

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL Y EL
SISTEMA STEEL FRAMING MEDIANTE EL DESARROLLO DE MÓDULOS BÁSICOS
UNIFAMILIARES CONSIDERANDO EL ROL DE LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Jean Andre Vergara Ramirez

Hafid Haendel Zuñiga Garay

ASESOR:

Diego Alfredo Fuentes Hurtado

Lima, Julio, 2021

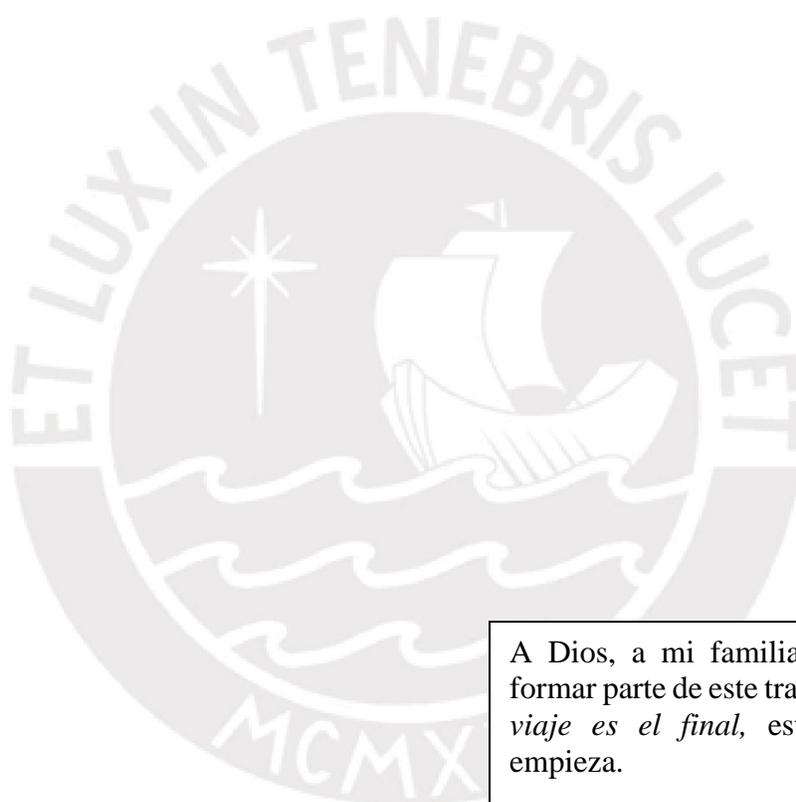
RESUMEN

Este trabajo de investigación busca fomentar la implementación de un nuevo sistema de construcción en el Perú basado en modulares. De esta manera, se podría mejorar la calidad de vida y facilitar el abastecimiento de estas viviendas a familias de medios o, en un largo plazo, bajos recursos económicos en todo el país.

Se dará a conocer un enfoque amplio del estado actual de la industria de la construcción en el Perú, así como plantear la importancia que posee en la economía nacional mediante diferentes ejemplos estadísticos basados en los últimos años. Se conceptualizará la función de la autoconstrucción dentro del sector construcción, así como el aporte a la economía basada en la demanda actual que posee. Se planea presentar el concepto general de los sistemas de construcción modulares no convencionales vigentes en la actualidad a nivel nacional. Esto con la finalidad de dar a conocer una amplia gama de materiales y procesos constructivos que aún no están reglamentados a nivel nacional. Después de que el lector tenga una idea general, tanto del estado actual de la industria de la construcción, como de las formas alternativas de construir con el uso de modulares, se procederá a presentar el sistema de construcción modular elegido para el análisis: *Steel Framing*. Este sistema podría ser de mucho beneficio, ya que, actualmente el país se encuentra con un gran atraso en el rubro de la construcción y la mejor manera de plantearle una solución sería mejorando la productividad a través de la automatización. Se mostrarán análisis comparativos entre el sistema de construcción convencional, el cual ha tomado lugar en esta industria hace ya muchos años, y el sistema de construcción modular *Steel Framing*, el cual se basa en componentes prefabricados que son de fácil ensamblaje. Asimismo, se hará uso de una de las índoles más comunes e influyentes en el sector construcción peruano, la autoconstrucción, la cual podrá ser capaz de propagar el uso del sistema de construcción modular en un mediano o largo plazo con medidas de información correspondientes. Se darán a conocer los beneficios en cuanto a la disminución de tiempo en la ejecución mediante la optimización de procesos constructivos con mano de obra menos calificada, es decir, con trabajadores que requieran un mínimo de instrucción en el tema, reduciendo de esta manera costos, tiempos, defectos y aumentando la productividad.

Hoy en día, la construcción de una vivienda que satisfaga las necesidades humanas esenciales requiere de una fuerte inversión económica, además de encontrarse vinculada a diversos problemas como los tiempos de ejecución, demoras en la entrega del producto final, poca facilidad de modificación una vez concluida la obra, entre otros. Estos problemas en la industria de la construcción serán desarrollados en la tesis y se les buscará una solución que no solo lidie con ellos mismos, sino que fomenten un avance y, sobre todo, una evolución en el rubro de la construcción civil. Esto, con una mirada hacia un futuro en el que los elementos de cualquier tipo de edificación puedan ser manufacturados y que contemplen un buen diseño con una buena calidad y un aspecto económico-financiero más viable.

DEDICATORIA



A Dios, a mi familia y amigos por formar parte de este trayecto. *Parte del viaje es el final*, este viaje recién empieza.

– **Hafid Zuñiga**

A mi madre que me apoyo incondicionalmente, a mi hermana, mi padre. En general a todas las personas que me tendieron la mano en este largo camino. Esto va por ustedes.

– **Jean Vergara**

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	<i>i</i>
DEDICATORIA	<i>ii</i>
ÍNDICE GENERAL	<i>1</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>3</i>
ÍNDICE DE TABLAS	<i>4</i>
Capítulo 1: Introducción	<i>6</i>
1.1 Antecedentes	<i>6</i>
1.2 Planteamiento del problema	<i>6</i>
1.3 Objetivos	<i>7</i>
1.3.1 Objetivo general.	<i>7</i>
1.3.2 Objetivo específico.	<i>7</i>
1.4 Justificación del tema	<i>7</i>
Capítulo 2: Marco teórico	<i>8</i>
2.1 Descripción del estado actual de la industria de la construcción peruana y el rol de la autoconstrucción	<i>8</i>
2.1.1 El rol de la construcción en la economía peruana en los últimos diez años y su estado actual.	<i>8</i>
2.1.2 El nacimiento de la autoconstrucción en la industria de la construcción peruana.	<i>12</i>
2.1.3 Descripción de la autoconstrucción y su estado actual en el Perú.	<i>16</i>
2.1.4 Ventajas y desventajas del sistema de autoconstrucción.	<i>22</i>
2.1.4.1 Ventajas de la autoconstrucción.	<i>22</i>
2.1.4.1.1 Ahorro en mano de obra calificada:	<i>22</i>
2.1.4.1.2 Cronograma de actividades:	<i>23</i>
2.1.4.1.3 Disponibilidad inmediata:	<i>23</i>
2.1.4.2 Desventajas de la autoconstrucción.	<i>24</i>
2.1.4.2.1 Mano de obra poco calificada	<i>24</i>
2.1.4.2.2 Planeamiento y organización:	<i>25</i>
2.1.4.2.3 Pobre resistencia estructural y funcionalidad deficiente:	<i>25</i>
2.2 Descripción de los sistemas de construcción	<i>29</i>
2.2.1 Descripción general del proceso de construcción convencional.	<i>29</i>
2.2.2 Descripción del sistema de construcción modular.	<i>32</i>
2.2.3 Materiales y mano de obra requeridos en el sistema de construcción modular.	<i>35</i>
Capítulo 3: Módulo básico unifamiliar del sistema convencional	<i>38</i>
3.1 Diseño arquitectónico	<i>38</i>
3.2 Diseño estructural	<i>56</i>
3.2.1 Estructuración y predimensionamiento de la vivienda convencional.	<i>56</i>
3.2.2 Modelamiento, análisis y diseño de los elementos de la vivienda convencional.	<i>58</i>
3.2.2.1 Modelamiento:	<i>58</i>
3.2.2.2 Análisis sísmico:	<i>61</i>
3.3 Metrados y precios	<i>77</i>
3.4 Presupuesto y cronograma de obra	<i>78</i>

Capítulo 4: Presentación del sistema de construcción modular Steel Framing	79
4.1 Descripción general del Steel Framing en comparación a los sistemas a base de madera	80
4.2 Elementos estructurales del Steel Framing	84
4.2.1 Cimentaciones	84
4.2.2 Elementos verticales y horizontales.	88
4.2.3 Cerramientos	99
4.3 Metrados y precios	108
4.4 Presupuesto y cronograma de obra	110
Capítulo 5: Comparación entre el sistema convencional y el Steel Framing	112
5.1 Presentación de los criterios de comparación de las propuestas	112
5.1.1 Costo de ejecución.	112
5.1.2 Plazo de ejecución.	112
5.1.3 Tiempo de vida/durabilidad.	113
5.1.4 Facilidad constructiva.	113
5.1.5 Consideraciones estructurales.	114
5.2 Comparación del sistema convencional y el Steel Framing	116
Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones	122
6.1 Conclusiones	123
6.2 Recomendaciones	125
BIBLIOGRAFÍA	126
ANEXOS	128
Anexo 1: Figuras del diseño estructural de la vivienda unifamiliar con el sistema convencional	128
Anexo 2: Tablas del diseño estructural de la vivienda unifamiliar con el sistema convencional	150
Anexo 3a: Planos de la vivienda unifamiliar con el sistema convencional	157
Anexo 3b: Planos de la vivienda unifamiliar con el sistema Steel Framing	167
Anexo 4a: Cronograma de obra del sistema convencional	179
Anexo 4b: Cronograma de obra del sistema Steel Framing	182
Anexo 5a: Costos y presupuestos del sistema convencional	184
Anexo 5b: Costos y presupuesto del sistema Steel Framing	254
Anexo 6: Visitas a obra	275
Anexo 7: Ejecución de viviendas con Steel Framing por parte del ingeniero Alejandro Bondi y su equipo de trabajo	279

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 2.1. Índice de la Producción de la Construcción enero 2018-setiembre 2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)</i>	9
<i>Figura 2.2. Variación mensual del Índice de precios de materiales de construcción 2018-2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)</i>	10
<i>Figura 2.3 Variación del PBI a nivel nacional enero 2010-agosto 2020. Fuente: Banco de Reserva del Perú.</i>	10
<i>Figura 2.4 Perú: Población y Tasa de Crecimiento 1950-2070. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)</i>	13
<i>Figura 2.5. Cerro de San Cristóbal, Lima, Perú. Fuente: Diego Delso. (Wikimedia Commons)</i>	16
<i>Figura 2.6. Tasa de crecimiento promedio anual. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)</i>	16
<i>Figura 2.7. Población total estimada. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)</i>	17
<i>Figura 2.8. Evolución de la incidencia de la pobreza monetaria total, según área de residencia. Fuente: INEI-Encuesta Nacional de Hogares (2007-2018).</i>	20
<i>Figura 2.9. Incidencia de la pobreza monetaria total, según región natural. Fuente: INEI-Encuesta Nacional de Hogares, 2017-2018.</i>	20
<i>Figura 2.10. Hogares, según origen de su ingreso, 2007. Fuente: INEI-Encuesta Nacional de Hogares.</i>	21
<i>Figura 2.11. División de los sistemas de construcción industrializados. Fuente: Propia.</i>	32
<i>Figura 2.12. Control de costos. Fuente: Patrick MacLeamy, FAIA HOK CEO building SMART International Chair.</i>	34
<i>Figura 2.13. Panel del tipo “sándwich” de láminas de acero con una película de PVC y con poliestireno en el núcleo. Fuente: Empresa Metecno.</i>	36
<i>Figura 2.14. Detalle de la conexión entre el panel y la estructura mediante tornillos como uniones. Fuente: Empresa Metecno.</i>	37
<i>Figura 3.1. Gráfico porcentual del número de miembros del hogar según el censo nacional 2017. Fuente: INEI</i>	41
<i>Figura 3.2. Vista en perspectiva interior de ingreso principal. Fuente: Propia.</i>	44
<i>Figura 3.3. Vista en perspectiva de la cocina. Fuente: Propia.</i>	45
<i>Figura 3.4. Vista en perspectiva de la sala-comedor. Fuente: Propia.</i>	46
<i>Figura 3.5. Vistas en perspectiva de la lavandería del primer nivel. Fuente: Propia.</i>	47
<i>Figura 3.6 Vista en planta del primer nivel. Fuente: Propia.</i>	48
<i>Figura 3.7 Vista en perspectiva de los dormitorios secundarios. Fuente: Propia.</i>	50

<i>Figura 3.8 Vista en planta del segundo nivel. Fuente: Propia.</i>	50
<i>Figura 3.9 Vista en perspectiva del baño compartido. Fuente: Propia.</i>	51
<i>Figura 3.10 Vistas en perspectiva del dormitorio principal. Fuente: Propia.</i>	52
<i>Figura 3.11 Vista en perspectiva de la fachada. Fuente: Propia.</i>	54
<i>Figura 3.12 Vistas en corte del módulo básico unifamiliar. Fuente: Propia.</i>	56
<i>Figura 3.13. Estructuración de la vivienda en base al plano arquitectónico. Fuente: Propia.</i>	57
<i>Figura 3.14. Longitud de desarrollo para los aceros de refuerzo. Fuente: Diseño en Concreto Armado, Otazzi, 2016.</i>	60
<i>Figura 3.15. Modelamiento final en el ETABS. Fuente: Propia.</i>	60
<i>Figura 4.1. Conectores fijadores con camisa de expansión de 1/4" y 3/8" y conector autoperforante (de izquierda a derecha) usados en el sistema Steel Framing. Fuente: Propia.</i>	86
<i>Figura 4.2. Detalle del anclaje del panel estructural a la losa o platea de cimentación. Fuente: Propia.</i>	86
<i>Figura 4.3. Impermeabilización de losa de cimentación de un proyecto ubicado en las Islas de San Pedro. Fuente: Ingeniero Alejandro Bondi.</i>	88
<i>Figura 4.4 Detalle de encuentro entre dos vigas reticuladas. Fuente: Construcciones Steel Framing del Perú.</i>	94
<i>Figura 4.5 Detalle de dinteles de ventanas pequeñas. Fuente: Construcciones Steel Framing del Perú.</i>	95
<i>Figura 4.6 Armado de la viga tipo dintel para los vanos de puertas y ventanas. Fuente: ConsulSteel.</i>	95
<i>Figura 4.7 Detalle de vano en muro portante de Steel Framing. Fuente: ConsulSteel.</i>	96
<i>Figura 4.8 Detalle de la fachada del primer nivel de la vivienda unifamiliar con el sistema Steel Framing. Fuente: Construcciones Steel Framing del Perú.</i>	97
<i>Figura 4.9 Detalle de la conexión fleje-cartela y cartela-parantes. Fuente: ConsulSteel.</i>	98
<i>Figura 4.10 Ancho mínimo de 1.20 m en el emplacado de los paneles. Fuente: ConsulSteel.</i>	106

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 2.1. Evolución del Índice Mensual de la Producción Nacional: abril 2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)</i>	11
<i>Tabla 2.2. Densidad poblacional en el Perú. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)</i>	14
<i>Tabla 2.3. Extracto de la Tabla 2.2. "Densidad Poblacional en el Perú". Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)</i>	15

<i>Tabla 2.4. Población censada urbana, según departamento, 2007 y 2017. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)</i>	18
<i>Tabla 2.5. Población censada rural, según departamento, 2007 y 2017. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)</i>	19
<i>Tabla 3.1 Cuadro de áreas y frente mínimo de lote para vivienda unifamiliar. Fuente: El Peruano (2018).</i>	39
<i>Tabla 3.2. Comparación del número de miembros del hogar según el censo nacional 2007 y 2017. Fuente: INEI</i>	41
<i>Tabla 3.3. Comparación del número promedio de miembros del hogar según el censo nacional 2007 y 2017 por departamentos. Fuente: INEI</i>	42
<i>Tabla 3.4. Cuadro de densidad dentro de una vivienda y su relación con el número de dormitorios. Fuente: El Peruano (2018).</i>	43
<i>Tabla 4.1. Cuadro comparativo entre el sistema Steel Framing y el Wood Framing. Fuente: Propia.</i>	82
<i>Tabla 4.2. Aditivos para la impermeabilización en el mercado. Fuente: Propia.</i>	87
<i>Tabla 4.3 Metrado de cargas del entepiso y cubierta de la vivienda con el sistema Steel Framing. Fuente: Propia.</i>	90
<i>Tabla 4.4 Propiedades del perfil PGC 90x0.89 del Steel Framing, Fuente: Construcciones Steel Framing del Perú.</i>	92
<i>Tabla 4.5 Propiedades del perfil 100x100x0.89 del Steel Framing. Fuente: Construcciones Steel Framing del Perú.</i>	92
<i>Tabla 4.6 Descripción de los tipos de vigas en el sistema Steel Framing. Fuente: Propia.</i>	93
<i>Tabla 4.7 Índice de Reducción Acústica (Rw) de la lana de vidrio. Fuente: Adaptado de la Asociación Latinoamericana de Acero. (2007)</i>	100
<i>Tabla 4.8 Conductividad térmica y Resistencia térmica en base al espesor de la lana de vidrio. Fuente: Adaptado de la Asociación Latinoamericana de Acero. (2007)</i>	100
<i>Tabla 4.9 Descripción de los tipos de placas de yeso laminado. Fuente: Alejandro Bondi. (2021)</i>	101
<i>Tabla 4.10 Emplacados usados en el Steel Framing. Fuente: Propia.</i>	105
<i>Tabla 5.1. Tabla de ponderación de los sistemas de construcción analizados. Fuente: Propia.</i>	115
<i>Tabla 5.2 Resultados de la comparación de ambos sistemas de construcción. Fuente: Propia.</i>	122

Capítulo 1: Introducción

1.1 Antecedentes

En el Perú, la industria de la construcción representa una de las principales bases económicas del país, es por esta misma razón que en los últimos años se han ido incrementado los empleos relacionados a este rubro. El protagonismo tomado por la autoconstrucción se da debido a las ventajas que posee con respecto a los demás procesos de construcción de viviendas, así como la incorporación de diseños en base a las necesidades del cliente, variedad de procesos constructivos, ahorro económico, entre otros.

El sector construcción peruano se encuentra en una etapa muy atrasada con respecto a la de los otros países, en donde ya se han implementado diversos agentes de cambios dentro de los proyectos de construcción. Los objetivos principales de dichos agentes de cambio es la reducción o incremento de ciertos indicadores que beneficien tanto el producto final como al cliente en términos de ahorro de tiempo y dinero. Se buscan mejoras necesarias que den paso a las soluciones de las problemáticas de la industria de la construcción, principalmente en base al aumento de la productividad. Para esto, se tiene a la automatización mediante el uso de modulares, es decir, un sistema de construcción de implementación menos dificultosa que genera ahorro de económico y satisface las necesidades de los clientes.

La propuesta del uso de la autoconstrucción para la implementación de los sistemas modulares busca, de esta manera, reducir costos de capital, reducir tiempo de construcción, reducir defectos durante la ejecución del proyecto, disminuir accidentes en obra y aumentar la productividad a grandes rasgos.

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad, el Perú se encuentra en una etapa muy atrasa en el rubro de la construcción a comparación de otros países de Latinoamérica y el mundo. Este atraso se da debido a la falta de información y la falta de fomento del uso de otros sistemas y procesos alternativos al convencionalmente usado. La gran mayoría de peruanos, al construir sus viviendas, no hacen uso de planos de edificación ni de la supervisión de expertos en la construcción, esto debido a los altos precios o las grandes demoras que se podrían llegar a tener, lo cual termina ocasionando gastos excesivos.

Las personas encargadas de la construcción de viviendas por medios informales no poseen un mínimo de instrucción técnica, es decir, los conocimientos aplicados han sido adquiridos mediante experiencia previa en estos tipos de trabajos. Esto se generaliza a ciertos sistemas de construcción alternativos al convencional, existentes en el Perú, tal como el *Drywall*. La falta de instrucción o información genera una mala aplicación de conocimientos, y, por consiguiente, una mala práctica de la construcción, lo cual genera viviendas de mala calidad, mínimo control de los costos y desgaste de tiempo innecesario.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general.

Realizar un análisis comparativo entre el sistema de construcción convencional y el modular elegido, *Steel Framing*, mediante una vivienda unifamiliar básica, en términos de costo, tiempo de ejecución, calidad arquitectónica, estructural y funcionalidad.

1.3.2 Objetivo específico.

- Proponer un módulo básico unifamiliar que sea capaz de satisfacer las necesidades de las familias peruanas de medios o bajos recursos económicos.
- Diseñar integralmente el módulo básico unifamiliar en el sistema constructivo convencional y el sistema *Steel Framing*.
- Realizar un análisis comparativo entre el sistema de construcción convencional y el sistema *Steel Framing* en el aspecto económico, de tiempo, durabilidad, facilidad constructiva y comportamiento estructural.
- Exponer las principales ventajas y desventajas que posee el sistema *Steel Framing* frente al sistema convencional

1.4 Justificación del tema

La importancia de la implementación de los sistemas modulares, así como del uso de la autoconstrucción para su ejecución es de suma importancia para la mejora de la productividad y la actualización en la industria de la construcción. La comparación de los sistemas modulares con el sistema de construcción convencional es inevitable, esto con el fin de brindar al lector un panorama detallado del por qué es necesario realizar cambios en las maneras de construir viviendas en la actualidad. Los puntos de comparación se basarán en el análisis de presupuestos de una vivienda modelo, el tiempo de construcción, los procesos constructivos a realizar, los tipos de materiales que se usan, entre otros. Una vez comparados ambos sistemas se podrá proponer un sistema modular específico, así como la manera en la cual entrará a tallar la autoconstrucción para la implementación en el sistema de construcción actual peruano.

Capítulo 2: Marco teórico

2.1 Descripción del estado actual de la industria de la construcción peruana y el rol de la autoconstrucción

El presente capítulo se tratará sobre el estado actual, a lo largo de los últimos diez años, del sector de construcción peruano, así como la función y la influencia que esta actividad posee sobre la economía peruana. Se mostrarán ejemplos estadísticos reales, los cuales sustentarán lo presentado, extraídos de estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Para el mejor entendimiento de la influencia del sector construcción en la economía peruana, se mostrará cómo es que la época de pandemia vivida por el COVID-19 logró afectar al sector de construcción y, por consiguiente, al PBI nacional. También se mostrará el rol de la autoconstrucción dentro del sector construcción, las ventajas y desventajas de su práctica y cómo es que podría llegar a contribuir en la ejecución de proyectos modulares a nivel nacional a través del uso de materiales y mano de obra.

2.1.1 El rol de la construcción en la economía peruana en los últimos diez años y su estado actual.

En el presente capítulo, se dará a conocer la evolución y el comportamiento de la influencia del sector construcción en la economía peruana con referencia a los últimos diez años mediante registros estadísticos actualizados del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). El sector de la construcción cumple un rol importante en la economía peruana debido al carácter dinámico que posee el sector inmobiliario, es decir, su crecimiento contribuye también al crecimiento económico de otros sectores. Al analizar la ejecución de un proyecto determinado a lo largo de su ciclo de vida, desde el diseño hasta la etapa de operación y mantenimiento, se obtiene que se encuentra conformada por diversas clases de profesionales que toman un rol específico en cada una de las etapas. La cadena de suministro de la construcción empieza con el cliente, el cual contrata a un equipo de diseño y a una gerencia de proyectos compuesta por diferentes profesionales, tales como los arquitectos y los ingenieros. (Murguía, 2020) Esta cadena de suministros se activa con el contratista, el subcontratista y los proveedores, además, se hace uso de masas de trabajadores para la mano de obra, por lo cual se infiere que esta actividad económica genera miles de empleos a nivel nacional. Dentro de las principales características del sector construcción se encuentran:

- ✓ Movilidad permanente, en donde los miembros del proyecto se encuentran en constante transferencia del lugar de trabajo.
- ✓ Productos finales de ejecución estandarizados, esto quiere decir que difícilmente pueden encontrarse proyectos parecidos o iguales, ya que su ejecución depende de una gran cantidad de factores que se deben de analizar a detalle.
- ✓ Carácter descentralizado, es decir, la demanda de esta actividad económica no es propia de un lugar en específico, por el contrario, se lleva a cabo en todo el territorio nacional. En

pocas palabras, la necesidad de viviendas que satisfagan la necesidad de las familias peruanas es propia de todo el país, sin excepción, o, en todo caso, debería ser así.

A continuación, en la figura 2.1, se muestra el índice de la producción de la construcción desde enero del 2018 hasta setiembre del 2020, en donde se muestra la evolución de la producción económica a lo largo de los años mencionados en el Perú:

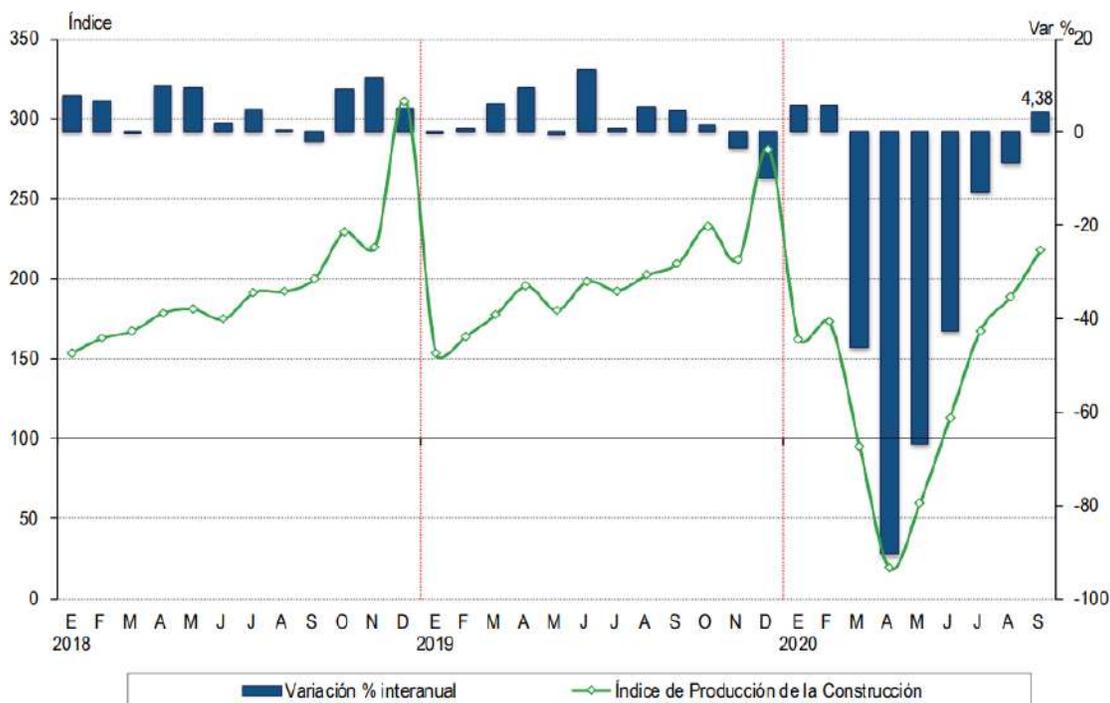


Figura 2.1. Índice de la Producción de la Construcción enero 2018-setiembre 2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

De la figura mostrada, la gran caída observada entre los meses de marzo y agosto del 2020 se debió a la paralización de los más de 1800 proyectos de construcción afectados durante el Estado de Emergencia Sanitaria Nacional debido al COVID-19. Según Humberto Martínez, presidente del consejo directivo de CAPECO, la venta del cemento se vio reducida a mínimos históricos del 98% y hubo una gran reducción en los avances físicos de obras públicas y privadas, los cuales se registraron en tres ámbitos de gobierno: nacional (-47.74%), regional (-69.13%) y local (-85.60%). (2020) El aumento de 4.38% en el mes de setiembre del 2020 se debió a los planes de reactivación de las actividades económicas, además de la adopción progresiva de tipos contractuales no locales debido a que el estado no es el mejor gestor de construcción y lo que se busca es manejar de mejor manera esta actividad económica.

A manera de ejemplo ilustrativo del comportamiento negativo económico explicado anteriormente, se muestra, en la figura 2.2, el índice de precios de los principales materiales de construcción de Lima Metropolitana entre los años del 2018 y 2020, los cuales han influido en el alza progresivo de este sector (+0.41%) en el mes de junio del 2020, fecha límite del estudio:

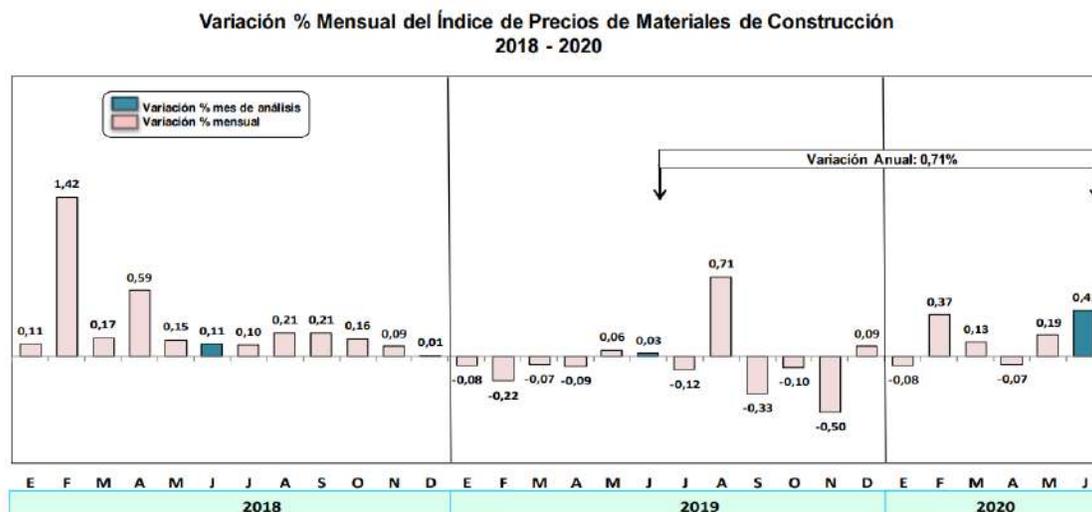


Figura 2.2. Variación mensual del Índice de precios de materiales de construcción 2018-2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)

Según el INEI, en dicho mes los materiales más influyentes fueron los ladrillos con 1.61% y los agregados con 1.45%. Dentro de los ladrillos se encuentran los de tipo pandereta, King Kong, para techo, y pastelero con 1.8%, 1.7%, 1.4% y 1.2% respectivamente y dentro de los agregados se encuentran el hormigón, la arena y piedras con 1.5%, 1% y 0.9% respectivamente. También se tienen alzas en los precios de las maderas, suministros de electricidad, productos metálicos, vidrios planos, mayólicas y mosaicos, y algunos aglomerantes. No se presentaron variaciones significativas en el grupo de estructuras y accesorios de plásticos, tales como los tubos.

A continuación, en la figura 2.3, se muestra la variación del PBI a nivel nacional entre enero del 2010 hasta agosto del 2020, cabe resaltar que dicha variación le pertenece no solo al sector de construcción, sino a todas las actividades económicas en el país. En el eje horizontal se reflejan los meses y en el vertical la variación del índice del PBI.



Figura 2.3 Variación del PBI a nivel nacional enero 2010-agosto 2020. Fuente: Banco de Reserva del Perú.

De la figura presentada, se puede observar que la variación del PBI a lo largo de los años depende directamente del comportamiento del sector construcción en el país, esto quiere decir que un aumento del PBI en el sector construcción afecta directamente a la economía nacional, análogamente con las caídas. Según información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el sector construcción fue una de las actividades económicas más golpeadas debido a la pandemia del COVID-19, registrando una caída del 89.72%, tal como se ha mostrado anteriormente y como se muestra a continuación, en la tabla 2.1, la cual muestra la variación del índice mensual de producción en los últimos años de todas las actividades económicas del país, resaltando el sector construcción como centro principal de estudio.

Tabla 2.1. Evolución del Índice Mensual de la Producción Nacional: abril 2020. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Sector	Ponderación	Variación porcentual		
		2020/2019		May 19-Abr 20
		Abril	Enero-Abril	20/May 18-Abr 19
Economía Total	100.00	-40.49	-13.10	-2.63
DI-Otros Impuestos a los Productos	8.29	-41.36	-14.71	-3.72
Total Industrias (Producción)	91.71	-40.42	-12.95	-2.54
Agropecuario	5.97	0.57	2.17	2.38
Pesca	0.74	-57.82	-25.26	-19.61
Minería e Hidrocarburos	14.36	-42.29	-14.50	-4.27
Manufactura	16.52	-54.91	-21.35	-6.90
Electricidad, Gas, y Agua	1.72	-25.58	-7.92	-0.57
Construcción	5.10	-89.72	-34.89	-9.77
Comercio	10.18	-65.41	-21.67	-4.76
Transporte, Almacenamiento, Correo y Mensajería	4.97	-69.11	-20.70	-6.07
Alojamiento y Restaurantes	2.86	-94.55	-32.40	-6.92
Telecomunicaciones y Otros Servicios de Información	2.66	-1.62	2.46	3.97
Financiero y Seguros	3.22	4.60	3.76	4.30
Servicios Prestados a Empresas	4.24	-61.75	-18.27	-2.78
Administración Pública, Defensa y otros	4.29	3.62	4.46	4.77
Otros Servicios	14.89	-25.96	-5.01	1.05

Para conceptualizar el estado actual de la construcción, se tiene que este posee muchas trabas para aumentar la productividad y, por consiguiente, obtener mayores beneficios económicos en esta industria. Entre algunas de estas trabas se encuentran la implementación de sistemas de construcción industrializados, lo cual traería consigo diversos tipos de ventajas, sin embargo, los clientes, en la mayoría de casos, rechazan este tipo de proyectos debido al precio inicial relativamente alto que este implica, debido justamente a la falta de su uso. Otro factor a considerar es la obligación de contratación de personal sin empleo mediante la presión de los sindicatos, lo cual retrasa las mejoras de procesos e impide la contratación de personal y maquinaria especializada. Adicionalmente, el miedo por parte de los clientes ante la implementación de nuevos sistemas constructivos está siempre presente, especialmente por la falta de garantía que estos poseen y la falta de capacitación hacia los trabajadores de mano de obra es otro de los problemas presentes en el sector construcción y que evita su industrialización. Todo lo mencionado

anteriormente y sus próximas mejoras serían capaces de luchar contra los factores de la baja productividad, es decir, se podría hacer frente al aumento de la complejidad de los proyectos, la regulación de trámites, la corrupción dentro del sector constructivo, las estructuras contractuales, entre otros aspectos que serán abordados en el desarrollo de la presente tesis.

2.1.2 El nacimiento de la autoconstrucción en la industria de la construcción peruana.

Para empezar a generar un contexto del nacimiento, crecimiento y proliferación de la autoconstrucción en nuestro país, es necesario, en primera instancia, conocer sus definiciones y a cuál de ellas nos referiremos en este texto. Según *Habitat International Coalition - América Latina [HIC-AL]* (2015) la autoconstrucción se entiende como la forma de edificar por medio de la inversión directa de trabajo para los futuros usuarios de la vivienda y/o familiares, amigos o personas cercanas. Debido a estas condiciones, se menciona que solo es posible alcanzar un nivel técnico bastante elemental. Esta práctica se presenta en medios rurales, aunque en estos casos se muestran condicionantes económicos más estrictos.

Asimismo, Romero et al. (2004) interpreta este término como aquel que sólo abarca un aspecto constructivo del proceso de producción y que constituye sólo una de las maneras posibles de realizar la fase de construcción de la vivienda o algún componente del hábitat, además de vincular prácticas de autoproducción.

Finalmente, la definición de Zoido, De la Vega, Morales y Mas (2000), expresa que la autoconstrucción es un procedimiento mediante el cual el futuro usuario construye el edificio que luego ocupará, sin acudir a técnicos con facultades para realizar correctamente el diseño o personal especializado en obras. Se menciona además que, en los países más desarrollados, esta actividad constituye un procedimiento edificatorio que, junto con técnicas de prefabricación y ciertos materiales, llegan a ser una buena alternativa. A diferencia de los países más pobres, este procedimiento es fomentado por las entidades públicas como un medio económico para que las clases más populares puedan llegar a tener una buena calidad de vida.

Así pues, esta última definición es la que más se aproxima al sentido de la palabra que los autores de este escrito quieren dar a entender. Finalmente se propone una última definición, la cual menciona que, la autoconstrucción es aquel procedimiento constructivo en el cual interviene en gran medida el futuro usuario de la propia edificación y generalmente el dueño del terreno en donde esta vaya a construirse. Este individuo prescinde de las habilidades y/o facultades que tiene una persona u equipo especializado, tanto en la etapa de diseño como en la de ejecución, y confía en sus propias decisiones, las cuales en términos generales no se enfocan en la construcción. Por ejemplo, es un hecho que muchas de las personas que utilizan este sistema no cuentan con el asesoramiento de los profesionales capacitados en el rubro de la construcción, tales como los ingenieros o arquitectos. Luego, para suplir estas necesidades o carencias, se apoyan en grupos de personas que pueden ser familiares, amigos o, como en la mayoría de casos, albañiles “ocasionales” u otros similares.

De este modo, se observa una gran falencia en este método constructivo, sobre todo en aquellos usuarios que cuentan con capacidades y/o facultades constructivas menores. Esta falencia se amplifica con las condiciones en las que se aplica este procedimiento; las cuales provienen sobre todo de una perspectiva o visión errónea del producto final por parte del propietario. Estas condiciones pueden ser la complejidad de la infraestructura, tiempos de ejecución, elección de materiales, entre otros. El resultado, por ende, tendrá un mal desempeño, o al menos uno de menor

calidad a comparación de uno en el que se involucre a un personal más capacitado. Sin embargo, no solo se observa estas falencias en el desempeño final de la edificación, sino que además es muy probable que existan problemas relacionados al tiempo de ejecución, a los costos relacionados a los materiales usados, gastos extras por trabajos rehechos, además del hecho de cómo con un mal planteamiento de proyecto puede ocasionar un peor desempeño tanto económico como funcional.

Cabe detallar que, a diferencia de otros países que suelen utilizar la autoconstrucción con materiales específicos como la madera, en Perú es predominante el uso del concreto armado, material que usualmente llega a ser más costoso y que, para las edificaciones actuales existentes, generalmente conllevan una mayor dificultad en la construcción, las cuales han ido mejorando con el pasar de los años. Se da a notar que las necesidades y usos que se observan en el país son bastante singulares y, por ende, se debe tener una visión separada y específica, la cual se irá desarrollando a lo largo de esta tesis. Se presenta a continuación la figura 2.4, la cual muestra la tasa de crecimiento y el incremento en la población, derivadas del censo con proyección al año 2070, generada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

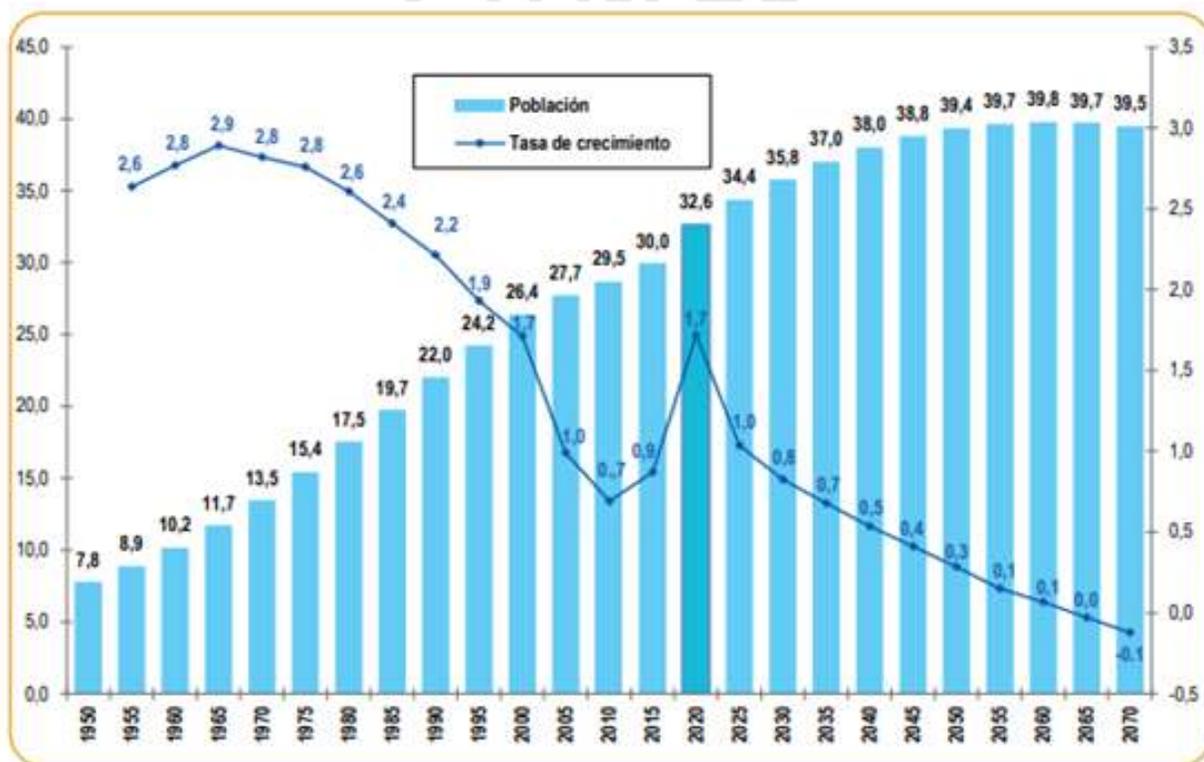


Figura 2.4 Perú: Población y Tasa de Crecimiento 1950-2070. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)

Ahora, conociendo la definición de autoconstrucción, resta preguntarse cómo es que se inició y proliferó hasta la actualidad en nuestro país. El nacimiento de la autoconstrucción en el Perú se dio, como la mayoría de tópicos, ante una necesidad, las cuales pueden ser: la necesidad de tener una vivienda propia, esto derivado del incremento poblacional que cada año se evidencia en la tasa de crecimiento constantemente positiva que nos proporciona el INEI, pero en especial en la curva de aumento de población total.

A continuación, se mostrará la tabla 2.2, la cual presenta la superficie territorial de cada departamento peruano, incluyendo además la provincia constitucional del Callao y la cantidad de

población en cada una de ellas. Asimismo, se obtendrá, de las dos últimas, la densidad población representada por la cantidad de habitantes por kilómetro cuadrado. De acuerdo a lo mencionado para los datos obtenidos de los años 1995, 2020 y la proyección estimada que se tiene del año 2030, cabe mencionar que la superficie territorial incluye las áreas lacustres e insulares que podría tener alguno de los departamentos estudiados. Información demográfica proveniente del Instituto Nacional de Estadística e Informática – Dirección Nacional de Censos y Encuestas.

Tabla 2.2. Densidad poblacional en el Perú. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)

Departamento	Superficie territorial	Población			Habitante por km2		
	(Kilómetros cuadrados)	1995	2020	2030	1995	2020	2030
Total	1,285,215.60	24,242,600	32,625,948	35,792,079	18.9	25.4	27.8
Amazonas	39,249.13	375,202	426,806	428,576	9.6	10.9	10.9
Áncash	35,914.81	1,036,065	1,180,638	1,216,561	28.8	32.9	33.9
Apurímac	20,895.79	416,711	430,736	414,184	19.9	20.6	19.8
Arequipa	63,345.39	1,006,567	1,497,438	1,755,684	15.9	23.6	27.7
Ayacucho	43,814.80	550,262	668,213	661,885	12.6	15.3	15.1
Cajamarca	33,317.54	1,368,052	1,453,711	1,417,012	41.1	43.6	42.5
Callao	146.98	704,064	1,129,854	1,319,706	4,790.2	7,687.1	8,978.8
Cusco	71,986.50	1,127,101	1,357,075	1,439,741	15.7	18.9	20.0
Huancavelica	22,131.47	425,733	365,317	290,010	19.2	16.5	13.1
Huánuco	36,848.85	719,741	760,267	715,363	19.5	20.6	19.4
Ica	21,327.83	620,601	975,182	1,189,708	29.1	45.7	55.8
Junín	44,197.23	1,159,999	1,361,467	1,388,418	26.2	30.8	31.4
La Libertad	25,499.90	1,386,270	2,016,771	2,277,363	54.4	79.1	89.3
Lambayeque	14,231.30	1,013,016	1,310,785	1,419,648	71.2	92.1	99.8
Lima	34,801.59	7,001,163	10,628,470	12,214,119	201.2	305.4	351.0
Loreto	368,851.95	789,261	1,027,559	1,087,623	2.1	2.8	2.9
Madre de Dios	85,300.54	77,878	173,811	234,432	0.9	2.0	2.7
Moquegua	15,733.97	139,967	192,740	211,157	8.9	12.2	13.4
Pasco	25,319.59	255,024	271,904	252,048	10.1	10.7	10.0
Piura	35,892.49	1,505,035	2,047,954	2,277,711	41.9	57.1	63.5
Puno	71,999.00	1,174,525	1,237,997	1,148,667	16.3	17.2	16.0
San Martín	51,253.31	618,293	899,648	1,003,377	12.1	17.6	19.6
Tacna	16,075.89	241,795	370,974	430,642	15.0	23.1	26.8
Tumbes	4,669.20	170,804	251,521	286,684	36.6	53.9	61.4
Ucayali	102,410.55	359,471	589,110	711,760	3.5	5.8	7.0

En la tabla 2.3, la cual es un extracto de la tabla anterior, se tiene que la población total lleva las últimas décadas en ascenso, en especial en los departamentos de la costa peruana, siendo los más resaltantes el caso de Lima y el Callao. Este comportamiento, según el INEI, se extenderá hasta las siguientes décadas. Por otra parte, la información proveniente de la densidad poblacional, muestra que también los dos distritos con una mayor cantidad de habitantes por kilómetro cuadrado

son los dos anteriores ya mencionados (Lima y Callao), ya que, a pesar de contar con superficies territoriales pequeñas en aspectos generales, posee también una gran población.

Tabla 2. 3. Extracto de la Tabla 2.2. “Densidad Poblacional en el Perú”. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)

Departamento	Superficie territorial	Población			Habitante por km ²		
	(Kilómetros cuadrados)						
	Total	1995	2020	2030	1995	2020	2030
Lima	34,801.59	7,001,163	10,628,470	12,214,119	201.2	305.4	351.0
Callao	146.98	704,064	1,129,854	1,319,706	4,790.2	7,687.1	8,978.8

Entonces, surge la pregunta del porqué de este centralismo, qué causas tiene y qué consecuencias en el aspecto estudiado de este escrito ocasiona (autoconstrucción). Sin ahondar demasiado en el tema, el centralismo en el Perú según Miranda Valdivia (2015) es del tipo económico, demográfico, territorial y político social; esto se evidencia en, por ejemplo, que Lima Metropolitana concentra cerca del 53% del PBI en comparación al 18% que poseen en conjunto la ciudad de Arequipa, La Libertad y Piura. A su vez, la región costa, la cual posee la menor área de las tres (costa, sierra y selva), concentra más del 50% de población nacional.

Estas cifras mostrarían el porqué de las migraciones provenientes de provincias hacia la capital peruana, la población se sentiría atraída por este crecimiento exponencial en Lima impulsado, según Tello, Rodríguez y Gonzales (2010), por su centro económico desproporcionado y sobre todo su influencia sobre el resto del país mediante la aglomeración productiva y a la concentración de demanda existente. Estas migraciones internas generarían una creciente demanda en infraestructura, ya no solo del tipo vivienda, sino además en los aspectos de educación, salud, seguridad, transporte, entre otros que están involucrados al contar con una mayor población.

En síntesis, se tiene una creciente demanda de infraestructura proveniente del crecimiento poblacional constante y de las migraciones internas debido a la centralidad existente. La mencionada demanda representa una necesidad, la cual debe ser suplida incuestionablemente. He aquí el momento en donde la autoconstrucción encuentra su nacimiento y se presenta como aquel proceso que facilita sobre todo a las personas de bajos recursos. Debido a que se presenta como una fusión de procesos, llamada superficial en primera instancia, se le debe proveer pocos recursos económicos y además prescindiría de técnicas o habilidades complejas, dando como fruto de su uso un resultado “medianamente aceptable”.

Sin embargo, es nuestro deber como especialistas en el rubro de la construcción, detallar qué se definiría como aceptable y qué no, así como qué parámetros y/o rúbricas registrarán estas distinciones. Además, cuándo es conveniente, o por lo menos aceptable, el uso de este procedimiento. Dichas distinciones deben ser analizadas desde diversos puntos de vista y con un enfoque a lo largo del ciclo de vida de cada proyecto en particular con la idea de obtener como resultado parámetros generalizados que puntúan correctamente el desempeño especialmente funcional y económico. La finalidad de esta tesis no es la de presentar dichos criterios como una verdad absoluta, pero sí proponer algunos que, desde el punto de vista de los autores de esta tesis, sean adecuados para lograr una correcta comparativa en cada uno de los procedimientos constructivos existentes, centrándose, como se mencionó anteriormente, en principalmente el aspecto económico, funcional, constructivo entre otros que serán tratados a mayor detalle en el desarrollo de este escrito.



