Esto implica que disminuyan los tiempos de ejecución durante los trabajos, y que las demás actividades tiendan a ejecutarse prontamente también.

d) Aspectos importantes

➤ Transporte y movimiento

En algunos casos, el tamaño y volumen de las piezas pre – fabricadas genera complicaciones en el transporte y puesta en obra, en donde el uso de grúas para su ubicación se hace necesario. Es así, que se requieren necesariamente, accesos previamente acondicionados para el ingreso y libre tránsito de tráilers y maquinaria pesada, para poder situar y/o manipular debidamente a los elementos pre-fabricados.

➤ Coordinación entre las partes

Se considera de suma importancia establecer una correcta comunicación y coordinación entre las partes, a fin de que el constructor tenga los espacios y las condiciones apropiadas para proceder a las labores de montaje de los prefabricados, considerando que se van a realizar controles de ubicación rigurosos.

Los beneficios antes mencionados, contribuyen también a optimizar los costos, sin embargo, la construcción con elementos pre-fabricados no necesariamente es más económica que la tradicional, pues ello depende directamente de la gestión de producción, siendo perfectamente viable en la construcción considerando otros tipos de sistemas constructivos.

Estas propuestas tecnológicas son fundamentales para las compañías, pues permiten ir incrementando la velocidad de los procesos constructivos y optimizar el desempeño en los proyectos.

e) Tiempo de ejecución

La elaboración del cronograma de obra o programación de obra del proceso constructivo es una estructuración minuciosa a futuro de los trabajos a realizar al ejecutar la obra. Viene a ser la organización lógico-secuencial de la duración de las actividades necesarias a fin de materializar la obra tomando en consideración la disponibilidad de recursos e interdependencia.

La programación de obra refleja de qué manera se ejecutará la obra, y la asignación necesaria de los medios o recursos para cada determinada labor. Faculta establecer con precisión (salvo eventualidades) la duración, fecha de inicio y fin de cada trabajo, así como el tiempo total que abarcará la ejecución de la obra, identificando los trabajos más demandantes e importantes y los que dispondrán de cierto rango de flexibilidad de tiempo.

La organización de la duración de cada sistema empleado se evidencia en :

Primera etapa: Planeamiento

Se realiza un ordenamiento u organización de las actividades procurando seguir la secuencia lógica del proceso constructivo. Hay diferentes maneras de organizar las actividades, sin embargo esta es más conveniente pues otorga mayor claridad de entendimiento de la programación, y se sostiene en:

¿Qué trabajo hacer y en qué prioridad?

Paso 1: Enlistar actividades y realizar el ordenamiento de las operaciones siguiendo la secuencia lógica del proceso constructivo.

Segunda etapa: Programación

La segunda etapa presenta el factor tiempo de cada labor a realizar. Estimando y/o estableciendo los tiempos de duración de cada labor y efectuando la sumatoria según la

planificación secuenciada y diagramada lógicamente, se podrá implantar las fechas de inicio y fin relacionadas con cada operación y obtener el tiempo total de duración de la ejecución de los trabajos. Esta etapa soluciona las siguientes interrogantes:

¿Cuál es la duración de cada operación de la secuencia lógica establecida?

Paso 2: Calculo del tiempo que toma realizar cada operación de la secuencia lógica

Paso 3: Diagramación de la secuencia lógica de operaciones, estableciendo:

El **Diagrama de Gantt** viene a ser un **plan de seguimiento de tareas realizadas y por realizar**, es un **diagrama de barras** que posibilita la visualización gráfica en una escala temporal de la organización de los trabajos en obra. Se le reconoce como un gráfico de coordenadas; de modo que en las ordenadas se sitúen las **operaciones** ramificadas en detalle en tantas partes como la obra indique, siguiendo la secuencia lógica en relación a la técnica de ejecución empleada; asimismo en las abscisas se sitúa el **tiempo** de ejecución en la unidad seleccionada, obedeciendo al tamaño, nivel de importancia, y/o envergadura de la obra, así como de la consistencia del estudio realizado o a realizar.

Concreto pre-mezclado en Obra F'c= 210 kg/cm2	Curado de concreto pre-mezclado F'c = 210 kg /cm2	Desencofrado de normal de losa Aligerada
Curado de concreto pre-mezclado F'c = 210 kg /cm2	Desencofrado de normal de losa Aligerada	Tarrajeo de cielo raso

Figura 58: Proceso constructivo del sistema aligerado convencional

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

La organización o programa de actividades a realizar para la instalación son las siguientes:
Comienza desde el montaje del encofrado como cimbra de contacto para el asentado de las viguetas, bloques de arcilla y concreto pre-mezclado.

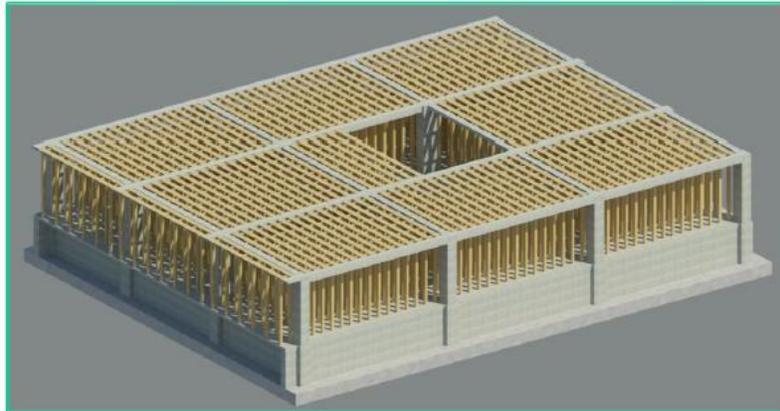


Figura 59: Montaje del encofrado

Seguidamente continúa la ubicación de los bloques de arcilla alineados según el espesor de las viguetas y elaborado paralelamente a la menor distancia entre luces.

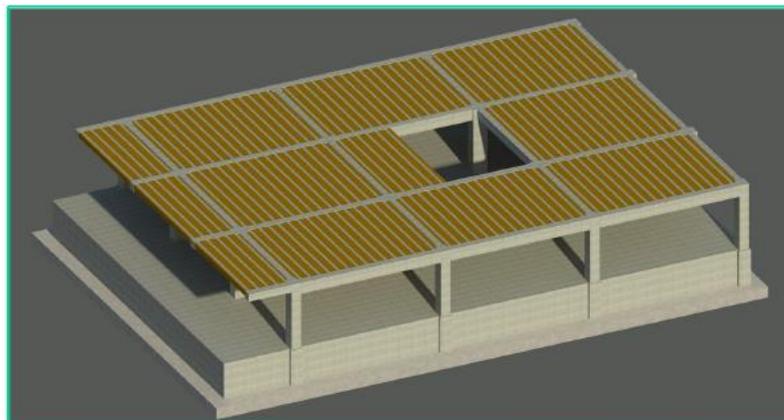


Figura 60: Colocación bloques de arcilla

El reforzamiento de las viguetas que cubren las luces de la losa se establece en refuerzos positivos a fin de captar los esfuerzos de tracción en el centro de la luz y refuerzos negativos para captar los

esfuerzos de tracción en los extremos y apoyos; cabe resaltar que en ambos casos no está permitido en la zona central el acople por traslape.