Figura 2.5. Cerro de San Cristóbal, Lima, Perú. Fuente: Diego Delso. (Wikimedia Commons)

2.1.3 Descripción de la autoconstrucción y su estado actual en el Perú.

Según los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) mediante los censos realizados a la población, se ha pasado de aproximadamente 27'412,157 personas en el 2007 a 28'220,764 personas en el año 2017 con una tasa de crecimiento poblacional anual de 1.14%, siendo los departamentos con mayor cantidad de habitantes Lima y Arequipa con 8'574,974 y 1'008,290 personas respectivamente, datos al 2017. Para poder tener un panorama general del origen de la autoconstrucción en el Perú, se debe de considerar el crecimiento de la población peruana en los últimos años, ya que este indicador permite tener una idea de la demanda de hogares de calidad que se necesitan actualmente a nivel nacional. A continuación, se presenta, en la figura 2.6, la tasa de crecimiento promedio anual, la cual representa el incremento anual total de la población, y en la figura 2.7, la población total estimada, es decir, la estimación oficial de la población al 30 de junio de cada año, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI):



Figura 2.6. Tasa de crecimiento promedio anual. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)

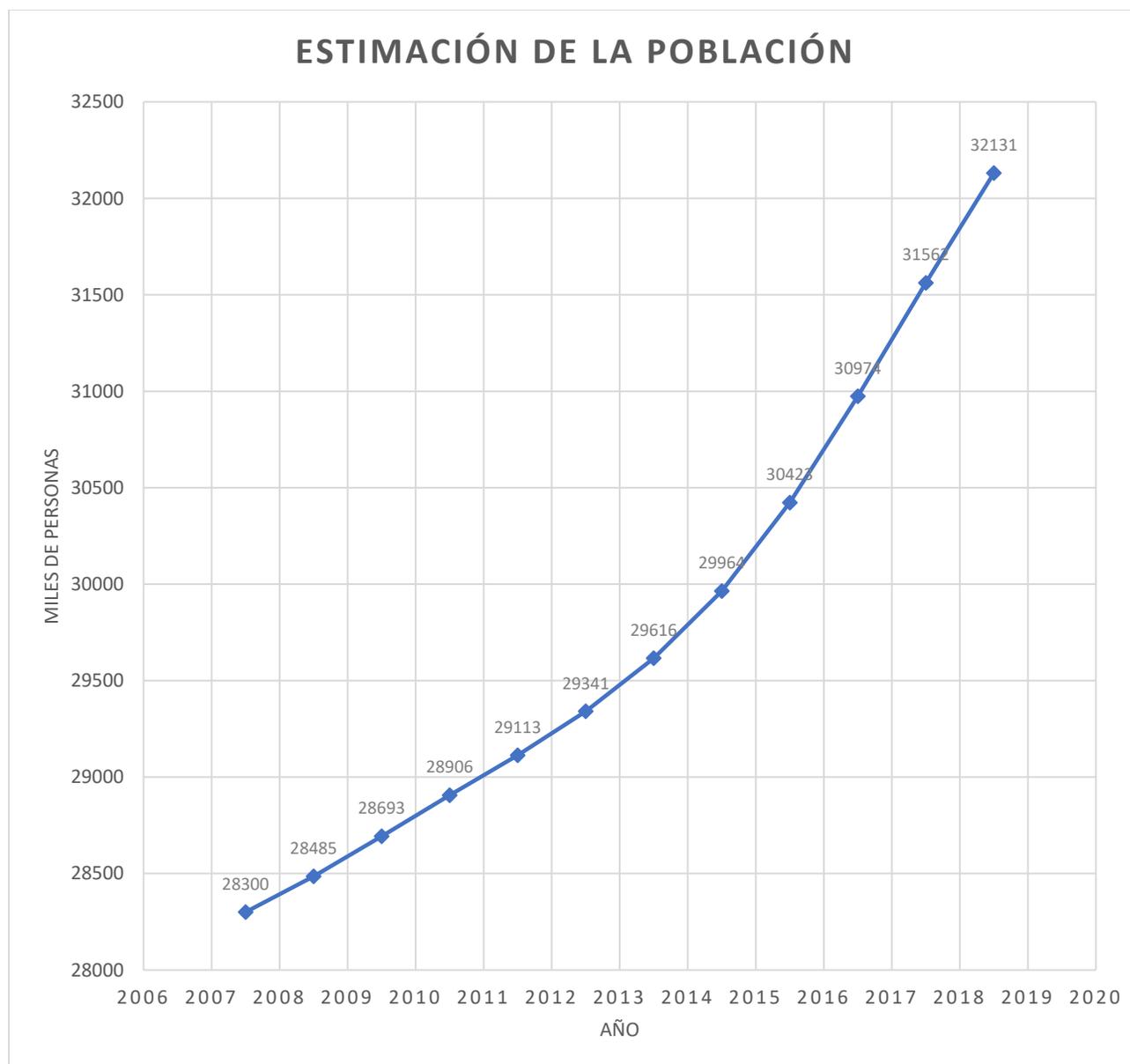


Figura 2.7. Población total estimada. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)

De los datos estadísticos mostrados entre los años 2007 y 2018, se puede observar la tendencia creciente de la población peruana, con mayor incidencia desde el año 2014. Este crecimiento poblacional trae consigo el aumento de necesidades primarias por parte de los habitantes, dentro de las cuales la de mayor relevancia es la búsqueda de hogares para estas familias. Es necesario también, además de conocer el crecimiento demográfico peruano, es decir, diferenciar este crecimiento demográfico en base al área, ya sea urbana o rural, es por esto que se presentan los datos de la población censada urbana y rural pertenecientes a los años 2007 y 2017 mediante la encuesta nacional de hogares en las tablas 2.4 y 2.5, respectivamente:

Tabla 2.4. Población censada urbana, según departamento, 2007 y 2017. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)

Departamento	Censo 2007		Censo 2017	
	Abs.	%	Abs.	%
Total	19877353.00	72.50	23311893.00	79.30
Amazonas	129,534.00	34.50	157,560.00	41.50
Áncash	590,310.00	55.50	686,728.00	63.40
Apurímac	134,133.00	33.20	185,964.00	45.80
Arequipa	996,995.00	86.50	1,268,941.00	91.80
Ayacucho	288,114.00	47.00	358,045.00	58.10
Cajamarca	390,899.00	28.20	475,068.00	35.40
Prov. Const. Del Callao	876,877.00	100.00	994,494.00	100.00
Cusco	567,916.00	48.50	731,252.00	60.70
Huancavelica	85,913.00	18.90	105,862.00	30.50
Huánuco	267,889.00	35.10	375,432.00	52.10
Ica	626,612.00	88.00	786,417.00	92.40
Junín	752,337.00	61.40	884,928.00	71.00
La Libertad	1,184,548.00	73.30	1,403,555.00	78.90
Lambayeque	880,237.00	79.10	971,121.00	81.10
Lima	8,216,143.00	97.30	9,324,796.00	98.30
Loreto	558,068.00	62.60	606,743.00	68.70
Madre de Dios	75,721.00	69.10	116,743.00	82.80
Moquegua	124,488.00	77.10	151,891.00	86.90
Pasco	162,862.00	58.10	160,269.00	63.10
Piura	1,223,611.00	73.00	1,471,833.00	79.30
Puno	568,350.00	44.80	630,648.00	53.80
San Martín	427,571.00	58.70	554,079.00	68.10
Tacna	248,928.00	86.20	296,788.00	90.10
Tumbes	181,002.00	90.40	210,592.00	93.70
Ucayali	318,295.00	73.70	402,144.00	81.00
Provincia de Lima 1/	7,595,925.00	99.90	8,567,786.00	99.90
Región Lima 2/	620,218.00	73.90	757,010.00	83.10

Tabla 2.5. Población censada rural, según departamento, 2007 y 2017. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI)

Departamento	Censo 2007		Censo 2017	
	Abs.	%	Abs.	%
Total	7534804.00	27.50	6069991.00	20.70
Amazonas	246,459.00	65.50	221,824.00	58.50
Áncash	473,149.00	44.50	396,791.00	36.60
Apurímac	270,057.00	66.80	219,795.00	54.20
Arequipa	155,308.00	13.50	113,789.00	8.20
Ayacucho	324,375.00	53.00	258,131.00	41.90
Cajamarca	996,910.00	71.80	865,944.00	64.60
Prov. Const. Del Callao				
Cusco	603,487.00	51.50	474,275.00	39.30
Huancavelica	368,884.00	81.10	241,777.00	69.50
Huánuco	494,334.00	64.90	345,615.00	47.90
Ica	85,320.00	12.00	64,384.00	7.60
Junín	473,137.00	38.60	361,110.00	29.00
La Libertad	432,502.00	26.70	374,525.00	21.10
Lambayeque	232,631.00	20.90	226,139.00	18.90
Lima	229,068.00	2.70	160,609.00	1.70
Loreto	333,664.00	37.40	276,767.00	31.30
Madre de Dios	33,834.00	30.90	24,327.00	17.20
Moquegua	37,045.00	22.90	22,972.00	13.10
Pasco	117,587.00	41.90	93,796.00	36.90
Piura	452,704.00	27.00	384,976.00	20.70
Puno	700,091.00	55.20	542,049.00	46.20
San Martín	301,237.00	41.30	259,302.00	31.90
Tacna	39,853.00	13.80	32,544.00	9.90
Tumbes	19,304.00	9.60	14,271.00	6.30
Ucayali	113,864.00	26.30	94,315.00	19.00
Provincia de Lima 1/	9,817.00	0.10	7,188.00	0.10
Región Lima 2/	219,251.00	26.10	153,421.00	16.90

De los datos mostrados se puede observar que la población urbana ha pasado de tener 19'877.353 habitantes en el 2007 a 23'311.893 habitantes en el 2017 y, de acuerdo a la población rural, se ha pasado de 7'534.804 habitantes en el 2007 a 6'069.991 habitantes en el 2017, siendo Lima y La Libertad los lugares con mayor número de habitantes, tanto a nivel urbano como rural. ¿Qué indica esto? El crecimiento de la población urbana y la disminución de la población rural indica la gran demanda de construcción por parte de muchas familias a nivel nacional, sin embargo, aún hay habitantes que por razones que no son detalladas, no logran la adquisición de hogares en áreas urbanas. Según Ramiro García en el libro “Desarrollo o crecimiento urbano en Lima: el caso de los distritos del Sur”, para el año 2050 la población urbana llegará a ser el 65% del total mundial, además, se indica que las ciudades que poseen procesos acelerados de urbanización, como el caso de Lima, en donde se centraliza y concentra la riqueza económica y política del país, se espera un crecimiento urbano sin planificación, lo cual genera que miles de familias tiendan a construir sus viviendas en zonas de alta vulnerabilidad debido a la privatización del espacio público. (2015) Es aquí en donde se debe de analizar el comportamiento del índice de pobreza a nivel nacional en el área urbana y rural, así como la diferenciación según la región natural a lo largo de los últimos años, tal y como se muestra a continuación en la figura 2.8 y figura 2.9 respectivamente:

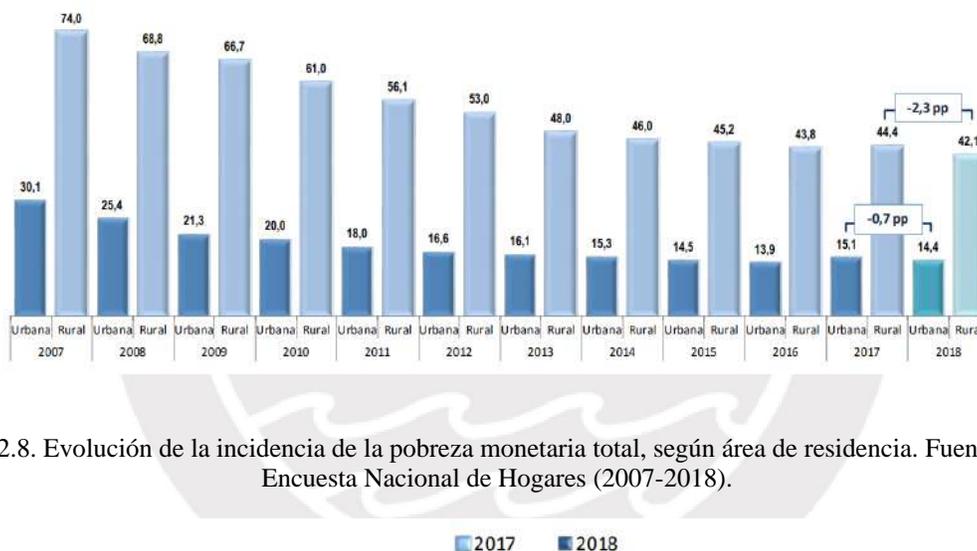


Figura 2.8. Evolución de la incidencia de la pobreza monetaria total, según área de residencia. Fuente: INEI-Encuesta Nacional de Hogares (2007-2018).



Figura 2.9. Incidencia de la pobreza monetaria total, según región natural. Fuente: INEI-Encuesta Nacional de Hogares, 2017-2018.

Por un lado, se puede observar que, si bien el índice de pobreza entre el año 2007 y 2018 ha disminuido, se tiene aún una gran diferencia entre el área rural y el área urbana, esta diferencia

se ha mantenido a lo largo de los años sin plantearle solución efectiva alguna. Por otro lado, se observa que, de acuerdo a la encuesta nacional de hogares por parte del INEI, la pobreza monetaria total en la sierra y selva es mucho mayor a lo encontrado para la costa, lo cual refleja, como se detalló anteriormente, la centralización de la riqueza económica y política, así como la distribución de ingresos centrada e inequitativa en Lima, la capital.

Después de haber mostrado todos los datos necesarios sobre la demografía, el estado a nivel urbano y rural y la variación del índice de pobreza a lo largo de los últimos años en el Perú, se puede conceptualizar el término autoconstrucción o *self-housing* en el Perú mediante aportes de diversos autores. Según los autores Edward Allen y Jhon F. Turner, la autoconstrucción se entiende como los fenómenos de poblamiento no planificados en Latinoamérica. (2018) Julián Salas Serrano, autor del libro “Contra el hambre de vivienda, soluciones tecnológicas latinoamericanas”, escribe que la autoconstrucción hace referencia a las poblaciones populares, las cuales toman el rol de alternativas de construcción de manera creativa y natural, ante la imposibilidad de conseguirlo en el sector formal. (1992) Se menciona también que la autoconstrucción se relaciona con los términos de auto diseño, autogestión, autoayuda y enriquecimiento de aspectos del sistema original, sistema de construcción convencional, por medio de la integración de nuevos elementos y conceptos. Además, se considera a la autoconstrucción como el motor primordial del sector formal. Por último, se cita también un comentario del escritor Mario Vargas Llosa, al ser interrogado sobre el origen de la informalidad en el Perú, responde lo siguiente: “Cuando la legalidad es un privilegio al que solo se accede mediante el poder económico y político, a las clases populares no les queda otra alternativa que la ilegalidad. Este es el origen del nacimiento de la economía informal”. Después de las definiciones presentadas por diversos personajes, en cuanto a la autoconstrucción, es necesario conocer, a nivel nacional, los ingresos familiares en los hogares mediante empleos formales e informales en el año 2017, esto se muestra a continuación en la figura 2.10:

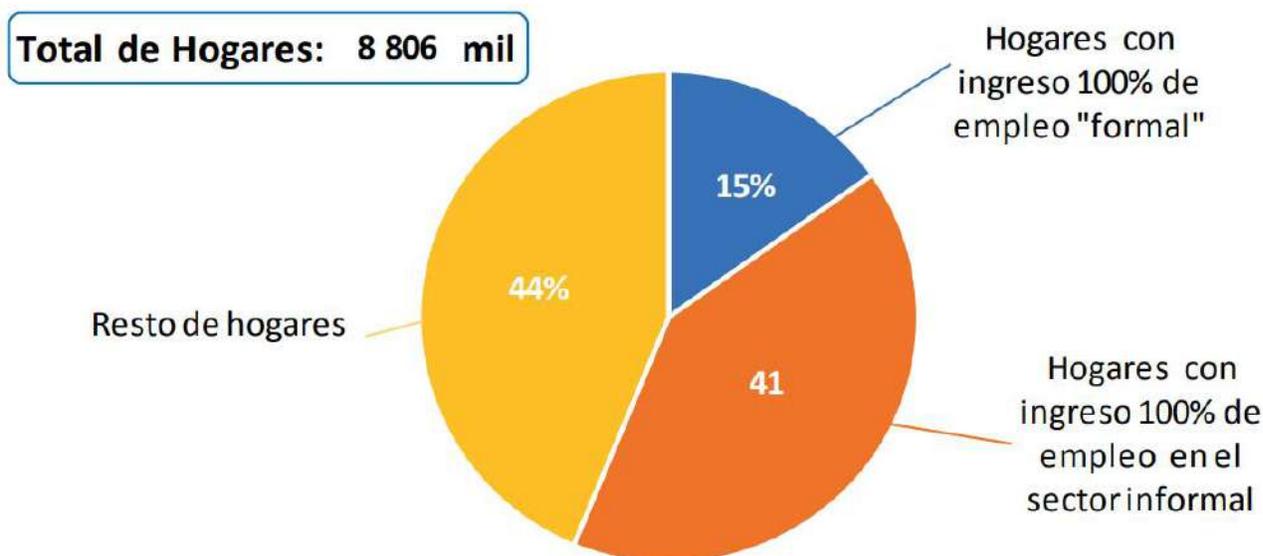


Figura 2.10. Hogares, según origen de su ingreso, 2007. Fuente: INEI-Encuesta Nacional de Hogares.

Se puede observar que, de todos los hogares encuestados nacionalmente, la gran mayoría (41%) posee ingresos familiares de empleo en el sector informal y solo un 15% posee ingresos a raíz de empleos formales. A esta estadística, se le puede sumar el hecho de que, como se explicó anteriormente, el Estado de Emergencia Sanitaria del 2020, al haber paralizado alrededor de 1800 proyectos de construcción, trajo consigo una gran caída económica general. Esta caída estuvo comandada, como es evidente, por el sector construcción, el cual, como ya se ha demostrado en el desarrollo de este capítulo, está bastante influenciado por el sector de construcción informal o, mejor dicho, la autoconstrucción. La caída del ingreso familiar en el Perú ha sido aproximadamente del 50%, dentro de las cuales solo el 15% le pertenece a la caída de ingresos de trabajadores formales, es decir, el golpe ha sido mucho más fuerte para los trabajadores informales. En el año de la pandemia, el Perú ha tocado fondo en términos económicos, sin embargo, se tuvieron ligeras mejoras debido a la reactivación propuesta por el estado mediante el programa “Reactiva Perú”. Este tuvo como objetivo la distribución de dinero para obras de infraestructura, sobre todo en la etapa de mantenimiento, que es en donde se gasta más, así se logró la recuperación empezando por la demanda de electricidad y los despachos de cemento según José Carlos Saavedra, economista y socio de apoyo consultoría, en una entrevista realizada por RPP en el mes de junio del 2020. Resalta también que la labor del estado debería ser apoyar el gasto privado, ya que es mucho más amplio que el gasto público, es decir, las MYPES, micro y pequeña empresa, deberían tener mayor participación en el sector de construcción.

2.1.4 Ventajas y desventajas del sistema de autoconstrucción.

La información presentada se centrará en la autoconstrucción, cuyo término es tratado a través de la definición dada por los autores de esta tesis, como aquella que se encuentra centrada en una construcción autogestionada por los propietarios de manera informal o al menos sin seguir la gran mayoría de estándares existentes en las construcciones formales.

2.1.4.1 Ventajas de la autoconstrucción.

2.1.4.1.1 Ahorro en mano de obra calificada:

En las diversas etapas de construcción es necesario que los clientes cuenten con un capital adecuado para lograr que su proyecto sea factible económicamente y, de este modo, lograr sus propósitos y metas sin retrasos, postergaciones u obteniendo productos incompletos. La autoconstrucción incluye en su proceso a personas que usualmente no están calificadas o al menos no lo suficiente. Gran parte del personal obrero está conformado por los futuros usuarios de la edificación, lo cual conlleva a que los sueldos de estos trabajadores sean comúnmente mucho menores de lo que cobraría una plantilla calificada. Además, no se les exige a los dueños que cubran gastos de seguros, pagos extras por días festivos, bonos, entre otros adicionales, ya que los contratos que se realizan suelen ser del tipo oral. Inclusive, aquel personal perteneciente a la familia del usuario, no tendría por lo general un pago, de este modo se tendrá un ahorro en dinero. Por lo tanto, este método será beneficioso para aquellas familias de bajos ingresos económicos, donde ellos mismos proveerán horas de su tiempo dedicándose a autoconstruir, incluso en horarios fuera de lo habitual, días feriados o festivos, etc.

2.1.4.1.2 Cronograma de actividades:

La gran mayoría de proyectos formales cuentan con un cronograma de obra, los cuales suelen definir como mínimo los inicios y términos de ciertas actividades, sobre todo aquellas que definen hitos del proyecto y que, conforme su progreso, muestra un avance o desarrollo de la obra. Se suele utilizar como un indicador, debido a la información de tiempo que proporciona, y por medio de la cual se podría saber (con ayuda de ciertas herramientas, por ejemplo, curvas de avance proyectado vs avance real ejecutado) que tan adelantado o retrasado se encuentra uno en la obra. Los proyectos que utilizan la autoconstrucción, por lo general no cuentan con este tipo de cronogramas debido a que muchas veces las actividades pueden llegar a detenerse por falta de presupuesto, falta de tiempo, inconvenientes en la ejecución de algún tipo, etc.

Esto, aunque a primera vista supone una desventaja, es una ventaja “virtual”, ya que los propietarios suelen presentar estos inconvenientes y la obra puede detenerse sin suponer grandes problemas. En un caso totalmente distinto, como es una obra del Estado, se recibiría una penalización económica por no cumplir con el avance presupuestado. Con una planificación de actividades inexistente el objetivo es simplemente terminar la obra por los caminos o medios necesarios, lo cual, en otros términos, vendría a convertirse en un sistema *push*, es decir, plantear solo un inicio y un final y “empujar” el avance de las actividades, las cuales se definen como consecutivas, hasta conseguir completar las metas.

Asimismo, cabe resaltar que los usuarios suelen buscar determinados hitos en la construcción, sobre todo aquellos que no cuenten con la suficiente solvencia económica, como por ejemplo el término del casco estructural y tabiquería, instalaciones eléctricas y sanitarias, así como determinados implementos, tales como el caso de las ventanas y puertas. Usualmente se posponen para después los acabados, como pueden ser la colocación de losetas/cerámicos, enchapes, pintura, inclusive tarrajeo, los cuales vendrían a ser ejecutados en algún futuro, no necesariamente próximo, en el cual se cuente con una mayor solvencia económica y si es que estos últimos procesos le son necesarios al propietario.

2.1.4.1.3 Disponibilidad inmediata:

El comienzo de la ejecución de un proyecto mediante la autoconstrucción se realiza más espontáneamente que uno de un proceso estandarizado, sin contar el tiempo de planificación económica que cada familia podría tener. El personal obrero que se emplee estará usualmente a libre disponibilidad, ya no solo por el hecho de que una parte de esa plantilla será conformada por los propios usuarios, sino que además los restantes podrían ser obreros “casuales” u “ocasionales”, que frecuentemente son personas que ven estos empleos como oportunidades eventuales en la cual generar un ingreso mayor o uno extra. Además, las fases de planeamiento y diseño son inexistentes prácticamente, por ende, no se otorga tiempo a estas etapas y se comienza directamente con la ejecución. Cabe aclarar que, dependiendo de las características de la infraestructura, si podría otorgarse tiempo a la fase diseño, pero no de la mejor manera, o al menos no una adecuada.

En conclusión, como se observa, la mayoría de ventajas de la autoconstrucción provienen de un ahorro económico “virtual”. Se define como virtual debido a que se observará, al finalizar

la ejecución del proyecto, que no existirá dicho ahorro, por lo contrario, los retrasos, errores de ejecución, problemas que generan mala calidad, entre otros, terminarán por generar mayores gastos al propietario. Esto quiere decir que el procedimiento exige un capital inicial menor, sin embargo, no uno necesariamente menor a lo largo de la ejecución del mismo (esto en comparativa con un procedimiento más formal). Otras ventajas resultan de sacrificar una buena parte de la calidad de obra para traducirla en avance no controlado, o uno que solo busque la conclusión del proyecto, para que de este modo se pueda obtener lo que se necesita, pero de manera inadecuada, ineficaz y con errores que podrían haberse solventado de realizar el proceso de una manera distinta.

2.1.4.2 Desventajas de la autoconstrucción.

2.1.4.2.1 Mano de obra poco calificada

Debido a que la autoconstrucción centra, por lo general, sus avances por medio de personas con poco o ningún grado de instrucción acerca del trabajo, el desarrollo y buen encaminamiento del mismo puede estar en peligro. Como es evidente, una mano de obra no calificada tendrá una curva de aprendizaje mucho más extensa y/o tardía que la de un grupo que ya tiene conocimientos adquiridos. Esto se observa al ejecutar diversos proyectos, ya que, el personal calificado solo se centra en actividades específicas ya conocidas por ellos mismos a base de experiencia previa, o, mejor dicho, en aumentar la productividad. En cambio, el personal obrero promedio de autoconstrucción muchas veces no conoce su trabajo hasta que llega el momento de realizarlo, o no es lo suficientemente competente en el mismo.

Además, los resultados de las obras concluidas mostrarán una calidad asociada, calidad que muchas veces va estrechamente ligada a la especialización de la mano de obra tanto obrera como técnica. Así pues, una obra que sea realizada con las mismas especificaciones técnicas, las cuales incluyen básicamente la elección de materiales, procesos constructivos entre otros, no presentará los mismos niveles de calidad cuando se use una mano de obra calificada o no, ya que como ha sido mencionado la especialización va directamente ligada a la presentación de un resultado de mayor calidad.

Por otro lado, el no contar con una mano de obra en condiciones, es una gran limitante dependiendo del proyecto a ejecutar, ya que el poco conocimiento va ligado a una pobre complejidad de ejecución (refiriéndose claramente a una correcta ejecución), por tal motivo en muchos proyectos en los que se plantee la autoconstrucción como alternativa, ciertas necesidades no podrán ser adecuadamente satisfechas o, en el peor de los casos, puede que la misma imposibilite del todo su realización. Asimismo, se conoce que los clientes, los cuales serán los propietarios de los terrenos o áreas a construir, no suelen visualizar las limitantes antes mencionadas y cuentan con exigencias mayores con las cuales realmente tendrían que conformarse al aceptar dichas medidas.

Esto genera que los constructores busquen de cualquier modo cumplir con los requerimientos, perdiendo de vista la calidad, o inclusive la seguridad de la edificación y, por consiguiente, de sus habitantes. Por lo expuesto, se espera que un obrero poco calificado presente una menor producción al realizar su trabajo, en comparación de uno calificado, lo cual genera como consecuencia mayores tiempos de trabajo, mayores costos relacionados a horas hombre, menor calidad en el producto final entregado y una menor confiabilidad.

2.1.4.2.2 Planeamiento y organización:

Como se mencionó en anteriormente, la mayoría de proyectos ejecutados por autoconstrucción llevan una metodología *push* que solo permite desarrollar la obra en una sola dirección sin que se hayan realizado cronogramas de obra o un planteamiento adecuado de la evolución del mismo. Dichas acciones suelen reducir los tiempos de ejecución por medio de la dotación de hitos importantes al avance de la misma, prevención de ciertos problemas y/o restricciones que puedan presentarse en la ejecución, además de un mayor orden y control en etapas anteriores a la realización.

Por un lado, la dotación de hitos en una construcción ayuda a crear una adecuada secuencia de sucesos jerarquizándolas por orden de importancia, pero sobre todo obteniéndose un orden lógico por medio de restricciones. Esto también aporta a un adecuado mapeo y control de los procesos, lo cual influirá mediante un mayor control sobre el desarrollo del proyecto. En términos simples, se conocerá qué actividades van antes y cuales después, cuales son aquellas que pueden realizarse en simultáneo, qué actividad representan una finalidad para sus predecesoras y cuáles de ellas brindan un adecuado conocimiento, tanto del avance, como de la calidad producida en el proyecto.

Por otro lado, en el propio desarrollo del planteamiento es recurrente encontrar problemas, observaciones y/o consideraciones que se habrán de tomar en cuenta. Conocerlas de manera anticipada ayuda a evitarlos durante la ejecución, lo cual involucra menos trabajos rehechos, menos tiempo perdido buscando solucionarlos sobre la marcha e inclusive aporta a una mayor preparación futura ante dichos inconvenientes.

Es importante mencionar además que las paralizaciones del avance de obra pueden ocurrir en ciertos proyectos. En estos casos un correcto control del proyecto hace posible que se puedan retomar los labores a la posteridad debido a que se tiene una secuencia lógica especificada y escrita, caso contrario ocurre cuando esta es inexistente, en dichos casos muchas veces se obtiene una etapa de retrasos de mayor duración debido al poco o nulo conocimiento guardado de lo efectuado anteriormente.

2.1.4.2.3 Pobre resistencia estructural y funcionalidad deficiente:

Debido a que no se cuenta con el uso de una correcta mano de obra, los diseños suelen ser deficientes, así como la infraestructura final obtenida. De este modo, los problemas que llegan a presentarse en las bases del desarrollo del proyecto generan una especie de “bola de nieve” que desemboca en dificultades, contratiempos y obstáculos de mayor calibre a largo plazo. Muchos de estos problemas se evidencian tanto en la parte estructural como la arquitectónica por medio de sus principales fines como son la resistencia de la infraestructura, la funcionalidad y desempeño de la misma, además de una estética inapropiada.

Por un lado, los problemas estructurales se presentan como un peligro para la vida ya no solo de los usuarios posteriores sino de las propias personas que intervienen en la etapa de construcción. Además, procesos constructivos deficientes conllevan que la estructura pueda

contemplar ciertos problemas como pueden ser grietas debido a, por ejemplo, asentamientos diferenciales, cangrejeras debido a una mala técnica en el vaciado de concreto, corrosión de los metales de refuerzo, ataque de sulfatos y sus consecuencias por no usar los materiales correctos, entre otros que se encuentran en una gran lista de problemas provenientes y/o ligados a construcciones de mala calidad.

Por otro lado, si hablamos de la parte arquitectónica y estética, un mal diseño podría generar que no se cubran las necesidades de espacio, es decir, que al final de la construcción los usuarios no cuenten con los ambientes suficientes para suplir con sus menesteres. Los ambientes hechos podrían ser poco armoniosos y presentar problemas de funcionalidad entre ellos, las ubicaciones y distribuciones podrían no ser cómodas o, en muchos casos, no significar lo que el cliente buscaba. Los acabados finales, tales como enchapes, pintura, elementos de carpintería en madera o metálica, hasta elementos decorativos, podrían no ser los adecuados y generar insatisfacción en los usuarios.

Asimismo, es importante mencionar que las instalaciones, tanto sanitarias como eléctricas, suelen ser las que presentan, a lo largo del ciclo de vida de la estructura, mayores inconvenientes, ya que son parte de aquel campo de conocimiento menos estudiado y/o entendido por la mano de obra poco calificada.

Muchas de estas desventajas tratarán de ser subsanadas en el desarrollo del sistema modular elegido, con un enfoque en aquellas que conlleven mayores malestares a los usuarios. Igualmente, no se perderá de vista aquellas ventajas que presentan los procesos convencionales y se intentará que la propuesta elegida tenga un equilibrio entre ambos aspectos mencionados para que, de este modo, se presente una competencia comercial real a un proceso ya muy arraigado en nuestro país.

Autoconstrucción y su estrecho vínculo con el sistema convencional:

Ahora que se conoce un poco más acerca de las ventajas y desventajas de la autoconstrucción y a manera de expandir un poco más el arraigo que tiene la misma en el país, como se presentó en el inciso 2.1.3, es necesario seguir aterrizando el concepto en la realidad nacional que cada día miles de peruanos deben de afrontar al intentar construir u obtener una vivienda. Sobre todo, debido a que el enfoque de estas mencionadas se centró en cómo afectan a la infraestructura final y su ciclo de vida en general, mas no en como los trabajadores llegan a hacer uso de ella, como llegan a trabajar de la mano con el sistema convencional y más que todo como llegan a adquirir este conocimiento.

Por ello ahora se abordará el lado positivo del mismo y como algunas de estas autoconstrucciones logran obtener resultados satisfactorios para sus propietarios.

Uno de los puntos positivos de la autoconstrucción es que intenta no aumentar la complejidad de la ejecución de la infraestructura prevista sino por el contrario simplificar la misma, ya que no busca crear obras de artes excepcionales sino simplemente suplir con una necesidad básica, como lo es la obtención de una vivienda. Esta simplicidad no es solo de un aspecto que involucre el procedimiento constructivo sino además que se obtenga también un diseño simple. Este diseño simple representa una ventaja estructural ya que suele buscar formas básicas y simétricas que proveerán una mejor proyección de como actuarán los elementos

estructurales, aparte de que la misma geometría de la infraestructura ayudará a lidiar con fenómenos sísmicos o diversas demandas de cargas que tenga esta misma.

Entonces para lograr esa facilidad constructiva mencionada la autoconstrucción debe hacer uso de un sistema que le provea cierta adaptabilidad a la hora de construir, que sus procesos y/o actividades sean sencillos de efectuar, además que, y contemplando el hecho de dar por sentado que existirán deficiencias en el resultado final, la infraestructura pueda contar con una sobrerresistencia intrínseca a la misma ya sea por los materiales utilizados o por el dimensionamiento de los elementos, finalmente que el sistema y/o proceso utilizado emplee no solo técnicas sencillas de utilizar sino que además los insumos necesarios para efectuarla sean fáciles de conseguir y sobre todo económicos.

Como respuesta para este sistema requerido surge el sistema convencional, que realmente se le llama convencional por su difusión y popularidad en el entorno nacional, que contempla la construcción con concreto armado y albañilería, este sistema constructivo provee muchas de las ventajas que necesita la población peruana, aunque no todas estas.

Por ejemplo, el concreto armado genera gran adaptabilidad a referirse no solo a formas geométricas de la infraestructura planteada, sino que además el mismo puede adaptarse a diversos ambientes debido a la buena resistencia que tiene frente a factores como el frío, el calor y la lluvia.

Por un lado, el concreto como si fuera poco puede “mejorarse” al añadirle aditivos; si se tuviera elementos estructurales muy cargados de acero en los que fuera necesario un concreto más fluido se pueden agregar aditivos plastificantes, si se encuentra en un lugar de nieve y se tiene la amenaza de fracturas o grietas debido a la expansión producida por las moléculas de agua al convertirse en hielo se agregan aditivos incorporadores de aire; si se necesitara mayor resistencia existe posibilidades para crear concretos que puedan soportar una mayor carga. Aunque en los casos comunes de construcción, como lo son las viviendas, el uso de aditivos es muy poco frecuente y la adaptabilidad del concreto en solitario suele ser suficiente.

Por otro lado, el acero también es fácilmente adaptable ya que al día de hoy existen muchas herramientas (en su mayoría económicas y de fácil adquisición) que permiten su manejo y manipulación como lo son las cizallas, las mesas dobladoras, las cortadoras entre otras que permiten crear barras de aceros de diversas dimensiones y formas que puedan ajustarse a las necesidades del diseño planteado. Mencionando las dimensiones de las barras, el mercado peruano ofrece diversos espesores como los comerciales $3/8''$, $1/2''$, $5/8''$, $3/4''$, $1''$, además de los de 6, 8 y 12 mm, recordando que el tipo de barra más usada es la del tipo corrugado debido a su adherencia con el concreto.

Además, el concreto armado provee una sobrerresistencia estructural, esto debido a que se emplean diversos factores de seguridad al diseñar con el mismo (ello se toma en cuenta sobre todo en diseños más formales) además el propio material concreto cuenta con una sobrerresistencia ya que suelen tomarse valores inferiores para su capacidad actuante real.

Los insumos utilizados para construir en el sistema convencional son muy comunes y fácilmente obtenibles en gran parte del territorio peruano, esto debido a su difusión a través de muchos años y también a que el Perú cuenta con muchas canteras, de agregados gruesos y finos, y/o lugares en donde se obtiene la materia prima necesaria para procesar estos insumos.

Sin embargo, a pesar de todas las ventajas mencionadas, proporcionadas por el sistema convencional, existen ciertas falencias que suelen ser difíciles de distinguir debido al arraigo que tiene, el mismo, en el país. Una de estas falencias es que en realidad los procesos y actividades involucradas en la construcción como pueden ser el encofrado y desencofrado, armado de acero,

vaciado y vibrado de concreto, asentamiento de ladrillos, tarrajeo y pañeteo; no suelen ser acciones precisamente sencillas de realizar y realmente requieren de una buena técnica y/o cierto grado de especialización para lograr buenos resultados. Además, no solo interviene la técnica, muchos de estos procesos involucran la utilización de herramientas que, aunque su aplicación sea sencilla una buena proporción de los obreros las utiliza de manera inadecuada o poco eficaz.

A pesar de ello muchos de los problemas mencionados se suelen solventar por la facilidad de obtener información o capacitación alrededor del sistema convencional, por ejemplo existen instituciones como SENCICO que proveen una larga lista de cursos y capacitaciones dirigidas para personas que planean especializarse en la rama de la construcción, ACEROS AREQUIPA publicó un manual del maestro constructor en el que se provee mucha información acerca de las actividades a realizarse dentro de una obra de construcción e inclusive la misma se encuentra ilustrada para un mayor entendimiento, además no se puede dejar de lado el hecho de los conocimientos adquiridos por generaciones, un sistema tan arraigado como el mencionado favorece que existan generaciones de obreros que hayan pasado sus conocimientos a través de los años.

En este punto, entonces se puede saber que el sistema convencional tiene muchas ventajas y ciertas desventajas, estas últimas como se mencionó suelen aminorarse con el apoyo de la capacitación tan extendida que proviene del ya mencionado arraigamiento que tiene el sistema en el Perú. Pero entonces que sucede cuando se habla de autoconstrucción, cuando los obreros involucrados suelen formar parte de ese grupo al que se le llama “ocasionales”, cuando la mano de obra tiene poco o nula capacitación, cuando esta no ostenta certificación o culminaciones de cursos a pesar de la existencia y gran proliferación de los mismos, he aquí uno de los problemas más grandes de la autoconstrucción que a pesar de valerse de un sistema al que se le cree erróneamente ideal, las desventajas antes mencionadas del mismo salen a luz y con fuerza, es aquí cuando se pone en riesgo la vida de las personas, se pone en riesgo el capital invertido tanto económico, como de tiempo.

Entonces teniendo en claro los inconvenientes que presenta ya no solo la autoconstrucción sino además el sistema que actualmente utiliza, es posible conocer que falencias son necesarias solventar y sobre todo presentar alternativas que realmente involucren una solución. Cabe destacar que, aunque el tema de la capacitación técnica peruana haya sido abordado, el problema del mismo no reside totalmente en cómo se imparte sino en la educación y responsabilidad que cada persona debe asumir antes de afrontar un proyecto de construcción sea de la complejidad que sea.

Por ello en esta tesis se busca plantear una solución, específicamente un sistema constructivo diferente, que cumpla de manera “más solvente” (en comparación con el actual sistema de mayor uso) los problemas y necesidades que afrontamos los peruanos. Pero para ello no busca desvirtuar a la autoconstrucción o eliminarla de algún modo, sino por el contrario se comprende el porqué de su uso, de su existencia y la necesidad de su continuidad al menos en los próximos años. Debido a esto se plantea dar un giro diferente a la autoconstrucción, un nuevo rumbo a seguir no solo con aires nuevos de modernidad sino sobre todo un rumbo que sea de mayor beneficio tanto para los usuarios del sistema como para los propietarios del producto final del mismo.

Es decir, se plantea seguir con la autoconstrucción, pero usando la misma en beneficio de los peruanos, y para conseguir esta gran meta se planteará un nuevo sistema constructivo (nuevo o al menos de muy poca proliferación en territorio peruano) que pueda ir de la mano con las necesidades de estos últimos. Para ello, y como un adelanto de los acápites posteriores, el sistema propuesto deberá ser económico, rápido, sencillo de implementar tanto a nivel constructivo como a nivel instructivo en aquellas personas que deseen hacer uso del mismo, todo esto en comparativa

al sistema constructivo convencional y que si al menos no logra mejorar en todos los aspectos, la combinación de los pros y contras que tengan generen una opción competitiva en el mercado frente a las demás opciones que se tienen al día de hoy.

2.2 Descripción de los sistemas de construcción

En esta sección se mostrará la descripción general de los sistemas de construcción convencionales y los del tipo modular, esto con la idea de que el lector posea una idea, a grandes rasgos, sobre los materiales, mano de obra y procesos constructivos usados en estos dos sistemas. La importancia de esta información reside en los capítulos posteriores a tratar, en donde se compararán diversas características de los sistemas de construcción en base a un modelo.

2.2.1 Descripción general del proceso de construcción convencional.

Cuando se hace referencia a un sistema de construcción convencional, se refiere al sistema más extendido y utilizado. En el Perú se cuentan con diversos sistemas constructivos, pero el que sobresale frente a los demás es aquel que utiliza el concreto armado como material predominante además de elementos de albañilería. Se utilizan técnicas de construcción in situ, como son la preparación de la mezcla, el encofrado con madera de los elementos estructurales, no suele emplear elementos prefabricados ni ensamblados, sobre todo al referirse al casco estructural. Los elementos no estructurales por su parte se realizan de diversos materiales tales como los tabiques y parapetos de albañilería de arcilla, cerramientos de madera y/o vidrio.

Debido a las demandas sísmicas de nuestro País, se suele preferir el concreto armado por su alta resistencia, rigidez, ductilidad que aporta a la infraestructura, esto desde la perspectiva de un buen diseño y ejecución. Al hablar de otros materiales se podría encontrar en menor medida al acero estructural -probablemente debido al costo que implica su utilización y sobre todo al poco conocimiento existente en el área de gran parte de las áreas técnicas existentes-, albañilería de adobe -principalmente en la sierra peruana debido al aislamiento térmico que otorga, por su fácil construcción y bajo costo-, por último se tiene a las construcciones hechas de madera -existen muy pocas que utilizan solo este material y se encuentra sobre todo en la selva debido a la facilidad de su obtención y a que es la zona nacional con menor peligro sísmico-.

Se podría mencionar que pocos son los casos en los que se utilizan estructuras de acero, exceptuando los cerramientos en las azoteas, naves industriales, entre otras pocas que no representan un porcentaje importante de las construcciones. La albañilería con adobe en la zona sierra del Perú tiene mayor difusión en viviendas de un nivel o máximo dos, que son combinadas con vigas y/o viguetas de madera, además de techos de calamina, para que de este modo se obtenga la mayor energía térmica posible de los horarios matutinos. Finalmente, las estructuras de madera también se utilizan para vivienda en la zona selvática debido, como se había mencionado anteriormente, a la fácil obtención de este material.

Entonces ¿qué hace que el concreto armado sobresalga frente a los otros materiales? Primero, se debe a su gran resistencia, rigidez y ductilidad aportada por la combinación de estos

dos materiales, lo cual no se logra con la utilización solo de la albañilería de cualquier tipo o la madera. Segundo, debido a sus beneficios estructurales, el concreto armado puede utilizarse para crear grandes construcciones, en términos dimensionales. Tercero, el concreto armado es fácilmente adaptable a los diseños que se le propongan, pudiendo adoptar diversas formas y dejado un camino más amplio a la imaginación, tanto estructural como arquitectónica. Cuarto, los materiales para la fabricación del mismo son, en términos generales, sencillos de obtener en buena parte del territorio nacional, como son los agregados, el cemento y el agua. Quinto, es un material económico si se lo compara con, por ejemplo, el acero estructural. Sexto, los conocimientos obtenidos a lo largo de los últimos años de su empleo, ha generado una amplia red de conocimientos que van desde las áreas técnicas hasta las obreras, como se puede observar en las normativas vigentes, además de las frecuentes y diversas capacitaciones en la construcción con el mismo. Finalmente, todas estas ventajas generan que los constructores hagan uso de este material de construcción.

Ahora conociendo que este es el material por defecto en las viviendas, ¿qué hay acerca de su proceso? ¿cómo es que se desarrolla y/o que fases tiene? Acerca de su desarrollo en obra, es decir cómo se ejecuta este procedimiento. Cabe resaltar que en infraestructuras “simples” o estándar, como el caso de una vivienda unifamiliar, la metodología push es la que predomina, la cual va ligada a un avance unidireccional que se podría llamar hasta “lógico”. Se define como lógico debido a que no existe elementos prefabricados y todo, o casi todo, es hecho en planta. Se comienza por un trabajo de movimiento de tierras; luego el encofrado, vaciado y desencofrado de la cimentación con el respectivo armado de acero. Se continúa del mismo modo con las columnas (las placas o muros estructurales no son muy extendidas en este tipo de metodología); las vigas y las losas, se continúa con los cerramientos, tabiques, parapetos de albañilería, se tarrajea para dar un mejor acabado, colocación de puertas y ventanas; pintura y otras labores menores. Aunque no se haya mencionado obviamente intervienen durante el proceso la colocación de las instalaciones sanitarias y eléctricas.

Como se observa, todo continúa un proceso bastante similar debido a que el concreto se fabrica a pie de obra en, usualmente, trompos mezcladores y, conforme se da su obtención, se realiza su colocación dentro de encofrados de madera y se espera su endurecimiento, usualmente uno o dos días, dependiendo del elemento (en otros como las losas o fondos de vigas pueden llegar a ser mucho más), lo cual crea una etapa “muerta” de espera para alcanzar dichas resistencias y poder proseguir con el siguiente elemento adyacente. El encofrado debe ir apuntalado para evitar problemas con la apertura del mismo debido a la presión ejercida, todo el concreto debe ser vibrado para que se homogenice, entre otros diversos procesos que se deben realizar para obtener una adecuada calidad.

Una vez conocido el desarrollo, a grandes rasgos, es necesario conocer los elementos que se construyen a lo largo de todo el proceso, recordar que este desarrollo va enfocado principalmente a infraestructura para viviendas. Empezando por la cimentación, los elementos más utilizados son las zapatas, grandes bloques de concreto armado utilizados para distribuir la carga hacia el suelo. Existen diversos tipos tales como las zapatas aisladas, cuando solo un elemento vertical llega a ellas, las zapatas combinadas, cuando más de un elemento vertical les aporta carga, y las zapatas conectadas que son zapatas aisladas unidas por medio de una viga de cimentación. Asimismo, se tienen las plateas de cimentación, que son colocadas en toda el área construida y reciben toda la carga de todos los elementos verticales, su uso en vivienda no es tan extendido

como las anteriores, exceptuando ciertos casos como cuando se tiene una pobre resistencia en el suelo, posible licuefacción, etc.

Además de hablar propiamente de los elementos estructurales en la cimentación, es necesario mencionar los diversos tratamientos que se realizan al suelo, los cuales suelen ser base de mejoramientos con la finalidad de aumentar su resistencia y por ende su carga admisible. Los más utilizados son, reemplazo del material existente por uno de préstamo de mayor calidad; por ejemplo, cantos grandes inicialmente, seguido de gravas con pequeñas cantidades de material fino para aumentar su cohesión y resistencia. Adicionalmente se vierte una pequeña capa de concreto la cual es denominada como solado, con la finalidad de nivelar el terreno, para la construcción de la armadura de las cimentaciones, generar un recubrimiento extra para el acero de armadura, debido a que el recubrimiento estará en contacto directo con el suelo.

Asimismo, se menciona la existencia de pilotes, columnas de grava, micropilotes, entre otras opciones de mejoramiento de suelo para cimentaciones profundas. Su uso es prácticamente nulo en viviendas unifamiliares debido a su alto coste.

Luego, para los sistemas estructurales la norma de técnica de edificaciones peruana contempla tres tipos, los sistemas de pórticos, muros y los duales. El más utilizado es el sistema de pórticos debido a su facilidad constructiva respecto a los otros dos, refiriéndose a los volúmenes de concreto, cantidad de acero, detalle de acero entre otros. Es decir, se utilizan como elementos verticales las columnas y como horizontales las vigas peraltadas, además al hacer referencia a las losas, las cuales conforman los diafragmas rígidos. En las estructuras se suelen construir de dos tipos, las losas macizas, las cuales suelen ser utilizadas para los baños, pequeños jardines o luces libres muy grandes en general; además de las losas aligeradas, utilizadas para todos los demás ambientes, estas contemplan el uso de ladrillo (arcilla o poliestireno expandido) además de concreto armado, con poca cuantía de acero.

Como se observa, aunque el procedimiento de construcción sea bastante lineal, debido a la propia ejecución de elementos consecutivos, presentan diversas características que los hace únicos en ejecución, lo que finalmente se exhibe como un mayor grado de complejidad. Es aquí cuando la complejidad se entiende como un problema para construcciones que cuentan con poco o ningún personal capacitado adecuadamente. Esta mayor complejidad también se entiende como una fuente creadora de errores, tanto de modo constructivo, funcional hasta estético. Entonces ¿cómo reducimos esta complejidad?, ¿cómo disminuimos la variabilidad y dispersión que se crea en los productos realizados?, ¿Es posible lograr algo así, y a un coste atractivo para el público?, ¿Existirá un sistema de construcción que desplace al convencional? Todas estas preguntas serán tratadas en los acápites posteriores, sin embargo, no se necesita ahondar demasiado para crear ideas o propuestas mentales que reduzcan esta complejidad.

Como adelanto de las principales fuentes de esta dispersión, se mencionará algunas. Por ejemplo, una de ellas es el propio material, el concreto, el cual genera incertidumbre cuando se usa en condiciones poco controladas como son los hechos a pie de obra, esto es fácilmente solucionable con opciones prefabricadas en entornos supervisados y controlados. Otra son los propios elementos y su “ensamblaje”, así pues, la diversidad de elementos crea dificultad, la unión de los mismos crean retrasos por los tiempos “muertos” antes mencionados, y lo más preocupante es que todos los elementos, sin excepción, presentan dichas características. La solución son nuevamente los

elementos hechos en fábrica, para que disminuyan la dificultad al usuario, además de crear ensamblajes o uniones más sencillas pero que mantienen esa resistencia característica.

Por último y ya no relacionado con la complejidad de ejecución, es el traslado de los propios materiales a zonas de difícil acceso, por ejemplo, en la selva peruana existen muchas zonas donde conseguir agregado grueso es bastante complicado o hasta imposible, sin mencionar el transporte de la maquinaria necesaria por ejemplo mezcladoras. En la sierra peruana, por otro lado, debido a las grandes altitudes y a las condiciones climáticas extremas es complicado preparar mezclas de concreto a menos que se agreguen ciertos aditivos como los incorporadores de aire, los cuales aún no son muy difundidos en obras pequeñas como las que tratamos.

De esta manera, encaminamos este escrito para responder las preguntas planteadas, y proponer no directamente una solución, sino alternativas que logren un beneficio colectivo, satisfaciendo las necesidades de vivienda, sobre todo para los sectores que presentan mayor dificultad de acceso a la misma.

2.2.2 Descripción del sistema de construcción modular.

Antes de describir los sistemas de construcción modulares, es de suma importancia, conocer el concepto de industrialización de la construcción. Según el autor Bellanith Vargas Garzón, en su libro “Industrialización de la construcción para la vivienda social”, la industrialización en el sector construcción es el motor principal que evidencia las mejoras en innovaciones tecnológicas durante las etapas de un proyecto de construcción. (2007) La definición complementada por RIBA, *Royal Institute of British Architects*, relaciona la industrialización con las mejoras en los aspectos tales como la mecanización, racionalización y automatización de procesos utilizados, en estos casos, en el sector de construcción civil. A continuación, en la figura 2.11, se presenta la división de los sistemas de construcción industrializados en dos grandes grupos basados en el ensamblaje. Se presentan estas opciones, ya que, durante el desarrollo de la tesis se presentarán propuestas que pueden clasificarse en cualquiera de estos:



Figura 2.11. División de los sistemas de construcción industrializados. Fuente: Propia.

La posibilidad de lograr la industrialización del sector construcción reside en las innovaciones tecnológicas que se puedan realizar, las cuales tienen que ver con la búsqueda de nuevas tecnologías que aumenten la eficacia de determinados procesos. Se enfocan principalmente en dos, en la reducción del tiempo de entrega del producto final y la reducción de costos en obra, además de mostrar mejoras en la calidad final del proyecto. La estrategia que más evidencia la innovación en el sector de construcción es la transición del uso de los sistemas de construcción convencionales a otros más eficientes, como los modulares. La tecnología de construcción envuelve diversos conceptos, así como campos en los cuales se puede llevar a cabo su aplicación, tales como los métodos constructivos, materiales, equipos, personal y procesos constructivos que definen la viabilidad del proyecto. (Tatum, 1987) Es en este tipo de sistemas de construcción, los cuales se caracterizan por ser innovadores para el estado actual de la industria, en donde la prefabricación entra a tomar un rol importante. El término prefabricación se define como la fabricación industrial de componentes, los cuales se van a utilizar en un proyecto determinado, fuera de la obra, para su montaje posterior en la etapa de construcción. Entonces, la implementación de los sistemas de construcción modulares son un tipo de innovación tecnológica para el sector de la construcción, ya que se basa en la colocación de elementos de grandes dimensiones, denominados “módulos” prefabricados. Dentro de las ventajas que este tipo de sistema ofrece, según información de la empresa Alquimodul, la cual presenta catálogos de construcción modular industrializada, se tiene:

- ✓ Disminución del tiempo de ejecución de obra: Los plazos de entrega del producto final se han visto reducidos en un 80% respecto al uso de los métodos convencionales en determinados proyectos, esto gracias a la disminución de las dificultades de transporte y ejecución en obra.
- ✓ Mejoramiento en transporte y montaje: El transporte de los módulos armados o el desmontaje es de mayor facilidad, así como el montaje en obra, ya que no se requiere del uso de mano de obra con alta calificación.
- ✓ Flexibilidad: Las ampliaciones o reducciones en obra se realizan con mayor facilidad y sin un gran impacto en el tiempo de ejecución de las mismas, todo esto en función a las necesidades del cliente. Esta ventaja contrasta a grandes rasgos con el sistema de construcción convencional, ya que el indicio de algún retraso en obra por modificaciones o fallas de ejecución tendría un gran impacto económico y de tiempo.
- ✓ Reubicación: Debido a la facilidad de transporte de los módulos, estos pueden ser fácilmente reubicables durante la etapa constructiva de la obra según sean las necesidades requeridas.
- ✓ Costo: El uso de los sistemas modulares en obra son más económicos que los materiales y procesos usados en los sistemas convencionales, desde el inicio del ciclo del ciclo de vida del proyecto, además, los errores durante la ejecución son mucho menores y más manejables. A esto se le debería de agregar que el uso de mano de obra no requiere personal con un alto de calificación.
- ✓ Aislamiento: Una de las ventajas principales del uso de los módulos de construcción es la capacidad que estos poseen como aislante térmico y acústico, es decir, son adaptables a cualquier clima y entorno. Esta ventaja es muy favorable para su comercialización a lo largo del territorio peruano, con mayor énfasis en la sierra, en donde muchas personas aún no cuentan con los recursos necesarios para adquirir una vivienda de calidad que satisfaga la mayoría de sus necesidades primarias.

- ✓ Control de calidad: Como se mencionó anteriormente, al definir las innovaciones tecnológicas necesarias en el rubro de la construcción, la industrialización ha permitido que el control de calidad sea mucho mayor en los sistemas prefabricados.
- ✓ Personalización: Las dimensiones, diseño, materiales, colores, tipos de paneles, entre otros, son características que son conversadas y coordinadas con el cliente de acuerdo a sus requerimientos y, en conjunto con la autoconstrucción, podrían llevarse a cabo proyectos de calidad con un alto nivel de personalización.
- ✓ Impacto ambiental: La reducción de los residuos en obra, mediante la utilización de los sistemas modulares, es una ventaja que disminuye en gran medida el impacto ambiental.

Además, dentro de todo proyecto, se cuenta con el ciclo de vida, el cual es una representación de las etapas que se deben de seguir para un correcto planeamiento del proyecto. A continuación, se presenta el ciclo de vida del proyecto de construcción modular:

- ✓ Definición, diseño y planificación del proyecto: La definición del proyecto se refiere a la esquematización del mismo, en donde se deben de seguir los lineamientos de acuerdo a lo que requiere el cliente. Es en esta etapa en la cual se realiza el modelo virtual de la estructura mediante softwares de modelamiento ya conocidos en la industria, tales como Revit o Etabs, con el cual también se realiza el análisis de solicitaciones de gravedad o sismo, se presentan los detalles constructivos y el cronograma para la ejecución del proyecto. Cabe resaltar que, mediante la implementación BIM, se podrían obtener mejores visualizaciones del modelo, reducción de errores por falta de coordinación o incompatibilidades, mayor colaboración multidisciplinaria, revisión automática del cumplimiento de códigos, estimación de costos, entre otros. La etapa de diseño, la más temprana del proyecto, es en donde se posee una mayor habilidad de control de costos, esto quiere decir que, con el pasar del tiempo en obra, el costo de hacer cambios o modificaciones se vuelve mayor, por esto, la inversión en etapas tempranas del proyecto, aún con el uso de los sistemas de construcción modulares, es algo que se debería de manejar para evitar futuros gastos innecesarios. Este fenómeno se muestra en la, figura 2.12:

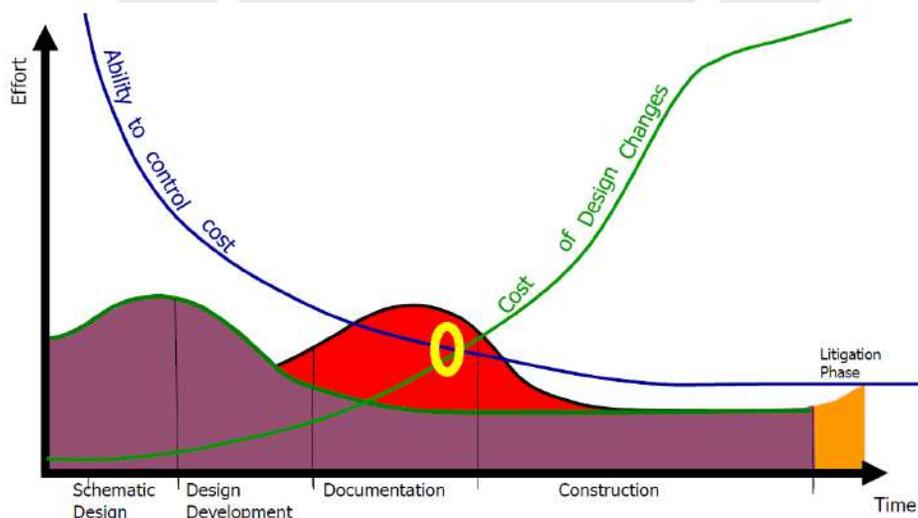


Figura 2.12. Control de costos. Fuente: Patrick MacLeamy, FAIA HOK CEO building SMART International Chair.

En la figura mostrada se observa que el objetivo principal en un proyecto de construcción, especialmente en donde se usan procesos y materiales industrializados, es el de adelantar la curva de esfuerzo (zona morada) respecto a la curva de esfuerzo tradicional (zona roja). Esto quiere decir que, se deberían de realizar los mayores gastos en la etapa de diseño, que es en la cual se tiene una mayor habilidad para controlar los costos (curva azul). En contraste se tiene que a medida que el tiempo pasa, los cambios en obra generarán mayores gastos (curva verde).

- ✓ Construcción en fábrica: Esta etapa se relaciona directamente con los materiales y métodos constructivos que serán explicados en otra sección a mayor detalle.
- ✓ Transporte e instalación en obra: Es en esta etapa en la cual los módulos y demás componentes, para el armado y ensamblaje de la vivienda, son trasladados al lugar de ejecución de obra, son izados mediante grúas y ensamblados siguiendo el cronograma establecido en la etapa de diseño y planificación del proyecto.
- ✓ Operación y mantenimiento de los modulares: Representa el tiempo en el cual la estructura cumple con su funcionamiento y se debe de efectuar el mantenimiento de los componentes que la conforman para evitar desgastes innecesarios durante su tiempo de vida útil.
- ✓ Reintegración y reutilización del módulo: Después de que la estructura ha cumplido con el periodo de su vida útil, proceden a ser reutilizadas. Esta es una de las ventajas principales del uso de estos sistemas, en contraste con el sistema de construcción convencional.

2.2.3 Materiales y mano de obra requeridos en el sistema de construcción modular.

En el capítulo presente, se darán a conocer ciertas características, de manera general, en cuanto a los materiales y mano de obra utilizados en el sistema de construcción modular. Se presentará información relevante sobre las alternativas de materiales usados en el ensamblaje de las construcciones modulares para los elementos verticales, elementos horizontales, el material interno que podría ser parte de los paneles, los tipos de uniones entre los elementos, los tipos de cubierta, entre otros. Del mismo modo, se presentará, a grandes rasgos, alternativas para los sistemas que compondrán las viviendas modulares, tales como las instalaciones sanitarias, eléctricas y la cimentación. Gran parte de la información presentada a continuación ha sido obtenida de la memoria descriptiva del sistema modular del sistema constructivo Azembla y del listado sistemas de construcción no convencionales vigentes actualmente a nivel nacional, el cual fue presentado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el año 2020.