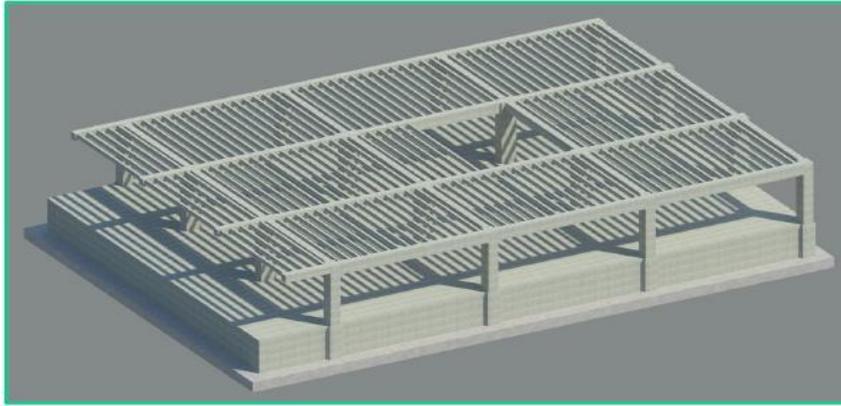


Figura 61: Refuerzos de las viguetas

El reforzamiento por temperatura viene a ser una tarea fácil pues se ubican refuerzos de $\frac{1}{4}$ " asegurados perpendiculares al refuerzo negativo el cual tiene que estar situado al medio de la losa haciendo uso de distanciadores, a fin de controlar apropiadamente los esfuerzos por contracción y temperatura presentes en la losa.

Se espera utilizar concreto pre-mezclado a fin de obtener un vaciado más controlado y una dosificación más adecuada y precisa, por ello es importante corroborar el alineamiento de los bloques de arcilla, previamente humedecidos, para evitar cambios indeseados, por humedad, así como también ratificar la disposición adecuada de las instalaciones eléctricas y sanitarias de acuerdo a los planos.

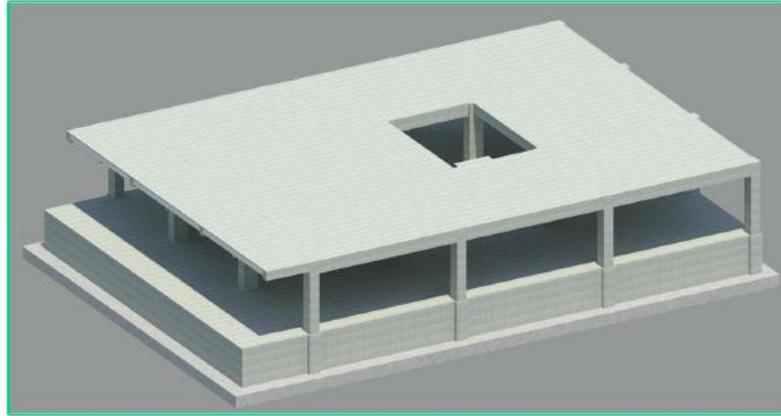


Figura 62: Vaciado

Por último, la losa tiene que estar nivelada con suma precisión y un acabado rugoso. Algunas horas luego del vaciado se tiene que proceder al curado extendiéndose por 7 días, a fin de evitar rajaduras y conseguir que el concreto alcance una resistencia esperada o superando las expectativas. Después de dicha tarea, se desencofrarán las losas, asegurándose de mantener los puntales en tramos convenientemente.

Posterior al desencofrado, se tarrajeará convencionalmente los paños cuyo encofrado fue retirado, de tal forma que presenten una superficie nivelada con precisión y cuasi lisa.

Proceso constructivo		
Precede	Actividad	Sigue
	Apuntalamiento de las viguetas de acero galvanizado	Montaje de viguetas de acero galvanizado de 1.5 mm
Apuntalamiento de las viguetas de acero galvanizado	Montaje de viguetas de acero galvanizado de 1.5 mm	Colocación de casetones de poliestireno de 75x20x100 cm
Colocación de casetones de poliestireno de 75x20x100 cm	Refuerzo de acero Negativo Fy=4200 kg/cm ²	Refuerzo de Acero de temperatura Fy=4200 kg/cm ²
Refuerzo de Acero Negativo Fy=4200 kg/cm ²		

	Refuerzo de Acero de temperatura $F_y=4200$ kg/cm ²	Concreto pre-mezclado en Obra $F'c= 280$ kg/cm ²
Refuerzo de Acero de temperatura $F_y=4200$ kg/cm ²	Concreto Pre -mezclado en Obra $F'c=280$ kg/cm ²	Curado de concreto pre-mezclado $F'c = 280$ kg/cm ²
Concreto Pre -mezclado en Obra $F'c=280$ kg/cm ²	Curado de Concreto Pre-mezclado $F'c=280$ kg/cm ²	Desencofrado de losa Aligerada
Curado de Concreto Pre-mezclado $F'c=280$ kg/cm ²	Desencofrado de losa Aligerada	Tarrajeo de cielo raso

Figura 63: Proceso constructivo del sistema vigacero

La contribución que se dio para el mejoramiento del tiempo y costo aplicando el sistema de vigacero fue: contar con un sistema auto soportable y conformado por materiales pre-fabricados aumenta la rapidez del proceso constructivo, además de reducir y/o eliminar los tiempos muertos conforme se indica en la descripción de sus resultados obtenidos. Tal como se refirió, es un sistema auto soportable y suprime la cimbra contacto, puesto que solo requiere de un apuntalamiento al centro de los claros, para luces mayores a 4.40m, lo cual agiliza la construcción comparada con el sistema aligerado tradicional, y la convierte en una alternativa mas conveniente a nivel económico.

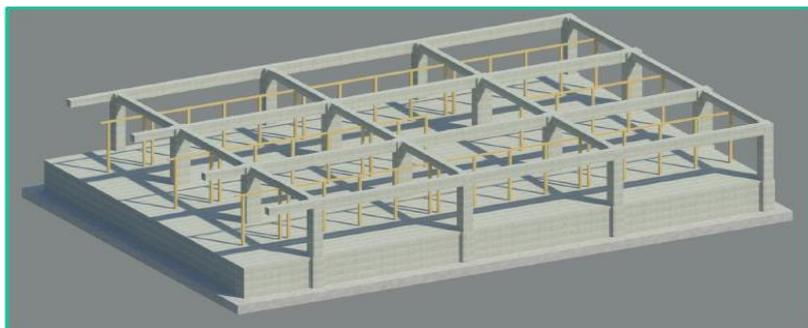


Figura 64: Apuntalamiento

El ensamble de las viguetas pre-fabricadas viene a ser una labor practica por las sencillas maniobras requeridas para su instalación, evitando invertir demasiado esfuerzo para incrementar los rendimientos del personal involucrado y asimismo asegurando el cumplimiento de los espesores de la vigueta.