El primer sistema modular descrito consiste en la composición de dos planchas con un material interno entre ellas, del tipo “sándwich”. Estas planchas pueden ser láminas metálicas o láminas de mallas metálicas soldadas, o también conocidas como mallas de recubrimiento, planas, paralelas, compuesta con alambres transversales en diagonal, los cuales cruzan el núcleo y se sueldan a los alambres lineales de la malla del recubrimiento. Otra de las alternativas para estos sistemas modulares es la aplicación de una capa de concreto de un espesor determinado, de acuerdo al uso que se le atribuye a la vivienda, ya sea mediante medios manuales o mecánicos, los cuales serán detallados más adelante, en ambas caras del panel hasta que seque y alcance la resistencia estructural requerida y funcional. El resultado es un sistema del tipo “sándwich” compuesto, en donde las plaquetas de concreto son dotadas de una alta resistencia cortante debido a las uniones

adoptadas mediante los alambres diagonales. Una de las interrogantes planteadas ante el uso de los sistemas modulares de construcción es la implementación de las instalaciones eléctricas y sanitarias, las cuales deberán de ir embebidas en los muros, pisos o techos. Las instalaciones eléctricas contarán con cableados convencionales mediante ductos de PVC, los cuales, como se mencionó líneas anteriores, deberán estar embebidos en el concreto, además, el tablero general se sobrepondrá sobre materiales termoplásticos o metálicos; se debe tomar el seguimiento estricto de las especificaciones de las instalaciones eléctricas EM.010. En cuanto a las instalaciones sanitarias, estas tendrán que ser adosadas o expuestas mediante ductos no empotrados y deberán cumplir con las especificaciones de la norma de instalaciones sanitarias IS.010. Asimismo, para los elementos verticales u horizontales, se puede hacer uso del PVC o madera de origen conífera, tales como el pino o el abeto, las cuales pueden ser puestas a disposición en el lugar de ensamblaje pre-pintados, esto con la finalidad de permitir un mejor comportamiento frente a la humedad y la intemperie. De acuerdo a información de la memoria descriptiva del sistema constructivo RBS Azembla, el cual hace uso del PVC como material para los paneles modulares, se dice que este material cuenta con una resistencia al fuego de entre 81 o 178 minutos, con una transmitancia térmica de $0.68 \text{ W/m}^2\text{K}$ y un aislamiento acústico frente al ruido de 44 dBA. En cuanto al manejo de los espesores, se requiere alrededor de 64 mm para la construcción de edificaciones de hasta dos niveles y el uso de un espesor aproximado de 100 mm para que el número de pisos ascienda a cinco, además que, la fusión entre el PVC y el concreto, hace que este primero sirva de encofrado. Los paneles macizos de concreto armado de espesor determinado, son otra de las opciones más frecuentes para estos sistemas. El espesor puede ser variante dependiendo si se trata de elementos verticales, ya sea de la fachada o tabiques interiores, o los elementos horizontales, tales como losas. También se puede hacer uso del concreto simple con perfiles pegados de acero en lugar del concreto armado. El material común usado en el caso de los modulares del tipo “sándwich”, o como se definiría coloquialmente al “relleno”, es la celulosa estructurada a base de poliestireno expandido, el cual mejora la rigidez del sistema. En cuanto al uso más común de concreto, es el del tipo autonivelante, el cual es vaciado con una bomba a presión colocada en la parte inferior del módulo y llenado de abajo hacia arriba para que, de esta manera, se evite la formación de cangrejas y la consecuente segregación del concreto. Como cobertura, uno de los materiales más comúnmente usados son las planchas onduladas tipo Eternit o similares, esto depende de los requerimientos del cliente. A continuación, se muestran los paneles del tipo “sándwich”, en la figura 2.13, de la empresa chilena Metecno, así como la instalación mediante uniones con tornillos, en la figura 2.14, para un mejor entendimiento del ensamblaje, el cual se describe en el siguiente párrafo.



Figura 2.13. Panel del tipo “sándwich” de láminas de acero con una película de PVC y con poliestireno en el núcleo.
Fuente: Empresa Metecno.

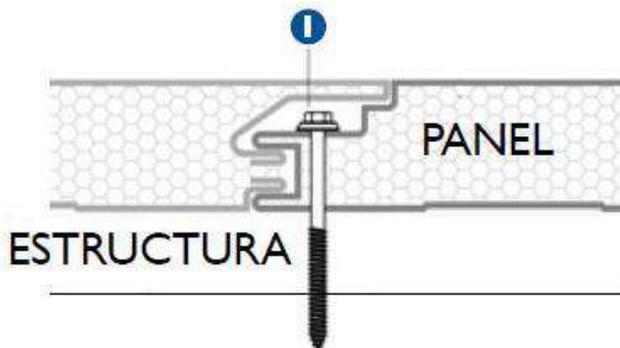


Figura 2.14. Detalle de la conexión entre el panel y la estructura mediante tornillos como uniones. Fuente: Empresa Metecno.

A continuación, se va a brindar detalles sobre los tipos de unión entre los elementos que componen los sistemas de construcción modular. En primer lugar, para el caso en el cual se haga uso de paneles, tanto para los elementos horizontales como para los verticales, techo y paredes, se usarán bastidores de madera, cuyo material dependerá del proveedor. Estos bastidores tendrán una sección transversal determinada y serán unidos a los paneles de dos formas: mediante el uso de cola o pegamento o mediante clavos. En el caso del uso de clavos, este se da mediante planchas sobresalientes de uno de los paneles contra el bastidor de madera del otro panel. Las juntas se tapan con cinta adhesiva o se sellan con masilla. En segunda instancia, otra forma de unir los elementos verticales u horizontales, es mediante perfiles pegados de acero formados a partir de planchas dobladas en frío y que, al mismo tiempo, son arriostradas transversalmente por pórticos de vigas de madera y arriostres tubulares metálicos en las esquinas de los módulos. Cabe resaltar que, otra forma de unión es mediante el uso de soldadura para los elementos metálicos, los cuales también pueden ser embebidos dentro de las caras laterales de los paneles. Como tercera alternativa de unión entre elementos, se tienen los sistemas machihembrados. Este sistema consiste en ensamblar los elementos de madera entre sí por medio del cepillado y de rebajes o cortes entre los cantos de los elementos, con el fin de lograr una sola superficie unida uniformemente. Por último, la unión entre los elementos y la cimentación se da mediante empalmes soldados de barras corrugadas de conexión, las cuales se encuentran embebidas en los paneles y, al finalizar, se rellenan en obra mediante el vertido de concreto premezclado.

En cuanto a la cimentación, se buscará, mediante el ensamblaje del sistema de construcción modular en cuestión, distribuir las cargas sobre el terreno y, al mismo tiempo, proveer el anclaje a necesario a los muros del sistema modular, tal y como se mencionó anteriormente en la sección de elementos verticales, además que la elección del acero de refuerzo y la resistencia del concreto que se va a utilizar será proporcionado mediante el cálculo estructural. Se sabe que las diversas alternativas de cimentación dependen de determinados factores, tales como el tipo de proyecto, las condiciones del suelo y el diseño estructural adoptado para la vivienda, además que, es de fundamental importancia considerar el cumplimiento de la norma E.050 de Suelos y Cimentaciones. Según investigaciones realizadas entre los diversos sistemas de construcción modular, los cuales se mencionarán más adelante, hay casos en los cuales no se requiere de una losa de cimentación u otro tipo, ya que, en su lugar, solo es necesario el uso de apoyos de madera o concreto en las esquinas de los módulos.

Capítulo 3: Módulo básico unifamiliar del sistema convencional

Puesto que uno de los objetivos de la tesis es comparar adecuadamente el sistema constructivo convencional con el sistema *Steel Framing* a través de la propuesta de un módulo básico unifamiliar. Es necesario desarrollar el mismo a través de sus diversas especialidades como son arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas. Una vez logrado el diseño integral será más sencillo poderlas comparar con los criterios que serán propuestos más adelante.

Consideraremos el término módulo básico unifamiliar como se lo puede definir en una habilitación urbana, es decir “aquel espacio y/o lugar mínimo (o conjuntos de estos) que pueda servir para satisfacer las necesidades de una familia, las cuales son limpieza, alimentación, descanso, entretenimiento, entre otras que podrían ser relevantes o tener un impacto en el ambiente familiar”. Todas estas necesidades suelen suplirse con la construcción de determinados ambientes que en conjunto ofrezcan no solo cumplir con estas expectativas, sino que además eleven la calidad de vida que estas personas ya poseen.

Adicionalmente es necesario considerar que al ser un módulo básico nos regiremos a propuestas de áreas mínimas para cada ambiente, sin que estos pierdan funcionalidad o su identidad de cubrir necesidades. Además, está el hecho de que estos módulos básicos suelen ser propuestos a personas de bajos recursos que requieren de un lugar al que puedan llamar hogar y en el que se sienta a gusto.

Para terminar con esta breve introducción al capítulo basta mencionar que, aunque el mismo se centre en el sistema convencional, los diseños que sean propuestos en su extensión, especialmente el de arquitectura, intentaran enfocarse en ser competentes para ambos casos. Para de esta manera no solo, no tener que volver a proponer un diseño diferente, sino que además al contar con una única comparativa realizada será más fructífera, ya que el objetivo en ambos casos será el mismo con las mismas funciones internas y una misma distribución.

Por otro lado, las diferencias saldrán a la luz en las propias condiciones o restricciones que ofrece cada sistema y del mismo modo será con los beneficios.

3.1 Diseño arquitectónico

Debido a que el objetivo de la tesis se enfoca en gran medida en la parte económica, es importante tomar en consideración las medidas perimetrales con las que se podría contar. Esto en consecuencia de que usualmente uno de los gastos más fuertes al construir una casa no es en sí la construcción de la misma sino la adquisición del terreno en la que esta se dispone. Lo mencionado cobra mayor relevancia cuando se busca optimizar al máximo los gastos de la construcción en sí.

Área de lote mínima:

Para ello se propone que los modulares presentados se construyan en lotes con las áreas mínimas permitidas, las medidas propuestas permitirán que en un futuro estos módulos se repliquen con mucha facilidad en por ejemplo una lotización nueva, además que debido a sus pequeñas pero funcionales dimensiones se podrán realizar en terrenos individuales y si se requiriera realizar ampliaciones.

Las ideas mencionadas en el párrafo anterior volverán a ser retomadas en punto posteriores, debido a que la explicación y el sustento de las mismas se realizara de manera más sencilla cuando se haya concretado el diseño del módulo, hayamos encontrados los posibles errores o problemas que pudieran presentar -las propuestas de diseño iniciales- y hayamos solventado los mismos o al menos haber podido reducir su impacto.

Por ende, según el artículo 8 de la Norma A.020 se menciona que se requiere de un área mínima de 40m² (área techada) pero esto es referente a edificios multifamiliares o conjuntos residenciales sujetos al régimen de propiedad horizontal; además se menciona que podría llegar a ser 25m² si existiera la posibilidad de expansión.

Sin embargo, estas áreas mínimas no son de aplicación para las viviendas edificadas dentro de programas de promoción al acceso a la propiedad privada de la vivienda y que además en ciertas zonas se puede proponer un área mínima de 16m² según lo establezca el Plan Urbano, pero que se garantice que este sea su único uso y además sea para vivienda unipersonales.

Debido a las condiciones mostradas en el artículo 8 de la Norma A.20, no podríamos sujetarnos a estas medidas ya que el modular que se planea ejecutar no es unipersonal sino, unifamiliar. Además, que se propone construirse individualmente en pequeños lotes y no en un edificio. Por ello, las medidas que nos otorgan solo serán referentes para los diseños iniciales.

Por otro lado, una publicación oficial en el Diario El Peruano del 11 de julio de 2018, referente a la vivienda, construcción y saneamiento en el Decreto Supremo N°010-2018-Vivienda, llamado Decreto Supremo que aprueba el Reglamento Especial de Habilitación Urbana y Edificación, menciona en el capítulo II (Habilitación Urbana), artículo 4 que el área mínima y el frente mínimo de los lotes por habilitar serán los siguientes, correspondientes a los tipos 4 y 5 de habilitación urbana.

Tabla 3.1 Cuadro de áreas y frente mínimo de lote para vivienda unifamiliar. Fuente: El Peruano (2018).

TIPO	ÁREA MÍNIMA DEL LOTE	FRENTE MÍNIMO DE LOTE	TIPO DE VIVIENDA
4	70 m ²	6.00 m	Unifamiliar
5	De acuerdo al proyecto		Unifamiliar/ Multifamiliar

No ahondaremos mucho en la explicación de los tipos que existen en la habilitación urbana, pero en términos generales el módulo que se diseñara se adapta con facilidad a cualquier tipo existente.

En este punto ya podemos definir un perímetro más claro de nuestro módulo, se tiene por el momento una distancia de frente de al menos 6.00 metros lineales y de fondo podría tener un mínimo 12.00 metros lineales, con ello obtenemos un área de lote de 72.00 metros cuadrados.

Sin embargo, nosotros buscamos dar una mayor adaptabilidad al modular, para que pueda construirse de diferentes maneras dependiendo de las necesidades de los usuarios, para ellos se ha decidido optar por un modular con dimensiones menores. En este caso de 6.00x7.50m (45.00m²), que como comprobaremos posteriormente podría reducirse, pero que en general este modular abarcaría las necesidades básicas de la gran mayoría de familias peruanas.

Entonces nos quedamos con áreas extras, las cuales podrían utilizarse para una futura ampliación, para cocheras, jardines de recreación privada, el propio retiro frontal del terreno, entre otras opciones, que como mencionamos, dependen del usuario.

Áreas libres:

Es importante mencionar además que por lo general el estado suele pedir áreas libres dentro de una vivienda, que varían entre el 30% (vivienda común), 25% (vivienda en esquina), 40% (locales destinados a comercio), pero que el reglamento nacional de edificaciones también especifica que si las viviendas son construidas bajo un régimen organizado de habilitación urbana estas mismas pueden prescindir de áreas libres, al menos dentro del terreno adquirido.

Esto debido a que las habilitaciones urbanas suelen dejar espacios para áreas verdes, usualmente jardinerías laterales a las vías, además de parques. Por otra parte, aunque el modular no se construyera en una habilitación urbana como tal (por ejemplo, en algún programa de Mi Vivienda) podría proveer de suficiente área libre debido a sus pequeñas dimensiones como se mencionó en párrafos anteriores.

Para que las excepciones anteriores sean válidas según el artículo 10.3 del Decreto Supremo que aprueba el Reglamento Especial de Habilitación Urbana y Edificación se necesita que la vivienda resuelva la iluminación y ventilación natural en concordancia con lo dispuesto en el RNE.

Lo mencionado será importante al diseñar el módulo debido a que para crear nuevamente una mayor adaptabilidad tendremos que proveerle de recursos importantes como la iluminación y ventilación natural.

Interior del módulo:

Debido a que se busca crear un módulo unifamiliar, es trascendente definir la densidad de habitantes que tendrán los mismos, es decir el número de miembros del hogar para el que se diseñará.

Número de miembros del hogar:

Como se mencionará alrededor de todo el inciso de arquitectura de la presente tesis, el módulo diseñado contará con la suficiente adaptabilidad como para poder modificar su número de ocupantes. Esto ocurre debido a la facilidad otorgada al generar dos niveles con dos visiones diferentes, se planteará una primera planta pública y otra segunda privada.

El diseño de esta segunda planta privada en la que solo se contará con los dormitorios y sus respectivos baños otorgará adaptabilidad al aumentar o sobre todo disminuir el número de miembros del hogar, ya que en el segundo caso solo resta eliminar cierta tabiquería de separación para crear dormitorios o baños más amplios, y en el primer caso se opta por generar nuevos ambientes (los necesarios y/o requeridos) con la respectiva ampliación del terreno y el módulo a construir.

La primera planta, la pública, proveerá el área mínima para cada uno de los ambientes provistos en ella, es decir la sala-comedor, la cocina, el baño de invitados y la escalera, por ello es

innecesario el cambio de sus dimensiones o sus particiones internas, a menos que el número de miembros del hogar aumente en gran medida. Con 2 o más integrantes a los cinco primero previstos.

El porqué de la implementación o adaptación del modular para cinco integrantes reside en las estadísticas brindadas por el INEI obtenidas de los valores registrados en el último censo nacional del 2017 y su correspondiente comparativa con el censo del 2007. Como se observa en las imágenes y tablas adjuntas las familias con 1 integrantes componen el 16.8% a nivel nacional, las de 2 integrantes el 17.8%, las de 3 a 4 miembros el 39.6%, de 5 a 6 el 20.1% y finalmente las de 7 a más solo el 5.7%.

Tabla 3.2. Comparación del número de miembros del hogar según el censo nacional 2007 y 2017. Fuente: INEI

**PERÚ: HOGARES EN VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES PRESENTES, SEGÚN
NÚMERO DE MIEMBROS DEL HOGAR Y ÁREA DE RESIDENCIA, 2007 Y 2017**
(Absoluto y porcentaje)

Número de miembros / Área de residencia	Total de hogares			
	Censo 2007	%	Censo 2017	%
Total	6 754 074	100,0	8 252 284	100,0
1	794 661	11,8	1 384 143	16,8
2	943 300	14,0	1 472 190	17,8
3 a 4	2 623 352	38,8	3 267 983	39,6
5 a 6	1 586 321	23,5	1 659 192	20,1
7 y más	806 440	11,9	468 776	5,7
Urbana	4 879 108	100,0	6 402 380	100,0
1	521 819	10,7	980 662	15,3
2	660 980	13,5	1 099 483	17,2
3 a 4	1 992 396	40,8	2 618 038	40,9
5 a 6	1 150 116	23,6	1 324 487	20,7
7 y más	553 797	11,4	379 710	5,9
Rural	1 874 966	100,0	1 849 904	100,0
1	272 842	14,6	403 481	21,8
2	282 320	15,1	372 707	20,1
3 a 4	630 956	33,7	649 945	35,1
5 a 6	436 205	23,3	334 705	18,1
7 y más	252 643	13,5	89 066	4,8

PERÚ: HOGARES, SEGÚN NÚMERO DE MIEMBROS DEL HOGAR, 2017
(Porcentaje)

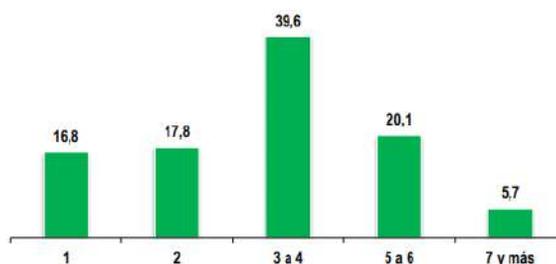


Figura 3.1. Gráfico porcentual del número de miembros del hogar según el censo nacional 2017. Fuente: INEI

Asimismo, los valores muestran que el promedio de miembros del hogar fue de 4 integrantes en el 2007 y el valor para el 2017 es de 3.5. Este descenso del número de miembros en las familias se vuelve a observar al analizar cada departamento por separado lo que confirma que cada vez las familias peruanas optan por tener menos hijos.

Tabla 3.3. Comparación del número promedio de miembros del hogar según el censo nacional 2007 y 2017 por departamentos. Fuente: INEI

**PERÚ: PROMEDIO DE MIEMBROS DEL HOGAR, POR ÁREA DE RESIDENCIA,
SEGÚN DEPARTAMENTO, 2007 Y 2017**
(Personas)

Departamento	Censo 2007			Censo 2017		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Total	4,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,2
Amazonas	4,1	3,8	4,3	3,4	3,3	3,5
Ancash	4,0	4,0	4,0	3,3	3,4	3,2
Apurímac	3,8	3,8	3,7	3,1	3,2	3,0
Arequipa	3,6	3,7	3,2	3,1	3,2	2,6
Ayacucho	3,7	3,9	3,5	3,2	3,4	2,9
Cajamarca	4,1	3,9	4,2	3,3	3,4	3,3
Prov. Const. del Callao	4,0	4,0	-	3,7	3,7	-
Cusco	3,8	3,7	3,8	3,2	3,3	3,1
Huancavelica	4,0	4,0	4,0	3,1	3,3	3,1
Huánuco	4,2	4,0	4,2	3,4	3,5	3,3
Ica	3,9	3,9	3,6	3,5	3,5	3,0
Junín	4,0	4,0	4,0	3,4	3,5	3,3
La Libertad	4,1	4,1	4,2	3,7	3,7	3,5
Lambayeque	4,3	4,2	4,7	3,8	3,8	4,0
Lima	4,0	4,0	3,5	3,6	3,6	2,9
Loreto	5,0	4,8	5,2	4,3	4,2	4,4
Madre de Dios	3,7	3,7	3,7	3,2	3,2	3,1
Moquegua	3,2	3,2	3,0	2,8	2,9	2,1
Pasco	4,1	4,0	4,2	3,4	3,3	3,5
Piura	4,3	4,2	4,4	3,7	3,7	3,6
Puno	3,4	3,6	3,3	2,7	3,1	2,4
San Martín	4,1	4,0	4,2	3,6	3,5	3,7
Tacna	3,3	3,4	2,9	3,0	3,1	2,3
Tumbes	3,9	3,9	3,8	3,5	3,5	3,3
Ucayali	4,3	4,3	4,3	4,0	4,0	3,9
Provincia de Lima 1/	4,0	4,0	3,5	3,6	3,6	3,4
Región Lima 2/	3,8	4,0	3,5	3,4	3,5	2,9

1/ Comprende los 43 distritos de la provincia de Lima.
2/ Comprende las provincias: Barranca, Cajatambo, Canta, Caríete, Huaral, Huachiriri, Huaura, Oyón y Yauyos.

Sin embargo, aunque la proyección muestre que cada vez existirán menos familias numerosas, al día de hoy se cuenta todavía con un gran número de estas que ingresan en el rango de 3-6 miembros del hogar, casi el 60% nacional. Por ende, diseñar el módulo unifamiliar para 5 miembros ingresaría en este rango y con la facilidad de adaptabilidad mencionada anteriormente cerca del 95% de familias peruanas no tendrían que agregar nuevos ambientes y se sentirían cómodas con los espacios diseñados y mostrados en esta tesis.

Los 5 habitantes (la densidad) exige al menos la creación de 3 dormitorios como observaremos en la tabla siguiente.

Tabla 3.4. Cuadro de densidad dentro de una vivienda y su relación con el número de dormitorios. Fuente: El Peruano (2018).

Unidades de Vivienda	Número de Habitantes
De un dormitorio	2
De dos dormitorios	3
De tres dormitorios	5

El mismo cuadro aparece aprobado en la norma A.020 en el artículo 5.

Por ello se necesita al menos 3 dormitorios, además de al menos un baño completo, una cocina, una sala – comedor que suplen las necesidades entre todos ellos de aseo personal, descanso, alimentación y recreación. Cabe mencionar que a excepción del número de dormitorios y baños la norma no especifica con claridad las características de los ambientes que suplirán estas necesidades básicas pero que por lo general los mencionados son los que siempre se construyen.

En el diseño se respetarán las dimensiones mínimas exigidas por el RNE en relación a las dimensiones de puertas y ventanas, ancho de pasadizos y escaleras, altura mínima de piso a techo (la cual para ambientes en general se admite 2.30m, pero para espacios ubicados debajo de vigas o similares puede llegar a ser 2.10m). Como se precisa en el artículo 23 y 24 del capítulo IV de la Norma de Arquitectura.

Módulo básico – distribución:

En este punto separaremos los dos niveles, recordando el primer nivel al que llamaremos nivel público y el segundo nivel al que llamaremos nivel privado. Se adjuntarán figuras de los modelos renderizados en el software Revit para un mejor entendimiento de la distribución de la vivienda.

Primer nivel:

El primer nivel cuenta con este nombre debido a que en este se repartirán los ambientes destinados a alimentación y recreación, en los cuales todos los integrantes de la familia pueden encontrarse en simultaneo, además de que este nivel puede estar abierto a “público” en este caso se hace referencia a los visitantes que lleguen al hogar.

Por este motivo incorporaremos los ambientes de sala, comedor, cocina, una posible lavandería, medio baño para invitados y obviamente el espacio destinado a la escalera. Debido a que el espacio es pequeño optaremos por un estilo arquitectónico abierto, para prescindir de muchos tabiques de separación, además que el mismo genera una mayor armonía entre ambientes, sensación de modernidad y sobre todo una mejor integración familiar, como si fuera poco reducimos los costes de construcción al prescindir de la elaboración de los elementos ya mencionados.



Figura 3.2. Vista en perspectiva interior de ingreso principal. Fuente: Propia.

Este estilo además del área que poseemos, nos direcciona a unir los ambientes de sala y comedor, además de crear un nexo de estos anteriores con la cocina, este nexo será una barra multifunción, que servirá del lado de la cocina como un pequeño mesón en el que podrán realizarse labores de la misma, además de un área de almacenamiento baja; por el otro lado servirá como una barra de desayuno (estilo bar), para aquellas comidas que sean más rápidas y así no solo depender del comedor en sí.

Siguiendo con la distribución de la cocina, consideramos que en el Perú es uno de los ambientes más utilizados, además de que debido a su uso alimenticio necesita de una buena iluminación y ventilación. Para ello generamos convertimos y alargamos la barra de desayuno en una en forma de “U”, la cual visualmente definiría muy bien el espacio de cocina, separándola sin necesidad de un tabique del resto de ambientes.

Además, la propia barra creará una amplia área para la utilización de la labor de cocina, así como para ubicar adecuadamente los electrodomésticos, considerando entre ellos principalmente los de mayor volumen como son el refrigerador, la estufa y un posible horno, además de crear en el lado izquierdo una zona ideal para la ubicación del lavadero, en el cual se colocará para una mejor estética y funcionalidad un salpicadero contra el muro perimetral.

Sobre la estufa podría o no colocarse una campana extractora, y para aprovechar las partes altas de la cocina, se terminaría completando con más área de almacenaje, parecido a los gabinetes y cajoneras inferiores anteriormente mencionados.

Para lograr la iluminación natural necesaria y la ventilación, se coloca en el muro posterior una ventana, la cual permitirá una adecuada ventilación cruzada y suficiente luz natural. Como otras alternativas se podría tener cambiar los lugares del lavadero con la cocina, dependiendo del

usuario; además si se requiera otro ambiente en la parte posterior, la ventana se podría convertir en una pequeña puerta de vidrio batiente o deslizante. Todo ello de acuerdo, como siempre, a las necesidades del usuario.



Figura 3.3. Vista en perspectiva de la cocina. Fuente: Propia.

A lado de la cocina se encuentra un pequeño pasadizo no definido por tabiques, pero si por la propia dirección y posicionamiento de muebles internos, el cual debe contar con un ancho mínimo de 90cm, que dará a una puerta de vidrio, ofreciendo nuevamente las ventajas ya mencionadas. El posicionamiento de esta puerta es debido a la futura ampliación que pudiera tener el terreno en la parte posterior, por esta se ingresaría a este futuro bloque.

En adición, el pasadizo antes mencionado, así como la puerta de acceso futuro, pueden llegar a cambiar ligeramente de ancho, por ejemplo, 1m, sacrificando esa pequeña diferencia en la cocina.

Luego regresando al frente de la propiedad se tiene la sala-comedor, con la puerta de ingreso principal de 1.00m de ancho y que conecta de manera directa y sin cerramientos al pasadizo principal de distribución antes mencionado. Esta se encuentra ligeramente hacia la izquierda del eje de la casa, ya que esto permite generar una mejor volumetría y distinción de cuerpos arquitectónicos para la fachada.

La fachada propiamente dicha se explicará después de la distribución general, debido a que esta, la distribución, ayudará a determinarla con mayor facilidad.

El comedor en sí, no necesita mucha explicación, es un ambiente muy abierto el cual cuenta con un pequeño muro cortina de piso a fondo de viga que proveerá de luz, si se requiera mayor ventilación, parte del muro cortina podría convertirse en una ventana batiente, sin afectar la fachada.

Este ambiente cuenta con un espacio suficiente para el ingreso de una mesa con 6 sillas cómodamente, dejando el espacio suficiente para respetar el pasadizo principal, el muro de cerramiento se puede utilizar para colocar un gran espejo si se requiere darle una sensación de mayor área a este ambiente, o en su defecto colgar cuadros para mejorar la estética.

La parte de la sala, es un ambiente que se encuentra delimitado por un gran muro cortina frontal, el cual parte de este puede combinarse con ventanas batientes de cualquier tipo, en su preferencia de apertura vertical, o en su defecto si el módulo ya tuviera un retiro frontal podría convertirse en una mampara, la cual ayuda a dotar de gran ventilación e iluminación el interior del primer piso. Esta puede reducir su tamaño en un lugar de mayor frío, y colocar vidrios dobles para controlar el mismo.

Este ambiente permite tentativamente colocar un gran mueble seccional en forma de L, o algunos otros tipos de mueble como un grupo 2-1, con una pequeña mesita central, se puede colocar un centro de entretenimiento lateral, colgando mediante racks la televisión y con repisas los componentes del mismo.



Figura 3.4. Vista en perspectiva de la sala-comedor. Fuente: Propia.

En su tercer lado nos encontramos la escalera, el espacio debajo de ella puede ser utilizado de diversas maneras, como almacenamiento, como mini estudio para niños (recortando un poco el espacio de la sala) o como segundo lugar tentativo para el centro de entretenimiento. Es importante recordar que debido a que es un módulo muy pequeño, no se puede permitir desperdiciar ningún espacio así este sea muy pequeño. El lado final de la sala se encuentra nuevamente el pasadizo principal el cual se debe dejar libre para un fácil acceso.

Finalmente nos queda en el primer nivel menos de un cuarto del área total, en la cual se encuentra por una parte la escalera y la otra puede destinarse para diversos usos, el seleccionado para el diseño es un medio baño y una lavandería en la cual la mitad de ella se encuentra debajo

del segundo tramo de escalera, esta parte de altura menor se utilizará para la colocación de máquinas de lavar, centrifugadoras o secadoras, y en la parte más alta un lavadero de ropa.

No existirá en la lavandería problemas con la altura de piso a techo, ya que la zona de movilización se encuentra totalmente fuera de la proyección de la misma. Una opción extra que se puede dar, es que, si no se necesita un área de lavandería porque la misma se proyectará en algún área libre o en alguna proyección de construcción futura, esta podría convertirse en un pequeño estudio.

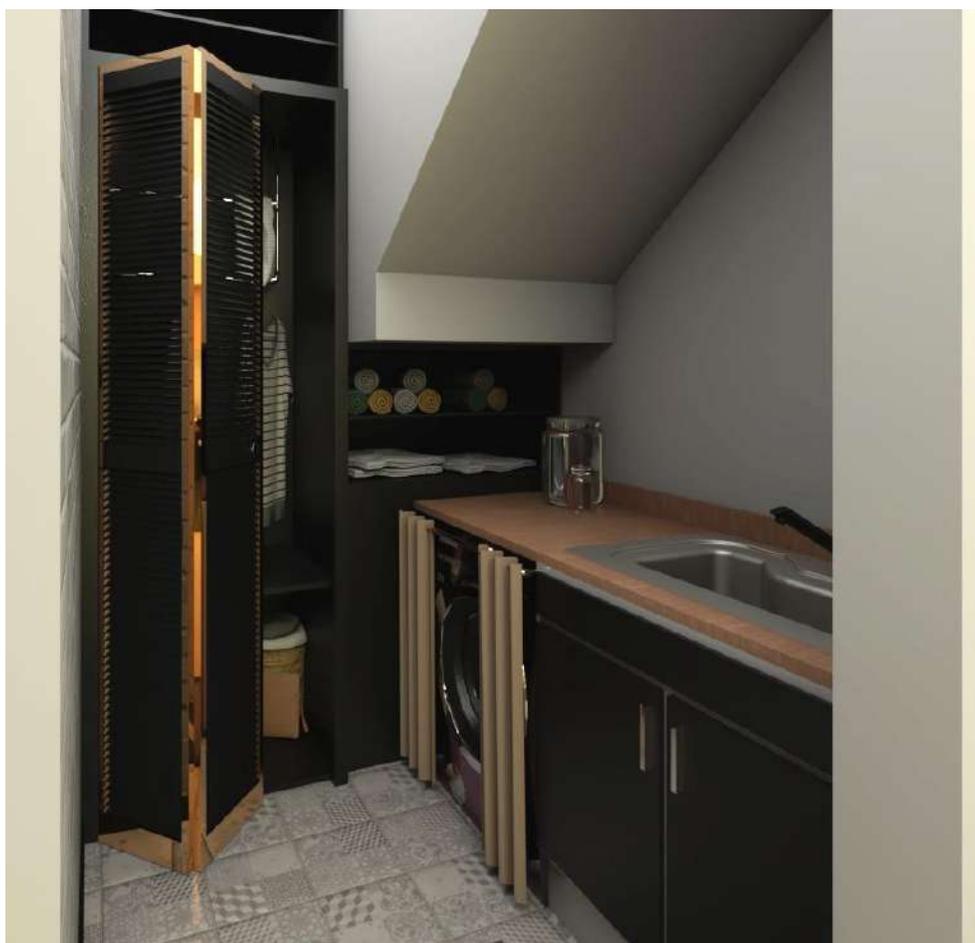


Figura 3.5. Vistas en perspectiva de la lavandería del primer nivel. Fuente: Propia.

Otra opción es que, si el usuario necesitará más dormitorios, no quisiera aumentar el tamaño de la construcción y estuviera de acuerdo con perder el medio baño, es fusionar la lavandería y el baño en un dormitorio extra en la planta baja.

Finalmente, para concluir con el nivel inferior, mencionaremos a la escalera, la cual se ideó de dos tramos para reducir su incidencia en área, respetando el paso mínimo de 25cm y la altura máxima de contrapaso de 18cm.

La escalera cuenta con dos descansos que se parten en dos pasos triangulares, ambos dentro de los límites de la normativa vigente. La escalera cuenta con cierta flexibilidad para sus pasos

pudiendo contar desde 15-17 pasos (estos incluyen el paso en la losa superior), de manera tentativa se selecciona 16 pasos por facilidades estructurales, con las dimensiones de paso y contrapaso descritas en el párrafo anterior.

Recordar que la misma deberá contar con barandas para proveer seguridad, los materiales de la misma, así como de todos los elementos mencionados con anterioridad se detallarán en el inciso de acabados.

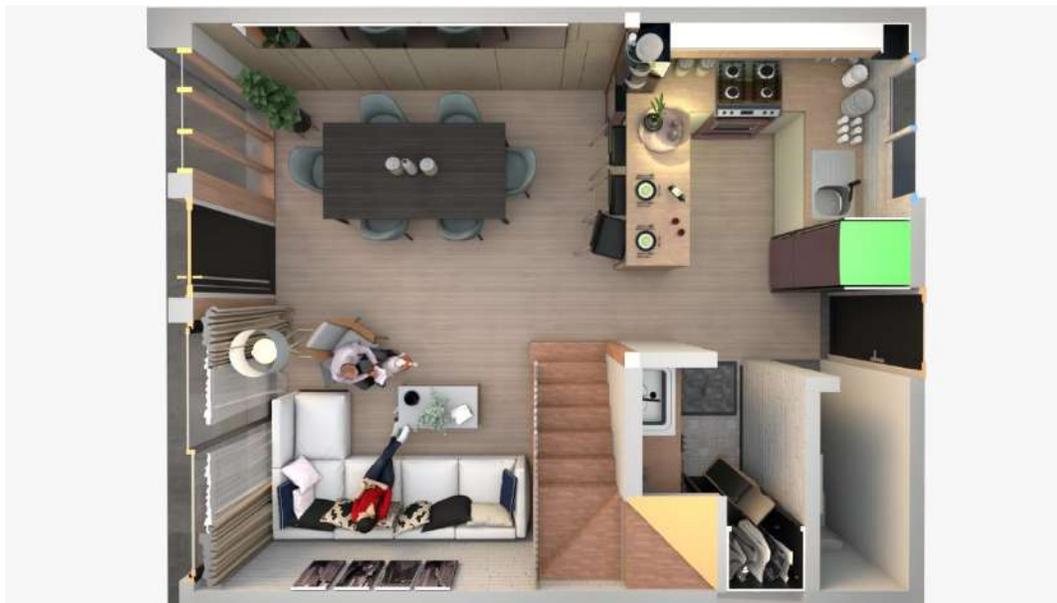


Figura 3.6 Vista en planta del primer nivel. Fuente: Propia.

Segundo nivel:

El segundo nivel al que denominamos inicialmente como nivel privado, es en su totalidad un nivel opcional, debido a que este piso superior se encontraran los dormitorios y los baños privados para los mismos, y tanto su elección en número como en área se han propuesto para un público objetivo en este caso una familia con 5 personas.

Estos mismos ambientes podrían incorporarse en las áreas libres que cuente el lote si no se desea su construcción. Sin embargo, para efectos del modular propuesto trabajaremos en la misma área del primer nivel.

El ingreso es único y se da por la escalera que empieza en el primer nivel, al terminar esta nos encontramos con un pequeño pasadizo de distribución, que repartirán a los 3 dormitorios (2 secundarios y 1 principal) además de al baño compartido.

El pequeño pasadizo contará con iluminación debido a que al final del mismo encontraremos un pequeño muro cortina o en su defecto una ventana, además dejara una pequeña área libre de un ancho de 90cm que podrá ser utilizada para el fin que defina el usuario, comúnmente almacenamiento y brindar mayor estética.

Los dormitorios secundarios son cuasi idénticos entre sí, y cuentan aproximadamente con la misma área, al ingresar por la puerta nos encontramos con un amplio closet, con el suficiente

espacio como para almacenar no solo ropa sino elementos diferentes que necesitaran guardarse u opcionalmente un área de estudio que podría contar con una mesa y 1 o 2 sillas.

Mencionando las áreas de estudio los cuartos secundarios cuentan también con la misma esta puede estar compuesta por una amplia mesa y una o dos sillas, se recomienda instalar una mesa con cajoneras laterales para aumentar el área de almacenaje inmediato.

El área de estudio se encuentra ubicada al tabique de separación con el pasadizo dejando de este modo área suficiente para una cama de plaza y media o literas de la misma dimensión. Si el usuario lo requiriera podría sacrificar el área de estudio para colocar camas de mayores dimensiones aceptando inclusive una cama tipo King -aunque por efectos prácticas y por el público objetivo esto sería poco usual-.

Para la iluminación y ventilación de los dormitorios se cuenta en el frente un muro cortina compuesto en parte por ventanas batientes con el mismo estilo (para no afectar la fachada), y en la parte posterior una ventana, con las dimensiones suficientes como para cumplir con su propósito. Ambos deberán ir con cortinas para aumentar la privacidad y el confort de los ocupantes, solo se deberá tener ligero cuidado en escoger aquellas que tengan concordancia con la fachada.





Figura 3.7 Vista en perspectiva de los dormitorios secundarios. Fuente: Propia.



Figura 3.8 Vista en planta del segundo nivel. Fuente: Propia.

Se recomienda adicionalmente, ubicar repisas y estanterías empotradas en los tabiques para aumentar la utilidad de los dormitorios, sobre todo en el área de estudio.

Los dormitorios secundarios como mencionamos compartirán un baño completo, el cual estará compuesto por un inodoro, un lavabo y una ducha. En el lavabo se adiciona cajonería inferior para el almacenaje de utensilios de limpieza como toallas, jabones, champú, entre otros. De igual

manera es necesario adicionar un espejo sobre el lavabo y si se requiera un estilo más moderno y personalizado podría colocarse una pequeña pestaña/repisa sobre el mismo en el cual empotrar luces que otorguen iluminación de manera directa al mismo.

La ducha por su parte es un ambiente amplio con la salida empotrada en el muro lateral derecho, el cerramiento de la misma se recomienda realizarlo con vidrio templado específico para este uso, y una pequeña puerta de vidrio deslizante. En su defecto y si se requiera ahorra costos podría colocarse policarbonato solido o similares, o finalmente cortinas de baño pero que cuenten con un sardinel debajo de ellas para una correcta limitación del agua de baño.

En su ejecución se debe tener en cuenta en crear una ligera pendiente para la evacuación de agua que se dirija al sumidero. La ubicación de este último debe encontrarse siempre frente a la salida de agua, lo más alejado de esta, y no debajo de la misma.

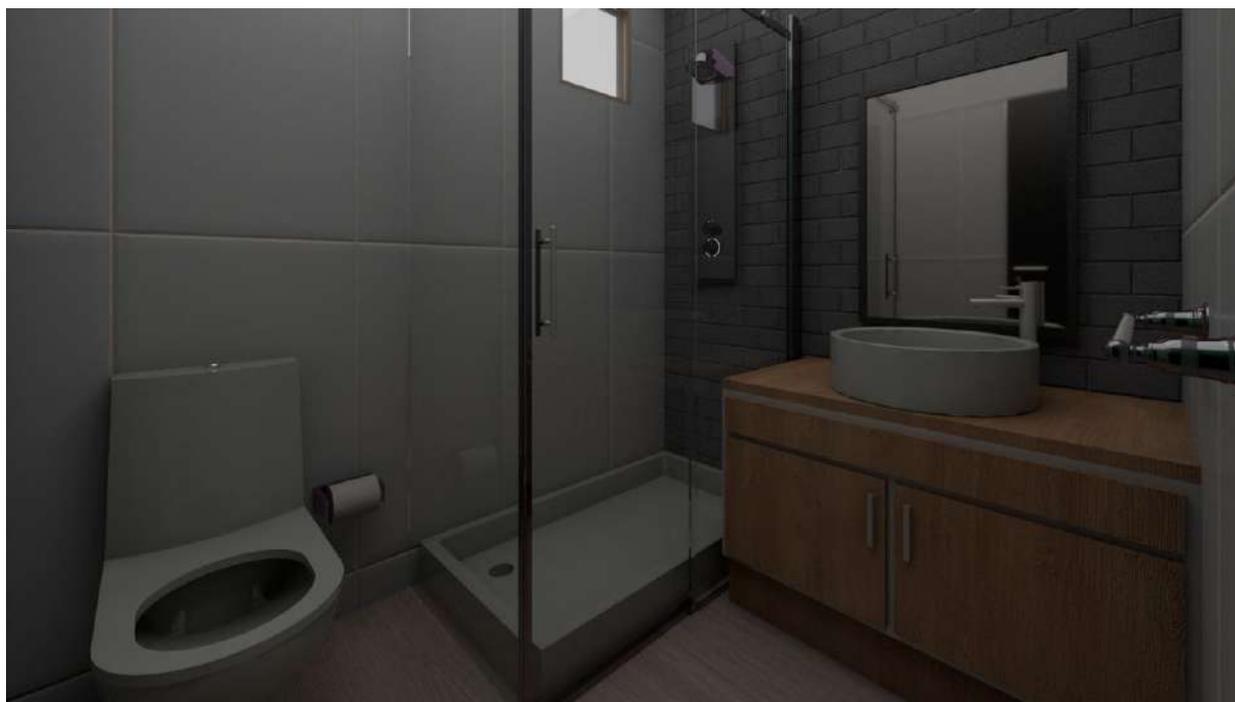


Figura 3.9 Vista en perspectiva del baño compartido. Fuente: Propia.

El dormitorio principal finalmente sacrifica parte de su área total para crear un cuarto de baño completo, muy similar al descrito anteriormente. Como se menciona recurrentemente en el escrito si el usuario necesitar más espacio en el dormitorio y decidiera prescindir del baño mencionado podría realizarse sin inconvenientes, significando una menor inversión en la construcción.

La última acotación mencionada en el párrafo anterior puede realizarse, pero debe tomarse en cuenta la densidad de personas que existirán en la propiedad, por lo cual no se recomienda realizarla si existen 4 o más personas en la vivienda.

Finalmente, el interior del dormitorio principal es bastante similar a los secundarios, pero tiene una diferencia que radica en la mampara con baranda que posee. Se opta por no aumentar un

balcón ya que la creación del mismo incrementaría el precio del módulo, pero aquello no significa que pueda realizarse, solo se deberá tomar en consideración en cálculos estructurales extra, y por ende el sistema constructivo que se elija.

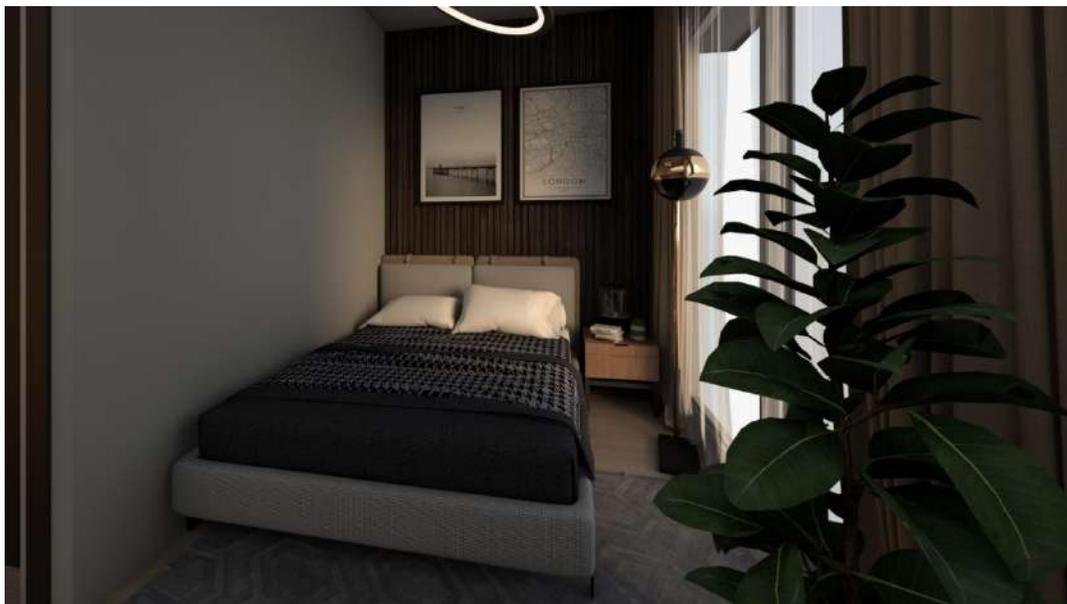


Figura 3.10 Vistas en perspectiva del dormitorio principal. Fuente: Propia.

Fachada:

Cuando nos referimos en este inciso a la fachada hacemos referencia a la fachada frontal, ya que, debido a la geometría de los lotes, este modular podrá presentar una expansión trasera, generando esta última que no se requiera de una fachada posterior.

En el caso excepcional que se requiera de una doble fachada, el modular tiene la capacidad de adaptarse para generarla añadiendo pequeños elementos sobrepuestos que generen una mejor estética (estos elementos se definirán en párrafos posteriores).

Sin embargo, en esta tesis se prescindirá de crear una fachada posterior, aunque como recomendación si se ejecutará la misma esta debería llevar una volumetría similar a la frontal y sus materiales deberían tener concordancia del mismo modo.

En relación a la fachada propuesta se añade dos cuatro elementos, dos de borde y 2 centrales. Los primeros son los más relevantes pues cuenta con un mayor espesor, dicho espesor se encuentra por fuera del modular y sirva para generar una diferenciación de volumen, que sin ello la fachada se vería muy plana y con un aspecto no muy estético.

Estos elementos podrían llamarse columneta y vigueta falsas debido a que estructuralmente no aportan en nada y solo son estéticos pueden recrearse con cualquier material lo suficientemente resistente como soportar su propio peso y esbeltez (va del primer nivel hasta la azotea) además según las condiciones climáticas se recomienda realizarse de un material resistente al agua, al sol, etc.

Se recomienda que se enchape con piedra laja, o cerámico que asemeje la misma, el objetivo es crear un elemento de borde que tenga tanto presencia por sus colores oscuros como textura. La cara interna de estos elementos se puede revestir de madera especialmente tratada para soportar el exterior o nuevamente algún cerámico que asemeje la misma, deberá ser de un color opaco, pero no demasiado para no confrontar la paleta de colores usada, además se recomienda utilizar la madera en listones verticales para dar una apariencia de mayor altura.

En la parte interna de la vigueta falsa se puede colocar luminarias empotradas que le darán una mejor presencia a la fachada, sobre todo en las zonas cercanas al muro cortina o a la mampara frontal.

Los dos elementos centrales mencionados se ubicarán rodeando la entrada principal, la cual será una puerta batiente, se recomienda el uso de una puerta moderna que cuente con el mismo material (madera del tipo seleccionado) de la parte interior de los elementos de borde, o al menos algún material parecido, adicionalmente se propone una manilla vertical en la puerta para seguir generando ese aspecto moderno.

Retornando a los elementos centrales estos dos serán columnetas falsas, pero de un espesor mucho menor en relación 1:3 con los elementos de borde, estas diferencias de espesores expuestos crearán una mejor definición de los espacios.

Nuevamente estos elementos serán revestidos por los listones de madera o similares mencionados, entre estos dos elementos quedará parte del muro frontal el mismo también contará con este material, creando armonía en lo que se convertirá luego del elemento de borde en el principal centro de atracción de la fachada.

Recordando la fachada además estará compuesta por dos muros cortinas en la parte izquierda tanto en el primer y como segundo nivel, se dividirá en 3 franjas verticales para seguir creando sensación de mayor altura, y como se mencionó en incisos anteriores partes del mismo pueden convertirse en ventanas batientes o deslizables, pero intentado respetar las divisiones/montantes de acero o aluminio que permiten crear las franjas.

Como comentario adicional, la creación de los dos muros cortinas deben estar alineados precisamente uno sobre el otro, con el mismo ancho y ambos podrían fusionarse en uno solo, pero esto incrementaría el costo y por ello no se ha seleccionado esta opción. Caso similar sucede con las mamparas del lado derecho que a pesar de también estar alineadas una sobre otra, su colocación en un solo muro cortina fusionado quitaría utilidad y aumentaría el costo por ende no se lo recomienda.

Las mamparas podrán contar con pequeñas barandas externas, siendo opcional en el primer nivel, pero obligatoria en el segundo por seguridad. Además, si se desea aumentar la seguridad en el primer nivel la mampara inferior puede convertirse en un gran muro cortina fijo, solo con pequeñas ventanas deslizantes en la parte superior por temas de ventilación.

Definiendo las alturas de las mamparas y vidrios estas podrían llegar a medir 2.30m en el nivel inferior y 2.10m en el nivel superior, estas medidas son solo nuevamente referenciales, aclarando que no pueden descender de los 2.10m por funcionalidad y normativa arquitectónica.

Las partes del muro y vigas no mencionadas en los párrafos anteriores pertenecientes a la fachada serán tarrajeadas y pintadas con una pintura látex resistente al agua de color blanco

brillante. Este color terminará la paleta de colores de la fachada, permitiendo que los elementos adicionales cobren su relevancia en el fondo neutro propuesto.



Figura 3.11 Vista en perspectiva de la fachada. Fuente: Propia.

Recomendaciones de acabados y materiales:

Como el nombre de este inciso los insumos y materiales mencionados serán solo recomendaciones. Del mismo modo, gran parte desarrollada en los párrafos anteriores relacionadas con este tema, e inclusive algunos vinculados con distribución presentan el mismo criterio.

Se recomienda utilizar tabiquería liviana, ya que en el caso del sistema constructivo convencional las mismas solo presentan la función de cerramiento y no de soporte estructural (lo cual se confirmará en el inciso respectivo). Los techos del módulo se plantean planos debido a que generan una mejor estética, pero el principal motivo es el constructivo, ya que debido a que los modulares se plantean como replicables, se busca velocidad en la hora de la ejecución, utilizar un techo plano implica menores tiempo de encofrado debido a la practicidad y simplicidad que proveen.

Adicionalmente, el uso de un techo plano permitirá comparar adecuadamente los sistemas constructivos analizados ya que el sistema *Steel Framing* es conocido como muchos otros por entregar módulos con estas características.

El revestimiento de los muros será importante sobre todo para los exteriores debido a los climas que estará expuesto, lluvias fuertes y rayos de sol muy abrazadores. Por ende, se propone que sean recubierto de una pintura látex que trabaje bien ante tales condiciones y sean de fácil mantenimiento, si se opta por cierto acabados para darle una mejor apariencia a la fachada como por ejemplo los de madera, estos no deben ser de madera en sí, sino dar la apariencia de la misma con por ejemplo cerámicos texturizados (imitación de madera).

El color de la pintura es relevante ya que si se opta por un color claro como por ejemplo un blanco brillante, este dará mayor luminosidad a los ambientes, y dará la sensación de ambientes más amplios, por ello este debería ser nuestra primera opción, por otra parte contar con un color más opaco como un gris rata ligeramente oscuro o una gama tenue de lienzos entre caoba y champagne otorgarán al hogar una mayor recepción de calor proveniente del sol, lo que mantendrá a la vivienda caliente por más tiempo pero con el contra de que creará un aspecto más reducido en general.

Cabe resaltar que debido a que es una vivienda pequeña se recomienda el uso de una misma pintura para todos los muros internos, así como para los techos.

Los pisos por su parte, siguen un concepto similar, el primer nivel debería ser de un mismo enchapado como por ejemplo un cerámico de imitación de madera clara (tipo abedul o ligeramente más oscura), si es posible económicamente optar por cerámicos rectangulares estilo listón grueso o sino los clásicos cuadrados que creen esta perspectiva. El uso del cerámico facilitará la limpieza además que con la paleta de colores de los muros dará un aspecto moderno con uso de un bajo presupuesto.

Podría utilizarse cerámicos con colores tierra o arena como la terracota, si es que no satisficiera al cliente la opción anterior buscando la misma sensación. Además, se menciona que debido a que estos se encontrarán en el nivel público no deben ser texturizados ya que su uso complicaría la limpieza diaria.

El suelo del segundo nivel debe usar un cerámico similar al del primero solo se diferencian en el color, en este caso se opta por una cerámica imitación de madera gris, para dar la sensación de un ambiente más privado o en su defecto uno de una paleta de colores similar.

No se descarta la opción de usar otros tipos de revestimiento como lo son el parque, o el laminado, pero debido a que estos presentan más inconvenientes tanto económicos o de funcionalidad no se los considera como primera opción, aunque podrían utilizarse con las precauciones necesarias.

Los marcos de las puertas, ventanas u otros elementos similares se preferirán de aluminio de madera tratada para el agua de colores oscuros para generar un contraste con los muros, aunque aquellas que se encuentren en el interior podrán ser de un color parecido a la madera abedul para generar el estilo moderno que se busca.

Las luminarias se recomiendan de bombilla básica por ser más económicas y prácticas, aunque se requiere pueden ser empotradas y planas en los techos para lograr un aspecto más pulcro de los techos, considerando que las mismas no suelen ser muy caras pero que su cambio es mucho más tedioso.

Para finalizar este pequeño inciso, se vuelve a mencionar que todos los párrafos de acabados o selección de materiales son meramente recomendaciones que buscar crear un ambiente moderno, pulcro, accesible, aunque el cliente puede optar por algo totalmente diferente y del mismo modo lograr un resultado sorprendente debido a la adaptabilidad del modelo presentado.



Figura 3.12 Vistas en corte del módulo básico unifamiliar. Fuente: Propia.

3.2 Diseño estructural

3.2.1 Estructuración y predimensionamiento de la vivienda convencional.

Anteriormente se ha presentado la arquitectura de la vivienda básica de dos niveles, la cual consta de espacios básicos como son la sala, comedor, baños y dormitorios, considerados esenciales para cubrir las necesidades básicas de una familia de cinco personas. A continuación, se presentará la estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales de la vivienda, correspondientes al sistema convencional. Esto se realiza con el objetivo de obtener los insumos necesarios en esta partida. Cabe resaltar que los diseños estructurales se realizarán con ayuda del software especializado de diseño en concreto armado ETABS y con el apoyo de hojas de cálculo creadas por los estudiantes en Excel.

Se presenta la estructuración inicial de la vivienda, en donde se consideraron seis columnas, cuatro esquinadas conectadas mediante vigas perimetrales y dos ubicadas al centro de los ejes A y C. Interiormente se tienen vigas que separan los ambientes del primer nivel. La zona del baño común y del baño del dormitorio principal poseen losas macizas, esto con la finalidad de simplificar las instalaciones sanitarias durante la ejecución de la obra. La azotea posee solo losa aligerada unidireccional. Las losas macizas colocadas en el techo del primer nivel, fuera de las zonas de los baños, cumplirán la función de permitir el uso del techo plano para todo el primer

nivel, simulando así el comportamiento de una vivienda modular. A continuación, la figura 3.13 muestra la estructuración final de la vivienda básica unifamiliar

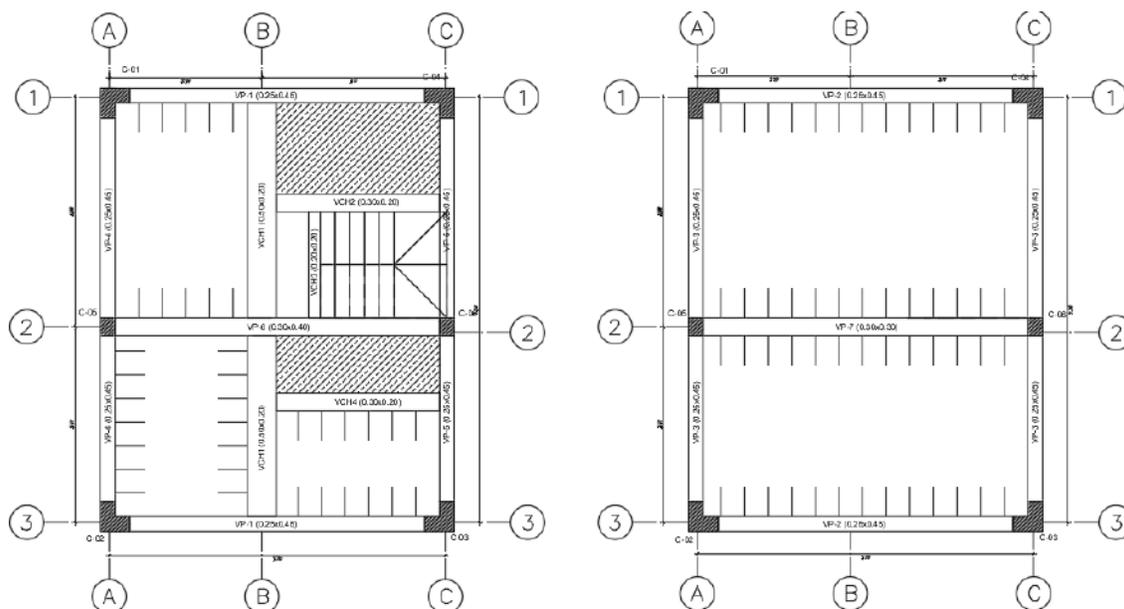


Figura 3.13. Estructuración de la vivienda en base al plano arquitectónico. Fuente: Propia.

El predimensionamiento de los elementos estructurales serán explicados de manera personalizada para cada uno de ellos, esto con la idea de tener una idea general de sus diseños. Los cálculos presentados se generalizan para cada tipo de elemento estructural:

Vigas perimetrales:

El peralte de las vigas, en este caso perimetrales, se predimensionan teniendo en consideración que este deberá encontrarse entre la décima y doceava parte de la luz libre analizada. De las vigas principales perimetrales, se tiene que la mayor luz es de 6.00 m, correspondiente a la viga frontal ubicada en los ejes 1 y 3, entonces el predimensionamiento del peralte se obtiene mediante la expresión antes descrita. De esto se escogió un peralte de 0.45 m para todas las vigas perimetrales esto debido a que, según la arquitectura, la distancia de piso a fondo de viga debe ser como mínimo de 2.10 m. En cuanto al ancho, este representa entre el 30% y 50% del peralte correspondiente, por lo cual deberá encontrarse entre 0.135 m y 0.225 m, se escoge 0.25 m, ya que, por norma es el ancho mínimo para las vigas.

Vigas interiores:

En el caso de las vigas interiores, se tomaron las consideraciones de la Norma E.060 de Concreto Armado, y se consideró un ancho de 0.30 m y un peralte de 0.40 m para la viga del eje 2, siendo las demás de anchos variables y con peraltes del mismo espesor. Como ya se ha mencionado anteriormente, la finalidad en la vivienda es obtener un techo que respete íntegramente la arquitectura planteada, por lo cual deberá tratarse de que los aligerados o las losas macizas ubicadas interiormente posean el mismo espesor.

Losa aligerada:

El espesor de la losa aligerada se obtiene como la veinticincoava parte de la luz libre de un paño, en donde L representa la longitud en la cual trabajará la losa aligerada analizada. Al tener una longitud L de 3.6371 m, se obtiene un espesor mínimo típico de 0.17 m, sin embargo, para fines prácticos se escoge un espesor de losa aligerada de 0.20 m.

Losa maciza:

Para la losa maciza, se escogió un valor que se encuentra entre $L_1/40$ y $H_{aligerado}-0.05$, en donde L_1 representa el mayor lado del paño de la losa maciza y $H_{aligerado}$ el espesor escogido para el aligerado unidireccional, sin embargo, para tener la uniformidad anteriormente mencionada, se opta por un espesor de 0.2 m.

Columnas:

En cuanto a las columnas presentadas, la mayoría son esquinadas, por lo cual, el cálculo de sus dimensiones se obtiene mediante la división de la carga de servicio ($P_{servicio}$) y 0.35 veces la resistencia del concreto a compresión (f'_c). En donde la carga en servicio se obtiene mediante la multiplicación de la carga P , el área tributaria y el número de pisos. La carga P depende de la categoría de la edificación, en el presente caso, al tratarse de una vivienda, el valor de P es de 1000 kg/m². De la estructuración mostrada, se tiene un área tributaria de 11.25 m², y como se ha mencionado anteriormente, se cuentan con dos niveles de vivienda, entonces la carga de servicio obtenida es de 22 500 kg. Considerando una resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm², se calcula el área de la sección de la columna, obteniendo 306.12 cm².

El área escogida para la columna debe ser mayor o igual al área obtenida mediante estos cálculos. Se pudo escoger una columna de dimensiones mínimas de 0.25x0.25, sin embargo, para el control de las derivas de entrepisos y para proporcionarle rigidez a la vivienda, se optó por una columna en "L" en cada esquina. Las dimensiones de esta columna son de 0.50x0.50x0.25 m, esto con la finalidad de permitir que los aceros de refuerzo tengan la suficiente longitud de anclaje para generar momentos, lo cual será justificado más adelante. En cuanto a las columnas centradas en los ejes A y C, estas tienen una sección de 0.25 m x 0.30 m.

3.2.2 Modelamiento, análisis y diseño de los elementos de la vivienda convencional.

3.2.2.1 Modelamiento:

Ya con el plano estructural definido, se procede a verificar los requerimientos de la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente, es por esto que, se modela la estructura de la vivienda en el software de diseño en concreto armado ETABS. Para esto se necesita definir los materiales de los elementos estructurales, en el caso del concreto se eligen los siguientes parámetros básicos para el

concreto y el acero de refuerzo. Ver anexo 1, para la definición de las propiedades del concreto y el acero.

Vigas:

Las vigas se modelarán como un elemento tipo *frame* con el material de concreto definido anteriormente y con la sección correspondiente ya pre-dimensionada, cabe resaltar que se considerará una constante torsional nula. Estas vigas deberán diseñarse posteriormente de acuerdo a los resultados que se obtendrán después del análisis sísmico, es por esto que se define como material de refuerzo el acero definido anteriormente. Se toman en cuenta los recubrimientos correspondientes, 8cm en las vigas principales, en caso se tenga la presencia de un armado en dos capas, y 3 cm de recubrimiento en las vigas chatas. Ver anexo 1 para la definición de la viga VP-2 (0.25x0.45), así como la constante torsional nula y la definición del acero del refuerzo y los recubrimientos.

Columnas:

Del mismo modo, las columnas son modeladas como elementos tipo *frame* y se les asigna el material y la sección correspondiente de acuerdo a la estructuración y predimensionamiento anteriormente presentado. En este caso, al no tratarse de una sección simple, rectangular o cuadrada, se diseñará directamente en el ETABS, considerando un diseño posterior con el acero de refuerzo definido anteriormente en el programa. Ver anexo 1 para la definición de la columna C-05 (0.25x0.30).

Losa aligerada:

Las losas aligeradas creadas tendrán el tipo de modelado *membrane* de tipo *slab* y se le asigna un espesor despreciable para que luego se asignen las cargas manualmente de acuerdo al metrado que se realizará. Ver anexo 1 para la definición de la losa aligerada en el ETABS.

Losa maciza:

Las losas macizas tendrán el tipo de modelado *membrane* de tipo *slab* con un espesor de 20cm. En este caso si se considerará el espesor, por lo cual deberá tomarse en cuenta que, durante la asignación de cargas, ya no se contabiliza el peso propio de la sección. Ver anexo 1 para la definición de la losa maciza en el ETABS.

Después de la definición de los materiales y los elementos correspondientes a la estructuración finalizada en el plano estructural, se procede al modelamiento en el ETABS. Cabe resaltar que en el modelamiento se consideraron los *releases* en los extremos de las vigas en donde no se generarán momentos debido a la falta de una longitud de desarrollo para el acero de las vigas. Dichas longitudes se obtienen de acuerdo al diámetro de las barras a utilizar, así como a la resistencia a la compresión del concreto, esto se tiene en la figura 3.14:

Barra	db (cm)	Ab (cm ²)	f_c (kg/cm ²)			
			210	280	350	420
			Ldg (cm)	Ldg (cm)	Ldg (cm)	Ldg (cm)
8 mm	0.80	0.50	18	15	14	12
3/8"	0.95	0.71	21	18	16	15
1/2"	1.27	1.29	28	24	22	20
5/8"	1.59	2.00	35	30	27	25
3/4"	1.91	2.84	42	36	32	30
7/8"	2.22	3.87	49	42	38	34
1"	2.54	5.10	56	48	43	39
1 3/8"	3.58	10.06	79	68	61	56

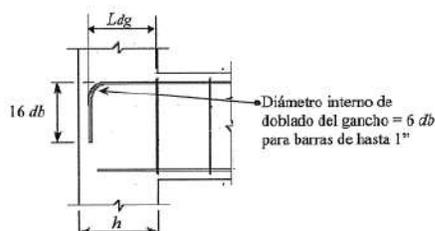


Figura 3.14. Longitud de desarrollo para los aceros de refuerzo. Fuente: Diseño en Concreto Armado, Otazzi, 2016.

También se le asignaron los brazos rígidos al modelo final para obtener así el diagrama de fuerzas cortantes y momentos a la cara de los elementos estructurales. El modelado de la estructura se muestra a continuación, en la figura 3.15:

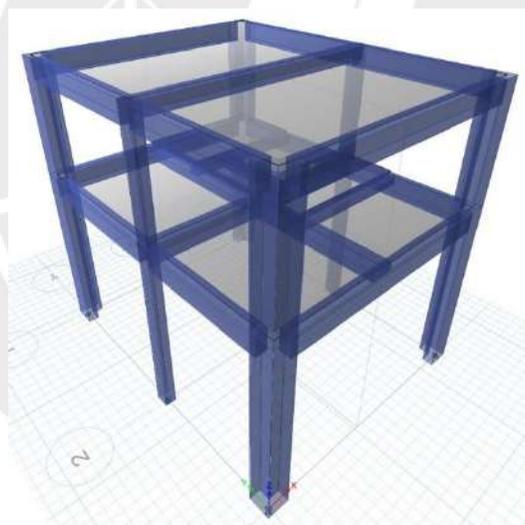


Figura 3.15. Modelamiento final en el ETABS. Fuente: Propia.

Después de obtener la estructura ya modelada en el ETABS, se procede a la asignación de las cargas correspondientes, de acuerdo al metrado realizado, para lo cual se definieron los casos de carga muerta y viva en el software. Para el caso de la losa aligerada, en cuanto a la carga muerta, se les asignará 300 kg/m² de peso propio y 100 kg/m² de piso terminado. En cuanto a la carga viva, siguiendo los lineamientos de la Norma E.020 Cargas, la sobrecarga para el caso de viviendas es de 200 kg/m² en los pisos típicos y de 100 kg/m² para la azotea. En el caso de las losas macizas del techo del primer nivel, se considera el piso terminado de 100 kg/m² y una carga viva de 200 kg/m². Ahora, para el análisis por sismo, se debe de considerar el lugar en el cual se planean

construir las viviendas modulares, ya que la función de esta tesis es compararlos con las viviendas convencionales. Para este caso, se selecciona la zona de la costa, distrito de Carabayllo y, de acuerdo a información de estudios de mecánica de suelo del lugar, se considera un suelo tipo S2.

3.2.2.2 Análisis sísmico:

Análisis preliminar:

De las irregularidades existentes para las viviendas de concreto armado, según la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente, tres de ellas son evaluables preliminarmente mediante el uso del plano en formato *.dwg*: Irregularidades por esquinas entrantes, discontinuidad por diafragma y sistemas no paralelos. Sin embargo, al ser una vivienda no muy amplia y de dos niveles, estas irregularidades quedan descartadas. Se define el espectro de diseño en base a los parámetros de la zona de análisis. Ver anexo 2 para la definición del espectro de diseño en el Excel y el anexo 1 para el ETABS. Dentro de los casos de sismo considerados en el software de diseño, se toma en cuenta la categoría de la edificación para obtener qué porcentaje de la carga muerta y viva considerar. Al ser de categoría C, perteneciente a viviendas, se considera el 25% de la carga viva y la carga muerta completa. Ver anexo 1 para la definición de los porcentajes de carga muerta y viva en la fuente de masa, así como la definición de los casos de sismo con excentricidades del 5%. En cuanto a los casos modales, se consideran tres grados de libertad por nivel, al tener una edificación de dos niveles definidos, se toman seis casos modales como máximo y tres como mínimo. Ver anexo 1.

En la definición de las cargas de sismo, se usa el espectro creado anteriormente y un factor que se obtiene de la multiplicación del factor de zona (Z), factor de uso (U), factor de suelo (S) y la gravedad entre el factor R que depende del sistema estructural. De esto se obtiene un factor de 0.5794. (Ver anexo 1) Seguido a esto se definen los casos de carga de derivas, en donde los factores de escala cambian y se obtienen de la multiplicación del factor antes calculado por 0.75R para estructuras regulares y por 0.85R para estructuras irregulares. Como se tiene una estructura regular, se obtiene 3.4764. (Ver anexo 1)

Análisis de resultados preliminares:

Después de analizar la estructura mediante el programa con los parámetros anteriores ya establecidos en el modelo ETABS, se obtienen los periodos de cada modo, así como los porcentajes de participación, esta tabla se encuentra en el anexo 2.

En cuanto a la verificación del sistema estructural de la vivienda, este procedimiento no es necesario porque desde un inicio, al contar solo con vigas y columnas, se tiene que la vivienda posee un sistema estructural de pórticos. Se procede a analizar las derivas de entrepiso del modelo planteado, para ambos ejes. Los resultados se encuentran en el anexo 2.

Según la norma E.030, para las estructuras de concreto armado se tiene un límite de derivas que no se debería sobrepasar, esto se muestra en la tabla N° 11 de dicha norma. Como se tiene una deriva máxima de 0.005961 para la dirección X y de 0.005017 para la dirección Y, se puede concluir que la estructura cumple con los límites para distorsión de entrepiso. Ahora, se analizan algunas restricciones de la Norma E.030 para la edificación tipo C y de Zona 4, según la tabla N°

10 de dicho documento. Como la edificación es de categoría C y se encuentra ubicada en la zona 4, se tiene que no debe presentar regularidades extremas, por lo cual, se procede a verificar la irregularidad en planta torsional. Según la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente (2018), para que exista este tipo de irregularidad, el máximo desplazamiento de entrepiso en un extremo del edificio debe ser 1.3 veces mayor al desplazamiento relativo del centro de masas del entrepiso en cuestión. De las tablas obtenidas del ETABS, se tienen las ratios para cada dirección, mostrados en el anexo 2.

Según la norma, este criterio se aplica para las edificaciones que poseen un máximo desplazamiento relativo de entrepiso mayor al 50% del máximo desplazamiento permisible. De las derivas mostradas se pasa el valor de 0.0035, sin embargo, al ser todas las ratios menores a 1.3, se tiene que la edificación es regular por torsión. Ahora, se calculará la irregularidad en altura. Para el caso de la irregularidad de masa, según la Norma E.030, se da cuando el peso de un piso es mayor a 1.5 veces el peso de un piso adyacente, sin contar azoteas ni sótanos, sin embargo, esta evaluación no se realizó debido a que la vivienda cuenta solo con dos niveles. Ahora, se verificará la irregularidad por piso blando, la cual se cumple cuando, según la Norma E.030, se tiene que la rigidez de un entrepiso es menor que el 70% del superior y cuando la rigidez del mismo entrepiso es menor al 80% del promedio de los tres superiores siguientes. De la verificación de ETABS, se tienen los resultados de piso blando para ambas direcciones de análisis con las excentricidades correspondientes. (Ver anexo 2) Se verifica que no hay irregularidad de piso blando.

Al no tener ningún tipo de irregularidad extrema, se cumple con los requerimientos establecidos por la norma para la edificación tipo C y ubicada en la zona 4. Se procede a calcular la separación mínima entre edificios, ya que se considera la réplica masiva de esta vivienda en la zona de análisis. Según la Norma E.030, esta separación se calcula tomando en cuenta debe ser mayor a $2/3$ del desplazamiento máximo y cuyo cálculo mediante $0.006h$, en donde h es la altura total de la vivienda, deberá ser mayor a 3 cm. Se presentan los cálculos de la separación, considerando los argumentos mencionados anteriormente, en el anexo 2.

Determinación de la cortante de diseño:

Se obtiene el peso de cada nivel (ver anexo 2) y se observa que el peso por metro cuadrado es cercano a 1 tn/m^2 , a excepción de la azotea. Ahora se necesitan los periodos de vibración de la estructura, el valor de C , C_{\min} y la cortante dinámica. Todos los resultados se muestran en el anexo 2 de la presente tesis.

De acuerdo a la Norma E.030, la cortante dinámica deberá ser mayor al 80% de la cortante estática para estructuras regulares y mayor al 90% de la cortante estática para estructuras irregulares. La tabla de resultados mostrada en el anexo 2 da a conocer los valores calculados de las cortantes estáticas y dinámicas obtenidas del modelo y, en caso se necesite, el factor de amplificación para hallar la cortante de diseño. Se observa que, en ambas direcciones, la cortante dinámica es mayor al 80% de la cortante estática, por lo cual no se requiere un escalamiento para tener el mínimo requerido según la norma. Por último, se verifica la cortante de diseño. (Anexo 2)

3.2.2.3 Diseño de los elementos estructurales:

Para el diseño de los elementos estructurales, se tendrán que definir las combinaciones de diseño en el ETABS, según la Norma E.060 de Concreto Armado. El diseño de los elementos estructurales se realizará con la envolvente de las cinco combinaciones, es decir con la superposición de los diagramas y los valores máximos, ya sea de momentos flectores o fuerzas cortante. A continuación, para tener la justificación de los diseños estructurales de cada elemento de la vivienda, se procede a presentar un diseño típico de cada elemento:

Viga (Eje A, primer nivel):

Para el diseño sísmico de las vigas de la edificación se tendrán en cuenta las disposiciones señaladas en la norma E.060 de Concreto Armado, capítulo 21.

Diseño por flexión:

Después de la obtención de los valores de los momentos flectores de las vigas en el software, se procederá a calcular el acero requerido por flexión, el cual se obtendrá mediante el método del bloque de compresiones y con el equilibrio del sistema, según requerimientos de la norma E.060 de Concreto Armado. Una vez obtenido el acero requerido mediante los momentos extraídos del ETABS, se verifica que este sea mayor al acero mínimo y menor al máximo.

Acero mínimo:

Según la Norma E.060 de Concreto Armado: “*En cualquier sección de un elemento estructural- excepto en zapatas y losas macizas-sometido a flexión, donde por el análisis se requiero refuerzo de acero en tracción, el área de acero que se proporcione será la necesaria para que la resistencia de diseño de la sección sea por lo menos 1.2 veces el momento de agrietamiento de la sección bruta.*” Además, para las secciones rectangulares o secciones en T con el ala en compresión, se tiene que pueden ser calculadas mediante:

$$A_{smin} = 0.7 * \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} * b * d$$

Acero máximo:

Según la Norma E.060 de Concreto Armado: “*En elementos sujetos a flexión o flexo compresión en los cuales ϕP_n sea menor que $0.1f'cA_g$, el esfuerzo de acero en tracción no deberá exceder de $0.75A_{sb}$, donde A_{sb} es la cantidad de acero en tracción que produce la falla balanceada en la sección.*”

La Norma E.060 indica que el acero máximo es el 75% del acero balanceado:

$$A_{sb} = \frac{0.85f'c * (c_b * 0.85) * b}{f_y}$$

$$c_b = \frac{0.003}{0.0021 + 0.003} * d$$

Del mismo modo, se tiene la siguiente simplificación para el cálculo del acero máximo en secciones “T” con el ala en tracción:

$$A_{sm\acute{a}x} = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'c}{f_y} * \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) * b * d$$

Se tienen las siguientes consideraciones extraídas de la Norma E.060 de Concreto Armado:

- ✓ La viga deberá contar, por lo menos, con dos barras de refuerzo continuas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.
- ✓ Los empalmes traslapados no podrán ser realizados en la zona dentro de dos veces el peralte del elemento, contado desde la cara del nudo.
- ✓ La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no deberá ser menor a un tercio de la resistencia a momento negativo en dicha cara. Del mismo modo, la resistencia a momento positivo y negativo en todo el elemento debe ser mayor a la cuarta parte de la resistencia máxima proporcionada en la cara de los nudos.

Diseño por corte:

Se prueba que la fuerza cortante última, obtenida a una distancia “d” de la cara, pueda ser soportada por la capacidad a fuerzas cortantes de la viga. Dicha capacidad se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Esta resistencia del concreto deberá ser comparada con la fuerza cortante última, V_u , obtenida del diagrama de fuerzas cortantes del ETABS, en cada tramo analizado. Si se tiene que la fuerza cortante última es mayor a la resistencia del concreto, se necesitarán refuerzos por corte y este se calcula mediante:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

De donde, el espaciamiento se calcula mediante la siguiente expresión:

$$s = \frac{A_v * f_y * d}{V_s}$$

Adicionalmente, se tienen los siguientes espaciamientos, según el valor calculado de V_s :

$$Si V_s < V_{slim} \rightarrow S_{m\acute{a}x} = \frac{d}{2} \text{ ó } 0.6 \text{ m}$$

$$Si V_s > V_{slim} \rightarrow S_{m\acute{a}x} = \frac{d}{4} \text{ ó } 0.3 \text{ m}$$

De donde,

$$V_{slim} = 1.1\sqrt{f'c} * b * d$$

Según la Norma E.060 de Concreto Armado, se deben de cumplir también los siguientes requisitos mostrados:

- ✓ La zona de confinamiento de estribos debe de tener una longitud mínima de dos veces el peralte de la viga analizada.
- ✓ Los estribos deben de ser de 8 mm de diámetro como mínimo para barras longitudinales de 5/8", de 3/8" para barras longitudinales de 1" y de 1/2" para barras longitudinales de mayor diámetro.
- ✓ El primer estribo de confinamiento no puede estar situado a más de 10 cm de la cara de apoyo, comúnmente a 5cm.
- ✓ El espaciamiento debe ser el menor de:
 - d/4
 - 6 veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro instalada en la viga.
 - 24 veces el diámetro de la barra del estribo a utilizar.
 - 30 cm.

El diseño por capacidad se realizará para asegurar la falla por flexión antes que la falla por cortante, para lo cual, se utiliza el momento nominal de los extremos de las vigas, en donde se formarían las rótulas, para poder estimar el cortante máximo de diseño. Este diseño se aplica generalmente en vigas cortas o ubicadas entre dos placas.

Corte de acero:

Según la Norma E.060, se deberán de tener las siguientes consideraciones para lograr el adecuado desarrollo del acero:

- ✓ El acero deberá extenderse a una distancia igual al peralte efectivo o dos veces el diámetro de la barra longitudinal, más allá del punto de donde ya no es necesario. Aquí predomina la primera restricción en la mayoría de casos.
- ✓ Si existen dos o más bastones, el refuerzo que continua se debe extenderse una longitud mayor o igual a la longitud de desarrollo más allá del punto donde el esfuerzo ya no es necesario por cálculo.
- ✓ Por lo menos 1/3 del refuerzo respectivo del momento positivo se debe prolongar a lo largo de la misma capa hasta el apoyo (por lo menos 15 cm dentro del apoyo).
- ✓ Por lo menos 1/3 del refuerzo total por tracción del momento negativo debe tener una longitud embebida más allá del punto de inflexión, no menor a "d", 12 db o ln/13, el mayor de ellos.

Ejemplo de diseño:

Diseño de viga por flexión y corte:

Se presentará el diseño de la viga del segundo nivel en el eje 1, se presenta el metrado de carga muerta y viva de la viga del segundo nivel del eje 1, así como la viste frontal del eje con la envolvente de diseño (ver anexo 1).

Una vez obtenida la envolvente de momentos flectores, se procede a diseñar la viga, primero por flexión. La base tiene una medida de 25 cm, un peralte de 45 cm y un peralte efectivo de 37 cm. Entonces, de la teoría explicada anteriormente, para el acero mínimo:

$$A_{smín} = \frac{0.7 \sqrt{f'c} * b * d}{f_y}$$

$$A_{smín} = \frac{0.7 * \sqrt{210} * 25 * 37}{4200} = 2.234 \text{ cm}^2$$

Para el acero máximo:

$$c_b = \frac{0.003}{0.0021 + 0.003} * d$$

$$c_b = \frac{0.003}{0.0021 + 0.003} * 37 = 21.765 \text{ cm}^2$$

$$A_{sb} = \frac{0.85 * f'c * (c_b * 0.85) * b}{f_y}$$

$$A_{sb} = \frac{0.85 * 210 * (21.765 * 0.85) * 25}{4200} = 19.657 \text{ cm}^2$$

$$A_{smáx} = 0.75 * 19.657 = 14.742 \text{ cm}^2$$

Ahora, para el cálculo del acero requerido, primero se obtiene el diagrama de momentos flectores de la viga analizada, este diagrama es mostrado en el anexo 1 de la presenta tesis.

Se tiene:

- ✓ $M_u^+ = 6.9086 \text{ tn.m}$
- ✓ $M_u^- = -2.4524 \text{ tn.m}$

Entonces, para el momento positivo:

$$0.9 * A_{sr} * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right) = M_u \dots (1)$$

$$0.9 * A_{sr} * 4200 * \left(37 - \frac{0.85c}{2}\right) = 6.9086 \times 10^5 \dots (1)$$

$$0.85 * f'c * \beta_1 * c * b = A_{sr} * f_y \dots (2)$$

$$0.85 * 210 * 0.85 * c * 25 = A_{sr} * 4200 \dots (2)$$

De donde se obtiene:

$$c = 5.859 \text{ cm}$$

$$A_{sr} = 5.30 \text{ cm}^2 > A_{smín}$$

Del mismo modo, para el momento negativo, se obtiene:

$$c = 1.988 \text{ cm}$$

$$Asr = 1.79 \text{ cm}^2 < Asmín, \text{ se usa el mínimo}$$

Se comprueban los resultados obtenidos mediante el diseño realizado por el software. (anexo 1)

De acuerdo a la Norma E.060 de Concreto Armado, se deberán de correr dos varillas de acero en la parte superior e inferior de la viga, además que estas varillas corridas negativas deberán ser mayor a la tercera parte del acero negativo requerido en el nudo, por lo tanto:

$$As^- > \frac{5.30}{3} = 1.767 \text{ cm}^2$$

Se corren 2Ø5/8" superiores en la viga y 2Ø5/8" en la parte inferior. Se usarán bastones de Ø5/8" en la parte superior en los nudos izquierdo y derecho.

Ahora, para el corte del acero, se calculan los momentos nominales siguientes:

$$✓ \text{ 2Ø5/8"} \rightarrow \phi M_n = -5.310 \text{ tn.m}$$

Con los momentos nominales calculados, se procede a obtener los puntos de corte teóricos para el momento nominal calculado para este tramo. (ver anexo 1) Cabe resaltar que, al punto teórico de corte hallado mediante el ETABS, se le añadirá el mayor valor entre d y $12db$, sin embargo, se escogerá d debido a su mayor preponderancia en la mayoría de casos, $d=0.37$ m. Así, se obtiene la distribución de los aceros longitudinales de la viga del segundo nivel del eje 1, el resultado se presenta en el anexo 1.

De la imagen del diseño de la viga, se tiene que, al tener suficiente longitud de desarrollo en el extremo izquierdo y derecho, se considera las longitudes de anclaje a las columnas extremas mediante la tabla de anclaje con gancho estándar de la Norma Peruana E.060 de Concreto Armado mostrada en el anexo 2.

Ahora, se analizan las deflexiones. Se podrá prescindir del cálculo de las deflexiones si se cumple que el peralte es mayor a los recomendados en la tabla para el cálculo de deflexiones para vigas de la Norma E.060 de Concreto Armado. (anexo 2) De la tabla mencionada, el peralte mínimo se calcula con la división entre la luz libre y 18.5, de donde se obtiene 0.286 m. Como el peralte es mayor al mínimo indicado en la norma no se verificarán las deflexiones. Ahora, se realiza el diseño por corte. Se muestra en el anexo 1 el diagrama de fuerzas cortantes obtenido del ETABS para la viga del segundo nivel del eje 1.

La resistencia del concreto se calcula mediante:

$$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 25 * 37 = 6.039 \text{ tn}$$

En el primer tramo de la viga, la cortante última es de 5.2115 tn. Esta cortante última es menor a la resistencia del concreto, por lo cual se colocarán estribos mínimos. Adicionalmente, se considera lo estipulado en la Norma E.060, dentro de la zona de confinamiento:

- ✓ $d/4=9.25$ cm
- ✓ $8*5/8*2.54=12.7$ cm
- ✓ $24*0.95=22.8$ cm
- ✓ 30 cm

De donde se escoge un espaciamiento de 10 cm dentro de la zona de confinamiento, la cual es de dos veces el peralte, es decir, 1.1 m.

Para una separación de estribos de 10 cm, se calcula:

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{s}$$

$$V_s = \frac{2 * 0.71 * 4200 * 37}{10} = 22.067 \text{ tn}$$

Entonces,

$$\phi V_n = \phi V_s + \phi V_c = 24.796 \text{ tn} > 5.2115 \text{ tn.}$$

Para la zona fuera de confinamiento, se considera un espaciamiento máximo de la mitad del peralte efectivo, es decir, 18.5 cm, de forma simplificada se opta por un espaciamiento de 15 cm en la zona fuera de la longitud de confinamiento. Se verifica la relación entre momentos positivos y negativos. Según la Norma E.060, artículo 21.4.4.3: “La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que un tercio de la resistencia a momento negativo provista en dicha cara”.

Izquierda:

$$\checkmark M_{nudo}^+ > M_{nudo}^- / 3$$

$$A_s^- = 4 \text{ cm}^2 \rightarrow M_n = -5.900 \text{ tn.m}$$

$$A_s^+ = 6 \text{ cm}^2 \rightarrow M_n = +8.610 \text{ tn.m}$$

$$M_{nudo}^+ > \frac{M_{nudo}^-}{3}$$

$$8.610 > \frac{5.900}{3} = 1.967 \text{ tn.m (cumple)}$$

Derecha:

$$\checkmark M_{nudo}^+ > M_{nudo}^- / 3$$

$$A_s^- = 4 \text{ cm}^2 \rightarrow M_n = -5.900 \text{ tn.m}$$

$$A_s^+ = 6 \text{ cm}^2 \rightarrow M_n = +8.610 \text{ tn.m}$$

$$M_{nudo}^+ > \frac{M_{nudo}^-}{3}$$

$$8.610 > \frac{5.900}{3} = 1.967 \text{ tn.m (cumple)}$$

El diseño es el óptimo.

Columna (entre los ejes I-A):

Diseño por flexo compresión

El diseño de las columnas se realiza considerando cargas de gravedad y sismo, en ambas direcciones (X e Y). Se presentará el diseño de la columna analizada, la cual se encuentra en la intersección de los ejes 2-A y posee una sección de dimensiones 25 x 30. Se obtienen las cargas estáticas y sísmicas del programa ETABS y se organizan en la tabla mostrada en el anexo 2. Cabe considerar que las solicitaciones presentadas se encuentran en la parte inferior de la columna:

De acuerdo a los lineamientos de la Norma de Concreto Armado E.060, se consideran ciertas combinaciones para el diseño, con el sismo en ambas direcciones, los resultados son mostrados en el anexo 2.

Considerando una cuantía mínima de acero del 1%, se colocan inicialmente 4 barras de Ø3/4", lo cual da una cuantía de 1.51%, ideal para empezar el análisis. Con la distribución mostrada de los aceros verticales, se procede a obtener el diagrama de interacción, siempre considerando los ejes locales de la columna analizada. Se obtienen los diagramas de interacción para cada sentido de sismo, M22 para el sismo en dirección Y y M33 para el sismo en dirección X y se verifica que las solicitaciones presentadas anteriormente se encuentren dentro de dicho diagrama, como se muestra en el anexo 1.

Todos los puntos de las combinaciones se encuentran dentro del diagrama de interacción, por lo tanto, el diseño cumple con las solicitaciones de carga de cada combinación. Se realiza la verificación de que la distribución de aceros en la columna no exceda el límite impuesto por la norma en el inciso 10.3.6.2 para columnas con estribos:

$$\phi Pn \text{ máx} = 0.80 \phi (0.85 f'c (Ag - Ast) + fy Ast)$$

De donde:

- ✓ $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ $Ag = 25 \times 30 = 750 \text{ cm}^2$
- ✓ $Ast = 4 \times 2.84 = 11.36 \text{ cm}^2$
- ✓ $fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$$\phi Pn \text{ máx} = 0.80 \phi (0.85 f'c (Ag - Ast) + fy Ast)$$

$$\phi Pn \text{ máx} = 0.80 * 0.7 * (0.85 * 210 * (750 - 11.36) + 4200 * 11.36) = 100.553 \text{ tn}$$

Según el diagrama de interacción presentado anteriormente, se tiene una resistencia de diseño de 100.308 tn, lo cual es menor al máximo exigido según norma.

Verificación de esbeltez

Según la norma E.060, en el artículo 10.11.5, se determinará la esbeltez de la columna, elemento en compresión, para garantizar que esta no sea superior a 100. La esbeltez se define mediante:

$$\frac{k * lu}{r}$$

De donde L_u es la longitud no apoyada del elemento y se toma como la distancia libre entre losas de entrepisos, vigas u otros elementos que son capaces de proporcionar apoyo lateral al elemento en compresión; y r es el radio de giro de la sección transversal del elemento en compresión. Se toma como 0.3 veces la dimensión en la dirección analizada según el artículo 10.11.2 de la Norma E.060.

Los resultados son mostrados en el anexo 2.

Diseño por flexo compresión biaxial:

La norma indica que, cuando existen momentos flectores simultáneos en ambos ejes de la columna, se realiza un diagrama de interacción o se emplean las siguientes ecuaciones, aplicables solo para columnas rectangulares con armadura longitudinal simétrica.

Si $P_u \geq 0.1\phi P_{no}$

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_{no}}$$

Si $P_u < 0.1\phi P_{no}$

$$\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \leq 1$$

En donde:

- ✓ P_u : Carga axial última de diseño.
- ✓ M_{ux} : Momento último de diseño respecto al eje X
- ✓ M_{uy} : Momento último de diseño respecto al eje Y
- ✓ ϕP_{nx} : Resistencia de diseño bajo la acción única de momento en X ($e_y=0$)
- ✓ ϕP_{ny} : Resistencia de diseño bajo la acción única de momento en Y ($e_x=0$)
- ✓ ϕP_{no} : Resistencia de diseño bajo la acción única de carga axial ($e_x=e_y=0$)
- ✓ ϕM_{nx} : Resistencia de diseño respecto al eje X
- ✓ ϕM_{ny} : Resistencia de diseño respecto al eje Y

Para la columna C1 analizada, se usa la combinación $1.25(CM+CV)+SX$ DISEÑO, ya que esta genera el mayor momento. Además, se tiene:

- ✓ $\phi P_{no} = 100.308 \text{ tn}$
- ✓ $P_u = 22.78 \text{ tn} \rightarrow 22.78/100.308 = 0.227 > 0.1$, se usa la primera fórmula:

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_{no}}$$

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{100.308} + \frac{1}{100.308} - \frac{1}{179.559}$$

$$P_n = 69.592 \text{ tn}$$

Entonces, la resistencia de diseño $\phi P_n = 69.592$ tn es menor a la máxima ϕP_n que se puede tener en un elemento a flexo compresión biaxial, por lo tanto, el diseño final por flexo compresión queda con 4Ø3/4".

Diseño por corte

Columna C5

Se evalúan los requerimientos de estribos en base al análisis elástico en la estructura. El aporte del concreto se define mediante:

$$V_c = 0.53 * f'_c * \left(1 + \frac{N_u}{140A_g}\right) * b * d$$

El requerimiento del acero se calcula mediante:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Se determina la zona de confinamiento, según los criterios de la Norma E.060:

- ✓ $H_n/6 = 4.2/6 = 0.70$ m
- ✓ Mayor dimensión transversal: 0.3m
- ✓ 0.5m

La zona de confinamiento tendrá una longitud de 0.70m.

El espaciamiento de los estribos dentro de la zona de confinamiento será el menor de:

- ✓ $6db$ menor = $6 * 3/4 * 2.54 = 11.43$ cm
- ✓ La mitad de la dimensión mayor: 15 cm
- ✓ 10cm

La zona de confinamiento tendrá un espaciamiento de 10cm.

El espaciamiento fuera de la zona de confinamiento debe ser el menor de los siguientes valores:

- ✓ $10db$ menor = $10 * 3/4 * 2.54 = 19.05$ cm
- ✓ 25cm
- ✓ Menor dimensión: 30cm

El espaciamiento fuera de la zona de confinamiento será de 15cm. Debido a la pequeña dimensión de la columna, se colocará un estribo de 3/8" cumpliendo así con que la distancia entre las ramas de los estribos sea menor a 35 cm. Por lo que el estribaje mínimo queda definido como 1 estribos de 3/8" 1@0.05m, 7@0.1m, resto @0.15m.

En el artículo 21.4.3 de la Norma E.060, se indican los procedimientos para el cálculo de V_u de diseño:

a) Considerando:

$$V_u = \frac{M_{ni} + M_{ns}}{H_n}$$

Se considerará las estaciones de ETABS 0 y 4.20, es decir, las ubicaciones inferior y superior, las cuales son prácticamente iguales. Para obtener los valores de M_{ni} y M_{ns} se hará uso del diagrama de interacción de la columna para la el sismo en Y se revisará el diagrama M33 con los momentos no reducidos, es decir, excluyendo el valor de ϕ .

Así, con el P_u que genera el mayor momento nominal, se determina la cortante de diseño mediante:

$$V_u = \frac{7 + 7}{4.20} = 3.333 \text{ tn}$$

b) Considerando la combinación:

$$V_u = 1.25V_{cm} + 1.25V_{cv} \pm 2.5V_{sismo}$$

De las solicitaciones de la columna C1 del Etabs (anexo 2), se obtienen las cortantes requeridas:

$$V_u = 1.9143 \text{ tn}$$

$$V_u = -1.8353 \text{ tn}$$

De donde se escoge el mayor en valor absoluto, es decir, 1.9143 tn. Al comparar con la cortante última calculada a raíz de los momentos nominales, se escoge el menor para el análisis, es decir, 1.9143 tn. Se calcula el aporte del concreto:

$$V_c = 0.53 * 210 * \left(1 + \frac{23314.9}{140 * 750}\right) * 25 * 26 = 88.409 \text{ tn}$$

El cual es mayor a V_u , entonces basta con la distribución de estribos calculada anteriormente, cabe resaltar que para este análisis se usarían 2 ramas de estribos. Con la distribución anterior se realiza la verificación:

$$V_c = 88.409 \text{ tn}$$

$$V_s = \frac{2 * 0.71 * 4200 * 26}{10} = 15.506 \text{ tn}$$

Es decir:

$$\phi V_n = 0.85 * (88.406 + 15.506) = 88.325 \text{ tn}$$

Lo cual es mayor a la cortante última hallada anteriormente.

Losa aligerada del techo del primer nivel:

Para el diseño de las losas aligeradas, estas deben ser modeladas en el ETABS como vigas simplemente apoyadas. En el anexo 1 se muestra el modelamiento de todas las viguetas de la vivienda y la vigueta y la vigueta mostrada en los cálculos posteriores. Las cargas aplicadas en la vigueta modelada se distribuyen considerando un ancho típico de 40 cm. Para la carga muerta considerar, de la Norma E.020, un peso de 300 kg/m^2 para el aligerado de 20 cm de alto y un piso terminado de 100 kg/m^2 . De esta manera se obtiene la carga muerta distribuida de 160 kg/m y la carga viva distribuida de 80 kg/m .

Las propiedades de los materiales, tanto del acero de refuerzo y del concreto, son los definidos anteriormente para el modelamiento de la vivienda completa. De esta manera, para la vigueta principal entre los ejes B-C y 2-3 de la vivienda, se obtiene el diagrama de momentos flectores debido a la carga última $CU=1.4CM+1.7CV$. Con el momento máximo de 0.6799 tn.m (ver anexo 1) y las propiedades geométricas de la vigueta, se procede a calcular el acero mínimo, máximo y requerido para los momentos positivos y negativos. Para el momento positivo, el acero mínimo se calcula mediante:

$$Asmín^+ = \frac{0.7\sqrt{f'c} * b * d}{fy} = \frac{0.7 * \sqrt{210} * 10 * 17}{4200} = 0.411 \text{ cm}^2$$

El acero máximo se calcula mediante:

$$Asmáx^+ = 0.75 * Asb$$

En donde:

$$cb = \frac{0.003}{0.003 + 0.0021} * d = \frac{0.003}{0.003 + 0.0021} * 17 = 10 \text{ cm}$$

$$Asb = \frac{0.85f'c(hf * be + (cb * 0.85 - hf)bw)}{fy} = \frac{0.85 * 210(5 * 40 + (10 * 0.85 - 5) * 10)}{4200} = 9.9875 \text{ cm}^2$$

Entonces:

$$Asmáx^+ = 0.75 * 9.9875 = 7.491 \text{ cm}^2$$

En cuanto al momento negativo, se tiene la siguiente expresión para el cálculo del acero negativo:

$$Asmín^- = \frac{1.2Mcr}{\phi fy \left(d - \frac{amín}{2} \right)}$$

De acuerdo a la sección de la vigueta se calculó el centroide y la inercia bruta:

$$c = 6.786 \text{ cm}$$

$$I = 11\,801 \text{ cm}^4$$

Entonces, el momento de agrietamiento se calcula mediante:

$$Mcr = \frac{I * fr}{c} = \frac{11\,801 * 29}{6.786} = 0.504 \text{ tn.m}$$

Además,

$$amín = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * 1.2Mcr}{\phi * 0.85f'c * bw}} = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * 1.2 * 0.504 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 210 * 10}} = 2.383 \text{ cm}$$

Entonces, para el acero mínimo negativo:

$$Asmín^- = \frac{1.2 * 0.504 * 10^5}{0.9 * 4200 \left(17 - \frac{2.383}{2} \right)} = 1.013 \text{ cm}^2$$

Para el cálculo del acero máximo negativo:

$$cb = \frac{0.003}{0.0021 + 0.003} * 17 = 10 \text{ cm}$$

$$Asb = \frac{0.85f'c * cb * 0.85 * bw}{fy} = \frac{0.85 * 210 * 10 * 0.85 * 10}{4200} = 3.6125 \text{ cm}^2$$

Entonces,

$$Asmáx^- = 0.75 * 3.6125 = 2.709 \text{ cm}^2$$

El acero requerido se calculará mediante la siguiente expresión:

$$Asr^+ = \frac{Mu^+}{\phi fy \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

De donde:

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * Mu^+}{\phi * 0.85f'c * be}} = 27 - \sqrt{27^2 - \frac{2 * 0.1861 * 10^5}{0.9 * 0.85 * 210 * 40}} = 0.696 \text{ cm}$$

Entonces,

$$Asr^+ = \frac{Mu^+}{\phi fy \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{0.1861 * 10^5}{0.9 * 4200 \left(17 - \frac{0.696}{2}\right)} = 0.296 \text{ cm}^2$$

Con estos cálculos se obtienen aceros requeridos de 0.165 cm² y 0.296 cm², positivo y negativo, los cuales resultan ser menores al mínimo. Se tiene la distribución de aceros mostrada en la tabla Excel en el anexo 2 y la distribución en el plano .dwg en el anexo 1. Al modelar la vigueta en el ETABS, se consideró que ésta se encuentra simplemente apoyada en la viga del eje 3, por lo cual el momento en dicho extremo es nulo. Sin embargo, se considerará el acero mínimo negativo calculado. Se presenta el diseño de todo el aligerado de cada nivel de la vivienda del sistema convencional. Adicionalmente, el acero de refuerzo por temperatura será considerado como $\phi 1/4'' @ 0.25\text{m}$.

Losa maciza entre los ejes 1 y 2:

Para el diseño de la losa maciza entre los ejes 1 y 2, la cual cubre la zona del baño trasero, se exportó el archivo modelado en el ETABS al software SAFE, ideal para este tipo de diseños. Después de verificar los materiales definidos en los elementos, se procede a definir las franjas de diseño por metro de ancho. Estas franjas de diseño servirán para obtener los diagramas de momentos flectores, fuerzas cortantes y aceros requeridos en toda el área de la losa maciza en donde se han definido, esto se ve en el anexo 1. Para el diseño de las losas macizas, solo se considerará la combinación de carga, sin aporte del sismo. Se obtienen los diagramas de momentos flectores para las direcciones X e Y, franjas A y B respectivamente en el anexo 1.

La ventaja del uso del software SAFE es que se puede obtener la cantidad de varillas de acero de determinado diámetro en cada paño de la losa maciza. Se consideran varillas de Ø3/8” y Ø1/2”, esta distribución dependerá de la continuidad entre paños y las solicitaciones por flexión ya antes mostradas. La distribución de los aceros se muestra en el anexo 1.

Para los espaciamientos se usará la siguiente expresión:

$$s = \frac{B - (2r - \emptyset\text{barra})}{n - 1}$$

En donde B es el ancho analizado del paño, r es el recubrimiento de 3cm y n el número de varillas de acero obtenido mediante el software SAFE.

Diseño de la escalera:

La escalera de la vivienda convencional mostrada cuenta con dos tramos, pasos de 25 cm y contra pasos de 18 cm. Para el diseño, se modeló la escalera como una viga simplemente apoyada en los descansos. El metrado de carga muerta se obtiene del peso propio de la escalera con garganta de 15 cm y considerando el peso específico del concreto de 2.4 tn/m³. Asimismo, se considera el peso de los escalones y del piso terminado con 0.1 tn/m². Para el metrado de la carga viva se considera una sobrecarga de 0.2 tn/m². Considerando el ancho de la escalera de 0.90 m, se obtiene un metrado de carga muerta de 0.565 tn/m para la rampa, 1.289 tn/m para el descanso y 0.18 tn/m para la carga viva de toda la escalera.

Del modelamiento en el ETABS y con la combinación de cargas últimas de 1.4 CM+ 1.7 CV, se obtienen los diagramas de momentos flectores de cada uno de los tramos, estos se muestran en el anexo 1. Considerando el diseño de la escalera como una viga de dimensiones 1.00 x 0.15 m, se obtienen los diseños finales. El acero de temperatura se obtiene con una cuantía mínima del 0.18% y un ancho de 1 m, obteniendo así 2.7 cm²/m. Considerando aceros de Ø3/8”, el espaciamiento calculado es de:

$$s = \frac{0.71}{2.7} = 0.25 \text{ m}$$

Diseño de la cimentación:

Se considera un fondo de cimentación de 1.5 m y una capacidad portante del suelo de 2 kg/cm², según el estudio de mecánica de suelo del lugar. Además, debido al objetivo de construir viviendas contiguas en masa, se considera el uso de zapatas conectadas mediante vigas de cimentación. Después de haber finalizado con el análisis sísmico en el modelo ETABS, se procede a exportar el modelo al software SAFE, considerando que se incluyan las cargas solo de las columnas, es decir, las cargas muertas (CM), cargas vivas (CV) y los sismos de diseño (SXDISEÑO y SYDISEÑO). En el anexo 1 se puede ver la modificación de los materiales en el SAFE. Ahora, para la definición de los elementos estructurales, se considera un elemento tipo *Footing* para la zapata con un peralte de 0.7 m y para la zona de la columna, del tipo *stiff*, se considera el mismo peralte. (ver anexo 1) Del mismo modo, se tiene que definir el suelo en el software, considerando la capacidad portante de la zona de análisis y el coeficiente de balastro, el cual viene a ser aproximadamente el doble del valor anterior, ver anexo 1.

Se definen las combinaciones correspondientes para el diseño de la cimentación y, adicionalmente, se define la envolvente que permita obtener el máximo valor de las superposiciones de las combinaciones anteriormente definidas. Para el diseño de las zapatas, debe considerarse un área preliminar, la cual luego irá corrigiéndose. Para obtener este predimensionamiento, se usan las cargas de la columna analizada, en este caso la ubicada en el eje 2-A. (ver anexo 2)

Se tendrá que verificar que $\sigma_{actuante} < \sigma_{admisible}$, para lo cual tendrán que iterarse los valores de los volados de la zapata, así como el espesor de la zapata para verificar el corte y punzonamiento. Los cálculos correspondientes de diseño se realizarán con el programa SAFE v.16, de donde se considera una zapata de 1.25 m x 1.30 m para la columna ya mencionada y se define la viga de cimentación, la cual preliminarmente se escoge con una sección de 0.25 m x 0.60 m, ver anexo 1. Se modelan las zapatas conectadas mediante las vigas de cimentación y se le asigna al modelo el suelo definido anteriormente, así como la carga promedio del suelo y del concreto del tramo de la columna. Para esto se considera un peso del concreto de 2.4 tn/m³ y 1.8 tn/m³ para el suelo, obteniendo así un peso específico promedio de 2.1 tn/m³. Para obtener el peso por metro cuadrado se considera la altura entre la cara superior de la zapata y el nivel del terreno natural. Como el fondo de cimentación es de 1.5 m y la altura de la zapata es de 0.7 m, se tiene una diferencia de altura de 0.8 m. El peso específico promedio es de 1.68 tn/m². Adicional a esto, se considera una sobrecarga de 0.2 tn/m².

Verificación del predimensionamiento:

Se procede a realizar la verificación de los resultados, teniendo en cuenta que los esfuerzos actuantes no sean mayores a la capacidad portante considerada de 2 kg/cm². (ver anexo 1) Se observa que el esfuerzo actuante no supera la capacidad portante del suelo.

El diseño planteado sería aceptable. La consideración de la viga de cimentación entre zapatas contribuye a disminuir los esfuerzos actuantes, los cuales serían mayores al admisible de caso contrario debido a las cargas sísmicas y las excentricidades que generarían grandes momentos.

Se grafican las franjas de diseño para las direcciones X e Y, franjas A y B respectivamente, para luego poder obtener los diagramas de momentos flectores, fuerzas cortantes y los diseños correspondientes directamente del programa SAFE, revisar el anexo 1. La distribución de los aceros de refuerzo se obtiene directamente del programa SAFE, esto se muestra en el anexo 1.

Los espaciamientos entre los aceros distribuidos, se calculan mediante:

$$S = \frac{B}{n - 1}$$

Teniendo en consideración que **10 < s < 30 cm**.

Verificación por corte y punzonamiento:

Se procede a verificar el corte y punzonamiento, de donde debería cumplirse que:

$$\phi V_c \geq V_u$$

Y en caso no se cumpliera dicha verificación, se deberá aumentar el espesor de la zapata h_z. Para las columnas en “L”:

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 145 * 100 = 94.661 \text{ tn}$$

Y la cortante última obtenida del SAFE es de 6 tn (anexo 1) aproximadamente, por lo cual si cumple.

3.3 Metrados y precios

Los metrados se realizarán en el módulo diseñado para cada una de las especialidades involucradas (arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas), adicionalmente se considerará un sub-presupuesto de obras provisionales y trabajos preliminares, que, aunque en el país muchas veces no se considere el mismo en obras pequeñas, como lo son viviendas, es preferible mostrar el costo real que conllevaría ejecutarlo.

Para realizar los metrados se utilizarán plantillas en Excel hechas por los autores de esta tesis. Debido a que las plantillas hechas responden únicamente a este módulo, no se cree necesario presentar el detallado de cada uno de los elementos o ambientes realizados, sin embargo, se mostrará el resumen final de metrados en el anexo 5a en conjunto con el presupuesto. Cabe mencionar que se tomará al diseño íntegro del módulo con todas las recomendaciones dadas en los incisos anteriores.

Con ello se busca obtener una cantidad lo más cercana a la real de cada uno de los insumos necesarios. Refiriéndose a los precios los mismos serán obtenidos de cotizaciones actuales (al mes de junio del año 2021 en Lima-Perú) en el caso de los insumos y de modo similar con la mano de obra siguiendo la tabla salarial publicada por la Federación de Trabajadores en Construcción Civil del Perú (FTCCP).

Por ende, es necesario comprender que los precios podrían variar de acuerdo al mes de realización del proyecto, más importante aún saber que el precio de la mayoría de insumos probablemente disminuya debido a que actualmente con la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19, además de la incertidumbre política creada por las elecciones de junio 2021 han generado un alza en el precio de los insumos, por ello se prevé con anterioridad que los resultados del presupuesto otorguen valores elevados a comparación de años anteriores.

Adicionalmente, es importante mencionar que muchos de los costos en estructuras sobre todos aquellos referentes al vaciado de concreto, que se observará con más detalle en el análisis de precios unitarios, son elevados debido a que por las condiciones del proyecto todo, o casi todo, se ejecuta de manera manual y en este caso no sucede lo contrario, como lo plantean los autores de la revista COSTOS, muchas veces el concreto hecho a pie de obra conlleva muchos recursos de mano de obra, mucho tiempo y por lo tanto, poco rendimiento, es por ello que en los análisis que ellos presentan en los sustentos técnicos mensuales el metro cúbico de concreto de cualquier elemento estructural hecho a pie de obra es mucho más caro (llegando inclusive a ser más del doble) que cuando se considera concreto premezclado. Esto nuevamente considerando salarios mensuales dispuestos por el FTCCP, entre otros valores previamente obtenidos. Además del hecho de contar con la posibilidad de adquirir concreto premezclado

Es importante recordar que tanto los metrados y precios van de acuerdo a lo planteado en cada una de las especialidades, esto es principalmente importante en arquitectura, donde, por ejemplo, se planteó que todos los pisos fueran enchapados en cerámico, con zócalo en todo el perímetro. Sin embargo, como también se mencionó en el inciso correspondiente, esto solo

representa una de las tantas propuestas que puede llegar a tener el módulo unifamiliar debido a la adaptabilidad con el que ha sido dotado.