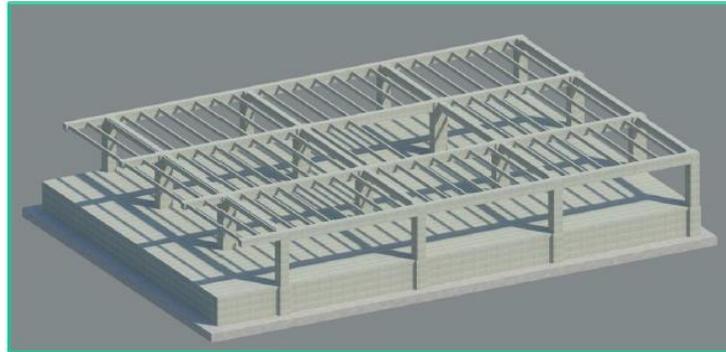


Figura 65: Montaje

Poseer elementos livianos como el casetón de poliestireno incrementa la rapidez de su instalación reduciendo el menor número de operaciones y esfuerzo, favoreciendo a la disminución del tiempo de ejecución notablemente.

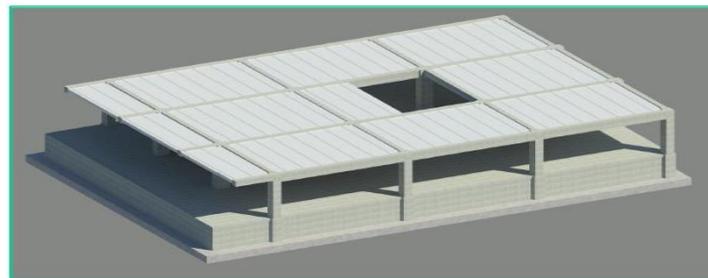


Figura 66: Instalación de poliestireno

Del mismo modo que en el sistema aligerado tradicional, se requiere la correcta ubicación del refuerzo negativo y por temperatura, a fin de controlar los esfuerzos generados bajo condiciones de servicio y por la contracción del concreto debida a un delta de temperatura. Se espera disponer de concreto pre-mezclado para controlar mejor

el vaciado y tener una dosificación mas conveniente, ie, con mayor precisión, para lo cual es menester ratificar los alineamientos de los bloques de arcilla, hallándose previamente húmedos, a fin de prevenir notorias variaciones por la humedad, y asimismo asegurar el cumplimiento de las correctas instalaciones eléctricas y sanitarias indicadas en los planos.

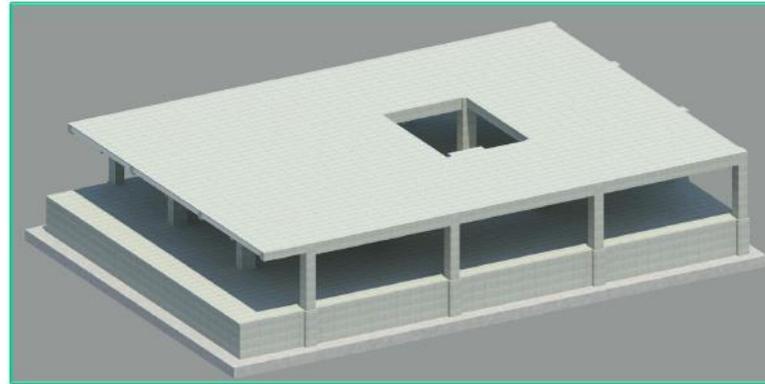


Figura 67: Vaciado

De la misma que el sistema convencional el tiempo de curado debe de mantenerse por los próximos 7 días siguientes al vaciado.

La ventaja de requerir solo apuntalamiento implica un área más aprovechable para los acabados de cieloraso, el cual puede realizarse sin ningún problema al día siguiente del vaciado, lo cual depende del encargado de obra. Para la durabilidad del acabado de cielo raso se recomienda colocar como refuerzo una malla de gallinero.

Programación de actividades:

Tabla 7
Duración de cada actividad del sistema vigacero

Sistema Convencional de Losa Vigacero				
Actividades	Unidad	Metrado	Rendimiento	Tiempo unitario
Apuntalado de losa aligerada	m ²	262.2	90 m ² /día	03 días

Colocación de viguetas prefabricadas de acero galvanizado 1.5 mm	und	68.00	180 und/dia	01 días
Colocación de caselones de poliestireno de alta densidad 75*100*20	und	329.00	300 und/dia	02 días
Refuerzo de acero corrugado $F_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	542	350 kg /dia	02 días
Concreto de premezclado en obra $F'c=280 \text{ kg /cm}^2$	m3	18.8	100 m3/dia	01 días
Desencofrado normal de losa aligerada	m2	262.2	150 m2/dia	02 días
Tarrajeo de cielo raso	m2	262.2	10 m2/dia	27 días

Fuente: Elaboración propia

Programación con Ms Project

Para la elaboración del cronograma se utilizará el software Ms Project, mostrando gráficamente con el diagrama de Gantt las vinculaciones de la secuencia lógica de actividades a realizar, según los tipos:

- (TIPO A) Culminar para iniciar, cuando se termina una actividad y se inicia la siguiente.
- (TIPO B) Iniciar para iniciar, cuando dos actividades empiezan al mismo tiempo.
- (TIPO C) Culminar para culminar, cuando dos actividades se terminan al mismo tiempo.

Convenientemente, establecemos que las vinculaciones del tipo "culminar para iniciar" deben abarcar entre el 90 y el 95 por ciento de las vinculaciones, el tipo "iniciar para iniciar" debe abarcar entre el 3 y el 7 por ciento y el tipo "culminar para culminar" debe cubrir entre del 2 y el 3 por ciento.

Inicio de ejecución para el 1er piso.

Cronograma del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero

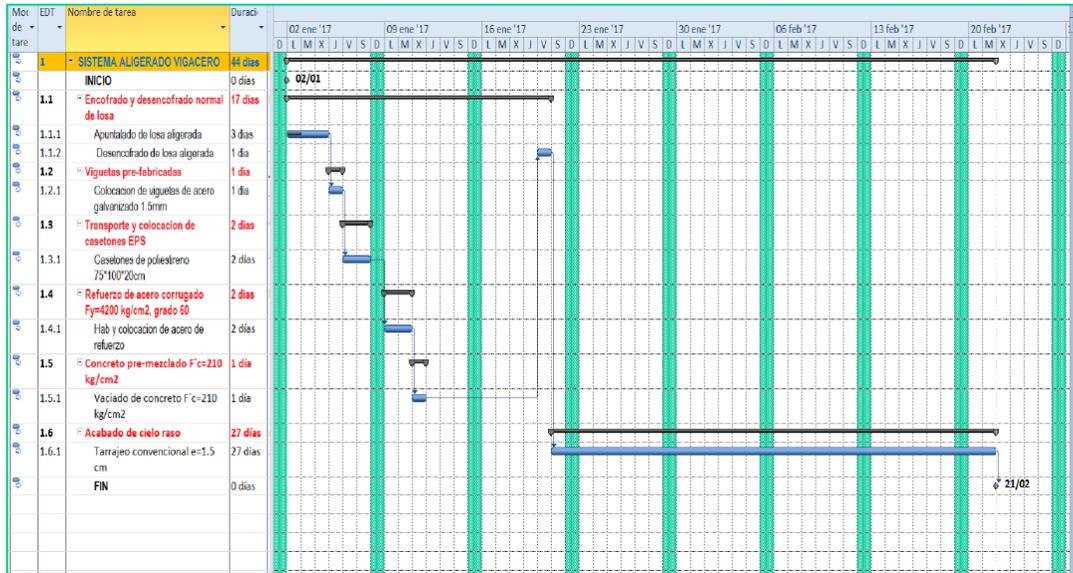


Figura 68: Cronograma del sistema aligerado vigacero

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Al Determinar el análisis comparativo, utilizando los costos, entre el Sistema Vigacero y el Sistema Tradicional, para el proyecto POISE, distrito de Miraflores, departamento de Lima 2019, tenemos lo siguiente:

El cual se trabajó con los análisis de precios unitarios que se encuentran en el anexo 2.