De lo mencionado se busca rescatar que tanto los precios como algunos metrados podrían variar de acuerdo a las necesidades o expectativas de cada uno de los clientes.

Finalmente, con la información recopilada designada en los párrafos anteriores resultará sencillo hallar el presupuesto que implica la elaboración del modular diseñado en el sistema constructivo convencional.

3.4 Presupuesto y cronograma de obra

Para hallar el presupuesto del modular será necesario la utilización de la información del inciso 3.3 -como se mencionó en el mismo- además de incluir los rendimientos de las cuadrillas para cada una de las partidas necesarias para la ejecución. Estos rendimientos provienen de la revisión de las publicaciones de el “Sustento Técnico” que publica la revista COSTOS mensualmente en el Perú.

Mencionar que la misma contempla buena y variada información acerca de análisis de precios unitarios, precios de insumos de ciertas empresas entre otros interesantes datos, mucha de la información que ellos proveen será de gran ayuda para la creación de una base de datos (la cual por efectos prácticos se realizará en el programa S10) con la cual será posible la obtención de un presupuesto detallado para el módulo.

Con fines de sustentación de los valores finales presentados se mostrará en el anexo 5a adjunto en la tesis los análisis de precios unitarios de cada uno de las especialidades (arquitectura, estructura, instalaciones sanitarias y eléctricas) y las obras provisionales, adicionalmente se adjuntará el presupuesto mismo en el que se detallen los precios de la ejecución de cada partida y los metrados de las mismas, así como un extracto de los datos generales donde se presente el precio para ejecutar al cien por ciento cada uno de los sub-presupuestos ya mencionados.

De este modo se dará a conocer no solo el precio de ejecutar el módulo o el precio por metro cuadrado, sino será posible conocer los montos de dinero necesario para iniciar y concluir cada una de las fases y/o hitos del proyecto, sobre todo si estas corresponden a etapas como son el casco estructural y la etapa con acabados. Lo cual los autores de la tesis esperan que sea de gran ayuda para aquellas personas que deseen replicar el módulo presentado.

Adicionalmente, cabe destacar que, aunque no esté explícitamente añadido el precio del flete en el presupuesto muchas de las partidas integran este valor dentro de su análisis de precios unitarios o más específico aun en el precio del insumo puesto en obra. Sin embargo, se cree necesario detallar un poco más las diferencias de flete que se generan entre ambos sistemas, la misma será analizada en el inciso correspondiente de comparación entre sistemas.

Además del presupuesto, el cual se encuentra anexado al final de la tesis, específicamente en el anexo 5a, se presentará un cronograma de obra tentativo para el desarrollo del proyecto, el mismo se apoyará en los rendimientos antes mencionados y en la experiencia de profesionales que hayan realizado trabajos de una índole similar en la ciudad de Lima. Adicionalmente se presentarán ciertas consideraciones como lo son el tiempo de fraguado recomendado de cada uno de los elementos (esta consideración es importante debido a que en el cronograma presentado por partidas, se observa que las partidas de elementos estructurales son muy extensas, sin embargo esto se debe no a que en toda su duración se encontrará un personal trabajando en la misma, sino que gran parte de esta duración proviene de la espera necesaria para el desencofrado, por este motivo mucho de estos lapsos de ejecución se ven solapados en sus etapas finales debido a lo ya mencionado) y que, debido a las dimensiones del proyecto, solo será necesario trabajar con una

cuadrilla de entre 4 a 5 personas como máximo las cuales deben estar capacitadas para ejecutar las partidas que les correspondan.

Como se sabe, y debido al enfoque de autoconstrucción que se le ha dado a la tesis, muchos de los obreros que realmente trabajen en el proyecto no llegaran a cubrir estas “cuotas” de rendimiento, sin embargo, los mismo tampoco cobrarán los sueldos que si hacen otros obreros más calificados. Por ende, existe cierta compensación entre los sueldos de los obreros y los rendimientos mostrados. Desde la visión de los autores, sería interesante proponer un estudio que muestre esta relación entre coste-rendimiento.

Por el momento y debido a la información con la que se cuenta, la tesis solo se guiará de las fuentes ya mencionadas y los valores que estas mismas otorguen, pero sin perder de vista, que lo mostrado en estas responde a una sola realidad en el Perú, que como se observó en los primeros capítulos de introducción, esta realidad no es congruente para todos los peruanos.

Finalmente, y retornando al cronograma de obra, se buscará con el mismo dar una idea de la planificación de tiempos que debería seguirse, trazando una ruta crítica la cual defina hitos importantes en su proceso, lo cual permita ahorro de tiempo y esfuerzos. Para ello se hará uso de herramientas prácticas como es la creación de un diagrama de Gantt en Excel, que permita un fácil y rápido entendimiento del mismo. Cabe mencionar que, aunque en el diagrama Gantt se presenten las partidas por especialidades, y su correspondiente ejecución, este no pretende que se realicen como trabajos separados. Al contrario, debe existir una integración de las especialidades durante el proyecto y la “distinción” mostrada solo corresponde, realmente, a los dos hitos ya mencionados en este mismo inciso.

El cronograma de obra se presentará en el anexo 4a y el presupuesto de obra completo considerando análisis de precios unitarios por especialidad y sus correspondientes resúmenes en el anexo 5a.

Capítulo 4: Presentación del sistema de construcción modular Steel Framing

El nacimiento del sistema de construcción *Steel Framing* surge a partir de los sistemas livianos en base a la madera, los cuales empezaron a ser usados y producidos debido a su gran abundancia y a su reducido requerimiento de mano de obra altamente calificada. Dentro de los sistemas de construcción que tienen como base la madera se encuentran el *Balloom Frame* y el sistema *Platform*. Según Milanese, el primero consiste en montantes que van del piso al techo de la vivienda y los entrepisos son clavados entre estos, entonces las solicitaciones son mucho mayores y las fallas más comunes se dan debido al alabeo por la esbeltez. Gracias a este sistema surgió la producción de puertas, marcos para ventanas y elementos de dimensiones determinadas a gran escala para que las viviendas sean ensambladas en base a estos productos, como en el caso de Chicago, en donde se dio pie a la construcción de casas prefabricadas en serie. (2020) El principal problema de este sistema reside en la dificultad de encontrar piezas de madera que comprendan alturas entre el primer y el último nivel de una vivienda. El segundo sistema, *Platform*, nace a raíz de las dificultades presentadas por el primer sistema, es decir, se construye por plantas y esto brinda mejoras ante las situaciones de incendios, ya que controla el paso del fuego al estar separado por niveles. (Milanese, 2020) De esta manera, después de la Segunda Guerra Mundial, surge el nacimiento de un sistema en frío a partir de chapas de acero con espesores mínimos, lo cual facilita su manejo y montaje. Las piezas de acero galvanizado pasan por un proceso de inmersión en caliente, esto para contrarrestar los efectos de la corrosión por el contacto con la humedad. (autor desconocido 2020) Del mismo modo, en cuanto a los cerramientos del

sistema *Steel Framing*, el uso de las placas de yeso tiene su origen en la necesidad de proteger a la madera de los efectos del fuego, sin embargo, este insumo ha ido evolucionando con el pasar del tiempo.

A continuación, tomando en cuenta la situación actual de la construcción modular en el Perú y el mundo, se presenta la comparación entre dos sistemas de construcción: *Wood Framing* y el *Steel Framing*, en donde se revisarán los principales insumos usados y aspectos importantes de su ejecución.

4.1 Descripción general del Steel Framing en comparación a los sistemas a base de madera

Después de haber presentado las diferentes opciones para la construcción de una vivienda modular en el capítulo 2, incisos 2.2.2 y 2.2.3, se presentan las dos opciones más viables que podrían ser manufacturadas a nivel nacional para el beneficio de muchos hogares.

En primera instancia, se presenta información del sistema modular de la empresa *Tecnofast*, publicada en el 2016, denominada como sistema isopanel, extraída de la memoria descriptiva de un edificio de tres niveles. Consiste en estructuras hechas en su totalidad de madera conífera, tales como el pino o abeto, ensambladas y ubicadas, o reubicadas, en cualquier parte del territorio peruano. Este sistema puede llegar a contar con tres niveles de vivienda, además que, su uso se extiende no solo a hogares, sino también a hoteles, campamentos mineros o de obras de construcción civil, comedores y aulas escolares, siendo esta última la que más relevancia ha ido tomando en los últimos años. (Andia, Romani, Torres, Vargas, 2016) La cimentación de este tipo de sistema de construcción, como de todos los existentes, depende directamente del suelo en el que se planea construir, siendo lo más común el uso de losas o vigas de cimentación, incluso cimientos corridos armados, o, en los casos en donde el suelo es muy resistente y no se planea tener más de un nivel de vivienda, basta con apoyos de concreto. Para el caso de los muros perimetrales e interiores, la estructura básica está conformada de pies derechos y soleras hechas de madera conífera. Los cerramientos usados en los muros exteriores e interiores varían debido a la finalidad que estos poseen. Al ser el principal objetivo de esta tesis el favorecer la calidad de vida de personas ubicadas en zonas de la costa con proyección a la sierra, los cerramientos a utilizar deben de aislar el clima frío de la zona y el ruido. Es por esto que, en cuanto a los cerramientos perimetrales, se tiende a usar materiales como lana de vidrio para el aislamiento térmico, placas de yeso-cartón que son resistentes al fuego, planchas de OSB (*Oriented Strand Board*) y principalmente capas impermeabilizantes, tal como la membrana de polietileno. (Bondi, 2021) Este último material toma un rol importante en la construcción modular de viviendas, ya que, como se verá más adelante, la principal desventaja de estos tipos de sistemas es la humedad. Para los cerramientos interiores se usan los mismos materiales, sin embargo, en una menor medida, ya que la cantidad de capas debe ser mucho más relevante en los cerramientos en contacto con el exterior.

Adicionalmente, entre las placas de yeso se colocan molduras que cubran las juntas para el acabado y los zócalos de madera. En cuanto a las uniones verticales, ya sea para mantener fija la unión entre módulos adyacentes o entre el módulo y la cimentación, se utilizan ángulos metálicos de perfiles de acero ASTM A-36 en la mayoría de casos, determinados mediante el diseño y el análisis estructural. Se usan también tirafones de medidas determinadas y pernos de anclaje. En cuanto a la plataforma del piso, ésta, como en el caso de la estructura vertical, se compone de vigas y marcos de madera conífera de una sección determinada espaciados cada cierta

distancia y con lana de fibra de vidrio, planchas OSB y un revestimiento de piso vinílico. En cuanto a la plataforma del techo, las vigas y los enmarcados perimetrales, están compuestos de maderas coníferas con aislamiento térmico entre ellas mediante el uso de lana de vidrio, planchas de yeso cartón de dos tipos, los resistentes al fuego y los estándares, además que se protegen con membranas de PVC de determinado espesor. (Andia, Romani, Torres, Vargas, 2016) Se le suele incluir pendientes determinadas a los techos en las zonas en donde se tienen altas precipitaciones o presencia de nevadas, a esto se le puede adicionar canaletas que eviten el empozamiento de agua de lluvia en el techo.

En segundo lugar, se tiene el sistema *Steel Framing*, parecido al sistema presentado anteriormente, sin embargo, posee mejoras en cuanto a la estructuración, ya que esta se compone de perfiles metálicos. Este tipo de sistema ha tomado lugar en la industria de la construcción en los últimos años, sin embargo, su uso a nivel nacional no es muy popular todavía. En cuanto a la cimentación, la cual depende la zona en la que se planea construir, en la mayoría de casos se compone de una base o platea de hormigón de espesor entre 10 y 15 cm con vigas o ensanches en las zonas perimetrales e interiores en donde se tendrán las paredes o cerramientos. (Bondi, 2021) La estructura, compuesta de perfiles metálicos, son atornillados al piso mediante elementos de unión a base de acero estructural ASTM A-36, y los cerramientos se componen principalmente de los siguientes materiales a enumerar, los cuales se mencionan en orden, desde el exterior al interior de la vivienda. Según Seia, la primera plancha de cerramiento es de material OSB, el cual proporciona rigidez debido a la gran resistencia que posee a la ruptura y torsión, además que tiene un alto índice de aprovechamiento forestal, lo cual implica que posee un menor impacto ambiental. Después se tiene la lámina de polietileno, la cual, como se mencionó anteriormente, actúa como capa impermeabilizante, es decir, como una barrera para la humedad y el viento. Seguido a esto, se tiene la placa cementicia o fibrocemento, siendo este último más económico. (2021) Estas placas son usadas mayormente en las construcciones extranjeras y tienen dimensiones de 20 cm de ancho con largas longitudes de largo. Se caracterizan por poseer resistencia hacia la humedad, al ataque de hongos, moho y a la intemperie, además son no combustibles y de larga duración. (autor desconocido, 2020) Todas estas capas son atornilladas entre sí, además que, para el caso de las instalaciones eléctricas, sanitarias, mecánicas o de gas, los perfiles metálicos poseen agujeros, o denominados de otra forma, troquelados, que permitan el paso de los componentes de las instalaciones. Una vez realizadas las instalaciones en los muros, se procede a brindarle el aislamiento térmico, para lo cual se usa la lana de vidrio como revestimiento. Una vez ensambladas todas las capas de los muros, se colocan las placas de yeso, mayormente con medidas de 2.40 m x 1.20 m, se atornillan, se colocan cintas de unión, se masillan, se liján y se pintan para darle el acabado que el cliente requiera (Bondi, 2021). Como todo sistema de construcción, especialmente de los que aún no ganan gran relevancia en el rubro, se tienen ventajas y desventajas, las cuales se presentarán a continuación en tabla 4.1:

Tabla 4.1. Cuadro comparativo entre el sistema Steel Framing y el Wood Framing. Fuente: Propia.

Ventajas	Desventajas
<p>Al comenzar por comparar, de manera general, a los sistemas modulares con los convencionales, se tiene que los muros de los modulares poseen una menor ocupación de superficie. Esto puede no parecer un gran punto a favor de los sistemas modulares, sin embargo, pueden llegar a brindar mayor provecho de zonas como ampliación de ambientes u otros usos.</p> <p>Como se ha mencionado anteriormente, y debido a las placas de diversos materiales y para diversas finalidades que estos poseen los cerramientos, estos presentan una mayor aislación térmica y acústica, lo cual, en gran medida, beneficia el ahorro energético para refrigerar o para calefaccionar la casa.</p> <p>El hecho de optar por el sistema de construcción modular, en este caso el <i>Steel Framing</i>, se posee un alto ahorro en fletes, lo cual se explica de la siguiente forma: Los materiales del sistema convencional pueden ser llevados al lugar de construcción en un camión, pero en una cierta cantidad de viajes, sin embargo, en el caso del <i>Steel Framing</i>, estos materiales pueden ser llevados en el mismo camión en un solo viaje debido a su fácil transporte y manejo por ser perfiles de acero de espesores pequeños.</p> <p>Estos sistemas poseen un menor tiempo de construcción o instalación, alrededor del 50%, y un gran ahorro económico.</p> <p>En comparación con los elementos del <i>Wood Framing</i> u otros sistemas convencionales, los perfiles de acero en contacto con la humedad no varían dimensionalmente y no son atacados por insectos u hongos, además que, poseen una gran resistencia a la corrosión debido a su fabricación por inmersión en caliente.</p>	<p>Debido al tipo de materiales usados en el ensamblaje, se debe de tener un mayor cuidado contra el viento y la humedad, es por eso que se usa la lámina de polietileno, la cual cumple el rol de impermeabilizante.</p> <p>Las placas de yeso deben de reemplazarse cada vez que se presenten complicaciones o fallas en las instalaciones sanitarias, sin embargo, el reemplazo de estos elementos no es de mayor complejidad, ya que solo basta con abrir una “ventana” en la zona afectada, reemplazar el sector, masillar y lijar, además que, la identificación de las zonas afectadas es muy rápida y notoria.</p> <p>Presencia de puentes térmicos. Se denomina así a las zonas de la estructura en las cuales la diferencia de temperatura entre los materiales pasa a tomar una característica relevante. Esto se da mayormente entre el perfil metálico y los tramos con fibra de vidrio. Para corregir esto, se recomienda el uso de poliestireno expandido de espesor de 5 cm en lugar de la placa cementicia, este se atornilla al cerramiento, se rellena con una pasta base con malla de fibra de vidrio con el objetivo de disminuir la aparición y formación de fisuras, además que se le puede dar cualquier tipo de acabado final.</p> <p>Una última desventaja es el <i>Inline Framing</i>, es decir, se debe de tener precisión en la continuidad de las paredes para que así se logre la transmisión correcta de las cargas.</p>

De las dos alternativas planteadas anteriormente, siendo ambas similares en cuanto a los cerramientos presentados, se escoge el sistema *Steel Framing* como modular para el análisis comparativo entre el sistema de construcción convencional y el modular. A pesar de que los materiales usados para los cerramientos en ambos sistemas pueden llegar a ser los mismos, la diferencia de estructuras, metálicas y de madera, juegan un rol importante para la finalidad de la tesis. Se plantea fomentar el uso de los sistemas modulares en las zonas de medio y, a largo plazo, bajos recursos económicos en donde las condiciones climáticas son muchas veces impedimentos para una vivienda de calidad. Por ende, al ser la humedad la principal y común desventaja de los sistemas modulares, se opta por tener estructuras de perfiles metálicos con cerramientos de capas impermeabilizantes que disminuyan la propagación de humedad en las viviendas.

Dentro de los sistemas de construcción existentes actualmente en el Perú, el *Drywall* es otro de los sistemas que más predominancia ha tomado en los últimos años, es por esto que, es importante dejar en claro cuáles son las diferencias con el sistema modular escogido en el desarrollo de este trabajo de investigación según el ingeniero Alejandro Bondi y la visita a proyectos que usan este sistema. De manera general, los perfiles de acero galvanizado usados en el sistema *Steel Framing* son de espesores que van desde los 0.9 mm hasta los 2.5 mm. Dentro de los montantes o PGC usados se tienen los de 89 mm, 100 mm, 120 mm y 152 mm, los cuales son usados para viviendas de dos niveles y representan las columnas, vigas, entrepisos, tijerales y otros componentes estructurales. En cuanto a los cerramientos de este sistema se usan planchas de OSB exteriormente y para los acabados placas de fibrocemento o *siding*. Además, las planchas de OSB contribuyen a la rigidez del sistema estructural y mejoran las propiedades sismorresistentes del mismo y posee el apoyo de barreras contra la humedad, aislaciones térmicas y acabados.

Ahora, en el sistema *Drywall* se usan perfiles de espesores menores, 0.45 mm por lo general, así como montantes no estructurales de 89 mm, 64 mm y 38 mm. Cada parante no estructural posee una pareja, o también denominado riel, el cual deberá tener 1 mm mayor de ancho para lograr el ensamblaje. Adicionalmente a los perfiles ya mencionados, se trabaja con perfiles omega de alturas de 18 mm y 24 mm y esquineros. En cuanto al uso de los perfiles, se tiene que los parantes de 89 mm sirven para la conformación de muros no portantes, los de 64 mm para el cielorraso y el de 38 mm para cielorrasos en ambientes pequeños que tengan menos de 1.20 m de luz. El perfil omega de 18 mm se usa en el cielorraso o para los recubrimientos de las paredes y el de 24 mm para la colocación encima de los tijerales y los esquineros cumplen la función de proteger las esquinas de los encuentros.

Entonces, de las características presentadas sobre ambos sistemas modulares se puede inferir que el *Drywall* es un sub-sistema del *Steel Framing*, ya que, por un lado, el uso de los componentes del primer sistema se extiende a muros o tabiques de separación, armado del cielorraso, revestimiento, entre otros. Por otro lado, se tiene que el *Steel Framing* forma el esqueleto estructural principal que soporta las cargas de las viviendas, esto debido a los espesores mayores de los perfiles que emplea. Básicamente, el uso del *Drywall* debería extenderse solo a sistemas no portantes dentro del sistema estructural *Steel Framing* o independiente de él, pero con las mismas funciones.

Como se explicó en capítulos anteriores, la autoconstrucción es un tema muy popular en la realidad de construcción peruana en la actualidad, esto debido a que en muchos casos las personas optan por construir sus viviendas sin ningún tipo de supervisión ni planos que sirvan de guía. Adicionalmente, las personas encargadas de la ejecución de la obra no son profesionales

capacitados con cursos de instrucción sobre procesos constructivos, sino personas cuyo conocimiento básico sobre el tema lo adquirieron, o heredaron, en trabajos informales anteriores. Situación similar se tiene en la actualidad con los sistemas de construcción en seco, ya que se confunde el *Drywall* con el *Steel Framing* debido a la falta de información e instrucción sobre el tema. Asimismo, esta falencia en la construcción se ve reflejada en los errores cometidos cuando se intenta construir sin capacitaciones previas, tales como las separaciones incorrectas entre montantes, el uso de perfiles más delgados de lo permitido, el uso de planchas de yeso cartón resistentes a la humedad en lugar de planchas de fibrocemento, entre otros.

4.2 Elementos estructurales del Steel Framing

A continuación, se presentará una descripción genérica de los elementos usados en el *Steel Framing*, así como la función estructural que estos poseen dentro del sistema. Sin embargo, estas descripciones pueden variar dependiendo del diseño de cada vivienda, del constructor, de los proveedores de materiales y los tipos de herramientas que son usadas.

4.2.1 Cimentaciones

Para la determinación del tipo de cimentación y el diseño correspondiente, es necesario conocer los parámetros sísmicos y el tipo de suelo en donde se planea construir. Este procedimiento de ingeniería es aplicable a todos los sistemas de construcción y el caso del *Steel Framing* no es la excepción. Sin embargo, mediante una entrevista realizada al ingeniero Alejandro Bondi (2021), dedicado ya varios años al rubro de la construcción de viviendas mediante este sistema, se recalcan algunas consideraciones para este caso. El tipo de cimentación comúnmente usado es la losa o platea de cimentación con espesores mínimos debido a que los perfiles que componen la estructura son livianos. Estas plateas pueden ser armadas o simples dependiendo de los parámetros obtenidos previamente al diseño. Las plateas de cimentación son del tipo superficial y, debido a su comportamiento como losas, poseen la principal característica de distribuir las cargas uniformemente de los muros estructurales del *Steel Framing* y, al ser estos livianos en comparación con los elementos del tipo convencional, no poseen diseños con gran demanda (Pérez y González, s/f.). El ingeniero recalca las razones por las cuales este tipo de cimentación es el más comúnmente usado en la industria del *Steel Framing*:

- ✓ Se considera el uso de losas o plateas de cimentación si el terreno natural no es apto para sistemas de cimentación superficiales convencionales como las zapatas, en suelos arcillosos, cambiantes en volumen debido a la humedad, nivel de napa freática elevado, estratos firmes profundos, entre otros.
- ✓ Si la edificación a construir es muy pesada y las dimensiones de las zapatas diseñadas resultan ser muy grandes y llegan a superponerse entre sí o superan el 50% de la superficie del edificio sobre el terreno.
- ✓ En caso la vivienda sea liviana, de uno o dos niveles, en construcciones en seco, proyectos con viviendas que usen el *Steel Framing*, casas prefabricadas o de madera. Cabe resaltar que el uso del sistema *Steel Framing* no es muy usado actualmente en el Perú debido a la falta de conocimiento. A nivel internacional su uso es aplicable a viviendas hasta de cuatro pisos, sin embargo, a nivel nacional se ha construido solo hasta dos niveles como máximo y en el uso de ampliaciones en viviendas ya construidas con otros sistemas convencionales.

Ahora, se analiza la fijación entre la estructura del *Steel Framing* y la cimentación, la cual aporta la resistencia necesaria ante movimientos sísmicos o presiones del viento. Existe una gran variedad de conectores, dentro de los más usados se tiene el de tipo escuadra, el cual está hecho de acero galvanizado y es colocado entre el piso y la montante o postes verticales, mediante una barra roscada con anclaje químico y tuercas o tornillos autoperforantes. Este último se encarga de vincular la estructura a la platea de cimentación mediante una resina, la cual vinculará la varilla roscada al hormigón. A grandes rasgos, el proceso consiste en la perforación, colocación del anclaje, colocación de la varilla y el secado en un tiempo determinado, sin embargo, se debe tomar en cuenta que la varilla usada y el químico varían en función de la zona geográfica. (Gauna, 2021) Como alternativa al anclaje químico se tiene el uso de barras de acero incrustadas en el hormigón, los cuales son doblados y fijados mediante clavos a un trozo de madera instalado como taco. (autor desconocido, 2021) La importancia del correcto anclaje de la estructura a la platea de cimentación reside en que, debido a los espesores de los perfiles, se podrían producir fallas por desgarre a raíz de las sollicitaciones horizontales en la vivienda, es por esto que se busca distribuir los esfuerzos en superficies de contacto mayor a la carga puntual producida por el anclaje. Según Bondi, las zonas en las cuales se usa el conector o fijador, también denominado anclaje fleje, son determinadas por el ingeniero estructural antes del vaciado del concreto para quedar embebida en ella y, después de alcanzar el endurecimiento requerido, se procede a la unión con los elementos verticales mediante el uso de los tornillos autoperforantes. (2021) Adicionalmente, se poseen fijaciones previas o provisionales entre los muros y la losa de cimentación usada, la cual se da mediante clavos de acero con fulminante y el uso de una pistola de fijación. Es recomendable que, en zonas en las cuales se tiene un alto índice sísmico o en donde se presenten fenómenos atmosféricos con alto flujo de viento, se deberá consultar con un especialista, ya que los tipos de anclaje a utilizar pueden variar. Se tienen anclajes especiales cuya función es tomar los esfuerzos de tracción a las cuales se somete la estructura y son fijados no solo a las soleras inferiores, sino también a la parte inferior de los montantes en los vértices de la vivienda o en las zonas decididas mediante el cálculo estructural. (Bondi, 2021)

A continuación, se presentarán fotografías de los anclajes usados en un proyecto de ampliación al cual se tuvo la oportunidad de asistir, los cuales también son utilizadas para los fines ya mencionados (figura 4.1) y un detalle de la conexión entre la estructura y la platea de cimentación (figura 4.2). Aquí se resalta la forma de trabajo de los anclajes con camisa de expansión, los cuales son colocados en el hormigón y, luego de aplicar determinado esfuerzo, logran abrir sus aspás y se anclan al hormigón. Estos conectores son colocados, en la mayoría de casos, cada 0.8m o 1.2m, sin embargo, la colocación de los anclajes químicos mencionados anteriormente, dependen del cálculo estructural. Entre las soleras inferiores y la cimentación se coloca una banda o aislante acústico, el cual consiste en una espuma de polietileno que evita el contacto entre la solera y la platea, además, brinda un sellado hidrofugo y acústico. (Bondi, 2021) Adicionalmente, se usa un sellador poliuretano que es aplicado tanto interior como exteriormente y, en la mayoría de casos, en lugar de usar la espuma de polietileno se opta por las membranas asfálticas, las cuales cumplen la misma función. (Gauna, 2021)



Figura 4.1. Conectores fijadores con camisa de expansión de 1/4" y 3/8" y conector autopercutor (de izquierda a derecha) usados en el sistema Steel Framing. Fuente: Propia.

En el caso de la vivienda unifamiliar analizada, se empleará una losa de fundación de concreto armado con un espesor de 10 cm y con la utilización de vigas como ensanches en la zona perimetral. La sección de la viga es de 0.15 m de ancho y 0.45 m de espesor reforzada con varillas de $\text{Ø}1/2''$ y estribos de $\text{Ø}3/8''$. En cuanto al armado de la losa de fundación, este se hará empleando una malla superior de $\text{Ø}3/8''$ en ambas direcciones con 0.15 m de espaciamiento entre cada varilla. Asimismo, para la fijación de la estructura a la cimentación, se hace uso del anclaje adhesivo HIT-RE 500 V3 del proveedor Hilti y de pernos de anclaje de $1/2''$. El plano de cimentación para el sistema *Steel Framing* se presenta en el anexo 3b de la presente tesis. A continuación, en la figura 4.2, se observa el detalle de la unión entre la estructura del *Steel Framing* y la losa de fundación. Ahí se puede observar el material usado para los cerramientos en contacto con el interior y el exterior, así como los perfiles usados en la estructura de la vivienda y el tipo de unión que se tiene con la cimentación:

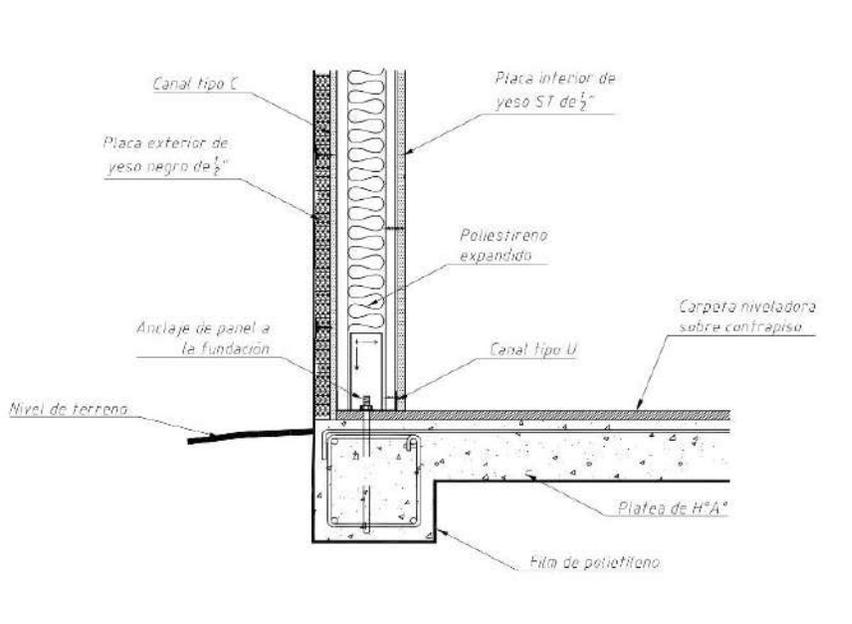


Figura 4.2. Detalle del anclaje del panel estructural a la losa o platea de cimentación. Fuente: Propia.

En cuanto a los cuidados especiales que se deben de considerar en las cimentaciones superficiales usadas en el sistema *Steel Framing*, el ingeniero Alejandro Bondi (2021) explica que estas consideraciones dependen del lugar en el cual se planea construir. Se resalta primero que, como se explicó en capítulos anteriores, el principal agente a evitar y considerar para estos tipos de sistemas, es la humedad. De manera general comenta que, en los casos en donde se tiene un terreno con una pendiente elevada en una zona con un alto índice de precipitación, se deberá considerar el uso de cunetas de captación de aguas superficiales para poder alejarlas de la vivienda. Del mismo modo, la captación del agua sobre la cubierta deberá ser encausada lejos de ella. En el caso de tener un terreno con un nivel freático elevado en determinadas temporadas del año, se deberá hacer un drenaje subsuperficial con la finalidad de mantener seco el suelo que soporta la losa de cimentación. Lo más común para los casos de drenaje es el uso de tubos de drenajes, el cual, según Zamora (2020), posee un diámetro de 10 cm como mínimo y consta de agujeros rectangulares de 5cm por 10cm a 20cm, los cuales cumplen la función de permitir el paso del agua captada del suelo en donde se encuentra la cimentación. Se puede notar que el contacto con la humedad es un factor a considerar en el sistema *Steel Framing*, por lo cual también se tienen estrategias de impermeabilización en la cimentación, sin embargo, la aparición de eflorescencias pasa a ser también una de las desventajas principales de estas estrategias. Se tienen las siguientes consideraciones, según Bondi:

- ✓ Se puede considerar el uso de concreto impermeabilizado, esto mediante la aplicación de aditivos que logren estas características. Estos pueden ser aplicados durante la mezcla del concreto, o, en caso se use concreto premezclado, solicitar al proveedor el uso de algún aditivo.

Se presenta un listado básico de aditivos a considerar, según la tabla 4.2:

Tabla 4.2. Aditivos para la impermeabilización en el mercado. Fuente: Propia.

IMÁGEN	NOMBRE	FUNCIÓN	USOS
	Aditivo impermeabilizante líquido para morteros-Marca SIKA ®1	Bloquea los capilares y poros en el sistema cementoso y proporciona una barrera de agua efectiva contra la transmisión de agua líquida. (SIKA, 2019)	Morteros de albañilería, hormigón armado/ no armado, ladrillo, sustratos de piedra. Su uso se extiende a condiciones de clima tropical y caliente. (SIKA, 2019)
	Chemaplast impermeabilizante-Marca CHEMA	Brinda un mejor acabado debido a la plasticidad, aumenta la durabilidad, aumenta la trabajabilidad, disminuye la contracción debido a la menor retención de agua, aumenta la resistencia a la compresión y flexión, mejora la resistencia a salitre, sulfatos y cloruros. (CHEMA, 2016)	En concretos estructurales de edificaciones y en elementos esbeltos, concreto caravista, concreto pretensado y postensado, entro otros. (CHEMA, 2016)

- ✓ Otra alternativa a considerar es el uso del concreto con una resistencia a compresión mayor a 210 kg/cm^2 , esto debido a que, ante una mayor resistencia del mismo, se posee menor permeabilidad.
- ✓ Ahora, la alternativa más comúnmente usada debido al ahorro económico generado, según la amplia experiencia del ingeniero Alejandro Bondi, en suelos húmedos, es la colocación de mantos de polietileno antes de la estructuración y el vaciado de la cimentación. Este sistema actúa como una barrera contra la humedad y hace posible el impedimento de errores en obra. A continuación, se muestra un ejemplo de los mantos de polietileno mencionados, aplicados a una construcción real (figura 4.3):



Figura 4.3. Impermeabilización de losa de cimentación de un proyecto ubicado en las Islas de San Pedro. Fuente: Ingeniero Alejandro Bondi.

En el caso de terrenos en donde se desarrollan actividades agrícolas, como pueden ser las zonas ubicadas en la sierra, se debe realizar la excavación a una profundidad de 30 cm a 50 cm y considerar el uso de material de préstamo con la debida compactación, esto se obtendrá del Estudio de Mecánica de Suelos, de donde se obtiene el dato de la presencia de sustancias orgánicas que, a la postre, afecten el concreto. La resistencia de concreto usada comúnmente es de 175 kg/cm^2 o más, sin embargo, esto se obtiene del estudio de suelo y el diseño estructural realizado.

En síntesis, en el caso del sistema *Steel Framing* para la construcción de viviendas, se usa comúnmente plateas o losas de cimentación, las cuales suelen ser de concreto armado con varillas colocadas en forma malla o mediante mallas electrosoldadas. Además, en cuanto a las instalaciones sanitarias, propias de cada vivienda, estas se distribuyen de la misma forma del sistema convencional, sin embargo, se deberá tener un mayor cuidado y precisión debido a las longitudes definidas del sistema.

4.2.2 Elementos verticales y horizontales.

Dentro de los perfiles usados en la estructura del sistema *Steel Framing*, se tienen básicamente los elementos verticales o montantes de perfil C, las cuales se colocan cada 40 a 60 cm desde la parte inferior a la superior cuyos espesores de fabricación son de 0.85 mm, 1 mm y 1.6 mm, y las soleras de perfil U, las cuales poseen dimensiones ligeramente superiores a los

montantes para poder dar lugar a la unión entre estos elementos. Los perfiles usados para la estructura del sistema, los cuales poseen una vida útil de 300 años, tienen la característica principal de haber pasado por un proceso de inmersión en caliente, esto para protegerlos de los fenómenos de corrosión, ya que, como se mencionó anteriormente, la humedad es el principal enemigo en estos sistemas. (Gauna, 2021) La verificación del ángulo recto de la conexión entre los montantes y soleras es un punto clave a considerar, esto para la correcta transmisión de cargas verticales. Según Milanese, esta verificación se realiza con el uso de escuadras o, de manera más técnica, con el uso de una herramienta medidora de ángulos GAM 220 MF de Bosch, la cual está hecha de aluminio y su funcionamiento es digital. Este procedimiento se realiza mediante la ubicación de perfiles recortados en obra en forma diagonal en dos ángulos opuestos de la estructura armada con el uso de la herramienta ya mencionada calibrada en noventa grados. Cabe resaltar que dichos perfiles colocados de forma diagonal en la estructura son provisionales, es decir, cuando se coloquen los cerramientos de los muros serán retirados. (2020)

El ingeniero Alejandro Bondi menciona (2021) que el concepto de la linealidad entre elementos verticales y horizontales durante el diseño y principalmente durante la ejecución de la obra es un aspecto a tener en cuenta en esta clase de sistemas de construcción. Como se mencionó líneas anteriores, la función principal de los elementos verticales, en este caso los montantes, es la de transferir las cargas que reciben hacia la cimentación. Debido a la necesidad de transmitir los esfuerzos mediante el alma de los perfiles de los montantes usados en la estructura, la mayoría de tipo C, es necesario el uso de soleras en cada entrepiso, las cuales tienen la función de uniformizar las cargas excéntricas que llegan de los montantes alineados con las vigas de entrepiso. (Pérez y González, s/f.) En cuanto a la unión entre perfiles o paneles del *Steel Framing*, se pueden ubicar los diferentes tipos de encuentro entre los montantes: encuentros dobles, triples y cuádruples. Estos encuentros de montantes dependen del análisis estructural de la vivienda y son conectadas mediante piezas pre-armadas.

En cuanto a la estructura principal de las viviendas construidas con el sistema *Steel Framing*, se tienen los tabiques de separación, los cuales no aportan rigidez a la vivienda y no reciben carga alguna, y los muros autoportantes, los cuales pueden ser internos o externos y desempeñan funciones estructurales en la vivienda. Estos últimos están propensos a solicitaciones verticales u horizontales, tales como el peso propio de los materiales que componen la estructura, la sobrecarga dependiente del tipo de vivienda, cargas de viento que dependen de la zona analizada, movimientos sísmicos, entre otros. Las combinaciones de carga usadas para los diseños de los elementos que componen la estructura del sistema son las siguientes:

$$C1 = 1.4D$$

$$C2 = 1.2D + 1.6Lr$$

$$C1 = 1.2D + 1.6Lr + 0.8W$$

$$C1 = 1.2D + 1.6Lr + 0.8W$$

$$C1 = 1.2D + 1.6W + 0.5Lr$$

De donde:

D: Carga muerta o permanente debido al peso propio de los elementos tales como los entrepisos y la cubierta.

Lr: Sobrecarga de la cubierta y del entrapiso.

W: Solicitaciones debido a la acción del viento

Para el proyecto en cuestión, ubicado en el departamento de Lima, distrito de Carabaylo, se tiene una vivienda unifamiliar de dos niveles con área de aproximadamente 93 m². Se implementa el sistema *Steel Framing* para el diseño con el apoyo del ingeniero Alejandro Bondi. Se considera un techo a una sola agua con una pendiente del 5% y para la estructuración se emplean perfiles PGC 90x0.9 mm colocados cada 40 cm en paneles exteriores e interiores, como se mencionó anteriormente. En cuanto a la cubierta se usan cabreadas conformadas por perfiles de PGC 90x0.89 mm.

La función principal de los muros portantes conformados por la estructura a base de estos perfiles es transmitir los esfuerzos ocasionados por las solicitaciones ya mencionadas hacia la fundación diseñada para la vivienda. Los perfiles usados en los tabiques estructurales pueden variar entre 0.85 mm y 1.6 mm de espesor, tanto para montantes como para soleras y sus conexiones se realizan mediante tornillos autoperforantes instalados con el uso de atornilladores eléctricos con torque para evitar apretar la conexión. (Bondi, 2021) En el caso de los muros de separación o no estructurales, estos elementos tienen espesores menores, entre 0.4 mm y 0.5 mm, y las fijaciones, menos exigentes a comparación de las usadas en los muros estructurales, se realizan mediante clavos de impacto (autor desconocido, 2021). Los montantes usados en los paneles de separación deberán ser ligeramente menor a la altura de todo el entrapiso, es decir, se dejará una dilatación térmica de 5 mm, los montantes no deberán conectar con la solera (autor desconocido, 2021).

A continuación, se presenta el metrado de cargas considerado para el diseño de la vivienda a base del sistema *Steel Framing*:

Tabla 4.3 Metrado de cargas del entrapiso y cubierta de la vivienda con el sistema Steel Framing. Fuente: Propia.

Elemento estructural	Carga			
Entrapiso	D	Perfiles PGC y PGU.		Und.
		Placa de rigidización OSB de 12 mm	13	kg/m ²
		Solado	28	kg/m ²
		Cielorraso	10	kg/m ²
			51	kg/m ²
	Lr		130	kg/m ²
Cubierta	D	Perfiles PGC y PGU.		
		Placa de rigidización OSB de 12 mm	13	kg/m ²
		Chapa	3	kg/m ²
		Cielorraso	10	kg/m ²
			26	kg/m ²
	Lr		60	kg/m ²
Viento	W	*Consideraciones descritas en el desarrollo de la tesis.		

En cuanto a las direcciones del viento consideradas, se analiza transversal y longitudinalmente y para el diseño se consideran las situaciones más desfavorables. Para el cálculo de las solicitaciones se consideran los siguientes datos de la construcción:

- ✓ Altura de la vivienda: 6 m.
- ✓ Velocidad referencial del viento: 45 m/s
- ✓ Factor de importancia: $I=1$
- ✓ Factor topográfico: $K_{zt}=1$
- ✓ Factor de direccionalidad: $K_d=0.85$
- ✓ Coeficiente de exposición: $K_z=0.87$
- ✓ Exposición B
- ✓ Presión dinámica básica: $q_z=75.97 \text{ kg/m}^2$

Acción del viento en tabiques

Según la norma, se tienen los siguientes factores de forma adimensionales (C) para los componentes y revestimientos de los tabiques:

- ✓ $C_{pe\text{-barlovento}}= 0.8$
- ✓ $C_{pe\text{-sotavento}}= -0.5$
- ✓ $C_{pi\text{-presión}}= 0.18$
- ✓ $C_{pi\text{-succión}}= -0.18$

Resulta:

$$C_{\text{presión}}=0.98 \rightarrow w_{\text{presión}}=74.45 \text{ kg/m}^2$$

$$C_{\text{succión}}=-0.68 \rightarrow w_{\text{succión}}=-51.66 \text{ kg/m}^2$$

Acción del viento sobre la cubierta inclinada

Según la norma, se tienen los siguientes factores de forma adimensionales (C) para los componentes y revestimientos de la cubierta inclinada:

- ✓ $C_{pe\text{-succión}}= -1.17$
- ✓ $C_{pe\text{-presión}}= 0.4$
- ✓ $C_{pi\text{-presión}}= 0.18$
- ✓ $C_{pi\text{-succión}}= -0.18$

Resulta:

$$C_{\text{succión}}= -1.35 \rightarrow w_{\text{succión}}= -102.55 \text{ kg/m}^2$$

$$C_{\text{presión}}= 0.18 \rightarrow w_{\text{presión}}= 13.68 \text{ kg/m}^2$$

Como se mencionó anteriormente, el diseño de los elementos estructurales se realiza en base al caso más desfavorable. En el caso del montante más solicitado, se tienen las siguientes cargas aplicadas:

- ✓ Acción del viento presión $W_p= 20.5 \text{ kg/m}$
- ✓ Carga puntual del viento a succión $W_s= -66 \text{ kg}$
- ✓ Carga puntual de viento a presión $W_s= 634.64 \text{ kg}$

Además, en cuanto al montante más comprometido, se considera que éste se encuentra arriostrado en la parte superior mediante la placa OSB ($e = 12\text{mm}$), mediante el fleje de $50 \times 0.5\text{mm}$ cada metro en la parte inferior y posee una separación máxima entre elementos de 40 cm . A continuación, en la tabla 4.4 y 4.5, se presenta información relevante de los perfiles PGC usados para el armado de los montantes en la vivienda con el sistema *Steel Framing*:

Tabla 4.4 Propiedades del perfil PGC 90x0.89 del Steel Framing, Fuente: Construcciones Steel Framing del Perú.

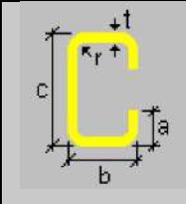
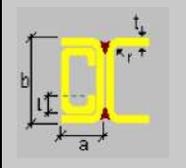
Perfil PGC: 90x0.89		Dimensiones	
	a (pestaña)	1.7000	[cm]
	b (ancho de ala)	4.0000	[cm]
	c (profundidad)	9.0000	[cm]
	r (radio de doblado)	0.1400	[cm]
	t (espesor)	0.0890	[cm]
Material:	A36		
Propiedades			
Descripción	Unidad	Valor	
Tensión de fluencia (F_y):	[kg/cm ²]	2531.04	
Tensión de rotura (F_u):	[kg/cm ²]	4077.78	
Módulo de elasticidad (E):	[kg/cm ²]	2038891.00	
Módulo de corte del acero (G):	[kg/cm ²]	809083.80	

Tabla 4.5 Propiedades del perfil 100x100x0.89 del Steel Framing. Fuente: Construcciones Steel Framing del Perú.

Perfil: 100x100x0.89		Dimensiones	
	a (pestaña)	3.500	[cm]
	b (ancho de ala)	10.200	[cm]
	c (profundidad)	1.500	[cm]
	r (radio de doblado)	0.140	[cm]
	t (espesor)	0.089	[cm]
Material:	A36		
Propiedades			
Descripción	Unidad	Valor	
Tensión de fluencia (F_y):	[kg/cm ²]	2531.04	
Tensión de rotura (F_u):	[kg/cm ²]	4077.78	
Módulo de elasticidad (E):	[kg/cm ²]	2038891.00	
Módulo de corte del acero (G):	[kg/cm ²]	809083.80	

El diseño de los elementos se realiza mediante condiciones de servicio y la verificación de diseño se realiza por flexión, corte, tracción, compresión, torsión y aplastamiento. Ahora, en los elementos horizontales se tienen las vigas del sistema *Steel Framing*, las cuales descansan sobre

los muros portantes o columnas y reciben las cargas del entrepiso, techo y tijerales mediante sus apoyos y las distribuyen hacia los demás elementos estructurales. Dentro del grupo de vigas se tienen las vigas chatas, las vigas compuestas y las vigas reticuladas, las cuales serán explicadas más a detalle en la tabla 4.6 mostrada a continuación:

Tabla 4.6 Descripción de los tipos de vigas en el sistema Steel Framing. Fuente: Propia.

Tipo	Materiales	Proceso constructivo (a grandes rasgos)
Vigas chatas	Perfiles estructurales PGC y PGU de espesores que varían entre 89 mm, 102 mm y 152 mm.	Se habilita el parante estructural de forma horizontal con las alas hacia arriba y se cubre con el riel, esto para formar una viga del tipo tubo. La fijación se realiza mediante los tornillos <i>wafer</i> con punta broca. Su uso es común encima de los muros portantes para la distribución de cargas de los elementos superiores.
Vigas compuestas	Perfiles estructurales PGC y PGU de espesores que varían entre 89 mm, 102 mm y 152 mm.	Se usan dos parantes estructurales PGC que se conectan frente a frente y se unen mediante el alma del riel, similar al caso explicado anteriormente de los dinteles. La fijación se realiza con los tornillos autoperforantes de cabeza hexagonal con punta broca. Su uso es común encima de los muros portantes.
Vigas reticuladas	Perfiles estructurales PGC y PGU de espesores que varían entre 89 mm, 102 mm y 152 mm.	Se componen de cordones paralelos separados mediante perfiles de acero verticales y diagonales. La conexión de los perfiles de acero mencionados se da con la idea de formar triangulaciones a lo largo de la viga. Se marca la ubicación de los cordones paralelos y respetando el peralte de las vigas reticuladas de 40 cm. La fijación de los elementos verticales en los extremos se realiza con los tornillos hexagonales punta broca. Para el reticulado se colocan parantes verticales al centro de la viga y se refuerza con las parantes diagonales concurrentes a este punto medio para formar la triangulación, esto con el fin de disminuir la deflexión. Los demás refuerzos verticales son colocados cada cierta distancia, dependiendo del cálculo estructura siguiendo la triangulación ya mencionada.

En el caso de la vivienda analizada, esta se compone de vigas reticuladas cuyo metrado se muestra continuación, para el caso de las vigas de entrepiso:

- ✓ Carga muerta: $D= 19.7 \text{ kg/m}$
- ✓ Sobrecarga: $L_r= 51.3 \text{ kg/m}$

Además, se considera que el análisis se realiza en base al elemento más comprometido y tomando en cuenta que el cordón superior se encuentra arriostrado superiormente mediante la placa OSB de 12 mm, mediante flejes de 50x0.5 mm en la parte inferior y posee una separación máxima entre cabios de 40 cm.

Ahora, para el caso de las vigas de techo, se tiene el siguiente metrado:

- ✓ Carga muerta: $D= 11.8 \text{ kg/m}$
- ✓ Sobrecarga: $L_r= 23.7 \text{ kg/m}$
- ✓ Presión del viento: $W_p= 40.5 \text{ kg/m}$

Del mismo modo, se considera el análisis sobre elemento más comprometido tomando en cuenta el arriostramiento superior a la viga mediante la placa OSB con espesor de 12 mm, el arriostramiento inferior con mediante los flejes 50x0.5 mm y la separación máxima de 40 cm. El detalle de las vigas para la vivienda, en la mayoría del tipo reticulada, se muestra en los planos anexados en la parte final. En la figura 4.4 se muestra el detalle típico entre dos vigas, en este caso del tipo reticuladas, las cuales se unen mediante un perfil tipo “L” de acero y fijados mediante tornillos hexagonales:

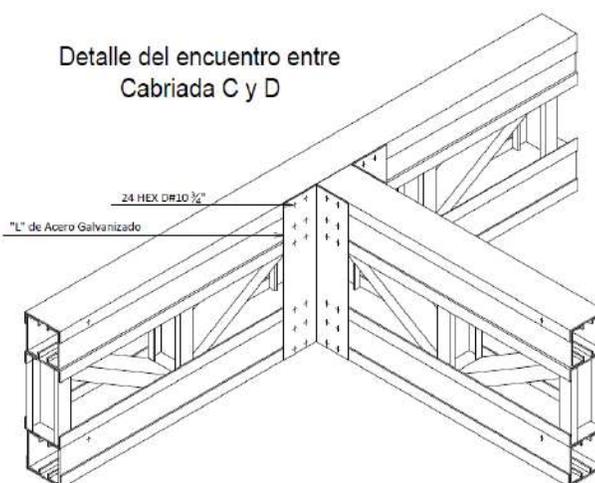


Figura 4.4 Detalle de encuentro entre dos vigas reticuladas. Fuente: Construcciones Steel Framing del Perú.

Uno de los casos más usuales en el levantamiento de viviendas con el sistema *Steel Framing* es la apertura de vanos en los muros autoportantes, ya sea para puertas o ventanas. El diseño estructural del sistema deberá tomar en cuenta el redireccionamiento de las cargas en el caso de los muros autoportantes mediante los montantes, esto con el uso de los dinteles, los cuales resultan de la combinación de elementos de perfiles C y U y tienen la función de soportar las cargas superiores provenientes del tijeral y la cobertura para evitar deflexiones. Para el caso de viviendas de un solo nivel se usan dinteles cerrados formados de dos perfiles U y, para viviendas de dos o más niveles la composición del dintel se da mediante dos perfiles en C enfrentadas que reciben un canal en U superior e inferiormente (autor desconocido, 2021). En el caso de los muros de separación, no es necesario la inclusión de dinteles para el redireccionamiento de las cargas porque

estas no existen. Para el proyecto de la vivienda unifamiliar en cuestión, se presenta el detalle de los dinteles de las ventanas pequeñas de la vivienda en la figura 4.5:

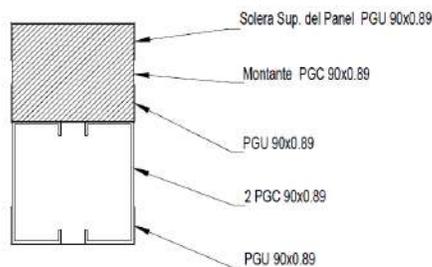


Figura 4.5 Detalle de dinteles de ventanas pequeñas. Fuente: Construcciones Steel Framing del Perú.

Al ser la vivienda de dos niveles, los dinteles que componen la estructura están formados de dos perfiles PGC 90x0.89 y perfiles PGU 90x0.89. A continuación, se presenta una descripción general del armado de la viga tipo dintel y de los refuerzos necesarios usados en la apertura de los vanos. En cuanto al vano de una ventana, después de haber centrado la ubicación de la misma, se procede a colocar parantes a los extremos con las almas direccionadas al interior de la ventana. Para la construcción de la viga dintel se usan dos parantes de perfil C cortados previamente con la medida del ancho de la ventana, unidos a un riel en la parte superior y anclados con tornillos de cabeza hexagonal de punta broca. Este detalle es mostrado en la figura 4.6 para un mejor entendimiento del armado:

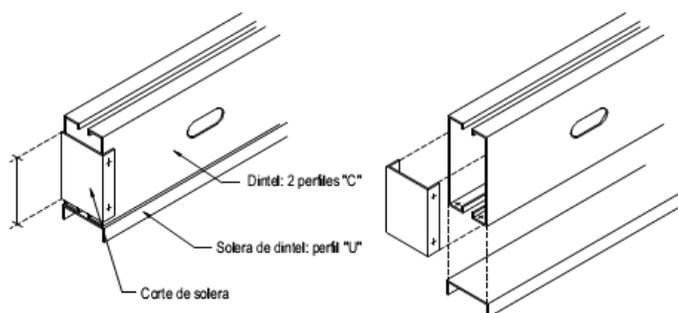


Figura 4.6 Armado de la viga tipo dintel para los vanos de puertas y ventanas. Fuente: ConsulSteel.

Como toda viga deberá apoyarse en dos columnas, se usan parantes estructurales que van desde la parte inferior a la parte superior del panel y otros parantes que son colocados debajo de la viga, a los cuales se les denomina *jack*. A la unión de ambos refuerzos mencionados se les denomina *king* y son ensamblados mediante conectores de cabeza hexagonal con punta broca con distancias de, según Pedro Ramírez de la empresa TUMEPESA, cinco centímetros de cada extremo y cada veinte centímetros para el resto (2020). El número de elementos *jack* a utilizar se determina en base al cálculo estructural, sin embargo, una forma rápida de aproximarlos es mediante la división del número de montantes interrumpidos entre dos (Pérez y González, s/f.). Después de haber armado el *king* para el apoyo del dintel, se usa un listón de madera de dimensiones determinadas como refuerzo. El posicionamiento de estos refuerzos depende del tipo de ventana a utilizar, en donde, para ventanas fijas, la madera será colocada en todo el marco, y para ventanas

corredizas solo en las partes superior e inferior (Ramírez, 2020). Después del refuerzo de madera, se procede a colocar el riel para una mayor resistencia de la estructura mediante conectores *wafer* con punta broca. Por último, para la terminación del vano de ventana, se colocan parantes cortados a dimensiones del dintel y colocados cada cierta distancia, denominados *creeples*, para luego usar un elemento riel como tapa inferior. En cuanto al alféizar de la ventana, el procedimiento es similar. Se colocan dos parantes al mismo nivel y se usa un elemento tipo riel como tapa, en donde cabe resaltar que la altura mínima del *alféizar* es de noventa centímetros. Aquí, para la unión de los elementos mencionados se usarán tornillos con cabeza hexagonal punta broca en el interior y tornillos con cabeza *wafer* punta broca para el exterior (Ramírez, 2020). Como *creeples* se usan parantes de acero galvanizado tipo C unidos en el alma con tornillos hexagonales, considerando el concepto de linealidad antes ya mencionado para la transferencia correcta de las cargas. En cuanto a los vanos de las puertas, también se usarán los dinteles descritos anteriormente, sin embargo, en los refuerzos laterales se usará madera en todo el marco de la puerta. A continuación, se presenta un gráfico de un muro portante (figura 4.7) con una apertura de vano para ventana:

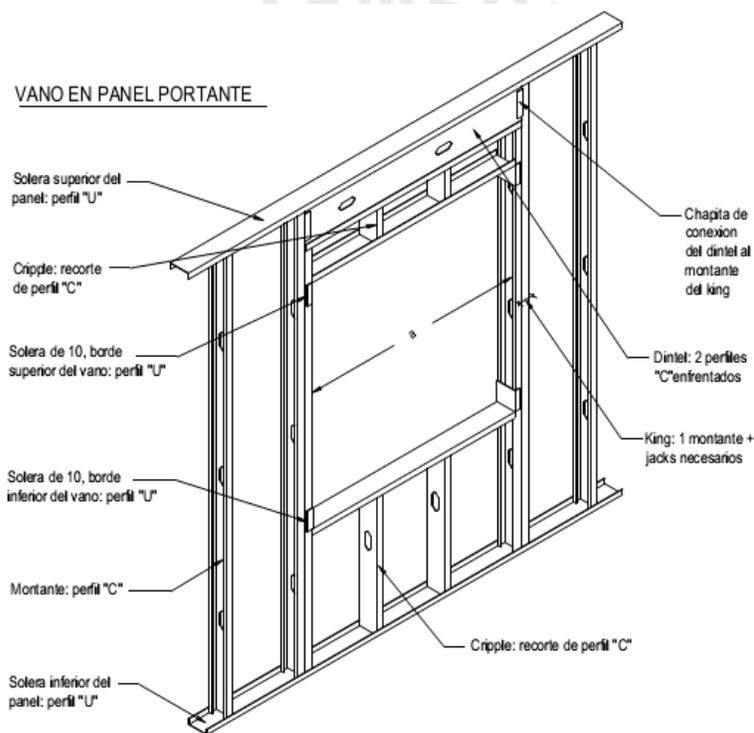


Figura 4.7 Detalle de vano en muro portante de Steel Framing. Fuente:ConsuSteel.

Se muestra en la figura 4.8 el detalle de los vanos para la fachada del primer nivel de la vivienda unifamiliar. Aquí, se tiene el detalle de los vanos A, B y C, en donde se colocará una puerta principal de acceso y dos mamparas. Se puede observar la ubicación de los dinteles para los vanos mencionados que favorezcan el redireccionamiento de las cargas provenientes del segundo nivel, así como la formación del *king* para la estabilización lateral. El detalle de los planos relacionados a la vivienda con la implementación del sistema *Steel Framing* se encuentra en los anexos de la presente tesis.

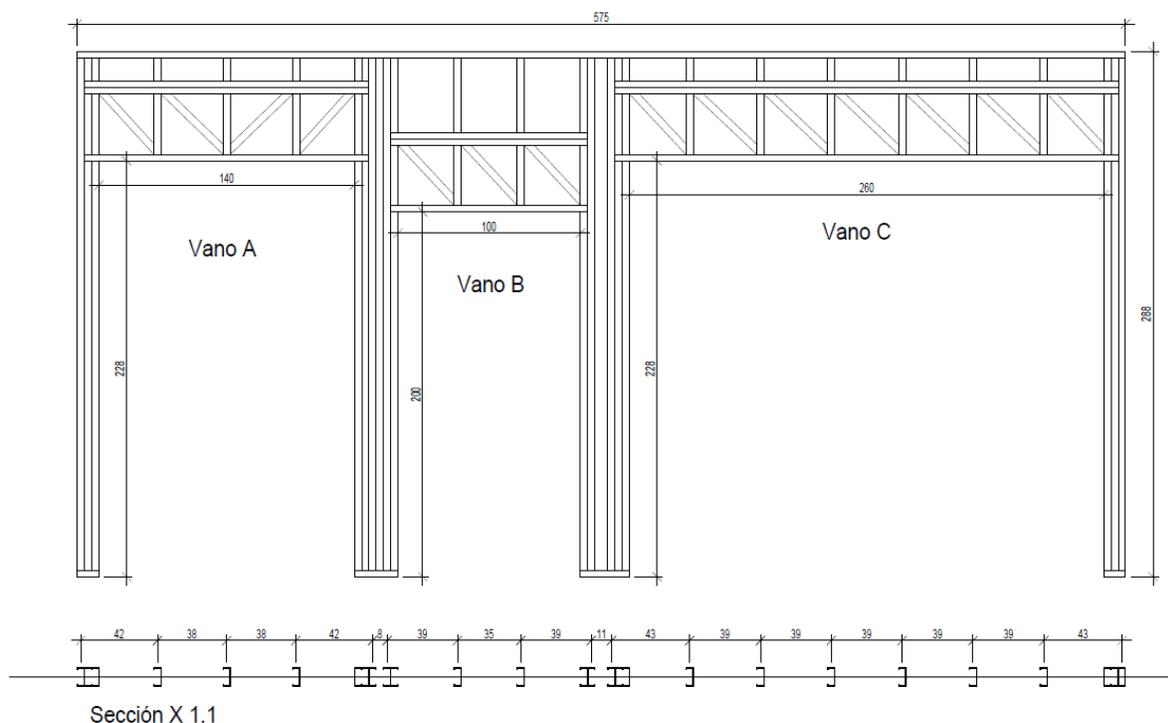


Figura 4.8 Detalle de la fachada del primer nivel de la vivienda unifamiliar con el sistema Steel Framing. Fuente: Construcciones Steel Framing del Perú.

En cuanto a la estabilización de las estructuras que poseen el sistema *Steel Framing*, es importante dotarla de una resistencia ante las solicitaciones horizontales, tales como el sismo y el viento principalmente. Debido a que los montantes, por sí solos, no son capaces de resistir estos esfuerzos horizontales, es necesario el uso de rigidizadores o arriostramientos que puedan contrarrestarlos. En este tipo de sistemas, las placas de cerramiento de los paneles autoportantes poseen la función de diafragmas de rigidización, además de brindar el aislamiento térmico o acústico en la vivienda, a excepción de las placas de yeso, poliestireno expandido, placas cementicias. (Gauna, 2021) Los componentes del arriostramiento usado serán expuestos a esfuerzos de tracción o compresión, según sea el sentido de la aplicación de la fuerza del viento o el producto del movimiento sísmico.

Dentro de los arriostramientos más usados en la industria del *Steel Framing*, se tiene la rigidización con cruce de San Andrés o arriostramiento en X y el arriostramiento en K. En cuanto al arriostramiento en X o cruce de San Andrés, se usan básicamente flejes metálicos, placa tipo Gousset o también denominadas cartelas y ángulos tensores. El proceso constructivo del arriostramiento de los paneles autoportantes viene dado por la colocación de placas de acero galvanizado de dimensiones determinadas o las también denominadas cartelas, en cada esquina del muro, tanto en la parte superior como inferior, y fijados a los parantes con tornillos *wafer* con punta broca. Cabe resaltar que esta fijación de las cartelas y el anclaje del panel deben coincidir para absorber los esfuerzos transmitidos debido al arriostramiento. (Pérez y González, s/f.) Después, se colocan los flejes, atornillados a la cartela con el mismo conector, formando una X en el muro autoportante en el cual se está trabajando. Para tensar los flejes colocados en el muro, se hace uso de ángulos tensores de aproximadamente 4 mm de espesor, los cuales van ubicados al tercio de la longitud del fleje con la función de inducir el “acorte” del fleje para el tensado y la

guía para su colocación se realiza con una broca metálica. Es importante que el tensado se realice de manera efectiva para evitar deformaciones en los paneles y el comportamiento tipo látigo de los flejes, lo cual puede llegar a afectar la estructura en gran medida. Cabe resaltar que los flejes se colocan a cada lado del muro y el ángulo que forman con la horizontal debe comprender entre treinta y sesenta grados. Cuanto menor sea el ángulo formado entre la horizontal y la diagonal, menor será la tensión en la cinta metálica y en el caso de los ángulos superiores a los sesenta grados, los flejes pierden la capacidad de deformación (citado en Pérez y González, s/f.). Se deberá tener en cuenta que los flejes no deberán ser atornillados a los parantes bajo ninguna circunstancia debido a que, ante esfuerzos horizontales, es probable que se produzcan fallas por corte. Se presenta el detalle de la colocación de las diagonales a la cartela anclada a los parantes de la estructura (figura 4.9):

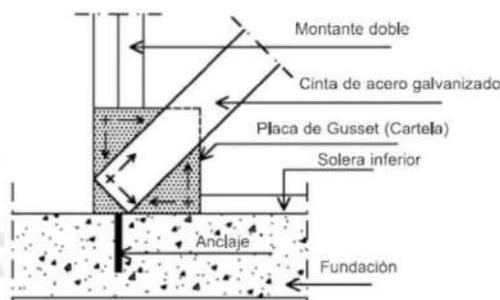


Figura 4.9 Detalle de la conexión fleje-cartela y cartela-parantes. Fuente: ConsuSteel.

En el caso de colocar arriostramientos en los paneles autoportantes que poseen la presencia de vanos, ya sea para puertas o ventanas, se tienen dos tipos de colocación. El primero comprende el uso de tres cartelas, dos superiores a los extremos del vano y una inferior en la zona media debajo del mismo, formando de esta manera una V. Los flejes se colocan de la manera ya mencionada anteriormente y son tensados de la misma forma con los ángulos. La segunda forma de arriostrar los muros autoportantes es el uso de estos muros a cada extremo del panel en el cual se realizó la abertura y con la aplicación del procedimiento descrito anteriormente para los arriostramientos convencionales.

El uso de los arriostramientos en K se aplica cuando, por razones técnicas, los arriostramientos en X o en cruz de San Andrés no pueden ser usados, esto debido al excesivo número de vanos o aberturas realizadas en los paneles autoportantes. Al igual que el arriostramiento descrito anteriormente, este tipo de método de rigidización actúa tanto en tracción como en compresión dependiente de la dirección de la sollicitación por sismo o viento. Una de las principales desventajas es la necesidad de tener montantes más rígidos en los paneles en los cuales se planea trabajar, las condiciones de las conexiones y las grandes excentricidades que pueden generarse en los paneles. Es recomendable aplicar el arriostramiento en K solo cuando no es posible aplicar el arriostramiento en X (Pérez y González, s/f.).

Los entrepisos del sistema analizado, así como del convencional, poseen la función principal de transmitir las cargas de los niveles superiores a través de las vigas hacia las columnas y muros portantes hasta llegar a la cimentación, además, deberán ser resistentes al fuego, impermeables, poseer un peso óptimo y cumplir su función de aislante térmico. Ahora, en cuanto a la estructura del techo en base al *Steel Framing*, se dividirá a la estructura en una cantidad de

terminada de elementos, esto con la idea de distribuir la carga total en estos elementos. (Pérez y González, s/f.) Dentro de los elementos importantes en esta estructuración se encuentran parantes y rieles de secciones determinadas, así como tornillos autoperforantes para el anclaje. En cuanto a los parantes colocados, estos tendrán un espaciamiento cada 40 cm y cada 60 cm en casos especiales cuando se usen planchas OSB como cubierta. (autor desconocido, 2020) Como se mencionó anteriormente, el concepto de linealidad sigue presente durante toda la etapa de ensamblaje y construcción del *Steel Framing*, por lo cual los componentes de la estructura del techo deberán estar alineados con los montantes del panel en el cual se apoyan. “El alma de los perfiles que componen la estructura de techos debe estar alineada al alma de los montantes del panel sobre los que se apoyan y sus secciones en coincidencia, de modo que la transmisión de cargas sea en forma axial” (Pérez y González s/f.: 40). En caso no se tengan perfiles que permitan la coincidencia en las almas de los montantes y el techo se deberá de usar vigas dintel para soportar las cargas de los elementos no alineados.

Según Christian Garrote, especialista de la empresa TUPEMESA, algunas de las consideraciones importantes a tener en cuenta en el proceso constructivo de los entrepisos es que los parantes se colocan en la dirección más corta del entrepiso, además, si se tienen luces mayores a los 3 m de longitud se deberán seccionar las cargas mediante dos vigas reticuladas que descansen sobre las columnas. (2021) En cuanto al proceso constructivo, este se detallará de manera general, se debe considerar que este es un análisis genérico y depende mucho de la experiencia del equipo de trabajo y del diseño estructural. Los rieles de sección determinada según el análisis estructural serán colocados en los extremos de los muros portantes y se fijan con tornillos *waffer* con punta de broca. Después, para formar el marco del entrepiso, se procederá a colocar los parantes y se modularán cada 40.7 cm como máximo. (Ramírez, 2021) Después de tener ensamblada la parrilla del entrepiso, se colocan los refuerzos transversales en la dirección del punto medio del entrepiso perpendicular a la dirección más corta, los cuales favorecerán el refuerzo superior del entrepiso. Para estos refuerzos se usarán rieles cortados en las alas para que puedan ser doblados y atornillados, estos serán colocados a un tercio de distancia. (Ramírez, 2021) En cuanto al reforzamiento inferior del entrepiso, se colocarán rigidizadores de alma en los extremos de los parantes, en donde se colocarán los paneles de los niveles superiores. Adicional a esto, se puede optar por reforzar el entrepiso con flejes metálicos con una configuración perpendicular a la dirección más corta y otra configuración que forme la cruz de San Andrés. En cuanto al anclaje del entrepiso a los muros del primer nivel, se usa una varilla roscada para unir la primera y segunda planta. Para el emplacado se hace uso de una plancha de OSB, usualmente de 18 mm de espesor, fijada a la estructura transversalmente e intercalada como ladrillo. (Garrote, 2021) El plano del entrepiso y del techo se encuentran en los anexos de la presente tesis.

4.2.3 Cerramientos

El uso de los cerramientos en este tipo de modulares tiene como principal objetivo el control térmico dentro de la vivienda, el ahorro energético en cuanto a su aplicación, y el aislamiento acústico del exterior al interior y viceversa.

Los cerramientos usados en el sistema *Steel Framing*, en término de muros portantes, y el sistema *Drywall*, en cuanto a muros de separación, trabajan con el principio de masa-resorte-masa. En donde la masa representa las capas livianas superpuestas entre sí y el resorte es representado por las capas usadas que poseen capacidades absorbentes y que se caracterizan por ser porosos o

fibrosos, como es el caso de la lana de vidrio. (Sarmanho, Moraes, 2007) A continuación, se presenta una tabla extraída del manual “Steel Framing: Arquitectura” de la Asociación Latinoamericana de Acero, en donde se muestra el índice de reducción acústica (Rw) en base al espesor de la lana de vidrio usada en los proyectos (tabla 4.7):

Tabla 4.7 Índice de Reducción Acústica (Rw) de la lana de vidrio. Fuente: Adaptado de la Asociación Latinoamericana de Acero. (2007)

	Pared simple	Pared doble	Pared simple	Pared doble	Pared simple	Pared doble
Espesor de la lana de vidrio (mm)	50	50	75	75	100	100
Rw (dB)	43	50	47	55	52	58

En cuanto al aislamiento térmico adecuado para las viviendas construidas con este sistema, esto depende mucho del lugar en el cual se planea construir. En el Perú se tiene una gran variedad de climas que dependen de la región y de la época del año, por lo cual, el estudio detallado de los cerramientos a utilizar es primordial para tener un buen control energético en la vivienda y mantener el equilibrio entre las pérdidas y ganancias de calor. Dentro de las evaluaciones necesarias para elegir los tipos de cerramientos que controlen estos efectos, se tiene que verificar no la resistencia térmica del material que, escogido, sino también los intercambios de temperatura que podrían llegar a tenerse en la edificación y se escogen los sistemas de aislamiento en base a la menor pérdida de espacio útil también. Debido a la diferencia de materiales entre las capas de cerramientos y los perfiles galvanizados del *Steel Framing* se deberá evaluar la aparición de los puentes térmicos. Para contrarrestar este fenómeno, en lugares de clima frío como la sierra peruana, sería indispensable el uso de aislamiento térmico no solo interiormente, sino también al exterior en contacto con la intemperie, en donde se recomienda el poliestireno expandido (placa EPS). La calidad de comportamiento de los aislantes térmicos se determina en base a la resistencia térmica que estos poseen, es decir, a la capacidad que poseen para dificultar el paso del calor. De acuerdo a una investigación realizada por Krüger (2000), se tiene una tabla adaptada en la Asociación Latinoamericana de Acero (2007) con los espesores de la lana de vidrio, el cual es el aislante termo-acústico más usado en el *Steel Framing*, la conductividad térmica y la resistencia térmica, los cuales dependen del espesor escogido (tabla 4.8):

Tabla 4.8 Conductividad térmica y Resistencia térmica en base al espesor de la lana de vidrio. Fuente: Adaptado de la Asociación Latinoamericana de Acero. (2007)

Espesor de la lana de vidrio (mm)	Conductividad térmica (W/m °C)	Resistencia térmica (m ² °C/W)
50	0.042	1.19
75	0.042	1.78
100	0.042	2.38

De esta tabla se puede observar que la conductividad térmica no varía, ya que esta depende intrínsecamente del material utilizado, en este caso la lana de vidrio. Sin embargo, en cuanto a la resistencia térmica, se observa una variación que refleja la mayor capacidad para dificultar el paso del calor en cerramientos de lana de vidrio con mayores espesores.

Dentro de los cerramientos más usados en América Latina, según Bondí, se tiene la placa OSB, la placa cementicia o fibrocemento, la placa de yeso cartón para los interiores, y la lana de

vidrio ya presentada. Además, el uso del sistema *Drywall* en los últimos años ha mejorado la capacidad técnica del personal encargado de la instalación de este tipo de emplacados. (2021) El uso de la placa OSB podría extenderse a ambientes exteriores e interiores, debido a sus características mecánicas, sin embargo, la placa de yeso cartón es la elegida para el cerramiento interior debido a su desempeño estético. Las placas de yeso laminado generalmente se venden en medidas de 1.22 m x 2.40 m y con espesores que varían entre 9 mm y 15 mm e incluyen aditivos y agregados que se le confiere para mejorar sus propiedades para casos específicos. Dentro de los tipos de placas de yeso laminado se tienen las que se presentan a continuación en la tabla 4.9:

Tabla 4.9 Descripción de los tipos de placas de yeso laminado. Fuente: Alejandro Bondi. (2021)

Placa de yeso laminado	Descripción
Placa resistente a la humedad	Poseen una baja resistencia a la humedad o a la presencia de moho, sin embargo, son usadas en la gran mayoría de casos en ambientes de los baños y cocinas.
Placa resistente al fuego	Su uso es usual en hoteles o departamentos en donde se tenga una alta probabilidad de propagación de fuego en situaciones de incendios, ya que tienen una resistencia que ronda alrededor de 1 hora.
Placas especiales	Dentro de este grupo se encuentran las placas que tienen la capacidad de absorción acústica, son desmontables y poseen una alta resistencia a impactos.
Placas exteriores	Dentro de este grupo se encuentran las placas que controlan la absorción de la intemperie y poseen una alta resistencia a la exposición. En Lima, en particular, pueden ser colocados sin terminación alguna, <i>sidding</i> o revoque.

Según el ingeniero Alejandro Bondi (2021), alternativamente a las placas de yeso laminado, se tienen otras alternativas para recubrir paredes y techos. La primera alternativa son los paneles estructurales aislados de madera, los cuales se conforman por un núcleo de poliuretano expandido de alta densidad y dos placas de fibra orientada (OSB por sus siglas en inglés). Poseen aberturas ya cortadas para los vanos de puertas y ventanas y ductos para las instalaciones eléctricas. En cuanto al uso que se le da, tiene la función de cubrir estructuras de madera o de acero, pudiendo tener el rol de paneles autoportantes también. El tomado de las juntas se realizan con masilla y cintas de papel.

En cuanto a la protección contra el fuego, se tienen diversas opciones, sin embargo, es importante dejar claro que hay materiales que no arden ante situaciones de incendios, sin embargo, ante la prolongada exposición terminan degradándose y perdiendo sus propiedades. Según el ingeniero Alejandro Bondi (2021), se tienen los materiales ignífugos, los cuales tienen la principal función de sectorizar una vivienda, es decir, evitar que las llamas provocadas por el incendio pasen de un ambiente a otro, así como proteger la integridad de los elementos estructurales para dar paso a la evacuación de los habitantes de la vivienda por un determinado tiempo, medido en minutos. Dentro de los aislamientos contra el fuego se tienen algunas opciones, tales como la lana de roca, fibra de vidrio y la espuma de poliuretano (PU). La presentación de la lana de roca puede ser en paneles o en mantas y se caracteriza por no ser inflamables. Durante la instalación es importante una capacitación previa hacia el personal, ya que se tienen cuidados especiales de protección de ojos, piel y sistema respiratorio. Adicional a la protección contra el fuego, puede contribuir al aislamiento acústico debido a la disposición de las fibras que lo componen. En cuanto a la fibra de

vidrio, o también conocida como lana de vidrio, es muy similar a la lana de roca, sin embargo, posee una mayor resistencia a la humedad y su comercialización también se da en paneles y mantas. La espuma de poliuretano, o también conocida como poliuretano proyectado debido a la forma en que se aplica en la superficie, es un material plástico poroso. Se caracteriza por aportar una gran rigidez estructural y por su nula absorción de humedad. Actualmente, esta placa es usada más comúnmente en los Estados Unidos, sin embargo, ya se proyecta la llegada al país en un corto tiempo, según Bondi.

A continuación, la tabla 4.10 muestra información sobre los emplacados mencionados, así como el precio de los insumos en la actualidad peruana:



Tabla 4.10 Emplacados usados en el Steel Framing. Fuente: Propia.

Emplacado	Nombre	Función	Descripción técnica	Uso	Precio ref.
	Placa OSB (Oriented Strand Board)	Posee una alta resistencia mecánica, resistente a los impactos, debido a sus dimensiones proporciona estabilidad y rigidez a la estructura y son resistentes al ataque de insectos y a la humedad.	Su producción se realiza en dimensiones de 1.22 m x 2.44 m y tienen espesores típicos de 9 mm, 12 mm, 15 mm y 18 mm.	Usado como cerramientos, tanto de las caras interiores como exteriores de los paneles. Se usa también para cielorrasos o entrepisos.	S/ 90.00 (18 mm) S/ 80.00 (15 mm) S/ 60.00 (12 mm)
	Membranas de polietileno de alta densidad	Tienen la función principal de impermeabilizar, es decir, proteger a la placa OSB de la intemperie contra la humedad.	Espesor nominal aproximado de 10 mm, con peso de 750 g/m ² . Colores típicos en negro, blanco y verde.	Usado como impermeabilizador de paredes interiores o exteriores con placa OSB.	S/ 20.00
	Siding de fibrocemento	Puede estar hecho de PVC, madera o cementicio. Favorece a la construcción limpia y rápida. Su acabado se adapta al OSB. El revestimiento es impermeable, sin embargo, no es muy resistente a impactos.	Se comercializa en dimensiones de 5 m de largo y 0.25 m de ancho, lo cual puede variar dependiendo de los proveedores.	Se usa como revestimiento para fachadas.	S/ 55.00 Espesor de 8 mm
	Placa EPS (Poliestireno expandido)	Su función principal es la de aislamiento termo-acústico, tanto para elementos verticales como los paneles, como para las losas de entrepisos.	Planchas de 1.20 m x 2.60 m fáciles de cortar	Para paneles interiores o exteriores y losas de entrepiso.	S/ 12.00 (1") S/ 22.00 (2")
	Malla de fibra de vidrio	Cumple el rol de impermeabilizante junto a la membrana de polietileno y garantiza que el revoque aplicado a la placa exterior se adhiera.	Su producción se realiza en mantas o paneles.	Se usa para asegurar la adherencia del revoque a la placa.	S/ 15.00
	Placa de yeso cartón	Revestimiento de paneles portantes o no portantes interiores o exteriores. Se encuentran las palcas standards aplicadas en paredes secas (ST), las resistentes a la humedad (RH) y las resistentes al fuego (RF).	Se comercializa en dimensiones de 1.20 m (1.22 m) de ancho con dimensiones del largo que varían entre 1.80 m y 3.60 m. Los espesores típicos son de 9.5 mm, 12.5 mm y 15 mm, la densidad superficial varía entre 6.5 kg/m ² y 14 kg/m ² dependiendo del espesor.	Para paneles interiores o exteriores.	S/ 21.00
	Lana de vidrio	Posee la capacidad de aislar el ruido del interior al exterior y viceversa, debido a su textura porosa y fibrosa. Además, brinda aislamiento térmico dependiendo del espesor que sea elegido.	Se comercializan en dimensiones de 1.2 m x 12 m, poseen un rendimiento de colocación de 14.4 m ² y en espesores de 50, 65, 75, 90 y 100 mm.	Aislante termo-acústico	S/ 86.10 (50 mm) S/ 89.00 (65 mm) S/ 112.00 (90 mm) S/ 185.00 (100 mm)

Como se mencionó anteriormente, los cerramientos externos de los paneles del *Steel Framing* toman el rol de diafragma de rigidización, esto solo en el caso de las placas de OSB o multilaminado fenólico mas no para las placas de yeso, poliestireno expandido y las placas cementicias. (Gauna, 2021) Estas placas son capaces de absorber las cargas laterales provenientes de los demás niveles de la vivienda, además de aportar rigidez a la estructura, sin embargo, es importante saber de qué depende el desempeño estructural de estos diafragmas de rigidización. Dentro de las consideraciones a considerar para los cerramientos exteriores, según Bondi, se tiene primeramente la configuración de los paneles, los cuales deberán ser cortados en C o en L cuando se tenga presencia de vanos para puertas o ventanas, en las esquinas de estos. Para esto, en cuanto al proceso constructivo, se usarán tornillos provisorios que fijen la placa y permitan los cortes mencionados anteriormente después del marcado del contorno. Además, deberá considerarse que el ancho mínimo del emplacado es de 1.20 m en toda la altura del mismo. A continuación, se muestra la figura 4.10 que representa de mejor manera esta restricción:

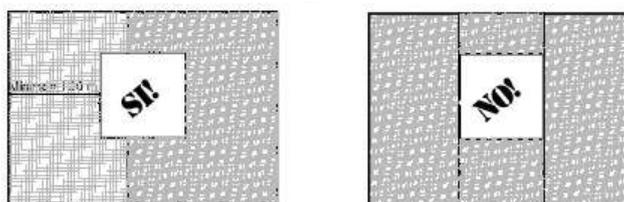


Figura 4.10 Ancho mínimo de 1.20 m en el emplacado de los paneles. Fuente: ConsuSteel.

En cuanto a la colocación de las placas OSB, estas deben de tener la mayor dimensión colocadas verticalmente, es decir, de forma paralela a la dirección de los montantes. La unión de dos placas adyacentes se debe de realizar sobre las alas de los montantes con los tornillos colocados desfasados entre una y otra placa. (autor desconocido, 2020) Según el ingeniero Alejandro Bondi, la unión de las placas no deberá coincidir con la unión de los paneles, es decir, se deben solapar las juntas para aumentar la rigidez. Del mismo modo, en las esquinas de la vivienda en donde se tengan encuentros de paneles, se emplazarán las uniones con solapamiento entre perfiles y placas. (2021) Como consideración adicional se tiene que, en el perímetro lateral de las placas, el espaciamiento máximo entre tornillos es de 10 cm y de 20 cm en los montantes intermedios. (autor desconocido, 2020)

Se debe tener en cuenta que el desempeño estructural de la estructura en *Steel Framing* dependerá no solo de los aspectos ya mencionados, sino también de la resistencia proporcionada por los montantes, los tipos de perfiles usados, la cantidad de elementos calculados del análisis estructural, la separación entre tornillos o fijadores, los espesores de las láminas, entre otros aspectos. Además, durante el transporte de los componentes y la ejecución de la vivienda, es necesario considerar ciertos requisitos que favorecerán el buen desempeño de la vivienda. Algunas de estas consideraciones son el correcto anclaje de las placas usadas a la estructura para evitar fallas por desgarro y disminuir así la capacidad de absorber esfuerzos de tensión por parte de solicitaciones horizontales. Las placas consideradas como cerramiento exterior deberán ser capaces de resistir las condiciones de clima al cual se somete la vivienda manteniendo sus propiedades estructurales ante la intemperie. Por último, en cuanto al transporte de los insumos al lugar de construcción, el personal encargado deberá tener cuidado de evitar daños a las placas que puedan disminuir sus propiedades estructurales.

El emplacado de los paneles exteriores de las viviendas con el sistema *Steel Framing* se realiza mediante la colocación de las placas OSB en todo el perímetro de la misma. La elección del tipo de placa se basa en los cálculos estructurales realizados, ya que, como se

mencionó durante el desarrollo de esta tesis, estas placas toman el rol de diafragma de rigidización. Sobre la placa OSB se coloca la barrera hidrofuga solapada o una membrana de polietileno de alta densidad, la cual cumple la función de impermeabilizante contra la intemperie, sin embargo, deberá permitir el paso de los vapores interiores hacia el exterior. Adicionalmente se colocan las placas EPS (placa de poliestireno expandido), las cuales cumplen la función de aislante térmico y son las más usadas en esta industria debido a que no producen daños al medio ambiente ni a las personas, además de tener un nulo valor nutricional para hongos o bacterias que puedan deteriorar la edificación. La función principal de los aislamientos térmicos es la de controlar la entrada o salida de calor en verano y lo mismo en invierno. Adicionalmente, dentro de las opciones de placas de aislamiento, se tiene la lana de vidrio, cuyo espesor varía dependiendo del tipo de proveedor entre 50 mm, 70 mm y 100 mm y es colocada como capa intermedia entre los cerramientos y los perfiles de acero galvanizado. El uso de varias capas livianas superpuestas entre si es un concepto que ha ido evolucionando por el tiempo, ya que años anteriores se creía que, para tener un aislamiento completo del exterior, era inevitable el uso de una capa de gran masa. Por último, se aplica la base *coat*, primero sobre las arandelas, las cuales contienen los tornillos, y las juntas, para luego expandirlas en toda la superficie y colocar la malla de fibra de vidrio. La base *coat* es un producto cementicio que posee distintas clases de aditivos y minerales, dependiendo de los requerimientos en obra, y sirve como adhesivo y base niveladora de superficies, además de caracterizarse por su adherencia, dureza y repelencia al agua. (Milanese, 2020) La aplicación en conjunto con la fibra de vidrio como refuerzo es ideal para casos en los que se tienen materiales con comportamientos estructurales distintos y su aplicación puede usarse en el interior o exterior de las viviendas. Cabe resaltar que la aplicación de esta base se realiza con la espátula a 45 grados respecto a la superficie plana de las placas de abajo hacia arriba. (Bondi, 2021) Se termina con la colocación de la goma de espuma, repitiendo los paños anteriores para todas las paredes. En cuanto al contacto de los paneles, interiores y exteriores, con la plantea de cimentación, estos deben estar separados. Para esto, se usa una cinta selladora que minimice el contacto con la humedad superficial, así como los puentes térmicos que puedan originarse y el aislamiento acústico.

Como alternativa de acabado para los paneles exteriores de las viviendas en *Steel Framing* se tiene el uso de los *sidings*, los cuales pueden ser de PVC, madera o cementicio. Este tipo de acabado se destaca por ser más limpio y rápido, a diferencia de revoques, pintura o el uso de cerámicos, además de ser compatible con las placas OSB. Dentro de sus propiedades mecánicas se tiene que es impermeable, lo cual es un punto importante debido a las exigencias contra la humedad que tiene el *Steel Framing*, sin embargo, puede llegar a tener menor resistencia ante impactos. Su apariencia simula el acabado usado en casas norteamericanas y su venta se realiza en tablillas de dimensiones de 5 m de largo y 0.25 m de ancho, aunque esto puede variar dependiendo del tipo de proveedor o uso. En cuanto a la instalación, se empieza con una hilera horizontal denominada “hilera de arranque” y la fijación se realiza mediante tornillos autoperforantes galvanizados, los cuales se instalan cada 40 o 50 cm. Es importante considerar la junta entre tablillas, la cual se da solapando una tablilla sobre otra en 25 mm y, en relación a las hileras, estas deben estar desfasadas en al menos 50 mm. (Bondi, 2021)

En cuanto a los emplacados de los muros portantes y no portantes, el de uso más común es el yeso cartón, el cual podría ser usado también exteriormente, sin embargo, debido al acabado estético que poseen se usa en los tabiques y paredes interiores. La composición de las placas de yeso cartón consta de yeso, agua y aditivos, los cuales son revestidos por ambos lados por cartón, de esta manera se le confiere resistencia a la tracción y flexión. (Sarmanho, Moraes 2007) Las dimensiones vendidas comúnmente son de 1.20 m de ancho y largos que varía entre 1.80 m y 3.60 m, con espesores de 9.5 mm, 12.5mm y 15 mm. (Sarmanho, Moraes 2007)

Dentro de las variedades de placas de yeso cartón se tienen principalmente las resistentes a la humedad, las aplicables a paredes secas y las resistentes al fuego, el uso que se le dé a cada una de ellas dependerá de los requerimientos de cada vivienda.

4.3 Metrados y precios

De manera similar al sistema convencional, del inciso 3.3, donde se realizaron los metrados y se presentaron diversos precios para los insumos y la mano de obra necesaria para la ejecución del módulo unifamiliar, en el presente inciso se volverá a realizar estas actividades mediante el uso del sistema constructivo *Steel Framing*.

Como se observará en el anexo 5b, las especialidades de instalaciones sanitarias y eléctricas, presentan la misma cantidad y el mismo precio unitario, esto a pesar de que en *Steel Framing* los rendimientos de las partidas de dichas especialidades suelen ser mayores. Sin embargo, la incidencia en los precios unitarios de instalaciones en una infraestructura tan pequeña como la propuesta van más ligados al costo de los insumos utilizados que a la mano de obra necesaria. Debido a lo anteriormente mencionado, se desprecia, para la elaboración del presupuesto y cronograma, esta insignificante diferencia de rendimientos y, por ende, de costes, sin antes volver a recalcar que los valores de dichos ámbitos serían menores a comparación del sistema convencional. Por dicho suceso, la parte del anexo 5b, referida a instalaciones en el sistema de concreto armado y albañilería, es utilizable del mismo modo en el sistema *Steel Framing*.

Un caso semejante se ocasiona en la especialidad de arquitectura, en el que solo ciertas partidas son añadidas y otras sustraídas, como es el caso de los tarrajeos; ya que la aplicación de placas de yeso a modo de cerramiento permite la instalación directa de los enchapes y/o de la pintura sin necesidad del mismo. Asimismo, se añade la partida de empastado y encintado de juntas que hace referencia a un tratamiento similar a lo que se busca con el tarrajeo, pero solo siendo necesario en las fronteras entre placas y como revoque en los vanos para puertas y ventanas. Cabe resaltar, además, que existen ciertas partidas que han sido trasladadas de la especialidad de arquitectura hacia estructuras debido al procedimiento constructivo tan envolvente que presenta las primeras fases del *Steel Framing*, estas partidas son la de los emplacados de yeso o cerramientos y la partida de contrapiso. Esta última es ligeramente diferente al contrapiso tradicional, ya que no solo presenta un espesor menor, de una pulgada, sino que cuenta con una malla tipo gallinero en su interior para controlar la fisuración de la misma. Este tipo de contrapiso es especialmente necesario cuando se opta por la utilización de pisos flotantes, como es el caso del cerámico o porcelanato, considerados en el módulo, ya que previene de la infiltración de agua en ambientes que presentan mucha humedad como lo son los baños, las lavanderías entre otros similares.

Ahora, como se mencionó en capítulos anteriores, los precios de los insumos envueltos en todas las partidas poseen costos elevados debido a que la mayoría de ellos son importados de otros países, en donde el uso de los sistemas modulares es más común. Este factor es el más incidente en el caso de los elementos estructurales debido a que, por ejemplo, en la actualidad peruana el *Drywall* es el sistema que más relevancia posee por sobre el *Steel Framing*. Los elementos del sistema *Drywall* poseen espesores menores que los del sistema *Steel Framing*, los conectores que se usan para el ensamblaje son de punta fina y los emplacados son de uso limitado, es decir, al ser los costos del *Steel Framing* elevados acorde a la realidad peruana, se opta por utilizar insumos menores como placas de yeso y planchas de poliestireno ignífugas, a diferencia de otros países, en donde se posee una mayor variedad.

Adicionalmente, del capítulo 4.2, sobre la cimentación de la vivienda unifamiliar localizada en el distrito de Carabayllo, en Lima, se hace uso de una platea de cimentación con

ensanches perimetrales que soporten los muros estructurales, esto se diferencia de lo considerado en el sistema convencional debido al poco peso proporcionado por los elementos de acero galvanizado. Este procedimiento es propio de los sistemas convencionales, sin embargo, el costo de la ejecución de la platea de cimentación de la vivienda con el sistema *Steel Framing* es menor considerando las partidas, metrados y costos mostrados en el anexo 5b, en donde se podrá encontrar el presupuesto de la vivienda unifamiliar mediante ambos sistemas de construcción.

El metrado presentado en el anexo 5b es el mismo para ambos sistemas en la mayoría de partidas y, según lo mostrado, se puede observar que, para el vaciado de los elementos estructurales de la vivienda unifamiliar, se consideró el uso de concreto premezclado con una resistencia de 210 kg/cm^2 , esto debido a que es la opción más viable. Al tener un volumen de concreto a vaciar que ronda los 10 m^3 , se podría realizar el vaciado de todos los elementos de manera inmediata sin tener que recurrir al concreto a pie de obra. Ahora, en cuanto a los elementos usados para el sistema modular *Steel Framing*, se presenta la lista de insumos con los precios por m^2 , considerando los siguientes criterios de clasificación:

- ✓ Por área de muros exteriores, muros interiores, entrepiso y cubierta.
- ✓ En base a la estructura principal y los emplacados.

El listado de insumos, considerando dichos criterios de clasificación, se muestran en el anexo 5b, en la parte de análisis de precios unitarios para la vivienda unifamiliar con el sistema *Steel Framing*.

De los insumos presentados, para la estructura y emplacado de la vivienda unifamiliar con el Sistema *Steel Framing*, se tiene que considerar que muchos de ellos poseen los precios originales en dólares, de manera que, con la sugerencia del ingeniero Alejandro Bondi, dedicado varios años al rubro de construcción mediante este sistema, se considera el tipo de cambio de 3.66, con lo cual se obtuvieron los precios mostrados en soles. Para el metrado de los elementos que componen la estructura principal de la vivienda con el sistema *Steel Framing*, se realizó el conteo de los perfiles PGC y PGU envueltos en el detalle de los muros y entrepisos de los planos del anexo 3b para el sistema modular. Asimismo, se realizó el conteo de las uniones usadas para la estructura principal de la vivienda y los anclajes que la unen en la cimentación. Cabe resaltar que, de los insumos presentados en el anexo 5b, se puede resaltar la diferenciación en precios entre los perfiles que son usados en los muros exteriores, cuyo espesor es mayor a los perfiles de los muros interiores, usados también en el sistema *Drywall*.

En cuanto a los emplacados de la estructura de la vivienda, se realizó el conteo de placas de yeso, las cuales fueron usadas tanto en los muros externos como en los internos en ambas caras. Sin embargo, para el caso de los muros exteriores se considera el uso de tres placas de yeso, cuyos precios son mayores, a comparación de los dos tipos de placas de yeso usadas para los muros internos. Del mismo modo, se diferencian los precios de las planchas de poliestireno ignífugo, los cuales serán repartidos en los trabajos de muros externos, internos, entrepiso y cubierta. Adicionalmente, en esta partida se considera el uso de la masilla y cinta para el tratamiento de las juntas de los emplacados, lo cual también genera un sobre costo debido a su gran demanda de uso en este tipo de viviendas. Las áreas presentadas en la tabla de precios de los insumos de la vivienda unifamiliar se clasificaron, como se mencionó anteriormente, en base a los muros exteriores perimetrales, muros interiores, entrepiso y cubierta; estos valores hallados fueron usados en el análisis de precios unitarios y el cálculo del presupuesto, los cuales son presentados en el anexo 5b de la presente tesis.

4.4 Presupuesto y cronograma de obra

Como se mencionó anteriormente, en el inciso 4.3, las especialidades de instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas no sufrieron modificaciones en lo referente al presupuesto, sin embargo, en el cronograma si se ve reflejado un gran cambio en los plazos de ejecución en donde, para ambos ámbitos, se considera solo 3 días por piso, terminando un día antes de la finalización del montaje de los paneles estructurales. Esta rápida ejecución se da debido a que el montaje de los paneles es solo estructural, es decir, cuando empieza la colocación de las instalaciones, los emplacados utilizados para el cerramiento aún no están colocados, lo que permite una manipulación rápida y directa de las instalaciones. Esta última contribuye en gran medida en la velocidad de ejecución de partidas. Se debe recordar que esta diferencia de rendimiento, para efectos prácticos, no fue considerada al realizar el presupuesto, debido a la poca incidencia del porcentaje de mano de obra en las especialidades de instalaciones.

Caso semejante al de instalaciones en el presupuesto ocurre en la especialidad de arquitectura donde, por lo descrito en el inciso 4.3, existe una disminución considerable en el coste de dicha especialidad. Resumiendo, se debe principalmente al retiro de las partidas de tarrajeo y el traslado de las partidas de cerramientos al sub-presupuesto de estructuras. En lo referente a la duración de las partidas de arquitectura, es bastante similar al propuesto en el sistema convencional debido a que las técnicas utilizadas para la ejecución de estas son las mismas en ambos sistemas para casi todos los casos. Sin embargo, existen ciertas diferencias, como por ejemplo en la secuencia del sistema convencional con respecto al sistema *Steel Framing*, en donde las partidas de arquitectura se ejecutan después de las de estructuras y no en simultáneo. Lo que genera una clara diferenciación en los hitos del proyecto. Esto se debe a que las primeras semanas se destina toda la mano de obra al montaje de los paneles estructurales, así como a los cerramientos y sus respectivos tratamientos, tanto para el primer piso como para el segundo, ya que la construcción del casco blanco es un proceso completamente secuencial y en seco.

Una vez terminadas estas partidas no se necesita tener tiempos de espera del tarrajeo, ya que este no existe, y más importante aún, se podría trabajar en dos frentes. Uno en el primer nivel y otro en el segundo, dando de esta manera un avance mucho más acelerado, sin que existan esperas de por medio. Adicionalmente, las partidas de pintura cuentan con un rendimiento mayor debido a que las superficies lisas de los emplacados son mucho más sencillas de trabajar a comparación de las superficies rugosas que provee el tarrajeo con mortero convencional. También se puede añadir un uso menor de los materiales, debido a la también menor superficie neta que se tiene que pintar y la menor absorción, pero mayor adherencia que presentan los emplacados. Para todas las demás partidas listadas en el presupuesto y cronograma del anexo 4b (de la especialidad de arquitectura), pero no mencionadas en los párrafos anteriores, se tiene un proceso igual o muy similar al sistema convencional, tanto en duración como en ubicación en el tiempo respecto al proceso constructivo y adicionalmente también en coste.

A diferencia de la partida de arquitectura, en donde el análisis de precios unitarios es similar al del sistema convencional, la partida de estructuras es distinta en su totalidad debido a los diferentes insumos manejados, las variaciones de los rendimientos y la mano de obra a utilizar. En el caso de los insumos, como se mencionó anteriormente, los precios dependen del tipo de cambio, esto debido al poco uso del sistema en el Perú. Sobre los rendimientos del sistema *Steel Framing*, estos son menores a los usualmente usados en otros países de Latinoamérica debido al poco conocimiento que se tiene, sin embargo, algunos rendimientos usados en el sistema *Drywall* podrán ser aplicados en el *Steel Framing*, especialmente en el trabajo envuelto para los muros internos. La mano de obra utilizada en el sistema modular

presente es otro factor clave a considerar, ya que en la actualidad no se cuenta con las capacitaciones necesarias en el Perú. Esto conlleva a que se haga uso de mano de obra dedicada especialmente al armado de viviendas en base al *Drywall* y, cuyo precio de trabajo, varía en base a las funciones que se tengan dentro de las cuadrillas.

En el caso de la estructura principal de la vivienda, la cual se conforma en base a los perfiles de acero galvanizado, se considera el armado de los elementos que componen la vivienda y el ensamblaje de los paneles, ya sean estructurales o no portantes. Para el análisis de precios unitarios, en esta partida se consideró que, para la mano de obra, se necesitará un ensamblador con un salario de trabajo de S/ 150.00 diarios, un oficial con remuneración de S/ 120.00 diarios y dos ayudantes, cuyos salarios son de S/ 70.00 por día, para todas las partidas de trabajo. Adicionalmente, se considera un 5% del precio de la mano de obra para equipos y herramientas y se hace uso del alquiler de andamios para los trabajos en altura necesarios, cuyo precio de alquiler por día es de S/ 32.00 por cuerpo, entonces, al necesitar el armado de andamios para dos niveles de la vivienda, considerando cuatro cuerpos se tendría un gasto de S/ 128.00 por día de alquiler, lo cual será de uso para el montaje de la estructura del segundo nivel y para la colocación de los cerramientos exteriores. Los rendimientos usados para las partidas de análisis de precios unitarios del anexo 5b fueron considerados en base a la experiencia del ingeniero Alejandro Bondi, y considerando la mayor demora de las cuadrillas en los trabajos realizados en comparación con países en donde los sistemas modulares, especialmente el *Steel Framing*, son más comúnmente usados. Del análisis de precios unitarios para la estructura de la vivienda unifamiliar a base del sistema *Steel Framing*, se tiene un costo de S/ 66,799.49 y del cronograma de Gantt presentado en el anexo 4b, una duración de 24 días considerando actividades de acondicionamiento de la zona para el armado de la platea de cimentación. Ahora, sobre los emplacados de la estructura principal, se consideró tanto la colocación de las placas de yeso y las planchas de poliestireno expandido, como el tratamiento de empastado de masilla y colocación de cintas para las juntas. Como se mencionó anteriormente, en este sistema se tiene la ventaja del ahorro en el tarrajeo, ya que, los muros o entrepisos pueden ser directamente pintados después del tratamiento mencionado, este resultado puede observarse en la parte de visitas a obras de la presente tesis en los anexos 6 y 7. Asimismo, en cuanto a la consideración de los rendimientos para las partidas de emplacado, se tomó como referencia los trabajos realizados en el sistema *Drywall*, esto debido a que los procedimientos aplicados son similares.

En el caso de las instalaciones sanitarias, eléctricas y las obras provisionales, el análisis de precios unitarios y del presupuesto no varían. Para el caso de las instalaciones eléctricas, se tiene un costo de S/ 10,742.95 y S/ 25,049.96 para el caso de las instalaciones sanitarias. La duración, de acuerdo al diagrama de Gantt del anexo 4b, es de 6 días para ambas instalaciones de la vivienda. Para el caso de las obras provisionales, se tiene un costo de S/ 5,918.03. En cuanto a la cuadrilla empleada para la ejecución de obra, ésta estará conformada por cuatro personas (dos operarios y dos ayudantes) a lo largo de todo el proyecto. Adicionalmente, se recomienda la consideración de un personal extra que cumpla las funciones de supervisión mediante el rol de capataz.

Capítulo 5: Comparación entre el sistema convencional y el Steel Framing

5.1 Presentación de los criterios de comparación de las propuestas

Para realizar un adecuado análisis comparativo entre ambos sistemas constructivos debemos definir aquellos criterios que serán tomados en consideración para este fin. Primordialmente estos deben buscar lograr el objetivo de la tesis, que sobre todo abarca el aspecto económico del modular, pero sin dejar de lado aspectos importantes que intervengan a lo largo del ciclo de vida del mismo. Se presentan los siguientes criterios:

5.1.1 Costo de ejecución.

Este inciso considerará los presupuestos obtenidos en ambos sistemas constructivos en el capítulo 4, mencionando y/o especificando el porqué de las diferencias de coste y sobre todo cuáles son aquellos insumos que son más relevantes en esta comparativa. No habrá un especial enfoque en los insumos que no sean muy incidentes en el modular y, por razones obvias, los que se presenten en ambos sistemas constructivos como son los que intervienen en las especialidades de instalaciones sanitarias y eléctricas. Asimismo, en la especialidad de arquitectura existirán algunos insumos, sobre todo aquellos ligados a los acabados, que serán diferentes en uno u otro sistema constructivo debido a los requerimientos en cada uno de ellos.

Por el motivo antes mencionado, se propondrán opciones similares o que ofrezcan beneficios parecidos y se explicará el porqué de su elección en cada uno de los casos. Cabe mencionar que, aunque los costes de los insumos son muy importantes, no puede dejarse de lado la mano de obra especializada que interviene en el uso de estos. Además, la propia mano de obra ya considera un coste y está ligada al tiempo de desarrollo de cada una de las partidas, lo cual a su vez está ligado al rendimiento que se puede conseguir. Por este motivo, será necesario explicar el porqué de los rendimientos más altos o más bajos en algunas de las partidas y cómo se relaciona no solamente de manera directamente proporcional al plazo de ejecución que se tratará en el inciso siguiente, sino que además afecta al costo de la ejecución.

Finalmente, en este inciso se tomará en cuenta el coste del flete, pero únicamente como monto o porcentaje referencial del coste del proyecto. Este hecho se debe a que, aunque la tesis va dirigida a un distrito en específico como lo es Carabayllo, no está delimitada a un solo lugar específico. De este modo podremos contar con valores referenciales si se requiera replicar el modular en algún lugar diferente al mencionado.

5.1.2 Plazo de ejecución.

Este inciso considerará el cronograma de obra del capítulo 4, el cual a su vez va ligado a los rendimientos de cuadrillas promedios en cada una de las partidas a ejecutar y, por ende, a la planificación del tiempo en cada uno de los sistemas constructivos. Este criterio es de gran importancia, ya que, como todas las obras, el factor tiempo siempre va ligado al factor costo, es decir, existe una relación directa que expresa que a menor tiempo de ejecución menor coste. No se consideran todos los demás factores que pueden verse envueltos, como es el caso de los pagos a la mano de obra que, dependiendo del grado de especialización necesaria, pueden y suelen variar. Para realizar una comparativa adecuada del factor tiempo no solo superpondremos los cronogramas en ambos sistemas mencionando el tiempo total de ejecución, sino el porqué de estas diferencias.

Adicionalmente, es preciso comprender que lo que se busca ejecutar es un módulo básico unifamiliar debería tener la propiedad de ser fácilmente replicable. La réplica de los

mismos no solo es referente a la facilidad constructiva que pueda proveer el sistema usado (dicha característica será analizada en el inciso 5.1.4 de manera más detallada) y el propio diseño que lo compone, sino que además la producción de los mismos “en masa” constituya una ventaja en el factor tiempo. Es decir, serápreciado, si alguno o ambos sistemas constructivos proveen el hecho de que sea posible la construcción de muchos módulos en cortos periodos de tiempo.

5.1.3 Tiempo de vida/durabilidad.

Debido a que el modular no es una obra provisional o alguna obra que no requiera de demasiada durabilidad, sino por el contrario constituye una vivienda unifamiliar donde la familia residente esperaría por lo general pasar mucho tiempo morando en ella, un factor importante a tomar en cuenta es cómo se desenvolverá cada uno de los módulos, ejecutados por el sistema correspondiente, a lo largo de su ciclo de vida, y cual es tiempo de vida/durabilidad del mismo.

Además, es importante mencionar que no debería quedarse solo con un número referente a los años de vida útil de la estructura sino también a la manera con que cada uno de los elementos que la componen, o al menos aquellos que resulten más importante para el módulo, evolucionan a lo largo de los años. Adicionalmente, es necesario considerar que siempre existirá la probabilidad de que alguno de los componentes se dañe, desde los elementos de enchape hasta tabiques. Por ello será necesario conocer qué grado de dificultad presentan cada uno de estos para ser reparados o ser reemplazados de darse el caso, además de los costos que podrían suscitar dichos cambios o arreglos.

5.1.4 Facilidad constructiva.

Por un lado, debido a que el módulo ha sido pensado desde la perspectiva de la autoconstrucción (también se ha considerado una construcción formal entre otras similares), se debe considerar los factores que giran en torno a esta y los que la vuelven realidad, o al menos posible. Por ejemplo, el sistema constructivo debe ser sencillo de utilizar, para ello debe ser fácil de enseñar, aprender y/o capacitar, para que de este modo las personas pueden hacer uso del mismo y tengan una opción real para adoptar. Por otro lado, como se mencionó en los incisos previos, es necesario que el módulo tenga la capacidad de replicarse, no solo como una construcción aislada o única, sino que tenga la capacidad de ser proyectada “en masa” para que, de este modo, cumpla con el fin para el que fue diseñada. Es decir, que sea capaz de proveer una vivienda de calidad para no solo una, sino muchas personas de escasos recursos económicos.

Esto último se logra con un buen diseño que se enfoque en la simplicidad y producción, además de la facilidad que cada uno de los insumos por sí mismos puedan proveer al momento de su armado y/o ejecución, tales como el grado de dificultad que pueda tener las partidas de vaciados de concreto en las columnas del sistema convencional o la instalación de los paneles de tabiquería en el sistema *Steel Framing*.

Adicional a la facilidad constructiva y o de ejecución, es necesario analizar los beneficios que cada uno de los sistemas pueden proveer a la hora del transporte de insumos, es decir, el flete de la obra, considerando los volúmenes a ser transportados y la cantidad necesaria de estos.

5.1.5 Consideraciones estructurales.

Debido a que el Perú es un país sísmico, se deben tomar en consideración las diversas sollicitaciones de este tipo que intervendrán en la estructura ante algún posible siniestro. Además, se deberá tomar en cuenta cómo la propia estructura reaccionaría frente a dichas sollicitaciones, es decir, los daños causados que pudieran incurrir en la misma.

Ya que se cuenta con el diseño estructural en ambos sistemas, se buscará dar información acerca de la resistencia y rigidez estructural del modular en cada uno de los sistemas, asimismo, indicaciones de qué sistema podría llegar a ser más conveniente en las diversas zonas que contempla el territorio peruano, considerando parámetros sísmicos zonales provenientes de la Norma Técnica Peruana E.030 de Diseño Sismorresistente. Cabe resaltar que, aunque uno de los criterios para realizar el análisis comparativo es la resistencia estructural -como se menciona en el inciso actual-, el objetivo de la tesis no busca ahondar en demasía en el análisis estructural sino en diferentes aspectos como el económico. Por ello, se espera y se incita a los lectores a realizar un análisis estructural más a fondo, que pueda mostrar las diversas características que posee el sistema *Steel Framing* y de este modo complementar el trabajo hecho en esta tesis.

Ponderación de criterios:

Aunque los criterios anteriormente mencionados serán utilizados uno a uno para comparar ambos sistemas constructivos presentados, es necesario desde el punto de vista de los autores y colaboradores de esta tesis el ponderarlos, es decir asignarles ciertos puntajes que revelen la importancia que tienen cada uno de estos. De esta forma, se podrá tener una comparativa más profunda y representativa. Debido a que los criterios son diversos y representan diferentes aspectos del ciclo de vida del proyecto, no puede presentarse una ponderación única que represente todos los puntos de vista que tienen los peruanos, sin embargo, puede presentarse una que los escritores de esta tesis consideren representativa para los intereses de la población nacional.