Tabla 8

Cuadro comparativo de sistema vigacero vs losa aligerada convencional

Obra: POISE		SISTEMA TRADICIONAL				VIGACERO				
Item	Especificación	Unidad	Cant.	ST		Especificación	VA		P. Unit,	Total
				P. Unit,	Total		Und	Cant.		
04.02. 04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRANDO NORMAL LOSA ALIGERADA EN 1 SENTIDO ACERO CORRUGADO	m2	2,396.81	S/. 36.16	S/. 86,668.65	CONCRETO PREMEZCLADO FC=210 KG/CM2	M3	346.52	S/. 296.46	S/. 102,730.34
04.02. 04.02	FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 EN LOSA ALIGERADA VIGUETA PREFABRICADA ESTRIADA	kg	5,377.16	S/. 3.71	S/. 19,949.26	ENCOFRADO Y DESENCOFRANDO	M2	4,950.27	S/. 9.00	S/. 44,552.43
04.02. 04.03	MARCA VIGACERO DE 0.13 m x 0.09 m x L	m	3,438.63	S/. 45.13	S/. 155,185.37	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	KG	12,375.68	S/. 3.62	S/. 44,775.19
04.02. 04.04	CASETONES DE ESP 1.00x0.60x0.20	und	3,477.00	S/. 25.88	S/. 89,984.76	CASETONES DE ESP	UND	8,706.00	S/. 17.42	S/. 151,665.59
04.02. 04.05	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS ALIGERADAS fc=350 kg/cm2	m3	17.26	S/. 381.44	S/. 6,583.65	VIGA ACERO	ML	6,715.44	S/. 37.60	S/. 252,509.23
04.02. 04.05	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS ALIGERADAS fc=210 kg/cm2	m3	300.27	S/. 326.84	S/. 98,140.25	CURADO DE CONCRETO LOSA ALIGERADA	M2	4,950.27	S/. 0.23	S/. 1,138.56
04.02. 04.09	DE CONCRETO LOSA ALIGERADA	m2	11,298.99	S/. 0.23	S/. 2,598.77	ACABADO				
04.02. 04.10						ACABADO SEMIPULIDO EN LOSA TARRAJEO EN VIGACERO C:A 1:4 + LIGATON y SUPERMALLA RF	M2	4,950.27	S/. 12.02	S/. 59,502.25
04.02. 04.12							M2	4,950.27	S/. 28.39	S/. 140,543.57

TOTAL		S/. 968,605.89	S/. 797,417.16
Observaciones:	Suma 1	S/. 968,605.89	S/. 797,417.16
		GASTOS GENERALES Y UTILIDAD	
	Suma Total	S/. 968,605.89	S/. 797,417.16
	Subtotal	S/. 968,605.89	S/. 797,417.16
	18% IGV	S/. 174,349.06	S/. 143,535.09
	TOTAL	S/. 1,142,954.95	S/. 940,952.25
	Diferencia con la propuesta		S/. 202,002.70

Tabla 9
Cuadro comparativo del sistema viga acero vs losa aligerada convencional.

Sistema Convencional de Losa Aligerada					VIGACERO				
Actividades	Unidad	Metrado	Rendimiento	Tiempo Unitario	Actividades	Unidad	Metrado	Rendimiento	Tiempo unitario
Encofrado normal de losa aligerada	m2	262.20	12 m2 /día	22 días	Apuntalado de losa aligerada	m2	262.2	90 m2/dia	03 dias
Colocación de ladrillo Hueco de 20x30x30 cm	kg	2,360.00	1,300 und/día	02 días	Colocación de viguetas prefabricadas de acero galvanizado 1.5 mm	und	68	180 und/dia	01 dias
Refuerzo de Acero Corrugado Fy=4200 kg/cm2	m	1,614.00	350 kg /día	05 días	Colocación de caselones de poliestireno de alta densidad 75*100*20	und	329	300 und/dia	02 dias
Concreto Premezclado en obra F'c=280 kg/cm2	und	26.48	100 m3/día	01 dias	Refuerzo de acero corrugado Fy=4200 kg/cm2	kg	542	350 kg /dia	02 dias
Desencofrado de normal de Losa Aligerada	m3	262.2	36 m2/dia	07 días	Concreto de premezclado en obra F'c=280 kg /cm2	m3	18.8	100 m3/dia	01 dias
Tarrajeo de cielo raso	m3	262.2	10m2/dia	27 dias	Desencofrado normal de losa aligerada	m2	262.2	150 m2/dia	02 dias
TOTAL				71 días	TOTAL				44 días

Fuente: Elaboración propia

RECOMENDACIONES

Seguir a detalle el manual que se plantea para la aplicación del sistema vigacero con fin de no tener inconveniente durante y después del proyecto.

El sistema vigacero es muy tedioso por lo cual se recomienda tener asesoramiento de un profesional calificado en la presente área.

Se sugiere tener presente que los aisladores o disipadores sísmicos posibilitan que la edificación frente a un movimiento sísmico se mueva como un bloque, estabilizándose y consiguiendo una menor amplificación sísmica.

Se sugiere tener presente que una mayor densidad del EPS, aporta una protección acústica y térmica superior.

Se sugiere emplear las siguientes características de las soldaduras:

Tipo “A” para fijar las varillas o puentes a las viguetas VIGACERO con electrodo AWS A5.1/ASME-SFA 5.1 E7018.

Tipo “B” para soldar varillas corrugadas ASTM A-615 grado 60 será con electrodo AWS/ASME E9018 la cual deberá ser ejecutada por un soldador calificado de acuerdo con “Structural Welding Code-Reinforced Steel ANSI/AWS D1.4” de la American Welding Society.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ruiz Barahona, R. (2020). “*REDUCCIÓN DEL PESO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 12 PISOS Y 2 SÓTANOS, UTILIZANDO CONCRETO $F'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$, CONVENCIONAL, CON ADITIVO SIKA LIGHTCRETE PE Y REMPLAZANDO LA LOSA CONVENCIONAL POR LA LOSA VIGACERO, TRUJILLO 2020.*”. Trujillo, Peru: Universidad Privada del Norte.

ABC. (2017). ABC. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/implementar.php>

Aceros Arequipa. (2020). *Construyendo seguro*. Obtenido de <https://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/construccion-de-viviendasaprende-linea/construccion-de-viviendasboletin-construyendo/maestro-de-obraboletin-construyendoedicion-12/construccion-de-viviendasboletin-construyendoedicion-12capacitandon>

Aguirre Gamboa, F. (2018). *MEJORA DEL CONTROL DE COSTOS Y TIEMPOS IMPLANTANDO LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO EN LA CONSTRUCCIÓN*. Huancayo, Peru: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES.

Alfredo, A. C. (octubre de 2018). *PIRHUA*. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/3713>

alibaba.com. (s.f.).

allbiz. (s.f.). *ALL.BIZ*. Obtenido de <https://pe.all.biz/mallas-electrosoldadas-galvanizadas-g36209>

Andina Agencia Peruana de Noticias. (2017). *Lima arrastra preocupante silencio sismico*. Obtenido de Andina Agencia Peruana de Noticias.

Aporte a la ingeniería civil/información libre. (abril de 2017). *Drywalla, planos, manuales,*

catalogos... Obtenido de <https://aportealaingcivil.blogspot.com/2017/04/drywall-planos-manuales-catalogos-y-especificaciones-tecnicas.html>

Avecillas.D. (2016). alternativa estructural - constructiva de entresijos y techos de hormigón armado con bloques de poliestireno expandido.

Bareque. (2012). Construcción Natural. *Bareque.*

Casallas, S. E. (10 de Noviembre de 2017). *Proyecto.* Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15480/1/Proyecto-Grado-Sebastian-y-Rafael.pdf>

Casanova Madueño, F. (2018). “*MEJORAMIENTO EN EL CONTROL DE COSTOS DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA EN UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN APLICANDO EL MÉTODO DEL VALOR GANADO – AREQUIPA 2015*”. Arequipa, Peru: Universidad Católica de Santa Marí.

Cautino, M. J. (2020 enero). El sistema constructivo de Qunicha en zonas rurales .

ResearchGate.

cementos cibao. (9 de mayo de 2018). *cementos cibao.* Obtenido de

<https://www.cementoscibao.com/mamposteria-usos-en-la-construccion/>

Chang Peña, M. (2015). Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular. 15.

Ciper Academico. (2017). *columna de opinion.* Obtenido de

<https://www.ciperchile.cl/2019/07/12/viviendas-a-precios-demenciales-causas-y->

responsables/concepto/definicion. (2011-2020). *concepto/definicion*. Obtenido de
<https://conceptodefinicion.de/limitacion/>

Concreto y cemento, investigacion y desarrollo. (2015). Obtenido de Concreto y cemento,
investigacion y desarrollo:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112015000200004

Construccion- EPS. (2020). *Construccion- EPS*. Obtenido de <https://www.construccion-eps.com/index.php?accion=aislamiento-termico>

construye, R. P. (2019). Sistema Drywall construcciones rapidas, seguras y eficientes. *Peru Construye*, 1.

Cremaشي-Saenz. (2020). *Sistema Constructivo*. La Plata: Universidad Nacional de la Plata.

Cruz, C. d. (03 de abril de 2014). *SCRIBD*. Obtenido de
<https://es.scribd.com/doc/216160911/Sistema-Dual>

Cueto, A. (2019). *DISEÑO DE EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR EMPLEANDO SISTEMA DE ENTREPISOS DE VIGUETAS PREFABRICADAS DE ACERO EN EL DISTRITO DE SURQUILLO, LIMA*. Lima, Peru: Universidad Nacional Federico Villareal.

Cueto.P. (2018). Reforzamiento de la Albañilería Confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada.

De la Torre, Asto, J., & Guerra, R. (2019). *Análisis comparativo del diseño sismorresistente de una edificación de albañilería confinada de cuatro niveles con dos sistemas de losa*

aligerada: convencional versus VIGACERO en Carabayllo - 2019. Lima, Peru:

Universidad Cesar Vallejo.

Definicion.d. (2018). *Definicion.d.* Obtenido de <https://definicion.de/procedimiento/>

Dialnet. (2016). Obtenido de La evolucion de los sistemas constructivos:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=154323>

Diario Correo. (2016). *Aprueban ley que declara de interés la creación del distrito Alto Trujillo.*

Obtenido de <https://diariocorreo.pe/edicion/la-libertad/aprueban-ley-que-declara-de-interes-la-creacion-del-distrito-alto-trujillo-718663/>

DiccionArqui. (18 de junio de 2016). *Diaccionario de Arquitectura.* Obtenido de

<https://diccionarqui.com/diccionario/muro-de-carga/>

E.060, N. (s.f.). Norma tecnica de edificaciones. Art.11.

E0.70, R. (2017). Reglamento Nacional de Edificaciones. 9-12.

E0.70, R. (s.f.). Reglamento Nacional de Edificaciones. 11.

economicos el Mercurio. (2 de agosto de 2018). *economicos.* Obtenido de

<https://www.economicos.cl/servicios/construccion-de-muros-de-ladrillos-albanileria-en-stgo-codAAMSEMA.html>

EcuRed. (2018). *EcuRed.* Obtenido de https://www.ecured.cu/Poliestireno_expandido

El Oficial/ Informacion que construye. (11 de Noviembre de 2019). *Siatemas constructivos*

tradicionales . Obtenido de <https://eloficial.ec/sistemas-constructivos-de-tradicionales-a-modernos/>

EMB CONSTRUCCION . (12 de Julio de 2018). *EMB CONSTRUCCION* . Obtenido de

<http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=2384&ni=panel-tecnomuro>

EMMEDUE. (2018). *EMMEDUE*. Obtenido de <https://www.mdue.it/es/>

Enriquez.J. (2017). Influencia de la malla metálica en muros confinados de ladrillo pandereta en edificaciones de la Provincia de Huancayo” .

F.M, E. (26 de enero de 2020). *Sistema constructivo mixto*. Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/444363810/204047228-Sistema-Constructivo-Mixto-docx>

Gonzalez.F. (2017). VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO 1-I DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.

Heredia/Perez.E.J. (2018). análisis y evaluación del concreto ligero como concreto estructural usando como adición controlada poliestireno expandido modificado (MEPS) aplicado a una losa unidireccional para fines habitacionales.

IngeCivil. (01 de diciembre de 2018). *Acero en el hormigon armado*. Obtenido de

<https://www.ingecivil.net/2018/01/12/volumen-del-acero-en-el-hormigon-armado/hormigon-armado/>

issuu. (31 de julio de 2010). Obtenido de

https://issuu.com/paul.leroy/docs/estructuras_2_harcha_leroy

Laminas y aceros. (1 de mayo de 2020). *Diferentes usos para la malla galvanizada*. Obtenido de

<https://blog.laminasyaceros.com/blog/diferentes-usos-para-la-malla-electrosoldada>

Macetas. (2018).

Madera Estructural. (28 de mayo de 2020). *Sistemas constructivos* . Obtenido de

<https://maderaestructural.wordpress.com/category/sistemas-constructivos/>

Maestro. (s.f.). *Construye bien*. Obtenido de <https://www.construyebien.com/albanileria->

[confinada#:~:text=La%20alba%C3%B1iler%C3%ADa%20confinada%20es%20el,exterior%20o%20de%20la%20calle.](https://www.construyebien.com/albanileria-confinada#:~:text=La%20alba%C3%B1iler%C3%ADa%20confinada%20es%20el,exterior%20o%20de%20la%20calle.)

Manual de construccion. (s.f.). *alabañileria confinada*. Obtenido de

https://www.pinterest.com/pin/645281452852311481/?nic_v2=1a54cJ5nJ

Martinez, M. (2015). Riesgo de desastres . 13.

Metodos Constructivos. (2016). *EMMEDUE*. Obtenido de

<https://m2metodos.wixsite.com/home/sistema>

Nacionalpe. (2020). *Terremoto en Pisco*. Obtenido de

<https://www.radionacional.com.pe/noticias/nacional-en-la-noticia/terremoto-en-pisco-chincha-e-ica-8-os-de-la-tragedia>

Noel.M. (2017). Integración de ingeniería inversa y modelamiento numérico para la evaluación

sísmica de construcciones históricas de adobe” . .