Como se menciona en el párrafo anterior, aunque se presentará una ponderación que intentará ser representativa, la misma no contará con un sustento detrás como podría ser una encuesta o algún método similar debido a las condiciones actuales en la que se produce este escrito, el único sustento será la experiencia con la cuenta los autores y colaboradores de la misma. Por este motivo, cualquier lector podría contar con una óptica diferente que considere ciertos criterios más importantes que otros, es decir contar con una ponderación diferente a la plasmada. Este hecho es perfectamente normal, ya que cada persona cuenta con necesidades muy distintas, objetivos diferentes y por ende puede concluir algo totalmente distinto. Considerando lo mencionado, se presentan a continuación la ponderación propuesta y un pequeño resumen del porqué cuentan con dicho valor (tabla 5.1):

Tabla 5.1. Tabla de ponderación de los sistemas de construcción analizados. Fuente: Propia.

CRITERIO	PUNTAJE MÁXIMO	EL PORQUÉ DEL PUNTAJE
Costo de ejecución	35	Este criterio será el más importante debido al sector socioeconómico al que va dirigido la tesis, son aquellas personas de más escasos recursos que busquen la construcción de una casa por necesidad y no puedan permitirse emplear mucho dinero debido a las restricciones económicas. Por tal motivo se buscará obtener una opción competitiva en el aspecto económico, considerando los gastos que involucren los insumos, el flete, herramientas y la mano de obra. Esta última como observaremos estará ligada también al criterio de "plazo de ejecución". Por último, también se considerará el coste que implique realizar trabajos rehechos o cambios debidos a errores en la ejecución.
Tiempo de vida/durabilidad	25	El tiempo de vida del proyecto debe estar acorde a las necesidades de sus clientes, sus habitantes en este caso, por ende al tratarse de una vivienda debe contar con la durabilidad suficiente como para que en esta se tenga la posibilidad de que varias generaciones familiares puedan forjarse, en este caso el puntaje disminuirá u aumentará de acuerdo a los años de vida útil que pueda proveer el proyecto; adicionalmente, se tomará en cuenta factores como lo son la facilidad que puedan tener los elementos del mismo para repararse o cambiarse.
Plazo de ejecución	20	El plazo de ejecución es otro factor importante a tomar en cuenta ya que el mismo va relacionado directamente con el costo que implica el proyecto, además el diseño del modular va enfocado a crear una infraestructura replicable, por ello será necesario contar con periodos cortos de ejecución. Adicionalmente, se considerará el tiempo que podría implicar trabajos rehechos o cambios debido a errores en esta etapa constructiva.
Facilidad constructiva	10	El modular debe contar con una facilidad constructiva que vuelva posible su reproducción en un ambiente de autoconstrucción, para ello debe ser sencilla de utilizar y por ende de aprender, se valorara la capacidad con la que cuente en términos de transmisión de conocimientos y grado de dificultad en la capacitación del mismo, además se tomara en cuenta el grado de complejidad que tenga cada una de las actividades involucradas en la propia ejecución.
Consideraciones estructurales	10	Dicho criterio estará estrechamente ligado al de tiempo de vida, pero se enfocará principalmente en como el modular con su respectivo sistema constructivo afrontará las principales solicitaciones estructurales que existen en nuestro país, principalmente las sísmicas.
TOTAL	100	

5.2 Comparación del sistema convencional y el Steel Framing

A continuación, se presentan las comparaciones correspondientes a la vivienda unifamiliar analizada mediante los dos sistemas de construcción en base a los criterios de costo de ejecución, tiempo de vida/durabilidad, plazo de ejecución, facilidad constructiva y consideraciones estructurales de la tabla 5.1, en donde se pueden encontrar los criterios para la calificación presentada posteriormente. Cabe resaltar que las comparaciones presentadas se basan en las características descritas sobre ambos sistemas de construcción, la situación actual de la industria de la construcción en el Perú y los resultados de la investigación de la presente tesis.

Costo de ejecución:

En cuanto a la arquitectura del sistema convencional, se tiene un costo total de S/ 65,928.06 y en el caso de la vivienda con el sistema modular, un costo de S/ 48,290.97 en la arquitectura, con un ahorro del 26.75%. Dicho ahorro se debe principalmente a que, en el caso de las placas de cerramiento en el sistema modular, no se necesita realizar casi ningún tratamiento antes de aplicar la pintura y/o el enchapado, solo basta con el masillado y el encintado de las juntas. En el caso del sistema de concreto armado se tiene un gasto de S/ 10,697.56 en la partida de tarrajeos, lo cual implica un ahorro del mismo monto en el caso del sistema *Steel Framing*.

Adicionalmente, parte del ahorro se da debido al traslado de la propia partida de cerramientos de arquitectura a estructuras, es decir, las referentes a los emplacados. Esto, como se mencionó anteriormente, se debe al proceso constructivo tan envolvente del *Steel Framing*. Como se observa en el anexo 5b, la partida de emplacado de estructuras tiene un monto de S/ 24,485.47, sin embargo, sería erróneo incluir esta en la especialidad de arquitectura debido a que la misma hace referencia no solo a los cerramientos de muros sino también al de entepiso y al de cubierta, que claramente en el sistema convencional no son tomados en cuenta para el aspecto arquitectónico.

El sistema convencional, en la partida de vestidura de derrames con mortero, tiene un costo total de S/. 1,337.84, de donde S/. 1,192.85 le pertenecen a la mano de obra, S/. 85.14 a los materiales y S/. 59.85 a las herramientas y equipos. En el caso del sistema modular se tiene la partida de vestidura de derrames con masilla, en cuyo caso el costo total es de S/. 770.50, lo cual implica un ahorro del 42.41%. Del monto anteriormente mostrado, S/. 591.79 está destinado a la mano de obra, S/. 149.21 a los materiales y S/. 29.50 a los equipos y herramientas. Se puede notar que, si bien los insumos usados para los derrames del sistema modular, son mayores, la mano de obra y el uso de equipos y herramientas, trae consigo un ahorro del 50%. Las demás partidas de arquitectura no poseen variaciones respecto al sistema convencional, ya que los acabados de la vivienda unifamiliar modular se han asumido similares a los considerados en el sistema convencional. Sin embargo, cabe recordar que, como se remarcó en los incisos 4.3 y 4.4, partidas como la de pintura por lo general cuentan con un precio unitario menor en el sistema *Steel Framing* a comparación del sistema convencional, esto se debe a que se tiene un mayor rendimiento y un menor uso de materiales en una superficie tan prolija como la que entrega los emplacados, a diferencia de las superficies rugosas de los tarrajeos con mortero de cemento convencionales.

En el caso de los enchapados, tanto verticales como horizontales, las partidas son exactamente las mismas, ya que el proceso para llevar a cabo los mismos es igual en ambos sistemas. Caso similar sucede en las partidas de carpintería de madera, carpintería metálica, vidrios y cristales.

Se puede mencionar adicionalmente que, aunque las partidas de cerrajería, cuentan con los mismos precios unitarios para ambos sistemas, en el *Steel Framing* se suele contar con un rendimiento mayor lo que conlleva a un valor menor de la misma, esto debido a que las perforaciones hechas en los emplacados se ejecutan de manera muy rápida y sencilla a diferencia de las realizadas en superficies de concreto. Sin embargo, dichas partidas suelen estar más influenciadas por los valores de los insumos que los de mano de obra, en proyectos pequeños como el presentado.

En la partida de estructuras, y como se mencionó anteriormente, la principal diferencia reside en la cimentación elegida para cada uno de los sistemas. Por un lado, se tiene el sistema convencional con zapatas conectadas y cuyo costo, considerando actividades previas como trabajos preliminares, movimiento de tierras y la cisterna de la vivienda es de S/ 21,643.54. Por otro lado, en el caso del sistema modular *Steel Framing* se tiene un costo de S/ 10,352.73, lo cual implica un ahorro del 52.17% en la partida de cimentaciones. Este ahorro elevado se debe principalmente a que la vivienda de concreto armado posee un peso mucho mayor a los elementos que conforman la vivienda con el sistema modular. Sin embargo, en cuanto al presupuesto general de la partida de estructuras de las viviendas se tiene, para el sistema convencional, un costo de S/ 66,799.49 y en el sistema modular S/ 65,465.17, con un ahorro de solo el 2%. ¿A qué se debe esto? Como se ha mencionado durante la redacción de la tesis, el principal problema actual en la industria de la construcción de viviendas a base de sistemas modulares es la falta de comercialización de los insumos necesarios a nivel nacional. Es decir, la mayoría de los perfiles de acero galvanizado son producto de la importación de otros países de Latinoamérica que sí hacen uso de estos sistemas, como es el caso de Argentina, Brasil y Colombia, y es el mismo caso el de las placas de cerramiento, por lo cual dependen del tipo de cambio y de sobrecostos por fletes debido a la importación extranjera. Es por esto que el precio de la estructura de la vivienda con *Steel Framing* tiene un costo aproximado al de la estructura del sistema convencional de concreto armado, solo S/ 1,334.32 por debajo, sin embargo, con la mayor fomentación del uso de sistemas modulares, en un mediano o largo plazo, el presupuesto estructural de este tipo viviendas será más acorde a la realidad peruana. En el caso de la escalera de concreto armado para el sistema convencional, esta posee un costo de S/ 2,048.30 y, en el caso del sistema modular, las opciones de escalera son variadas. Las escaleras para el *Steel Framing* se podría hacer uso del concreto armado, madera, metal o, en todo caso, de perfiles de acero galvanizado y placas OSB de 18 mm, como en el caso presentado de la vivienda unifamiliar, con un costo de S/ 1,338.91, lo cual implica un ahorro del 34.63%.

Asimismo, el ahorro en los fletes es un factor incidente en este capítulo debido a que, en el caso del sistema convencional, los costos por transporte de insumos o maquinarias al lugar de ejecución de la obra es mayor que el del sistema modular. La vivienda unifamiliar a base de *Steel Framing* está compuesta por perfiles livianos y herramientas manuales fáciles de transportar, los cuales pueden ser transportados al lugar de ejecución en una cantidad considerablemente menor que lo necesario para el sistema de concreto armado. Este ahorro económico depende de la zona en la cual se ubica el proyecto, sin embargo, será mayor en uno que otro sistema debido a los factores ya mencionados.

Las instalaciones sanitarias, eléctricas y las obras provisionales poseen el mismo costo de ejecución en ambos sistemas debido a las consideraciones tomadas en incisos pasados, por lo cual podrían no ser medio de comparación en este capítulo. Sin embargo, cabe recordar que, en el caso de las instalaciones, los rendimientos de las partidas suelen ser mucho mayores en el sistema modular estudiado que en el sistema convencional, esto a consecuencia de la fácil manipulación que presentan. A pesar de ello, las partidas de instalaciones suelen estar más

influenciadas por los costos de los insumos que los de la mano de obra, por ello esta pequeña diferencia de costo no se ve reflejada en los valores finales de las especialidades mencionadas.

Tiempo de vida/durabilidad:

El tiempo de vida de una vivienda bajo cualquier sistema de construcción depende de diversos factores, tales como las cargas o sollicitaciones aplicadas a la estructura, la exposición ante situaciones de incendios, ocurrencia de sismos, agentes externos que degrade directamente al concreto o acero de refuerzo, entre otros. La mayoría de las viviendas construidas en base a los sistemas tradicionales son proyectadas a tener una vida útil de al menos 50 años considerando todos los factores ya mencionados anteriormente, dentro de los cuales los sismos son los agentes más nocivos para estos sistemas. En el caso del sistema modular elegido, se mencionó anteriormente que los perfiles de acero galvanizado utilizados pasan por un proceso de inmersión en caliente que les proporciona una vida útil de 300 años. Adicionalmente, si bien es cierto que la humedad es un agente peligroso para el *Steel Framing*, el grado de afectación en los emplacados es fácil de identificar y el reemplazo no genera costos elevados adicionales siendo también fácil de ejecutar.

El Perú posee una amplia diversidad de climas dependiendo de la zona en la cual se pretendería construir la vivienda. En el caso de la costa, por lo general se encontraría buen suelo y poca afectación de precipitaciones o climas adversos, por lo cual se tomarían las consideraciones de diseño ya expresadas para la vivienda unifamiliar ubicada en Carabayllo. En el caso de la sierra, la aparición de suelos con baja capacidad portante daría paso al uso de plateas de cimentación de mayores espesores y con mayor refuerzo ante las sollicitaciones. Adicionalmente, la presencia de zonas con humedad o precipitaciones extremas daría paso a un mayor análisis de los emplacados a utilizar, así como consideraciones estructurales para contrarrestar la presencia de fuertes vientos o movimientos producidos por los sismos. Por último, en el caso de la selva, si bien la tasa de ocurrencia de sismos no es muy elevada, el emplacado deberá tener un cálculo más elaborado, esto debido a que se puede pasar de un día con temperaturas muy elevadas a días con extrema lluvia, lo cual afectaría el tiempo de vida del sistema *Steel Framing*.

Se podría concluir, para el criterio de tiempo de vida, que ambos sistemas analizados tienen un tiempo de vida considerable y este depende del uso que se le proporcione y de la zona de ubicación de la vivienda. Sin embargo, considerando la situación actual de la industria de la construcción peruana y la falta de conocimiento sobre este tipo de sistemas modulares, el tiempo de durabilidad de las viviendas a base del *Steel Framing* podría tener un mayor riesgo de variabilidad en comparación con lo inicialmente pensado, considerando sobre todo la situación atrasada que posee este sistema a comparación del tradicional.

Dentro de los puntos a considerar en el tiempo de vida/durabilidad en ambos sistemas de construcción, es importante tomar en cuenta la facilidad con la cual las personas podrían dañar la vivienda. En el caso del sistema convencional, al estar la vivienda conformada por elementos estructurales de concreto armado, el intento de daño antropogénico es mucho más complicado que en el caso del sistema modular. Esto se debe principalmente a los materiales de acero galvanizado que conforman la estructura principal y al emplacado de yeso y poliestireno que componen el sistema *Steel Framing*, los cuales son más fáciles de dañar usando fuerzas menores a las esperadas. Si bien esta es una desventaja del sistema modular, podría contrarrestarse mediante soluciones alternativas tales como cercos de seguridad o reforzamiento de los paneles con otros tipos de cerramientos usados comúnmente en otros países de Latinoamérica, en donde los sistemas modulares como el *Steel Framing* son más comunes.

Plazo de ejecución:

Del plazo de ejecución para el sistema de construcción convencional y el modular *Steel Framing*, se tienen 75 días y 33 días respectivamente, lo cual implica un ahorro de tiempo del 56%. En el caso de la estructura del sistema convencional, se tiene un tiempo de ejecución de 65 días y de 24 días para el modular, con un ahorro del 63.08%. De esto, la ejecución de la cimentación del sistema convencional de concreto armado trae consigo un tiempo de 10 días de construcción, mientras que el sistema modular solo 4 días, esto debido a la mayor facilidad de ejecución de la platea de cimentación sobre el sistema de zapatas conectadas.

Además, el ahorro de tiempo en la estructura de la vivienda se debe también a la separación de la actividad de ensamblaje de los elementos estructurales y el montaje en la zona de ejecución. De acuerdo al equipo de trabajo presentado en el análisis de precios unitarios del anexo 5b, la estructura de los paneles y demás podrán ser ensamblados en 6 días para el próximo anclaje y montaje del primer nivel sobre la platea de cimentación. El montaje posterior de los paneles de la vivienda y del entepiso posee una duración de aproximadamente 2 días, lo cual da un tiempo de 8 días para la habilitación de la estructura de la vivienda para los emplacados posteriores. Finalmente, una de las principales diferencias de la ejecución estructural de ambos sistemas es el tiempo de fraguado del concreto en el sistema de construcción convencional antes de desencofrar los elementos estructurales, dicha espera no existe en el sistema *Steel Framing* debido a la construcción en seco que presenta. Esta característica es la que vuelve tan rápido el proceso constructivo en el sistema modular.

En lo referente a las partidas de arquitectura, se puede mencionar que, debido a que ambos sistemas cuentan con las mismas técnicas para su ejecución, las duraciones de estas no varían, sin embargo, sí la organización que tienen en el cronograma general. Ello se debe a que las primeras semanas de ejecución en *Steel Framing* se enfocan únicamente en partidas estructurales y, una vez concluidas estas, se comienza inmediatamente con las partidas de arquitectura, sin ningún tiempo de espera de por medio. Caso contrario sucede en el sistema convencional donde, debido a los tiempos muertos de espera ocasionados generalmente por los fraguados de concreto, usualmente se opta por trabajar los muros, tarrajes y revoques, mientras se espera el término del tiempo mínimo de ganancia de resistencia de los elementos estructurales.

La situación mencionada anteriormente genera que no exista un intervalo claro de tiempo en términos de hitos (en este caso el del casco estructural), más importante aún, el avance en simultáneo de partidas de diferentes especialidades, en especial en este caso cuando se considera que el personal obrero no se encuentra lo suficientemente calificados, acarrear problemas de organización interna en el proyecto que suelen desembocar, finalmente, en rendimientos mucho menores a los esperados. Adicionalmente, el hecho de que las partidas de estructuras se culminen satisfactoriamente en las primeras semanas para el *Steel Framing*, y que el propio sistema no exija la espera de tiempos muertos para continuar con la siguiente fase genera que, al iniciar con las actividades arquitectónicas, la organización de estas se pueda plantear de mejor manera. En específico, para este proyecto se presenta una alternativa de doble frente de trabajo, contando cada una de estas cuadrillas con dos personas, las cuales trabajarán en los dos niveles en simultáneo. Esto sin generar ningún inconveniente, como en el caso del convencional, ya que la realización de dichas actividades en diferentes niveles es totalmente independiente al estar ya listo el casco estructural.

Para el caso de las instalaciones, tanto eléctricas como sanitarias, si existe una gran diferencia en el tiempo que llevan las ejecuciones de dichas partidas. En el caso del sistema

convencional se opta por colocar su realización en el cronograma a lo largo de casi todo el avance del proyecto. Esto se debe a que las conexiones y redes de las instalaciones van en conjunto con el avance de, no solo las losas, sino también y sobre todo de los muros de albañilería, por ello definir con exactitud la duración de estas partidas suele ser complejo. Caso distinto ocurre en el sistema *Steel Framing*, donde, debido a las facilidades constructivas que presenta; en especial, el fácil acceso y manipulación directa de las redes y conexiones debido a la ausencia de los emplacados, ocasiona que se defina bien el intervalo de tiempo destinado para la ejecución de dichas partidas y sobre todo que este proceso se realice con un rendimiento mucho mayor. Es así que, para este último sistema, se puede concluir con las instalaciones en 4 días trabajando simultáneamente ambos niveles, lo que implica finalmente un ahorro en tiempo enorme a comparación del sistema convencional.

Facilidad constructiva:

En cuanto a la facilidad constructiva se deberá tener en cuenta que este criterio es propio de cada sistema y se refleja en el cumplimiento del presupuesto y del plazo acordado. Como se explicó en capítulos anteriores, el sistema convencional es la primera opción tomada en cuenta por el cliente al pretender construir una edificación o vivienda, esto debido a la falta de evolución en la industria de la construcción en el Perú. La facilidad constructiva de cada sistema depende de la zona en la cual se pretende construir, de la forma de trabajo de la mano de obra y de los rendimientos de los equipos de trabajo envueltos en la ejecución de los proyectos, los cuales pueden ir acompañados de las curvas de aprendizaje generadas a medida que se gana experiencia en obra.

Considerando que el Perú se encuentra unos cuantos años atrasados en el sector construcción, a comparación de otros países más desarrollados, los sistemas convencionales en las viviendas son ejecutadas con relativa facilidad mediante el uso detallado de los planos correspondientes a cada especialidad, esto debido a los largos años de experiencia ganada con este sistema. Para el caso de la vivienda unifamiliar de dos niveles ubicada en el distrito de Carabayllo, el plazo de ejecución es de aproximadamente 2.5 meses con cuadrillas básicas compuestas por capataces, operarios, oficiales y peones con rendimientos de trabajo ya establecidos para cada una de las partidas envueltas en el proyecto. Para determinar el índice de facilidad de determinado sistema de construcción, es necesario conocer las principales dificultades envueltas en este tipo de proyecto. La localización del lugar de ejecución juega un rol de gran importancia en la facilidad de todo proyecto, ya que posee influencia directa en los sobrecostos por fletes de transporte de insumos o maquinarias o en los tiempos de habilitación. Este último aspecto es el de mayor relevancia en obra, ya que, si no se cuenta con la planificación y coordinación correspondiente con los encargados de la entrega de los insumos, se pueden recaer en retrasos en cuanto al plazo inicialmente establecido o, en el peor de los casos, errores en obra por falta de materiales. Adicionalmente, en el caso del sistema convencional de construcción, la dificultad del transporte de los insumos necesarios es mayor, esto debido a que, a comparación del sistema modular, este no posee elementos livianos. El relieve de la zona en la cual se pretende construir es un punto clave a considerar, esto debido a que la facilidad constructiva no es la misma en un terreno plano en comparación a un terreno inclinado o con relieve variante, sobre todo si se considera el Perú como foco principal. Adicionalmente, la no consideración del relieve de la zona y la habilitación de condiciones para la cimentación de la vivienda dificultará aún más los procesos constructivos del proyecto y la funcionalidad estructural. En el caso del sistema convencional de concreto armado, el diseño de la cimentación requirió un diseño más sofisticado que el caso del *Steel Framing*, esto debido a que en este último caso se tienen perfiles de acero liviano, los cuales no aportan mucha carga a la losa de cimentación. Otro aspecto a considerar para determinar la facilidad constructiva es

el cuidado que se tiene con el personal, ya que, durante la ejecución de muchos proyectos los peligros están siempre presentes y, en el caso del sistema convencional de construcción, en mayor medida, por lo cual, es importante la supervisión constante y la consideración del uso de equipamientos de seguridad en base al riesgo que cada sistema de construcción implique. Es innegable que los malos diseños estructurales de la vivienda pueden incurrir en errores que influyan en la dificultad de construcción, sin embargo, se pueden encontrar diversas dificultades constructivas en obra, cuyas soluciones dependerán de la capacidad de cada miembro del recurso humano encargado de cada una de las partidas ejecutadas.

La facilidad constructiva de la vivienda analizada mediante el sistema modular *Steel Framing* se presta para un análisis más profundo. La adopción de un nuevo sistema constructivo en el Perú trae consigo nuevos retos para la industria de construcción nacional. Como se mencionó en capítulos anteriores, el *Steel Framing* es muchas veces confundido con el sistema *Drywall*, esto debido a que los materiales usados en ambos sistemas son los mismos, con la diferencia que el primero constituye la estructura principal de la vivienda y el segundo conforma la estructura no portante. Actualmente, en el Perú, la dificultad constructiva del sistema modular analizado es grande, esto debido a la falta de conocimiento e información sobre los materiales a utilizar, procedimientos constructivos o consideraciones especiales del sistema. Inicialmente, la dificultad de la implementación del sistema modular en cuestión se basa en que muchos de los insumos usados para el *Steel Framing* son exportados de otros países, por lo cual, el precio de ejecución puede llegar a incrementarse. Adicional a esto, los perfiles de acero galvanizado deberán pasar por un proceso de inmersión en caliente, por lo cual, la creación de capacitaciones para la correcta aplicación de los procesos que logren alcanzar las propiedades mecánicas requeridas en los materiales es necesario. En cuanto a los fletes debido al transporte de materiales, como se mencionó anteriormente, son menores debido a que los perfiles de acero galvanizado son livianos y pueden ser llevados de la fábrica o centro de distribución a la zona de ejecución en pocos viajes a comparación del sistema convencional. Sobre el peligro en obra, este es menor a comparación del sistema convencional, debido otra vez al peso de los elementos empleados. Al no contar con las capacitaciones correspondientes hacia el personal y al manipular elementos con espesores relativamente reducidos, los errores en obra pueden llegar a ser más recurrentes y afectar de esta manera los presupuestos iniciales del proyecto. El manejo de los instrumentos necesarios para el corte y unión de los perfiles de acero mediante los conectores ya presentados anteriormente requieren de la capacitación del personal y, mientras no se tomen en cuenta estas actividades necesarias previas a la implementación del sistema modular, la dificultad constructiva no disminuirá.

Consideraciones estructurales:

Ahora, en base a las consideraciones estructurales de los sistemas de construcción presentados, se tiene, por un lado, un sistema compuesto de elementos de concreto armado y, por otro lado, un sistema compuesto de perfiles de acero galvanizado, uniones en base al cálculo estructural y placas de cerramiento de diversos materiales.

La vivienda diseñada mediante el sistema convencional posee una estructura a base de pórticos de concreto armado, esto para fines de la tesis, y en cuanto a la cimentación, se consideraron zapatas conectadas debido a que la vivienda unifamiliar se proyectó para ser replicada en lotes. La estructuración de la vivienda y el diseño de los elementos de concreto armado se realizaron en base a los lineamientos de la Norma E.030 de Diseño Sismorresistente y E.060 de Concreto Armado, además que, para el modelamiento se hizo uso del programa ETABS para verificar el comportamiento de la vivienda ante efectos de sismo y para el diseño de los elementos, y el programa SAFE para el diseño de la cimentación.

La vivienda con el sistema *Steel Framing* se basa en perfiles de acero galvanizado por inmersión en caliente de 0.9 mm y con montantes PGC ubicadas cada 40 cm. Se proporcionó rigidez ante esfuerzos laterales mediante el uso de reticulados verticales siendo la flecha máxima admitida de L/300 para las cabreadas y L/240 para los paneles. En cuanto a los materiales utilizados para el diseño en este sistema, se usaron perfiles de chapa de acero galvanizado conformados en frío y con tensión de fluencia mayor a 2500 kg/cm².

Ambos sistemas, acondicionados a la vivienda unifamiliar presentada, son resistentes al sismo, y en el caso de la vivienda con el sistema *Steel Framing*, también al esfuerzo causado por los vientos debido a lo liviano de sus elementos. La rigidez proporcionada al modular proviene de los elementos estructurales tales como las montantes y vigas del tipo especificado en los planos, además de los cerramientos con placas OSB en el caso de los muros autoportantes. Adicionalmente, se les proporcionó rigidez a los muros autoportantes con el uso de arriostramientos y, para el direccionamiento de las cargas provenientes de cada nivel de la vivienda en la zona de los vanos, se hizo uso de vigas tipo dintel. En los sistemas modulares, como el *Steel Framing*, es imprescindible considerar la linealidad entre pisos, esto con el objetivo de transmitir las cargas de niveles superiores hacia la cimentación. Sobre la relación de las condiciones estructurales de los sistemas en relación con la facilidad constructiva, estas no van ligadas, ya que, tanto en el sistema convencional como en el *Steel Framing*, se requiere de una correcta lectura de planos para evitar posibles fallas estructurales mediante este error.

Estructuralmente ambos sistemas cumplen con la función destinada, sin embargo, el sistema modular posee la ventaja de, al estar compuesto de perfiles de acero de poco peso, no representar un gran peligro ante situaciones de derrumbes de la vivienda por efectos del sismo u otros factores.

Asignación final de puntajes en base a los criterios mostrados anteriormente:

De acuerdo a los puntajes basados en cada criterio de comparación mostrados en la tabla 5.1, se presenta la tabla 5.2 de resultados finales basados en las conclusiones del trabajo de investigación:

Tabla 5.2 Resultados de la comparación de ambos sistemas de construcción. Fuente: Propia.

	Costo de ejecución (35 pts.)	Tiempo de vida/durabilidad (25 pts.)	Plazo de ejecución (20 pts.)	Facilidad constructiva (10 pts.)	Consideraciones estructurales (10 pts.)	Puntaje total (100 pts.)
Sistema convencional	25	25	10	8	8	76
Sistema modular-Steel Framing	35	20	20	6	10	91

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones

A continuación, en el presente capítulo se plantearán ciertas conclusiones en base a los resultados obtenidos del sistema convencional y el sistema modular elegido *Steel Framing*. Estas conclusiones son basadas en el modelo de la vivienda unifamiliar presentado y las recomendaciones podrán servir como punto de inicio para la fomentación del uso de los sistemas modulares en el sector construcción a nivel nacional para el aumento de la productividad a partir de la automatización.

6.1 Conclusiones

Del costo de ejecución para la vivienda unifamiliar mediante ambos sistemas, se tienen presupuestos de S/ 205,837.42 y S/ 183,451.15 para el sistema convencional y el modular respectivamente, con un ahorro de S/ 22,386.27, es decir, 10.88%. El ahorro económico de la partida de estructuras es de S/ 1,334.32 (2%) y en el caso de la arquitectura es de S/ 17,637.09 (26.75%). Por un lado, en el caso de la estructura, si bien ambos sistemas poseen costos aproximados, se debe considerar que los costos de los perfiles de acero usados en el *Steel Framing* son producto de la importación. Esto quiere decir que, con el mayor uso de este sistema a nivel nacional, los precios podrán acomodarse a la realidad peruana, en caso sean fabricados en el Perú. Por otro lado, el ahorro económico en la arquitectura se da debido a que en los emplacados usados en el *Steel Framing* no es necesario tarrajear. En este tipo de sistemas basta con realizar un tratamiento de las juntas mediante masillado y encintado para aplicar la pintura, tal y como se muestra en las fotografías del anexo 6. Entonces, en un mediano o largo plazo, con la mayor frecuencia de uso del sistema *Steel Framing*, se podrá contar con un sistema de construcción más económico a comparación de los usados en la actualidad peruana.

De la comparación realizada anteriormente entre ambos sistemas de construcción, se conoce que su tiempo de vida o durabilidad depende de diversos factores que ya fueron mencionados en el inciso 5.2. Muchos de estos factores como las cargas aplicadas, solicitudes provenientes de fenómenos sísmicos, entre otros, no se presentan como inconvenientes en lo referente al tiempo de vida, siempre y cuando se haya tenido un buen diseño, tanto arquitectónico como estructural.

Sin embargo, existen ciertos agentes externos tales como los antropogénicos (por ejemplo, la destrucción de la propiedad de parte de terceros o incendios) o el caso de los agentes provenientes de condiciones meteorológicas (en especial la lluvia y/o la humedad). Los cuales requieren usualmente que se realice un tratamiento especial a los emplacados utilizados en el sistema *Steel Framing* o se opte por el cambio del insumo que lo compone, lo cual tiene como consecuencia el incremento del coste del proyecto. Dichos inconvenientes no se presentan o tienen una menor relevancia en el sistema convencional, por ende, se determina que actualmente el sistema convencional posee un mayor tiempo de vida o durabilidad debido al mayor aporte que posee en términos de resistencia frente a agentes externos que pudieran afectar su integridad o funcionalidad a comparación del sistema modular estudiado.

Adicionalmente, el poco conocimiento que se tiene actualmente sobre el sistema *Steel Framing* en el Perú podría ocasionar inconvenientes en el aspecto constructivo que estarían ligados a la durabilidad de la estructura. Este último hecho se subsanará conforme el sistema obtenga una mayor popularidad en el territorio nacional y sobre todo conforme los trabajadores consigan una mayor experiencia y/o capacitación dentro de este ámbito.

El plazo de ejecución del sistema convencional, de acuerdo a los diagramas de Gantt presentados en los anexos 4a y 4b, consta de una duración de 75 días, y en el caso del sistema *Steel Framing* una duración de 33 días. Lo que representa un ahorro de tiempo del 56% a favor de este último. Esto se debe principalmente al uso de elementos prefabricados y listos para ensamblarse en el sistema modular (construcción en seco), así como la inexistencia de tiempos muertos de espera como lo son los generados por el fraguado del concreto en el caso del sistema convencional. Además de ello, la ausencia de tratamientos adicionales a los muros de cerramiento (tarrajeos), el hecho de que el casco estructural se ejecute rápidamente y quede listo para los procesos posteriores dando paso a trabajar en frentes múltiples (como en el caso

de estudio donde se trabaja con 2 frentes para los diferentes niveles) otorgan una gran ventaja al *Steel Framing* sobre el convencional.

Este ahorro podría ser mayor en caso se fomente el uso de estos sistemas o se realicen capacitaciones sobre los procesos constructivos al personal de trabajo futuro. Adicionalmente, con el pasar de los años y con el mayor uso del *Steel Framing*, la curva de aprendizaje de la mano de obra mejoraría y los tiempos de ejecución serían menores, lo cual podría favorecer la ejecución de viviendas en masa en diversas zonas del territorio peruano. Con el apoyo del Estado, la adquisición de viviendas de calidad para personas de bajos recursos económicos en un mediano o largo plazo podría ser posible.

Cabe mencionar que, aunque el ahorro de tiempo es una de las principales ventajas del sistema modular estudiado, este podría aumentar haciendo uso de nuevas tecnologías y/o técnicas, principalmente en el apartado de arquitectura, en donde, para este caso de estudio, fueron las mismas en ambos sistemas. La aplicación de nuevas tecnologías en partidas como la de enchapados o pintura pueden ser capaces de originar plazos de ejecución menores.

En lo referente a la facilidad constructiva, el hecho de que el Perú cuente con una industria de la construcción atrasada que utiliza metodologías antiguas y no incentiva el uso de nuevas tecnologías (entre ellas el uso de sistemas modulares), combinado con el suceso de que la población cuenta actualmente con un bajo interés por las mismas, tiene como consecuencia que los peruanos tengan en mente, como primera opción, el uso del sistema convencional. Esta afirmación adquiere mayor relevancia cuando se piensa en los largos años de experiencia que se tiene alrededor del sistema en concreto armado y albañilería.

Esta experiencia ganada ha desembocado en la creación de una costumbre constructiva que a su vez otorga una supuesta mayor facilidad en procedimientos constructivos para el sistema convencional. Sin embargo, y como se ha demostrado, los procesos realizados en el sistema *Steel Framing* son muy sencillos, lo que se ve reflejado en, por ejemplo, los plazos de ejecución que estos presentan.

No obstante, para llegar a ese punto de especialización de parte de los trabajadores queda aún un largo camino por recorrer. Por ello, aunque se considera que en unos años la evolución de la industria de la construcción peruana estará vinculada a curvas de aprendizaje en el uso de diversas tecnologías y metodologías, se determina que para la realidad peruana actual la facilidad constructiva es mayor para el sistema convencional a comparación de los sistemas modulares presentados.

En cuanto a las consideraciones estructurales, ambos sistemas se comportan de manera adecuada, aun cuando estos poseen comportamientos diferentes en dichos términos. Sin embargo, se considera que el sistema *Steel Framing*, o de manera general los sistemas modulares, poseen una ventaja mayor ante peligros de derrumbes o en siniestros sísmicos. Esto debido al bajo peso de los elementos que los componen, como pueden ser los perfiles de acero o madera.

Esta característica genera que, ante movimientos de tierra, los cuales son frecuentes en el Perú por ser un país sísmico, las fuerzas de inercia que se presentan sean menores a comparación de las que se tendría en una construcción en sistema convencional. Asimismo, el bajo peso de los elementos ocasiona que, en situaciones de derrumbes, las personas dentro o cercanas a estas construcciones presenten daños y/o lesiones menores, además de que el índice

de pérdidas humanas es inferior a los que se presentan en los sistemas tradicionales de construcción.

6.2 Recomendaciones

- ✓ Como se mencionó durante la presentación de los resultados de la investigación realizada, el principal inconveniente de los sistemas modulares es la adquisición de los insumos necesarios para su implementación. Como es el caso del *Steel Framing*, donde muchas de las opciones para placas de cerramientos, coberturas o perfiles estructurales provienen de la importación, lo cual ocasiona que estos no solo sean difíciles de conseguir, sino que además tengan costos elevados. Se recomienda, por ende, la fomentación del uso de prefabricados y modulares de parte de la industria de construcción peruana para que, de esta manera, se genere el interés por producir los insumos necesarios a nivel nacional en mayor medida. Lo que resultaría en que los costos de ejecución disminuyeran y fueran más acordes a la realidad peruana.
- ✓ Es recomendable que la introducción de un nuevo sistema de construcción traiga consigo toda la información y capacitación necesaria proveniente de países en donde su uso es más común. Actualmente, los países en donde el uso del *Steel Framing* es más frecuente son Brasil y Argentina, por lo cual, sería recomendable adquirir la documentación necesaria para reforzar los conocimientos en cuanto al diseño y procesos constructivos en dicho sistema para el futuro personal encargado de realizarla. De esta manera, se volverá más común la ejecución de viviendas modulares y, en un mediano o largo plazo, con la mejora de la curva de aprendizaje en la mano de obra, se podrá dar un nuevo y mejor enfoque al sector informal mediante la autoconstrucción. Esto se debe a que la ejecución en sistemas modulares es más sencilla que en el sistema convencional, con las consideraciones mencionadas previamente.
- ✓ Así como en el punto anterior, en donde se recomendó recopilar información ya existente acerca de los sistemas modulares, en específico del *Steel Framing*, dicha información debe ser difundida y de fácil acceso para todos, por medio de; por ejemplo, capacitaciones técnicas, cursos, creaciones de manuales de construcción en sistemas modulares, entre otros. Todo ello podría ser posible si se cuenta con apoyo del Estado peruano, más aún conociendo que el uso de estas tecnologías logrará el cierre de brechas en vivienda y una evolución en el sector construcción. Asimismo, la fomentación de la capacitación sobre sistemas modulares debe ir de la mano con un crecimiento en el interés de parte del público receptor, lo cual es también objetivo de la tesis.
- ✓ Al ser el Perú un país con una gran diversidad de climas y debido al poco conocimiento actual sobre sistemas modulares, lo cual se pretende mejorar con las recomendaciones anteriormente mencionadas, se recomienda que la implementación de estos sistemas de construcción sea progresiva. Esto quiere decir que el uso se fomente inicialmente en zonas en las cuales no se tengan climas adversos en términos de precipitaciones hasta que se tengan los conocimientos necesarios y las habilidades de construcción y diseño necesarias para hacerle frente a estas dificultades y, en un periodo de tiempo, implementar el uso de los sistemas modulares en todo el territorio peruano con las funcionalidades necesarias que satisfagan todo tipo de necesidades.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Latinoamericana del Acero. (2007). *Steel Framing: Arquitectura*.

https://www.alacero.org/sites/default/files/u16/steel_framing_arquitectura.pdf

ENSECO. (2020a, marzo 28). *Cómo se aplica base Coat paso a paso* [Vídeo]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=dpjvCN4ooV0>

ENSECO. (2020b, abril 26). *La historia del Steel Framing y Wood Framing* [Vídeo].

YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=w9g-T7TtpNo>

ENSECO. (2020c, octubre 15). *Steel Framing: Armado de panel simple paso a paso* [Vídeo].

YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=awuC6aoUIBQ>

García, R. (2015). *Desarrollo o crecimiento urbano en Lima* (Vol. 1).

<https://urbano.org.pe/descargas/investigaciones/PERU-HOY/PH-2015.pdf>

Ghio, V., & Bascuñán, R. (2006). *Innovación tecnológica en la construcción ahora es*

cuando (3.a ed., Vol. 21). <https://urbano.org.pe/descargas/investigaciones/PERU-HOY/PH-2015.pdf>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Memoria descriptiva general del sistema constructivo RBS Zembra*.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/338077/RM_-_214-2019-VIVIENDA.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Sistemas constructivos no convencionales vigentes*.

<https://drive.google.com/file/d/1AM9F7bLQvOFFBUihC1sZqFZVIoUStC32/view>

Miranda, F. (2015). La descentralización centralista en el Perú: entre la crisis y el crecimiento 1970–2014. *Revista de Investigación UNMSM*, 19(34), 153–167.

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sociales/article/view/11758/108>

76

Romero, G., & Mesías, R. (2004). *La participación en el diseño urbano y arquitectónico en la producción social del hábitat* (1.a ed., Vol. 1).

https://issuu.com/disenocomplejoparticipativo/docs/la_participacion_en_el_dise_o_urbanq_en_la_producc

Salas, J. (2002). Latinoamérica: Hambre de vivienda. *INVI*, 17(45).

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25804503>

Tello, M., & Rodríguez, J. (2011). *Descentralización, divergencia y desarrollo regional en el Perú 2010* [Libro electrónico]. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

TUPEMESA. (2020, 20 noviembre). *Vanos en muros portantes en el sistema Steel Frame* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=i9R2zZVHrLA&t=608s>

TUPEMESA. (2021, 24 mayo). *Entrepisos en el Sistema Steel Frame* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=zQXqluBIOqI&t=251s>

Turner, J. (2018). *Autoconstrucción por una autonomía del habitar*. Pepitas de calabaza.

Vargas, O., & Molina, L. (2013). Industrialización de la construcción para la vivienda social. *Revista NODO*, 2(3), 25–44.

Zoido, F., & de la Vega, S. (2000). Diccionario de geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio. *Revista Ariel*.

ANEXOS

Anexo 1: Figuras del diseño estructural de la vivienda unifamiliar con el sistema convencional

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box in ETABS. The 'General Data' section includes: Material Name: CONCRETO $f_c=210$ kg/cm²; Material Type: Concrete; Directional Symmetry Type: Isotropic; Material Display Color: Yellow; Material Notes: Modify/Show Notes... The 'Material Weight and Mass' section has: Specify Weight Density (selected) with Weight per Unit Volume: 0.0024 kg/cm³ and Mass per Unit Volume: 0.000002 kg-s²/cm⁴; Specify Mass Density (unselected). The 'Mechanical Property Data' section includes: Modulus of Elasticity, E: 217370.65 kg/cm²; Poisson's Ratio, U: 0.15; Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C; Shear Modulus, G: 94508.98 kg/cm². The 'Design Property Data' section has a button: Modify/Show Material Property Design Data... The 'Advanced Material Property Data' section has buttons: Nonlinear Material Data..., Material Damping Properties..., and Time Dependent Properties... The dialog has OK and Cancel buttons at the bottom.

Figura 1 Definición del concreto en el ETABS. Fuente: Propia.

The screenshot shows the 'Material Property Design Data' dialog box in ETABS. The 'Material Name and Type' section includes: Material Name: ACERO REFUERZO $f_y=4200$ kg/cm²; Material Type: Rebar, Uniaxial; Grade: Grade 60. The 'Design Properties for Rebar Materials' section includes: Minimum Yield Strength, F_y : 4200 kg/cm²; Minimum Tensile Strength, F_u : 6300 kg/cm²; Expected Yield Strength, F_{ye} : 4600 kg/cm²; Expected Tensile Strength, F_{ue} : 6900 kg/cm². The values 4200, 6300, 4600, and 6900 are highlighted with a red box. The dialog has OK and Cancel buttons at the bottom.

Figura 2 Definición del acero de refuerzo en el ETABS. Fuente: Propia.

ET Frame Section Property Data ×

General Data

Property Name:

Material: CONCRETO Fc 210 kg/cm2

Notional Size Data:

Display Color:

Notes:

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: m

Width: m

Property Modifiers

Currently User Specified

Reinforcement

Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

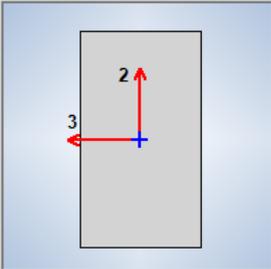


Figura 3 Definición de la viga VP-1 (0.25x0.45) en el ETABS. Fuente: Propia.

ET Property/Stiffness Modification Factors ×

Property/Stiffness Modifiers for Analysis

Cross-section (axial) Area	<input type="text" value="1"/>
Shear Area in 2 direction	<input type="text" value="1"/>
Shear Area in 3 direction	<input type="text" value="1"/>
Torsional Constant	<input type="text" value="0.001"/>
Moment of Inertia about 2 axis	<input type="text" value="1"/>
Moment of Inertia about 3 axis	<input type="text" value="1"/>
Mass	<input type="text" value="1"/>
Weight	<input type="text" value="1"/>

Figura 4 Constante torsional nula en viga. Fuente: Propia.

ET Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: ACERO REFUERZO $f_y=4200$ k

Confinement Bars (Ties): ACERO REFUERZO $f_y=4200$ k

Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid

Top Bars: 0.08 m

Bottom Bars: 0.08 m

Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams

Top Bars at I-End: 0 cm^2

Top Bars at J-End: 0 cm^2

Bottom Bars at I-End: 0 cm^2

Bottom Bars at J-End: 0 cm^2

OK Cancel

Figura 5 Definición del acero de refuerzo y del recubrimiento de la viga. Fuente: Propia.

ET Frame Section Property Data

General Data

Property Name: C1-(25x30)

Material: CONCRETO f_c 210 kg/cm^2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.3 m

Width: 0.25 m

Show Section Properties...

Include Automatic Rigid Zone Area Over Column

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...
Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

OK Cancel

Figura 6 Definición de la columna C-05 (0.25x0.30). Fuente: Propia.

The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box in ETABS. The 'General Data' section includes: Property Name: ALIGERADO h=0.20; Slab Material: CONCRETO f_c 210 kg/cm²; Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...; Modeling Type: Membrane; Modifiers (Currently Default): Modify/Show...; Display Color: a pink color swatch with a Change... button; Property Notes: Modify/Show...; and a checked checkbox for 'Use Special One-Way Load Distribution'. The 'Property Data' section includes: Type: Slab; and Thickness: 0.00001 m. Red boxes highlight the Property Name and the Type and Thickness fields.

Figura 7 Definición del aligerado en el ETABS. Fuente: Propia.

The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box in ETABS. The 'General Data' section includes: Property Name: MACIZA h=0.20; Slab Material: CONCRETO f_c 210 kg/cm²; Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...; Modeling Type: Membrane; Modifiers (Currently Default): Modify/Show...; Display Color: a grey color swatch with a Change... button; Property Notes: Modify/Show...; and an unchecked checkbox for 'Use Special One-Way Load Distribution'. The 'Property Data' section includes: Type: Slab; and Thickness: 0.2 m. Red boxes highlight the Property Name and the Type and Thickness fields.

Figura 8 Definición de la losa maciza en el ETABS. Fuente: Propia.

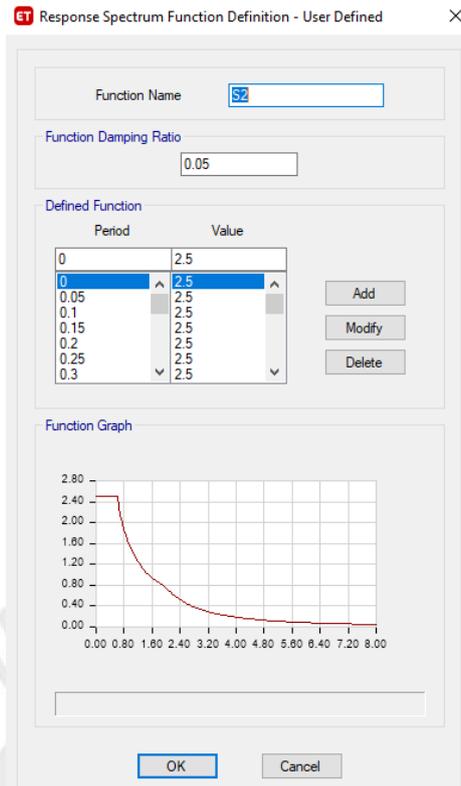


Figura 9 Definición del espectro en el ETABS. Fuente: Propia.

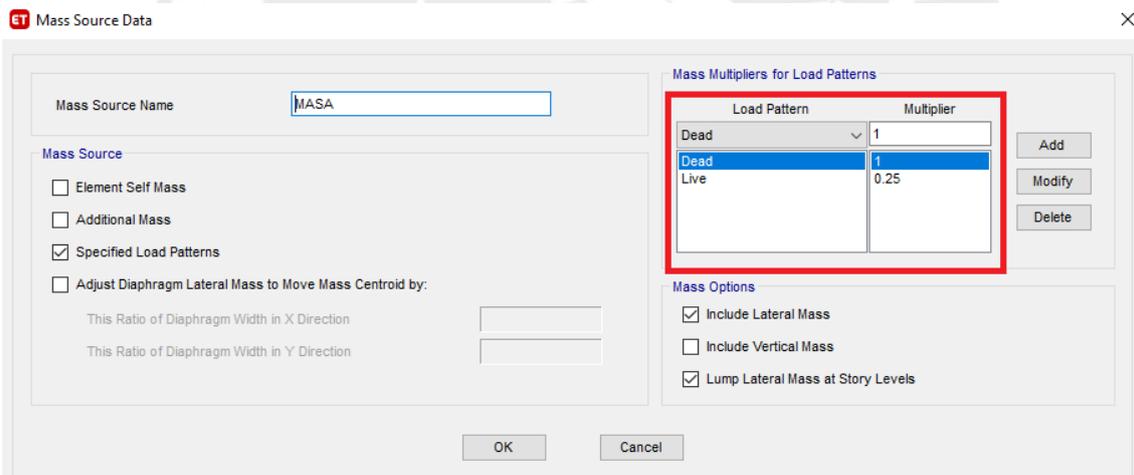


Figura 10 Definición del peso sísmico de la edificación según su categoría (C). Fuente: Propia.

ET Mass Source Data ×

Mass Source Name:

Mass Source

Element Self Mass

Additional Mass

Specified Load Patterns

Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:

This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:

This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Dead	1
Dead	1
Live	0.25

Mass Options

Include Lateral Mass

Include Vertical Mass

Lump Lateral Mass at Story Levels

Figura 11 Definición de los casos de sismo con excentricidad. Fuente: Propia.

ET Mass Source ×

Mass Sources

MASA

MX-

MX+

MY-

MY+

Click to:

Default Mass Source

MASA

Figura 12 Definición de los casos de sismo en ambas direcciones. Fuente: Propia.

The screenshot shows the 'Modal Case Data' dialog box with the following settings:

- General:**
 - Modal Case Name: Modal
 - Modal Case Sub Type: Eigen
 - Mass Source: MASA
 - Analysis Model: Default
- P-Delta/Nonlinear Stiffness:**
 - Use Preset P-Delta Settings (None)
 - Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)
- Loads Applied:**
 - Advanced Load Data Does NOT Exist
 - Advanced
- Other Parameters:**
 - Maximum Number of Modes: 6
 - Minimum Number of Modes: 3
 - Frequency Shift (Center): 0 cyc/sec
 - Cutoff Frequency (Radius): 0 cyc/sec
 - Convergence Tolerance: 1E-09
 - Allow Auto Frequency Shifting

Buttons: OK, Cancel

Figura 13 Definición del número de modos. Fuente: Propia.

The screenshot shows the 'Modal Case Data' dialog box with the following settings:

- General:**
 - Modal Case Name: Modal X+
 - Modal Case Sub Type: Eigen
 - Mass Source: Previous (MX+)
 - Analysis Model: Default
- P-Delta/Nonlinear Stiffness:**
 - Use Preset P-Delta Settings (None)
 - Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)
 - Nonlinear Case: MX+
- Loads Applied:**
 - Advanced Load Data Does NOT Exist
 - Advanced
- Other Parameters:**
 - Maximum Number of Modes: 6
 - Minimum Number of Modes: 3
 - Frequency Shift (Center): 0 cyc/sec
 - Cutoff Frequency (Radius): 0 cyc/sec
 - Convergence Tolerance: 1E-09
 - Allow Auto Frequency Shifting

Buttons: OK, Cancel

Figura 14 Definición de los casos modales de sismo. Fuente: Propia.

ET Load Case Data

General

Load Case Name: **SISXXMY+**

Load Case Type: Response Spectrum

Mass Source: Previous (MY+)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	S2	0.5794

Other Parameters

Modal Load Case: **Modal Y+**

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05

Diaphragm Eccentricity: **0 for All Diaphragms**

OK Cancel

Figura 15 Carga de sismo para la dirección X con excentricidad positiva en Y. Fuente: Propia.

ET Load Case Data

General

Load Case Name: **DERXXMY+**

Load Case Type: Response Spectrum

Mass Source: Previous (MY+)

Analysis Model: Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	S2	3.4764

Other Parameters

Modal Load Case: **Modal Y+**

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms

OK Cancel

Figura 16 Definición de los casos de carga de deriva para la dirección X. Fuente: Propia.

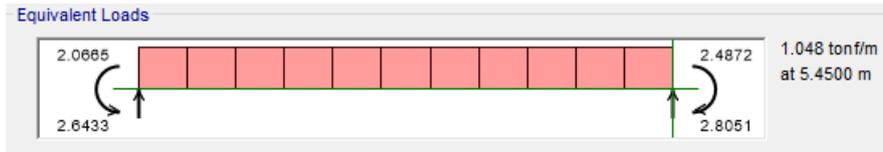


Figura 17 Metrado de carga muerta de la viga del segundo nivel del eje 1. Fuente: Propia.

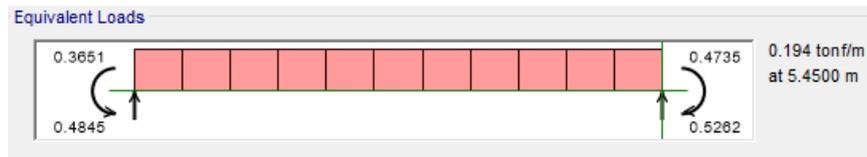


Figura 18 Metrado de carga viva de la viga del segundo nivel del eje 1. Fuente: Propia.

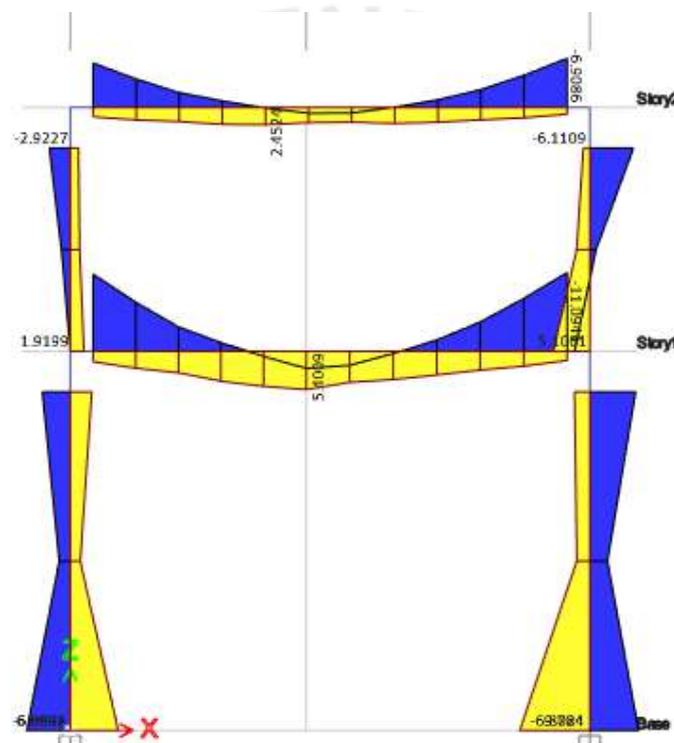


Figura 19. Envolvente de las vigas del eje 1. Fuente: Propia.

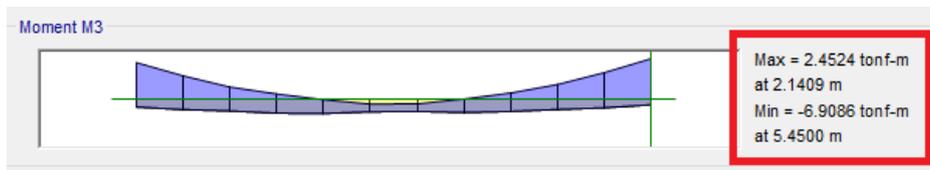


Figura 20 Diagrama de momentos flectores de la viga del segundo nivel del eje 1 debido al caso de envolvente. Fuente: Propia.