Nuevo ISO. (01 de 2017). *Nuevo ISO*. Obtenido de [https://www.nueva-iso-](https://www.nueva-iso-45001.com/2017/01/realizar-la-elaboracion-una-matriz-iper/)

[45001.com/2017/01/realizar-la-elaboracion-una-matriz-iper/](https://www.nueva-iso-45001.com/2017/01/realizar-la-elaboracion-una-matriz-iper/)

OMNIA. (2014). *OMNIA*. Obtenido de <http://www.mallasomnia.com/producto/mallas->

[electrosoldadas/](http://www.mallasomnia.com/producto/mallas-electrosoldadas/)

Orellana&Parra. (2017). Evaluación de desempeño sísmico de un edificio esencial aporricado de

hormigón armado según la norma ecuatoriana de construcción (NEC-SE-RE, 2015. En 2.

Evaluación de desempeño sísmico de un edificio esencial aporticado de hormigón
armado según la norma ecuatoriana de construcción (NEC-SE-RE).

Perez.J. (2013). Diseño sismo resistente por desempeño y sus efectos en el comportamiento
estructural". .

Pinterest. (s.f.). Obtenido de

https://www.pinterest.com/pin/494973815289554858/?nic_v2=1a54cJ5nJ

Platarforma digital del estado peruano. (29 de julio de 2020). *Platarforma digital del estado
peruano*. Obtenido de [https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-
publicaciones/887231-sistemas-constructivos-convencionales](https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887231-sistemas-constructivos-convencionales)

PLEXA. (2020). *Poliestirenos*. Obtenido de [https://plexa.com.mx/blog/uso-del-poliestireno-en-
la-industria-de-la-construccion-e-ingenieria-
civil#:~:text=Provocando%20su%20uso%20mas%20generalizado,de%20carga%2C%20I
osas%2C%20etc.](https://plexa.com.mx/blog/uso-del-poliestireno-en-la-industria-de-la-construccion-e-ingenieria-civil#:~:text=Provocando%20su%20uso%20mas%20generalizado,de%20carga%2C%20I osas%2C%20etc.)

PLEXA. (2020). *Poliestirenos*. Obtenido de [https://plexa.com.mx/blog/uso-del-poliestireno-en-
la-industria-de-la-construccion-e-ingenieria-civil](https://plexa.com.mx/blog/uso-del-poliestireno-en-la-industria-de-la-construccion-e-ingenieria-civil)

Polysto Peru. (2019). *B- HYGIENIC*. Obtenido de <https://www.b-hygienicperu.com/417617081>

Porto, J. P. (2019). *definicion.de*. Obtenido de <https://definicion.de/poliestireno/>

Proceso constructivo en albañilería confinada. (22 de julio de 2017). *Proceso constructivo en
albañilería confinada*. Obtenido de <http://migueldolorescivil.blogspot.com/>

Prodac. (2019). *prodac*. Obtenido de [https://prodac.bekaert.com/es-MX/infraestructura/refuerzo-
de-concreto/malla-electrosoldada](https://prodac.bekaert.com/es-MX/infraestructura/refuerzo-de-concreto/malla-electrosoldada)

Proyecto de ingeniería y construcción. (2019). *Proinco*. Obtenido de

<https://www.proincoiyc.com/en/servicios/construccion/urbanismo/>

Quiun, A. S. (2015). Diseño de malla electrosoldadas. *facultad de ingeniería universidad central de venezuela*, 5.

Rivera Granados, D. (2017). *Por tal esta situación es oportuna, para la introducción y/o implementación del LOSA ALIGERADA VIGACERO VS EL SISTEMA CONVENCIONAL DE UNA EDIFICACION DE 6 PISOS EN HUANCAYO, 2016*". Huancayo, Peru: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES.

RNE. (2017). Reglamento Nacional de Edificaciones. capítulo 10.

RNE. (2017). Reglamento Nacional de Edificaciones. 5.

RNE. (2017). Reglamento Nacional de Edificaciones. 11-12.

Ruiz, Roberto. (2020). "*REDUCCIÓN DEL PESO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE 12 PISOS Y 2 SÓTANOS, UTILIZANDO CONCRETO $F'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$, CONVENCIONAL, CON ADITIVO SIKA LIGHTCRETE PE Y REPLAZANDO LA LOSA CONVENCIONAL POR LA LOSA VIGACERO, TRUJILLO – 2020.*" Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Santiago Espinoza, G. (2018). "*ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DEL SISTEMA VIGACERO (Casetones Eps) Y EL SISTEMA CONVENCIONAL (Ladrillo Pandereta), EN EL CENTRO COMERCIAL EL APOLO, EN EL DISTRITO DE YANACANCHA, PROVINCIA PASCO-PASCO*". Pasco, Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN.

SCRIBD. (2020). *Sistemas constructivos convencionales y no convencionales* . Obtenido de

<https://es.scribd.com/doc/166498865/Sistemas-Constructivos-Convencionales-y-No-Convencionales>

servicios tecnologicos. (2018). *servicios tecnologicos*. Obtenido de

<http://www.tecnologiacontable.com.pe/cmsimplexh/?Investigaciones/Proyecto-de-Investigacion/Realidad-Problematica>

significados. (2020). *significados*. Obtenido de <https://www.significados.com/estructura/>

Sismo Building Technology. (7 de diciembre de 2017). *Building Tecnology Spain*. Obtenido de

<https://amiacasa.com/que-es-el-eps-y-cuales-son-sus-ventajas/>

sismorresistencia. (s.f.). *construcciones*. Obtenido de

https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_06_07/io3/public_html/Sismorresistencia/Sismorresistencia.html#:~:text=Se%20dice%20que%20una%20edificaci%C3%B3n,fuerzas%20causadas%20por%20sismos%20frecuentes.

Sistema constructivo del Adobe. (13 de octubre de 2015). *Slideshare*. Obtenido de

<https://es.slideshare.net/verykool2/sistema-constructivo-del-adobe>

Sistema Constructivo Tradicional. (20 de mayo de 2019). *Rmano Mariño Lorenzo*. Obtenido de

<https://ramonmarinolorenzo.com/ramon-marino-lorenzo/ramon-marino-lorenzo-sistema-constructivo-tradicional/>

Slideshare. (23 de julio de 2015). *Scribd*. Obtenido de

<https://es.slideshare.net/jvejares/albanileria-confinadayarmada>

Slideshare. (05 de diciembre de 2016). *scribd*. Obtenido de

<https://www.slideshare.net/DavidMoisesRamirezGa/vulnerabilidad-sismica-de-edificios>

Suminsa. (25 de 04 de 2016). *suminsa*. Obtenido de [http://www.panelconsa.com/wp-](http://www.panelconsa.com/wp-content/uploads/2016/04/Manual-Tecnico-EMMEDUE-M2-R10.pdf)

[content/uploads/2016/04/Manual-Tecnico-EMMEDUE-M2-R10.pdf](http://www.panelconsa.com/wp-content/uploads/2016/04/Manual-Tecnico-EMMEDUE-M2-R10.pdf)

Unisdr. (2015). *Unisdr*. Obtenido de [https://www.unisdr.org/2004/campaign/booklet-spa/page9-](https://www.unisdr.org/2004/campaign/booklet-spa/page9-spa.pdf)

[spa.pdf](https://www.unisdr.org/2004/campaign/booklet-spa/page9-spa.pdf)

Universida Nacional de la Plata . (2017). *construccion tradicional a la racionacilzada*. Obtenido

de [https://procesosconstructivos.files.wordpress.com/2018/06/pc3-ficha-05-de-lo-](https://procesosconstructivos.files.wordpress.com/2018/06/pc3-ficha-05-de-lo-tradicional-a-lo-racionalizado.pdf)

[tradicional-a-lo-racionalizado.pdf](https://procesosconstructivos.files.wordpress.com/2018/06/pc3-ficha-05-de-lo-tradicional-a-lo-racionalizado.pdf)

Urbania. (2019). *Urbania*. Obtenido de [https://urbania.pe/blog/seguridad/preparadas-frente-a-](https://urbania.pe/blog/seguridad/preparadas-frente-a-todo/)

[todo/](https://urbania.pe/blog/seguridad/preparadas-frente-a-todo/)

Vasquez.C. (2015). Análisis del desempeño sísmico del edificio Peña, aplicando la Norma

Ecuatoriana de la Construcción 2011 vigente en el Distrito Metropolitano de Quito en el

año 2015.

Vela. (2018).

Veliz.C. (2019). estabilización de taludes con pantallas de concreto lanzado con malla electro

soldada y anclajes de concreto reforzado.

Veliz.C. (2019). estabilización de taludes con pantallas de concreto lanzado con malla electro

soldada y anclajes de concreto reforzado.

Vigacero. (2014). *MANUAL TECNICO VIGACERO, sistema constructivo aprobado por el*

Ministerio de Vivienda. Peru.

Villanueva. (2020).

vivanuncios. (2018). *vivanuncios*. Obtenido de <https://blog.vivanuncios.com.mx/bienes->

[raices/caracteristicas-de-un-buen-desarrollo-](https://blog.vivanuncios.com.mx/bienes-raices/caracteristicas-de-un-buen-desarrollo-)

[habitacional/#:~:text=Un%20desarrollo%20habitacional%20brinda%20distintas,mejorar](https://blog.vivanuncios.com.mx/bienes-habitacional/#:~:text=Un%20desarrollo%20habitacional%20brinda%20distintas,mejorar)

[%20su%20calidad%20de%20vida](https://blog.vivanuncios.com.mx/bienes-%20su%20calidad%20de%20vida).

Ghio Castillo, V., & Bascuñan Walker, R. (1998). *Innovación Tecnológica Ahora es cuando*. Santiago de Chile.

Gonzalo Sánchez, V. (20 de 10 de 2015). *Observatorio Tecnológico de la Construcción*.

López Montoya, J. P. (2013). *Estudio de mercado de los prefabricados en Colombia frente al mercado mundial*. Bogotá D.C.

Macías Olivo, J. C. (2016). *Análisis comparativo de costo y de tiempo de construcción de una losa tradicional vs losa aliviana de poliestireno de una vivienda*.

Manual Sistema LAM, edición 1, Cuba, 1997, 30 pp.

Manual Técnico de Lámina Colaborante (Metaldeck), Universidad de los Andes, Colombia, Santa Fe de Bogotá, 73 pp.

Maritza Ramos Rugel “Análisis técnico y económico de losas de entrepiso” Tesis para optar el título de Ing. Civil, Universidad de Piura, 2002.

Navarro Yebra, M. d., & Cardona Benavides, G. (2015). *Análisis de costo-beneficio de losas de vigueta y bovedilla en la ciudad de Guanajuato*. Recuperado el 1 de junio de 2014, de Jóvenes en la ciencia:

<http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/701>

Noticreto, edición 45, Colombia, Santa Fe de Bogotá, 1997, 80 pp.

Paye Anco, A. A., Peña Castillo, J., & Franco Sánchez, J. (2014). Propuesta para la utilización de losas de entrepisos pre-fabricadas. Lima, Perú: Escuela de Postgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Percca Ragas, A. R. (2015). Estudio y análisis costo-beneficio de la aplicación de elementos prefabricados de concreto en el casco estructural del proyecto “TOTTUS GUIPOR”. Lima.

Ramos Rugel, M. (2002). Análisis técnico y económico de losas de entrepiso. Piura, Perú: Universidad de Piura.

Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica E-060 Concreto Armado, aprobado por Decreto Supremo 010-2009-VIVIENDA del 08 de mayo del 2009.

Serpell B., A. (1987). Innovación tecnológica en la construcción. Santiago de Chile.

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO. (28 de Noviembre de 2007). Reglamento para la aprobación de utilización de sistemas constructivos no convencionales. Lima, Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Tiempos y costos de ejecución de los sistemas viga acero y el convencional

Tabla 10

Tiempos de ejecución de la viga acero y el convencional

Medidas	Sistemas	
	Convencional (Días)	Vigacero (Días)
Mínimo	1	1
Máximo	27	27
Mediana	3.5	2.5
Media	9.7	6.3
Total	58	38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

Costos de los sistemas de viga acero y el convencional

Medidas	Sistemas	
	Convencional (miles)	Vigacero (miles)
Mínimo	2.6	1.1
Máximo	311.4	252.5
Mediana	97.3	81.1
Media	113.2	99.6
Total	906.3	797.4

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Comparación entre los costos del sistema vigacero, tradicional para el proyecto POISE y su Análisis de Precios Unitario

Análisis de precios unitario

Tabla 12

A.P.U. de Concreto Premezclado 210 Kg/cm²

Concreto Premezclado 210 Kg/cm²							
Partida	Concreto Premezclado 210 Kg/cm ²			Costo/ M2			276.49
Rendimiento	M3/ Dia	100.00	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial
Código	Mano de Obra					SOLES	Soles
	Capataz		HH	0.10	0.008	25.49	0.20
	Operario		HH	4.00	0.320	23.17	7.41
	Oficial		HH	-	-	18.31	-
	Peon		HH	8.00	0.640	16.56	10.60
							18.22
	Materiales						
	Concreto premezclado 210		M3		1.03	215.000	221.45
	Bomba de Concreto		M3		1.00	35.000	35.70
							257.15
	Equipos						
	Vibradora de concreto		HM	1.00	0.080	7.25	0.58
	Herramientas manuales		%MO		3%	18.22	0.55
							1.13

Tabla 13

A.P.U. de ACERO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ GRADO 60

ACERO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ GRADO 60								
Partida	ACERO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ GRADO 60						Costo/ M2	5.65
Rendimiento.	Kg/dia	250.00	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Soles
Código	Mano de Obra					Soles	Soles	
	Capataz		HH	0.10	0.003	25.49	0.082	
	Operario		HH	1.00	0.032	23.17	0.741	
	Oficial		HH	1.00	0.032	18.31	0.586	
	Ayudante		HH	-	-	16.56	-	
							1.409	
	Materiales							
	ALAMBRE NEGRO N°16		Kg		0.060	6.36	0.382	
	ACERO CORRUGADO		Kg		1.070	3.57	3.820	
							4.202	
	Equipos							
	Equipos y Herramientas		%MO		3%	1.409	0.042	
							0.042	

Tabla 14

A.P.U. de Sistema Techo VIGACERO, Espesor de Techo = 20 cm

Sistema Techo VIGACERO, Espesor de Techo = 20 cm								
Partida 04.02 Sistema Techo VIGACERO, Espesor de Techo = 20 cm							Costo/ M2	94.11
Rendimiento	M2/ Dia	600.00	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Soles
Código	Mano de Obra					SOLES	Soles	
	Capataz		HH	0.10	0.001	25.49	0.03	
	Operario		HH	1.00	0.013	23.17	0.31	
	Oficial		HH	1.00	0.013	18.31	0.24	
	Peon		HH	2.00	0.027	16.56	0.44	
							1.03	
	Materiales							
	Vigueta VIGACERO + Casetones		Glb		1.000	93.029	93.03	
							93.03	
	Equipos							
	Herramientas manuales		%MO		5%	1.03	0.05	
							0.05	

Tabla 15

A.P.U. de Encofrado y desencofrado

Encofrado y desencofrado								
Partida	Encofrado y desencofrado					Costo/ M2	59.05	
Rendimiento	M2/ Dia	12.00	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Soles
Código	Mano de Obra					SOLES	Soles	
	Capataz		HH	0.10	0.067	25.49	1.70	
	Operario		HH	1.00	0.667	23.17	15.45	
	Oficial		HH	1.00	0.667	18.31	12.21	
	Peon		HH	1.00	0.667	16.56	11.04	
							40.39	
	Materiales							
	Alambre negro recocido #8		KG		0.11	6.360	0.68	
	Clavos c/cabeza p/construcción prom		KG		0.13	5.340	0.68	
	Madera tornillo cepillada		P2		5.67	2.840	16.09	
							17.44	
	Equipos							
	Herramientas manuales		%MO		3%	40.39	1.21	
							1.21	

Tabla 16

A.P.U. de Ladrillo de techo arcilla

Ladrillo de techo arcilla							Costo/ M2	3.70		
Partida	Ladrillo de techo arcilla	Rendimiento	UNO/ Dia	1600.00	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Soles
Código	Mano de Obra							SOLES	Soles	
	Capataz		HH	0.10			0.001	25.49	0.01	
	Operario		HH	1.00			0.005	23.17	0.12	
	Oficial		HH	1.00			0.005	18.31	0.09	
	Peón		HH	9.00			0.045	16.56	0.75	
									0.97	
	Materiales									
	Ladrillo de techo 30x30x15		PZ				1.05	2.580	2.71	
									2.71	
	Equipos									
	Herramientas manuales		%MO				3%	0.97	0.03	
									0.03	

Tabla 17

A.P.U. de Tarrajeo cielo raso

Tarrajeo cielo raso								
Partida	Tarrajeo cielo raso					Costo/ M2	29.99	
Rendimiento	M2/ Dia	12.00	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Soles
Código	Mano de Obra					SOLES	Soles	
	Capataz		HH	0.10	0.067	25.49	1.70	
	Operario		HH	1.00	0.667	23.17	15.45	
	Oficial		HH	-	-	18.31	-	
	Peon		HH	0.50	0.333	16.56	5.52	
							22.67	
	Materiales							
	Cemento Tipo 1		BLS		0.26	19.410	5.14	
	Arena Fina		M3		0.03	42.370	1.44	
	Agua		M3		0.01	12.712	0.07	
							6.65	
	Equipos							
	Herramientas manuales		%MO		3%	22.67	0.68	
							0.68	

Tabla 18

A.P.U. de Imprimación MOPAFIX 77 de Corrosión a Estructuras Metálicas

Imprimación MOPAFIX 77 de Corrosión a Estructuras Metálicas									
Partida	04.02	Imprimación MOPAFIX 77 de Corrosión a Estructuras Metálicas					Costo/ M2	0.62	
Rendimiento	M2/día	560.00	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Soles	
Código	Mano de Obra					Soles	Soles		
	Capataz		HH	0.10	0.00	25.49	0.036		
	Operario		HH	-	-	23.17	-		
	Oficial		HH	-	-	18.31	-		
	Ayudante		HH	1.00	0.01	16.56	0.237		
							0.273		
	Materiales								
	MOPAFIX 77		lt		0.011	31.02	0.341		
							0.341		
	Equipos								
	Equipos y Herramientas		%MO		3%	0.273	0.008		
							0.008		

Tabla 19

A.P.U. de MALLA RF Resistente al fuego

MALLA RF Resistente al fuego									
Partida	04.02	MALLA RF Resistente al fuego					Costo/ M2	1.14	
Rendimiento	M2/día	1200.00	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Soles	
Código	Mano de Obra					Soles	Soles		
	Capataz		HH	0.10	0.00	25.49	0.017		
	Operario		HH	-	-	23.17	-		
	Oficial		HH	1.00	0.01	18.31	0.122		
	Ayudante		HH	1.00	0.01	16.56	0.110		
							0.249		
	Materiales								
	Malla RF Fibra de vidrio		M2		0.25	3.53	0.882		
							0.882		
	Equipos								
	Equipos y Herramientas		%MO			3%	0.249	0.007	
								0.007	

Tabla 20

A.P.U. de Empaste en cielorraso con Mortero SSIFEX e=6mm

Empaste en cielorraso con Mortero SSIFEX e=6mm								
Partida	04.02	Empaste en cielorraso con Mortero SSIFEX e=6mm					Costo/ M2	17.89
Rendimiento	M2/día	25.00	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	P. Parcial	Soles
Código	Mano de Obra					Soles	Soles	
	Capataz		HH	0.10	0.03	25.49	0.816	
	Operario		HH	-	-	23.17	-	
	Oficial		HH	1.00	0.32	18.31	5.859	
	Ayudante		HH	1.00	0.32	16.56	5.299	
							11.974	
	Materiales							
	Mortero SSIFEX (Bolsa de 25 kg)		Bls		0.15	38.14	5.557	
							5.557	
	Equipos							
	Equipos y Herramientas		%MO			3%	11.974	0.359
							0.359	

Tabla 21

A.P.U. de Apuntalamiento

Apuntalamiento							
Partida	Apuntalamiento		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P. Unitario	Costo/ M2
Rendimiento	M2/ Dia	100.00				SOLES	P. Parcial
Código	Mano de Obra						Soles
	Capataz		HH	0.10	0.008	25.49	0.20
	Operario		HH	1.00	0.080	23.17	1.85
	Oficial		HH	1.00	0.080	18.31	1.46
	Peon		HH		-	16.56	
							3.52
	Materiales						
	Madera		p2		0.200	2.840	0.57
							0.57
	Equipos						
	Puntales		dia		0.25	3.00	0.75
	Herramientas manuales		%MO		3%	3.52	0.11
							0.86

Anexo 3: Panel Fotográfico



Figura 69 Vaciado de vigas sótano 03



Figura 70: Viguetas de acero estructural galvanizado Vigacero



Figura 71: Vaciado de losa aligerada Vigacero sótano 02



Figura 72: Ensanche de losa rampa ingresó vehicular



Figura 73: Acabado de losa cielo raso después del desencofrado de losa



Figura 74: Aplicación de súper malla RF para tarrajeo de cielo raso



Figura 75: Vaciado de losa aligerada Vigacero piso 10



Figura 76: Proyecto Poise fase de acabados