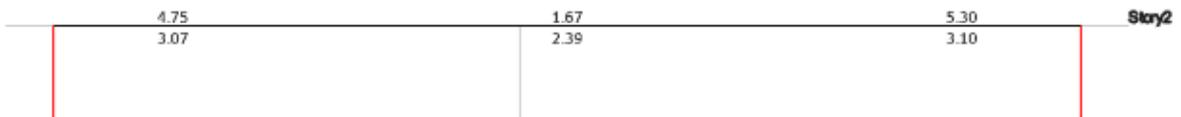


Figura 21 Diseño de los refuerzos longitudinales en el ETABS. Fuente: Propia.



Figura 22 Punto teórico de corte para $\phi M_n = -9.613$ tn.m, nudo izquierdo. Fuente: Propia.

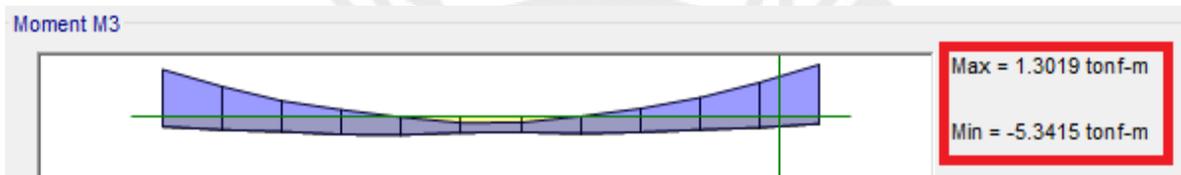


Figura 23 Punto teórico de corte para $\phi M_n = -17.429$ tn.m. Fuente: Propia.

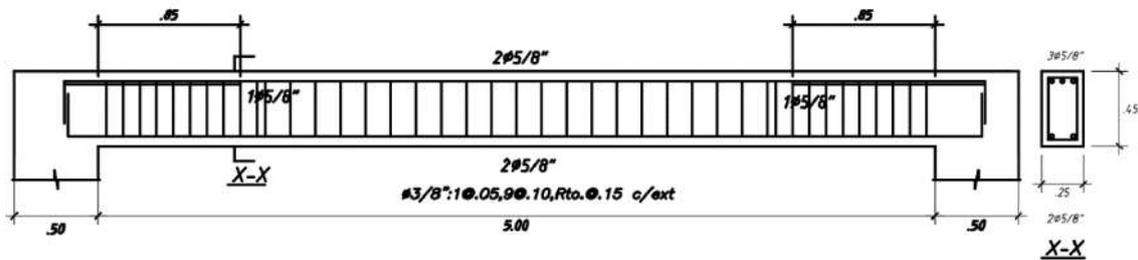


Figura 24 Distribución de los aceros longitudinales de la viga del segundo nivel del eje 1. Fuente: Propia.

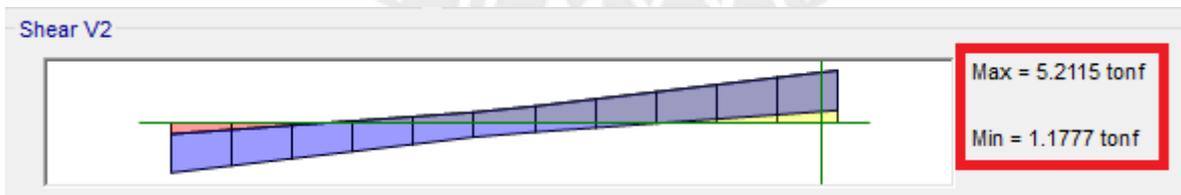


Figura 25 Diagrama de fuerzas cortantes de la viga del segundo nivel del eje 1. Fuente: Propia.

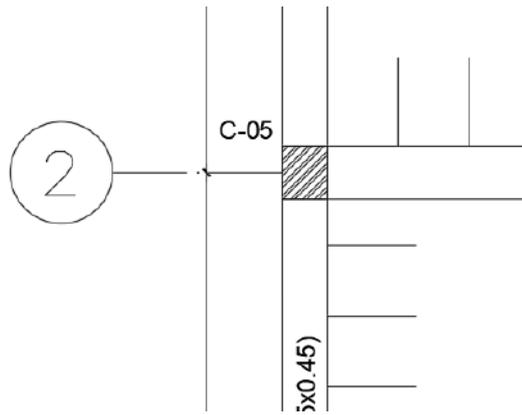


Figura 26 Columna entre los ejes 2-A. Fuente: Propia.

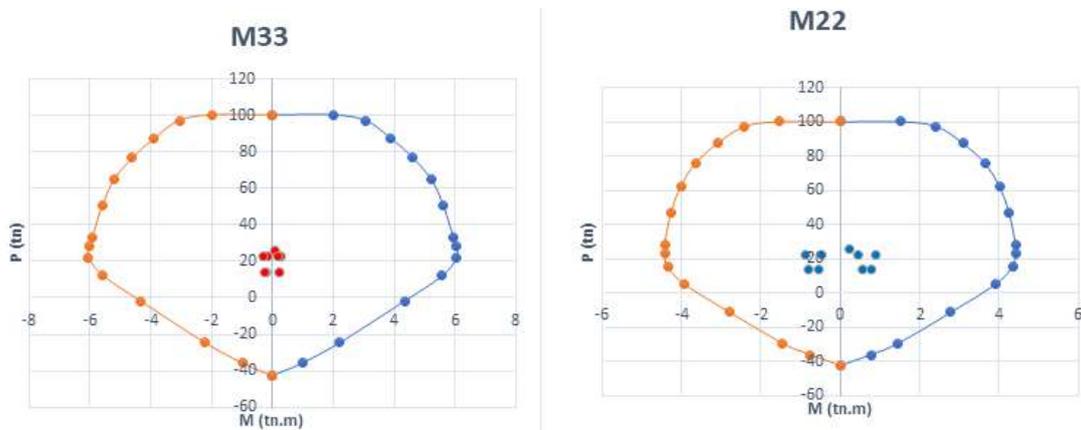


Figura 27. Diagrama de interacción de los M33 para el sismo en X de la columna C5 (izquierda) y diagrama de interacción de los M33 para el sismo en Y de la columna C5 (derecha). Fuente: Propia.

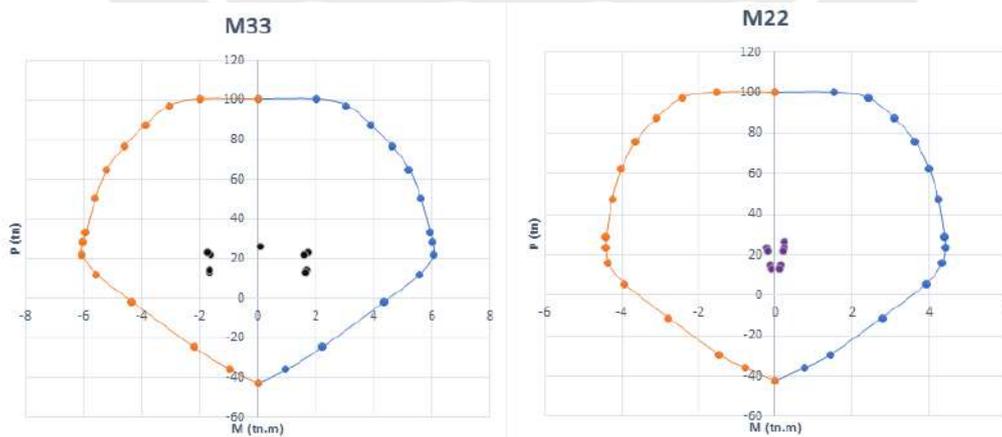


Figura 28 Diagrama de interacción de los M33 para el sismo en Y de la columna C5 (izquierda) y diagrama de interacción de los M22 para el sismo en Y de la columna C5. Fuente: Propia.

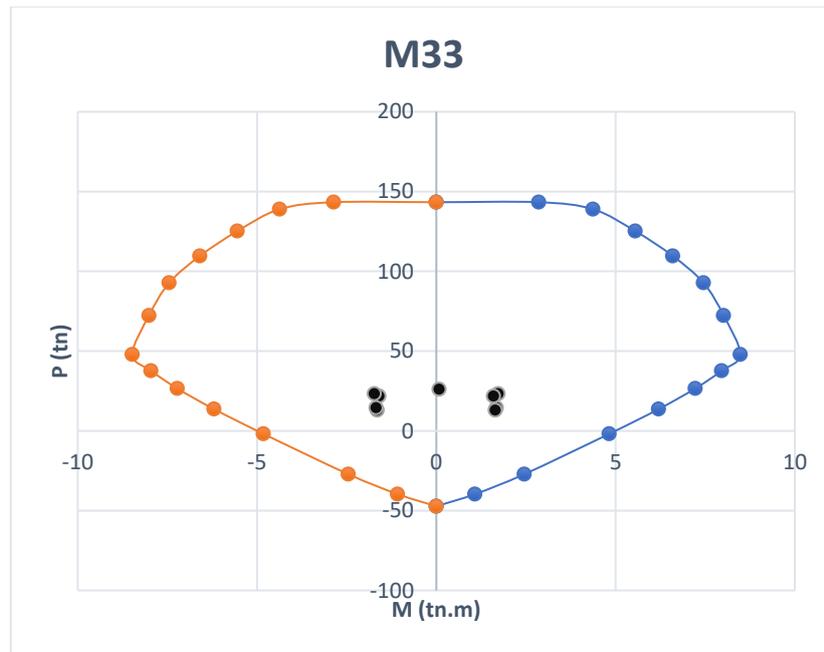


Figura 29 Diagrama de interacción para el sismo en X con momentos M33. Fuente: Propia.

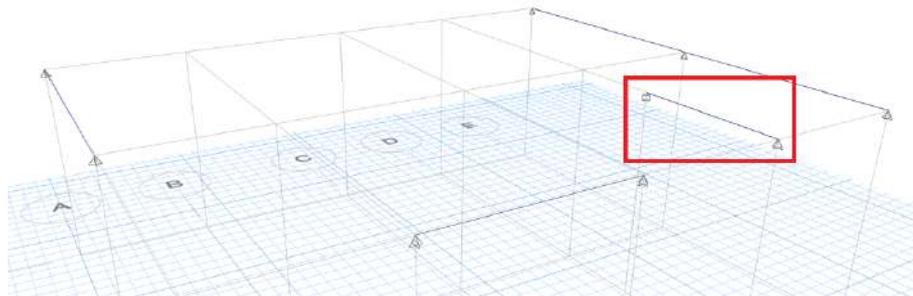


Figura 30 Modelamiento de viguetas en el ETABS y vigueta analizada. Fuente: Propia.

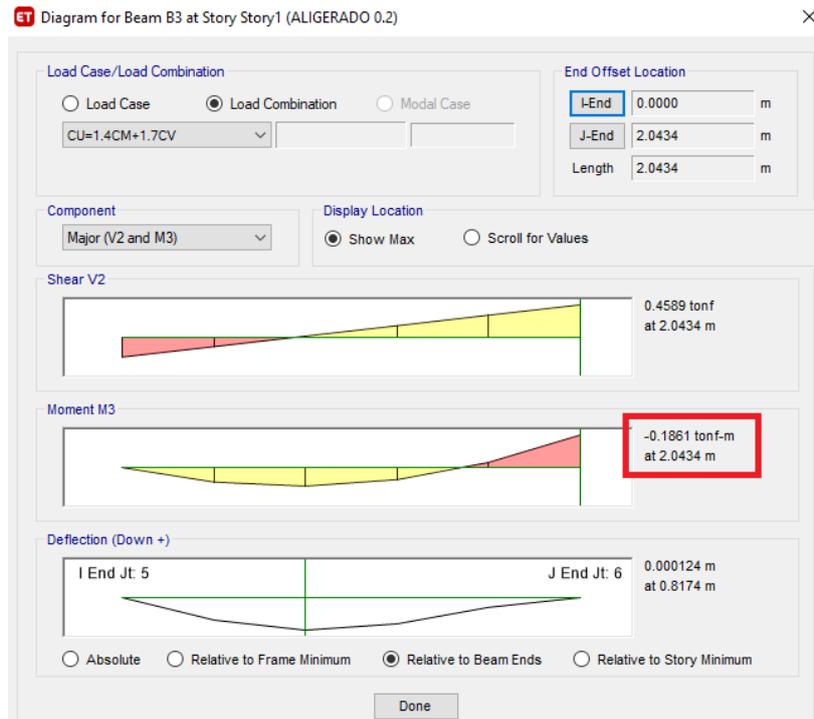


Figura 31 Diagrama de momentos flectores y fuerzas cortantes de la vigueta del techo del primer nivel de la vivienda. Fuente: Propia.

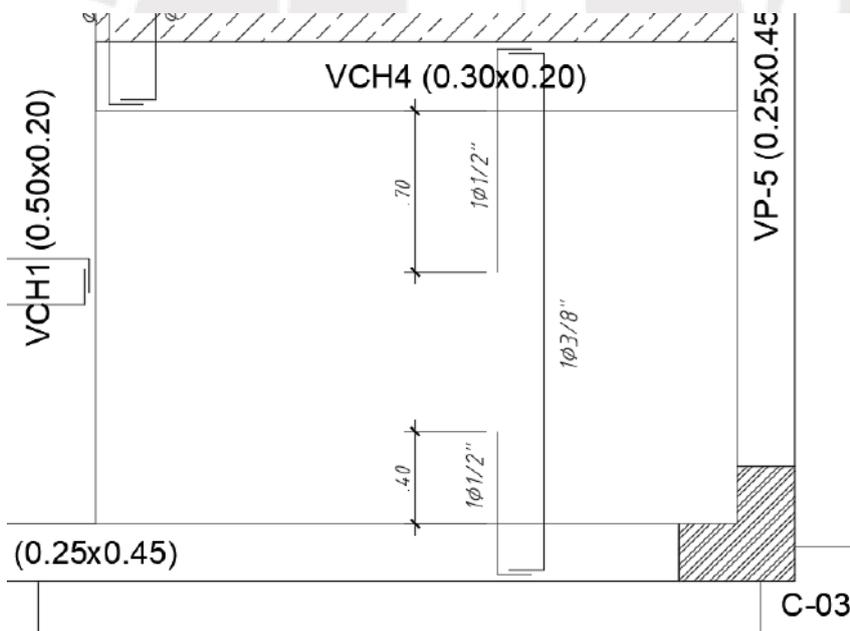


Figura 32 Distribución de los aceros en el aligerado analizado. Fuente: Propia.

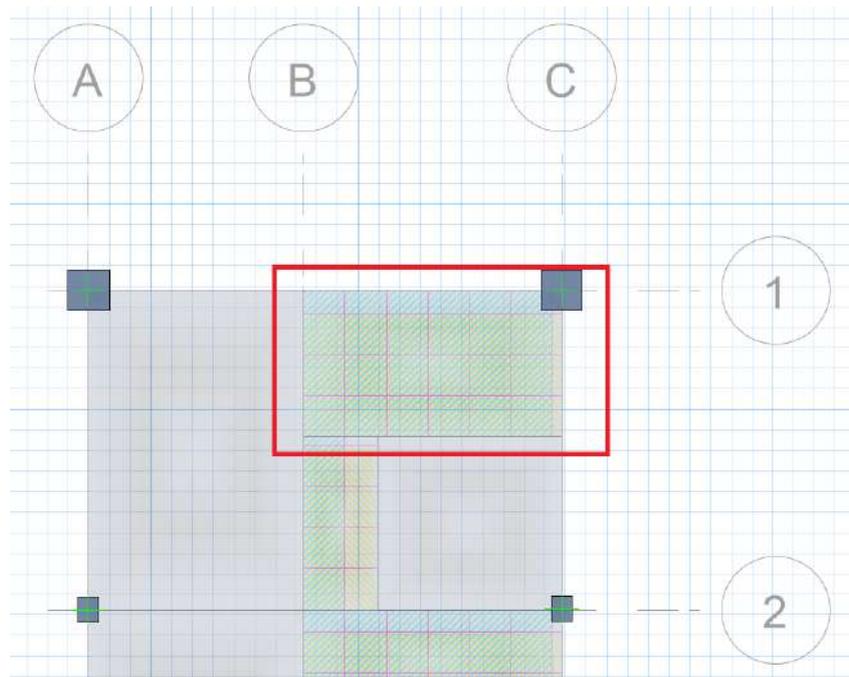


Figura 33 Exportación de las losas macizas al SAFE. Fuente: Propia.

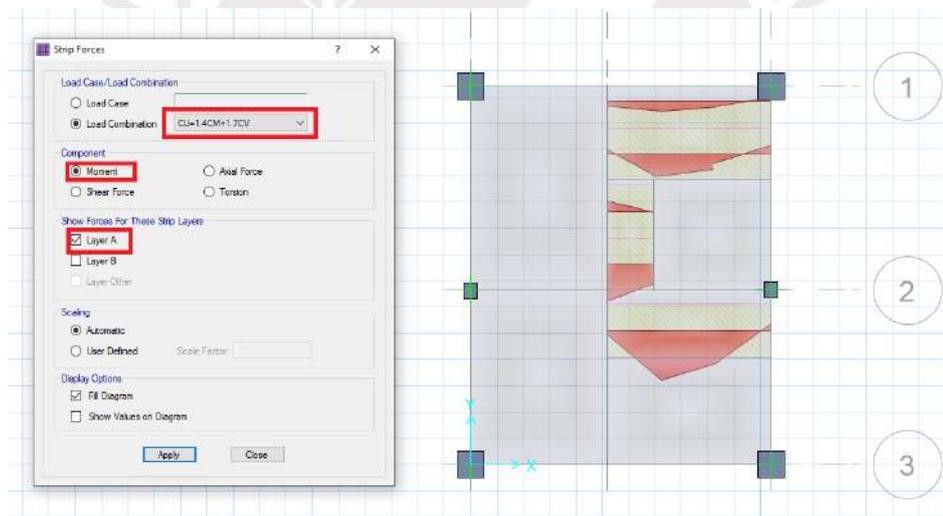


Figura 34 Diagrama de momentos flectores para la franja A, dirección X. Fuente: Propia.

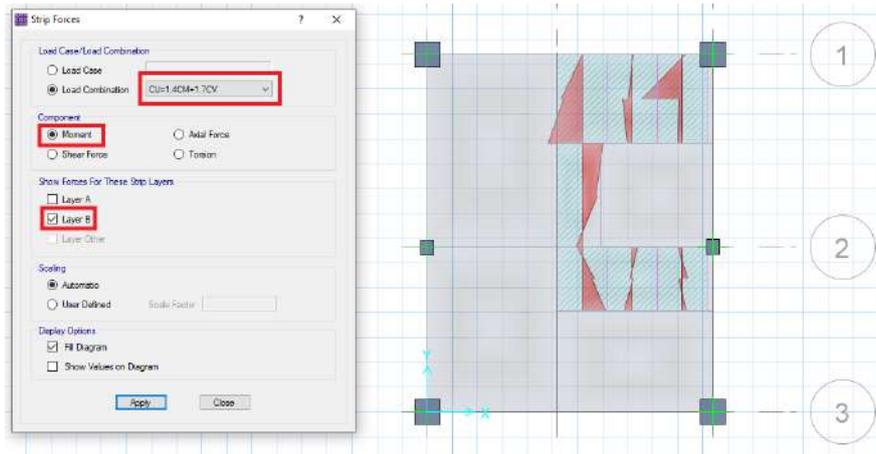


Figura 35 Diagrama de momentos flectores para la franja B, dirección Y. Fuente: Propia.

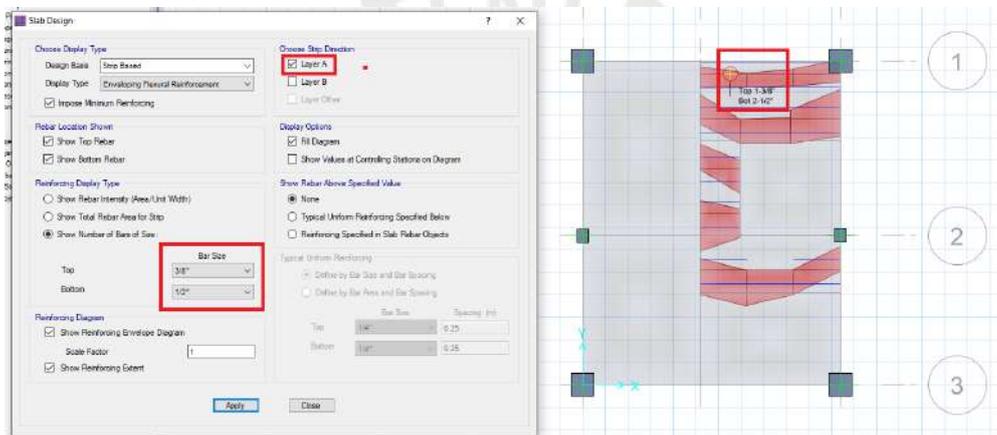


Figura 36 Distribución de los aceros en la dirección X. Fuente: Propia.

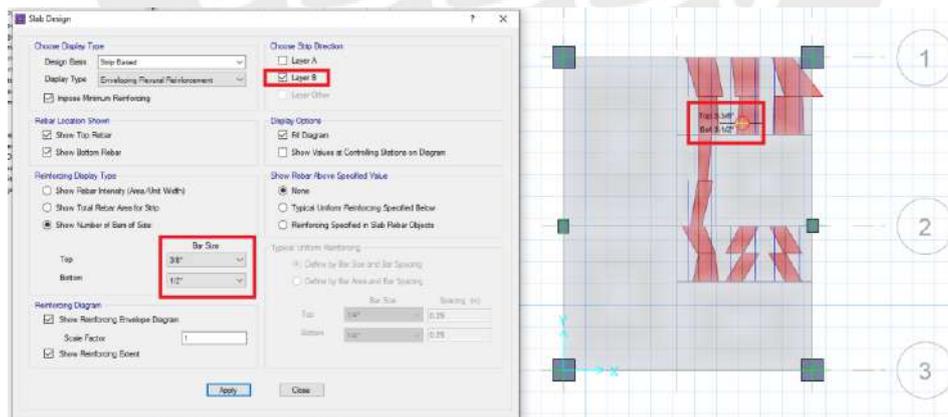


Figura 37 Distribución de los aceros en la dirección Y. Fuente: Propia.

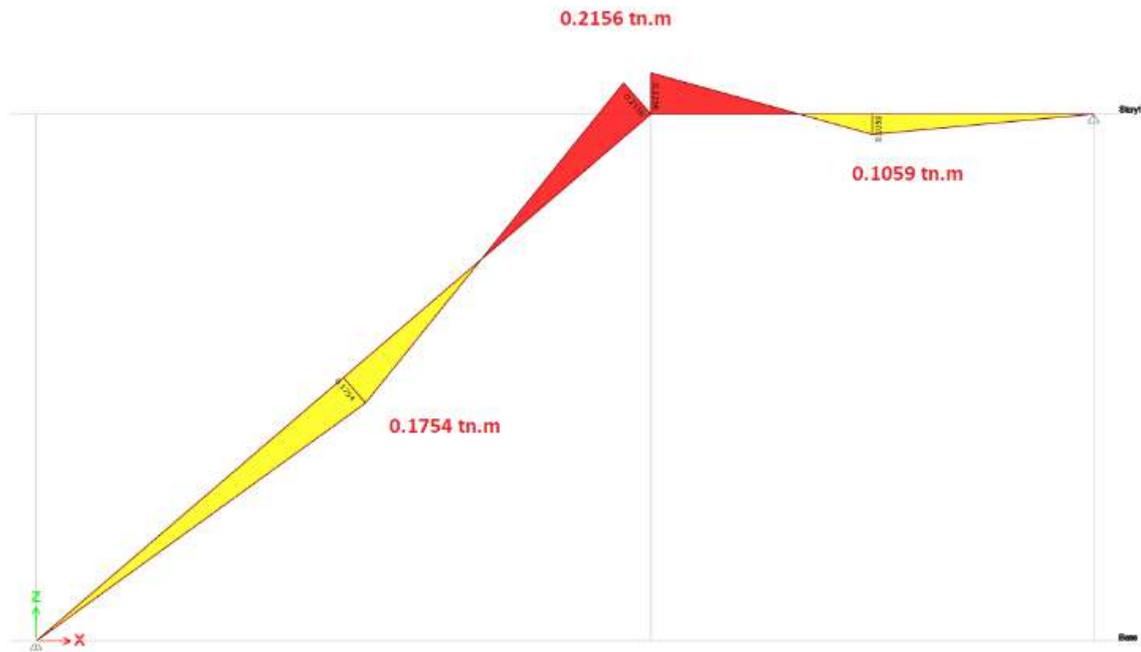


Figura 38 Diagrama de momentos flectores del primer tramo de la escalera. Fuente: Propia.

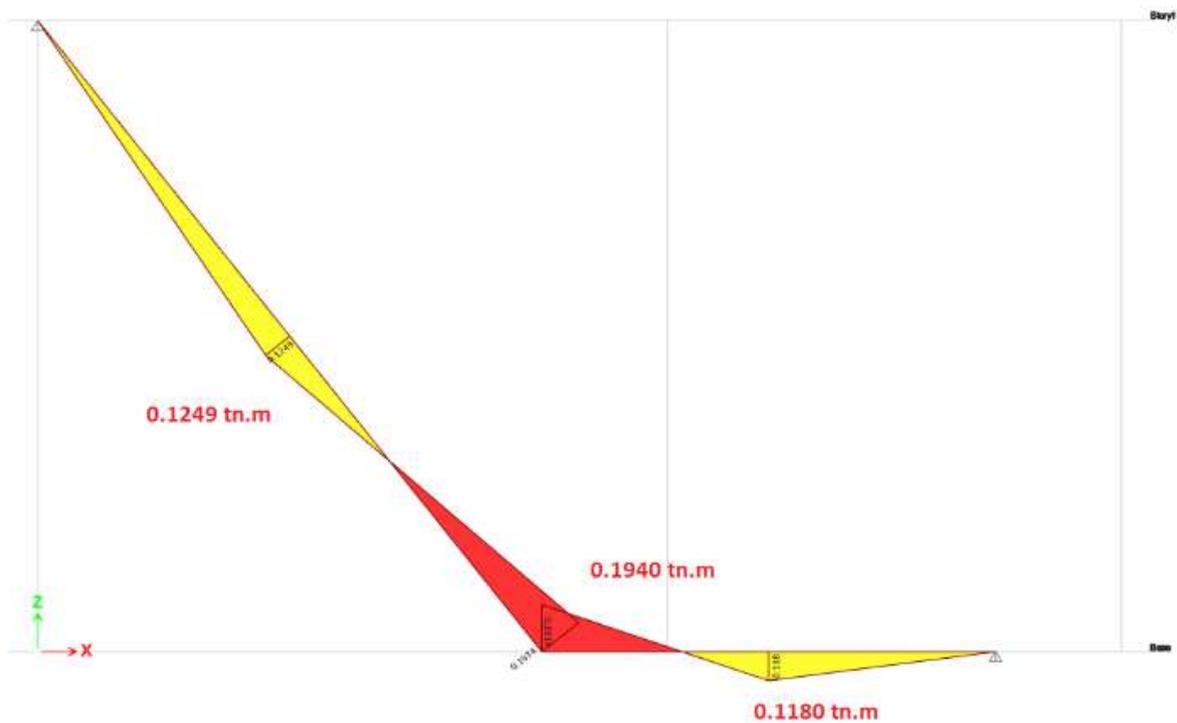


Figura 39 Diagrama de momentos flectores del segundo tramo de la escalera. Fuente: Propia.

Material Property Data

General Data

Material Name: CONCRETO f_c 210

Material Type: Concrete

Material Display Color: [Blue]

Material Notes: [Modify/Show Notes...]

Material Weight

Weight per Unit Volume: 2.4028E-03 kgf/cm³

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 217370.7 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0.15

Coefficient of Thermal Expansion, A: 9.9E-06 1/C

Shear Modulus, G: 94509 kgf/cm²

Other Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f_c: 210 kgf/cm²

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor: []

Modulus of Rupture for Cracked Deflections

Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

User Specified []

OK Cancel

Figura 40 Modificación del concreto en el programa SAFE. Fuente: Propia.

Material Property Data

General Data

Material Name: REFUERZO f_y=4200

Material Type: Rebar

Material Display Color: [Cyan]

Material Notes: [Modify/Show Notes...]

Material Weight

Weight per Unit Volume: 7.849E-03 kgf/cm³

Uniaxial Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2000000 kgf/cm²

Other Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Stress, F_y: 4200 kgf/cm²

Minimum Tensile Stress, F_u: 6300 kgf/cm²

OK Cancel

Figura 41 Modificación del acero de refuerzo en el programa SAFE. Fuente: Propia.

Slab Property Data

General Data

Property Name: ZAPATA hz=0.7m

Slab Material: CONCRETO f_c 210

Display Color: [Blue] Change...

Property Notes: Modify/Show...

Analysis Property Data

Type: Footing

Thickness: 70 cm

Thick Plate Orthotropic

OK Cancel

Figura 42 Definición de la zapata en el SAFE. Fuente: Propia.

Slab Property Data

General Data

Property Name: COL hz=0.7m

Slab Material: CONCRETO f_c 210

Display Color: [Cyan] Change...

Property Notes: Modify/Show...

Analysis Property Data

Type: Stiff

Thickness: 70 cm

Thick Plate Orthotropic

OK Cancel

Figura 43 Definición de la zona de la columna en el SAFE. Fuente: Propia.

Soil Subgrade Property Data

General Data

Property Name: SUELO qa=2 kg/cm2

Display Color: [Cyan] Change...

Property Notes: Modify/Show Notes...

Property

Subgrade Modulus (Compression Only): 4E+00 kgf/cm3

Nonlinear Option (Nonlinear Cases Only)

None (Linear)

Tension Only

Compression Only

Elasto-Plastic

Compression Stiffness: []

Compression Strength: []

Tension Stiffness: []

Tension Strength: []

OK Cancel

Figura 44 Definición del suelo en el SAFE. Fuente: Propia.

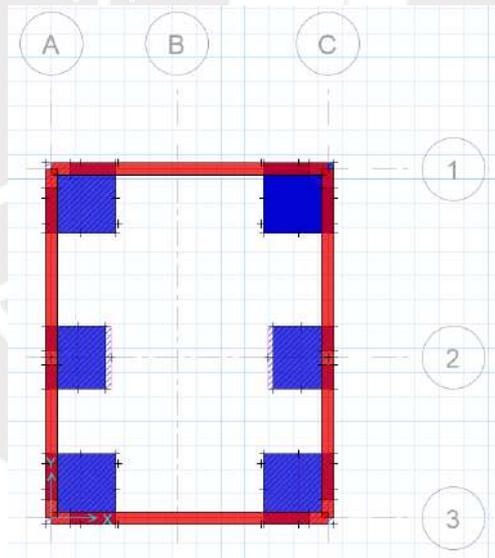


Figura 45 Modelamiento de cimentación en SAFE. Fuente: Propia.

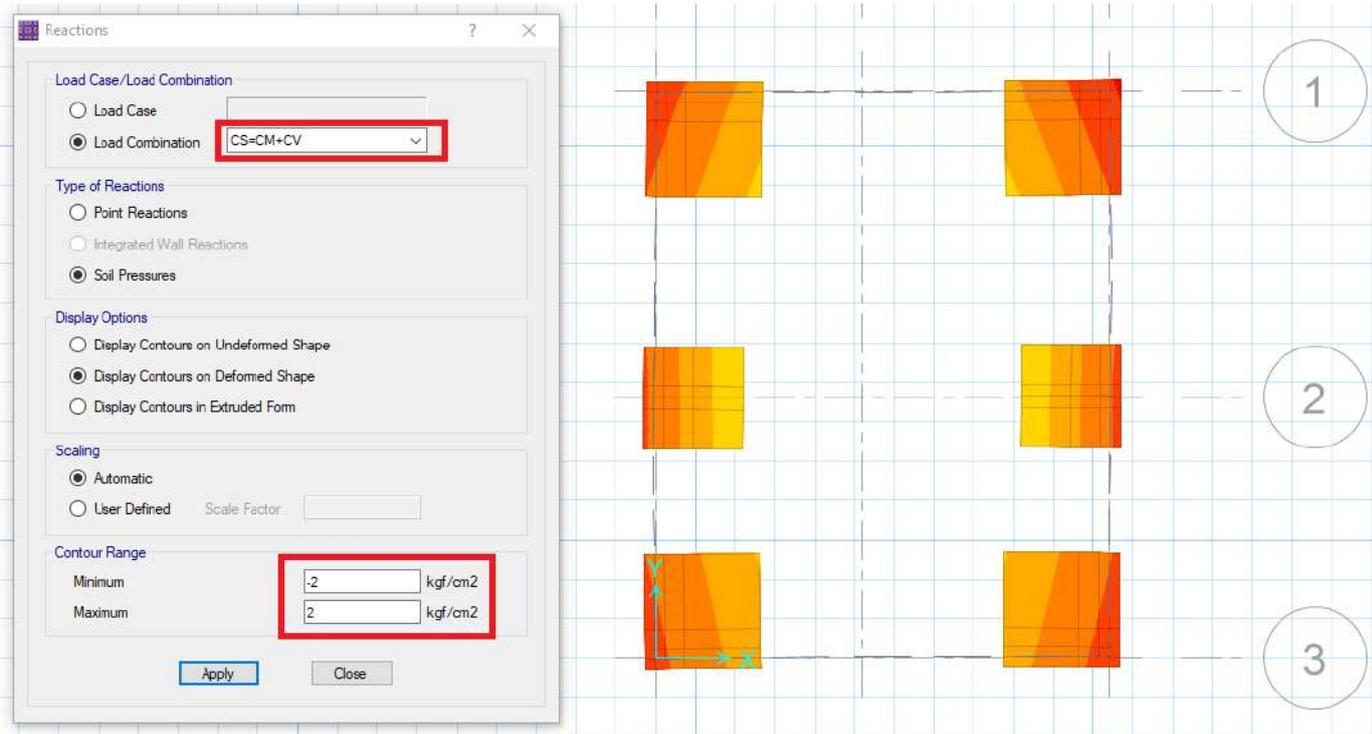


Figura 46 Verificación de los esfuerzos actuantes en la cimentación. Fuente: Propia.

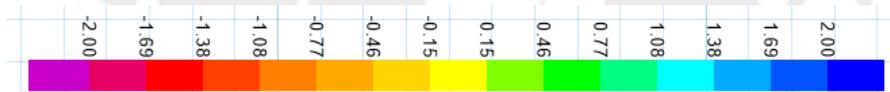


Figura 47 Distribución de presiones en la cimentación por colores. Fuente: Propia.

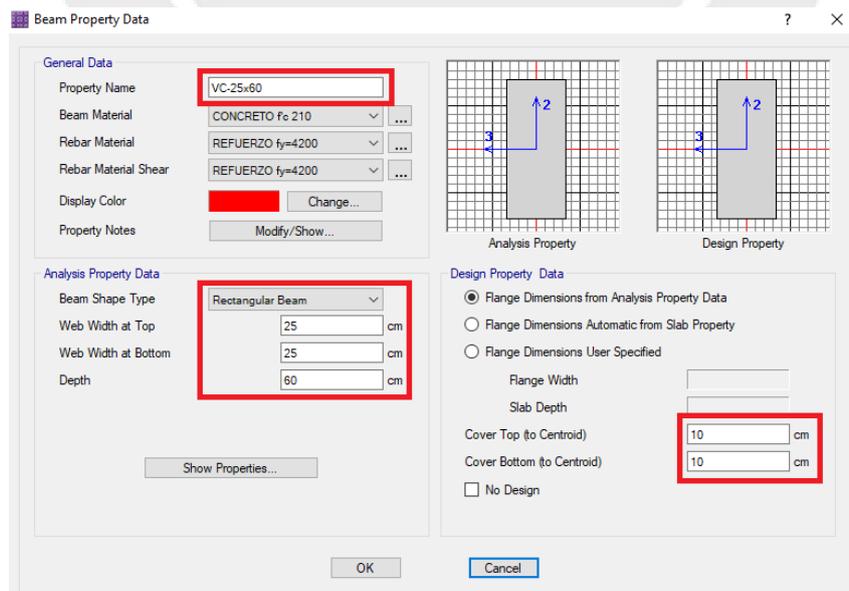


Figura 48 Definición de la viga de cimentación en SAFE. Fuente: Propia.

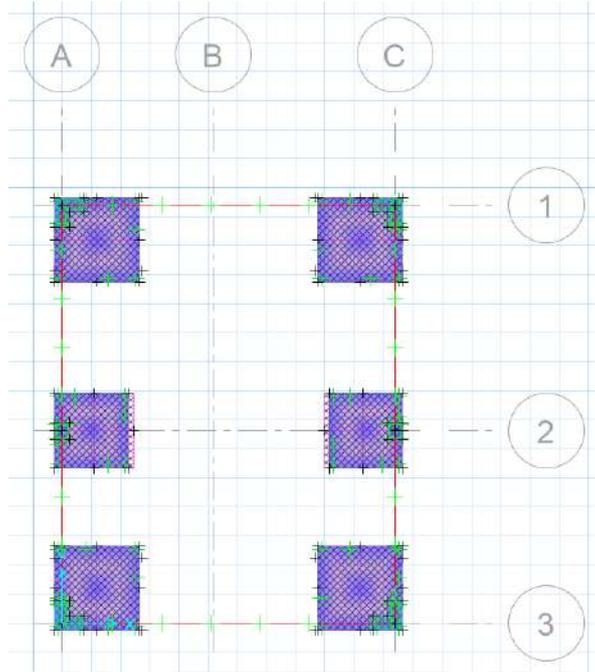


Figura 49 Franjas de diseño en la cimentación. Fuente: Propia.

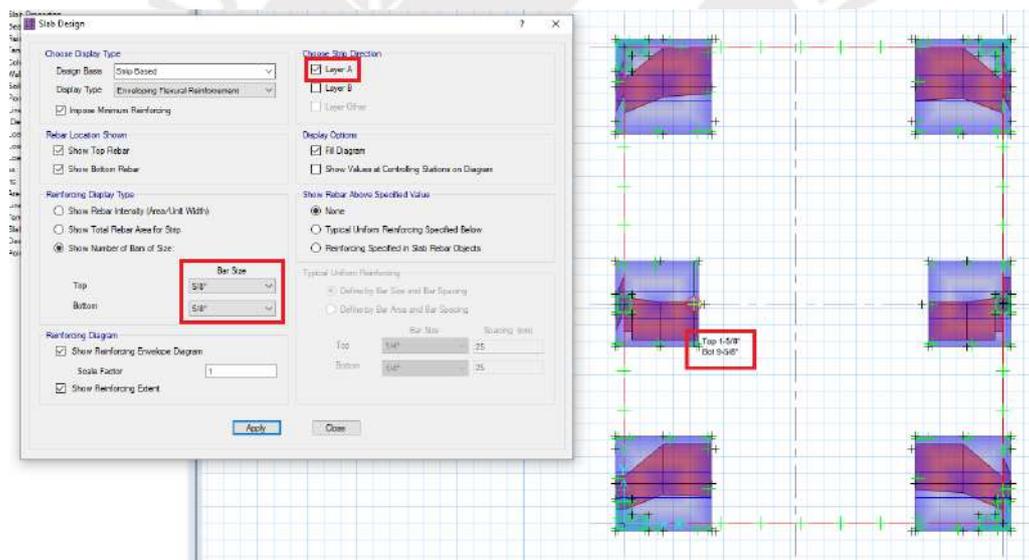


Figura 50 Distribución del acero de refuerzo en la zapata para la dirección X. Fuente: Propia.

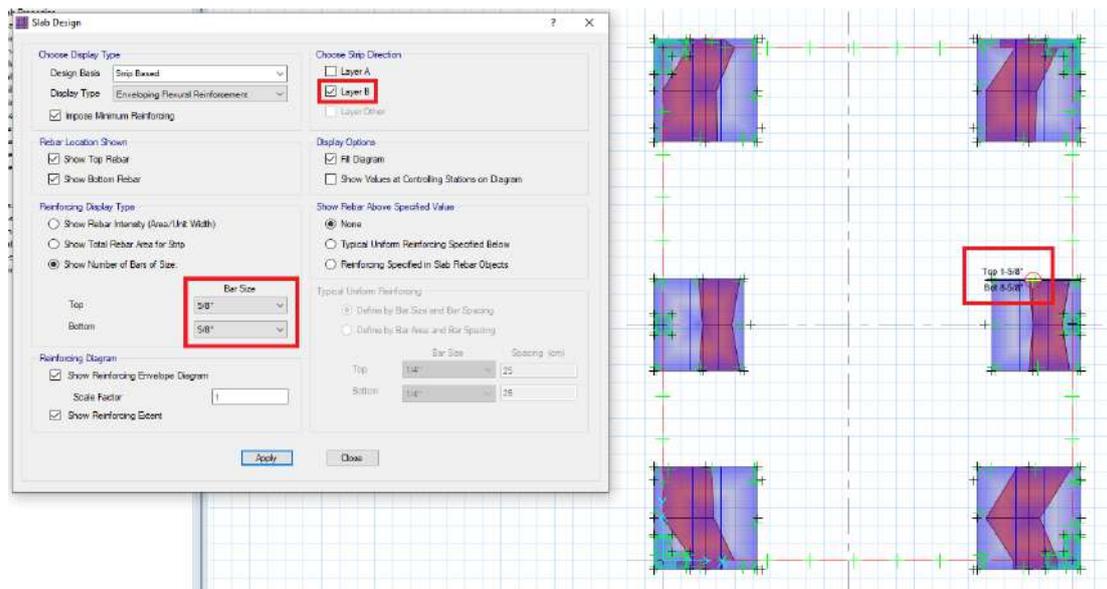


Figura 51 Distribución del acero de refuerzo en la zapata para la dirección Y. Fuente: Propia.

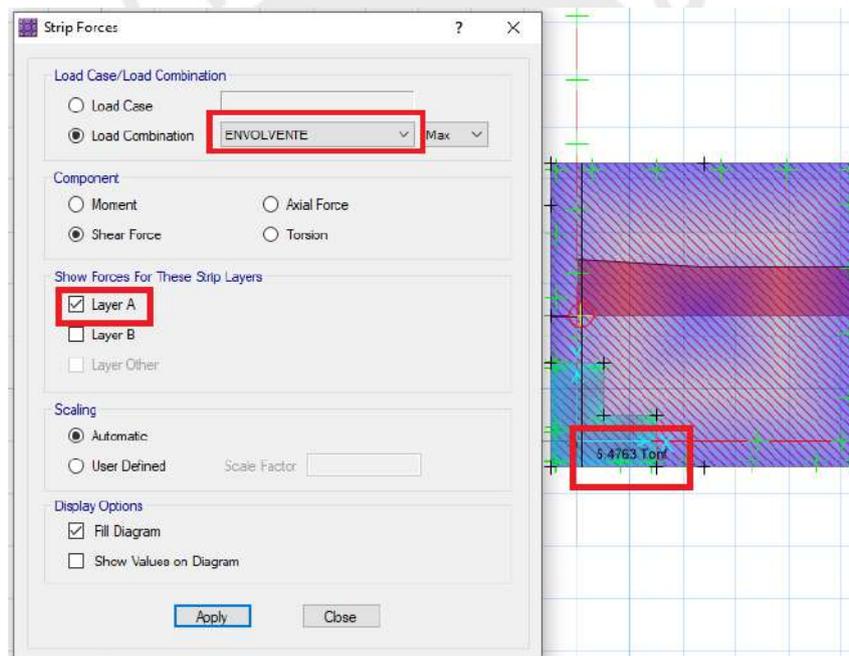


Figura 52 Diagrama de fuerzas cortantes en la zapata para la verificación. Fuente: Propia.

Anexo 2: Tablas del diseño estructural de la vivienda unifamiliar con el sistema convencional

Tabla 1 Definición del espectro de diseño en el Excel con los parámetros sísmicos del lugar. Fuente: Propia.

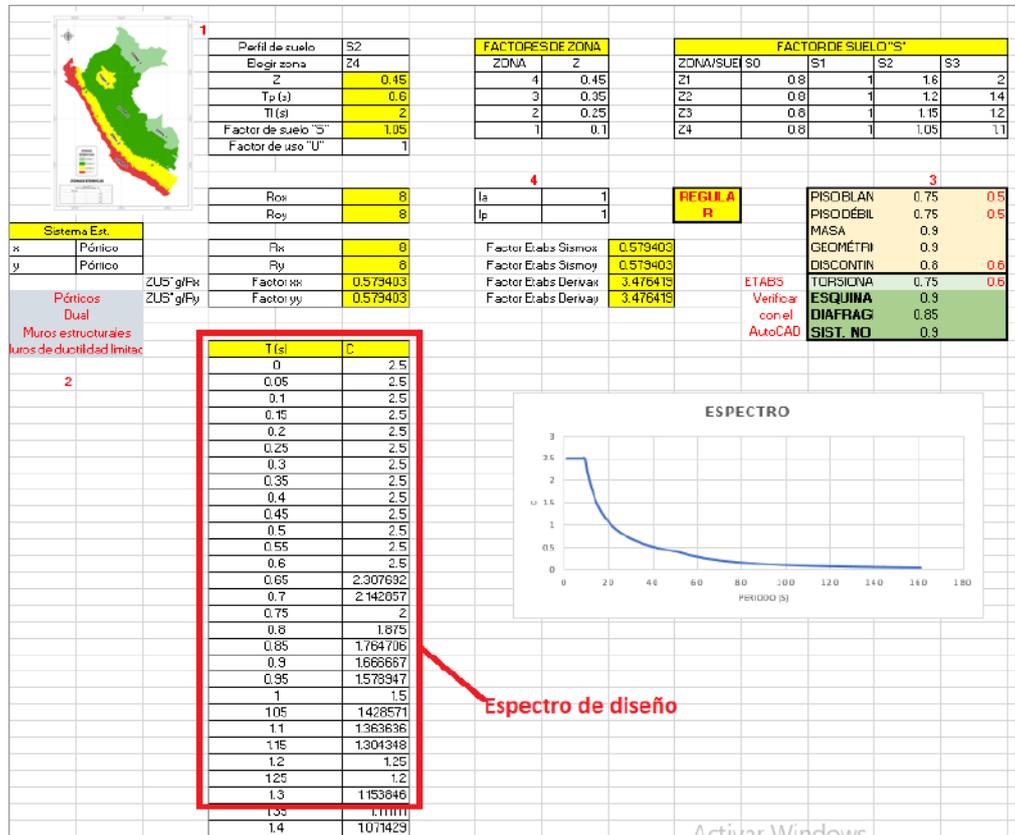


Tabla 2 Periodos y porcentajes de participación de cada modo. Fuente: Propia.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.357	0.9514	0.0000379	0	0.9514	0.0000379	0	0.00003795	0.1724	0.0004	0.00003795	0.1724	0.0004
Modal	2	0.32	0.0001	0.9417	0	0.9514	0.9417	0	0.1391	0.0001	0.0248	0.1391	0.1725	0.0252
Modal	3	0.27	0.0003	0.0251	0	0.9517	0.9668	0	0.0059	0.0008	0.9324	0.1451	0.1733	0.9576
Modal	4	0.087	0.0482	0.00008584	0	0.9999	0.9668	0	0.0002	0.8255	0.00002139	0.1452	0.9988	0.9576
Modal	5	0.08	0.00002239	0.0325	0	0.9999	0.9993	0	0.8304	0.0003	0.0017	0.9756	0.9992	0.9593
Modal	6	0.067	0.0001	0.0007	0	1	1	0	0.0244	0.0008	0.0407	1	1	1

Tabla 3 Derivas de entrepiso para la dirección X. Fuente: Propia.

DERIVA XX									
TABLE: Story Drifts									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
Story2	DERXXMY+	LinRespSpec	Max	X	0.005179	4	5.7	7.2	6.9
Story2	DERXXMY-	LinRespSpec	Max	X	0.005091	3	5.7	0	6.9
Story1	DERXXMY+	LinRespSpec	Max	X	0.005961	4	5.7	7.2	4.2
Story1	DERXXMY-	LinRespSpec	Max	X	0.005786	3	5.7	0	4.2

Tabla 4 Derivas de entropiso para la dirección Y. Fuente: Propia.

DERIVA YY									
TABLE: Story Drifts									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
Story2	DERYYMX+	LinRespSpec	Max	Y	0.0037	18	5.7	3.325	6.9
Story2	DERYYMX-	LinRespSpec	Max	Y	0.003123	2	0	0	6.9
Story1	DERYYMX+	LinRespSpec	Max	Y	0.005017	18	5.7	3.325	4.2
Story1	DERYYMX-	LinRespSpec	Max	Y	0.004528	2	0	0	4.2

Tabla 5 Ratios para el cálculo de la irregularidad torsional en la dirección X. Fuente: Propia.

TORSIÓN XX							
TABLE: Story Max Over Avg Drifts							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio
Story2	DERXXMY+	LinRespSpec	Max	X	0.013983	0.012482	1.12
Story2	DERXXMY-	LinRespSpec	Max	X	0.013747	0.012584	1.092
Story1	DERXXMY+	LinRespSpec	Max	X	0.025035	0.022009	1.137
Story1	DERXXMY-	LinRespSpec	Max	X	0.024301	0.022144	1.097

Tabla 6 Ratios para el cálculo de la irregularidad en la dirección Y. Fuente: Propia.

TORSIÓN YY							
TABLE: Story Max Over Avg Drifts							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio
Story2	DERYYMX+	LinRespSpec	Max	Y	0.009991	0.008141	1.227
Story2	DERYYMX-	LinRespSpec	Max	Y	0.008431	0.008395	1.004
Story1	DERYYMX+	LinRespSpec	Max	Y	0.02107	0.017756	1.187
Story1	DERYYMX-	LinRespSpec	Max	Y	0.019016	0.018622	1.021

Tabla 7 Verificación de piso blando en X con excentricidad negativa en Y. Fuente: Propia.

TABLE: Story Stiffness											
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Shear X	Drift X	Stiff X	Shear Y	Drift Y	Stiff Y	0.7	
Story2	DERXXMY-	LinRespSpec		31.2099	0.012584	2480.091	1.4412	0.001145	0	1736.0637	NO PB
Story1	DERXXMY-	LinRespSpec		68.3531	0.022144	3086.729	3.269	0.002193	0	2160.7103	

Tabla 8 Verificación de piso blando en X con excentricidad positiva en Y. Fuente: Propia.

TABLE: Story Stiffness											
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Shear X	Drift X	Stiff X	Shear Y	Drift Y	Stiff Y	0.7	
Story2	DERXXMY+	LinRespSpec		30.8098	0.012482	2468.404	1.8519	0.001473	0	1727.8828	NO PB
Story1	DERXXMY+	LinRespSpec		67.8579	0.022009	3083.163	4.1748	0.002968	0	2158.2141	

Tabla 9 Verificación de piso blando en Y con excentricidad negativa en X. Fuente: Propia.

TABLE: Story Stiffness											
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Shear X	Drift X	Stiff X	Shear Y	Drift Y	Stiff Y	0.7	
Story2	DERYYMX-	LinRespSpec		0.0979	0.000141	0	30.5141	0.008395	3634.916	2544.4412	NO PB
Story1	DERYYMX-	LinRespSpec		0.1706	0.00039	0	70.1569	0.018622	3767.481	2637.2367	

Tabla 10 Verificación de piso blando en Y con excentricidad positiva en X. Fuente: Propia.

TABLE: Story Stiffness											
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Shear X	Drift X	Stiff X	Shear Y	Drift Y	Stiff Y	0.7	
Story2	DERYMX+	LinRespSpec		0.7739	0.001874	0	28.3069	0.008141	3476.974	2433.8818	NO PB
Story1	DERYMX+	LinRespSpec		1.2652	0.003389	0	65.2862	0.017756	3676.927	2573.8489	

Tabla 11 Cálculo de la junta sísmica en ambas direcciones. Fuente: Propia.

	Dmáx (cm)	2/3 Dmáx (cm)	s/2 (cm)	Junta (cm)	¿>3cm?
X	3.899	2.599	1.827	3	OK
Y	3.104	2.069	1.827	3	OK

Tabla 12 Tabla de masa de cada nivel de la edificación. Fuente: Propia.

ÁREA TOTAL												
		45 m2										
Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cum Mass X	Cum Mass Y	XCCM	YCCM	XCR	YCR	Peso/m2
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	m	m	
Story1	D1	5.50242	5.50242	3.0294	3.7313	5.50242	5.50242	3.0294	3.7313	2.7481	3.589	1.19952756
Story2	D2	2.84707	2.84707	2.8583	3.5845	2.84707	2.84707	2.8583	3.5845	2.6547	3.591	0.62066126

Tabla 13 Periodo de vibración en X. Fuente: Propia.

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.357	0.9517	0	0	0.9517	0	0	0	0.1729	0.0156	0	0.1729	0.0156
Modal X+	1	0.357	0.9517	0	0	0.9517	0	0	0	0.1729	0.0156	0	0.1729	0.0156
Modal X-	1	0.357	0.9517	0	0	0.9517	0	0	0	0.1729	0.0156	0	0.1729	0.0156
Modal Y+	1	0.357	0.9517	0	0	0.9517	0	0	0	0.1729	0.8418	0	0.1729	0.8418
Modal Y-	1	0.357	0.9517	0	0	0.9517	0	0	0	0.1729	0.9993	0	0.1729	0.9993

Tabla 14 Periodo de vibración en Y. Fuente: Propia.

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.318	0	0.9669	0	0	0.9669	0	0.1446	0	0.0109	0.1446	0	0.0109
Modal X+	1	0.318	0	0.9669	0	0	0.9669	0	0.1446	0	0.8074	0.1446	0	0.8074
Modal X-	1	0.318	0	0.9669	0	0	0.9669	0	0.1446	0	0.9899	0.1446	0	0.9899
Modal Y+	1	0.318	0	0.9669	0	0	0.9669	0	0.1446	0	0.0109	0.1446	0	0.0109
Modal Y-	1	0.318	0	0.9669	0	0	0.9669	0	0.1446	0	0.0109	0.1446	0	0.0109

Tabla 15 Cálculo de C. Fuente: Propia.

Dirección	Periodo	Cmin	Ci
X	0.357	0.88	2.5
Y	0.318	0.88	2.5

Tabla 16 Cortante dinámica en ambas direcciones. Fuente: Propia.

TABLE: Story Forces										
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
Story1	SISXXMY+	LinRespSpec	Max	Bottom	0	11.3096	0.6958	51.9521	3.7146	61.04
Story1	SISXXMY-	LinRespSpec	Max	Bottom	0	11.3922	0.5448	33.5829	2.9114	61.5596
Story1	SISYYMX+	LinRespSpec	Max	Bottom	0	0.2109	10.881	45.5027	58.2151	1.211
Story1	SISYYMX-	LinRespSpec	Max	Bottom	0	0.0284	11.6928	30.3928	62.6055	0.1617

Tabla 17 Cálculo de la cortante de diseño en ambas direcciones de análisis. Fuente: Propia.

Excent.	SENTIDO	C	Vestática	Vdinámica	Vmin	80%Vestático	Vdiseño	factor
MY+	X	2.5	12.0943015	11.3096	4.257194126	9.675441196	11.3096	1
MY-	X	2.5	12.0943015	11.3922	4.257194126	9.675441196	11.3922	1
MX+	Y	2.5	12.0943015	10.881	4.257194126	9.675441196	10.881	1
MX-	Y	2.5	12.0943015	11.6928	4.257194126	9.675441196	11.6928	1

Tabla 18 Cortante de diseño obtenida del ETABS. Fuente: Propia.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
Story1	SISDISEÑO X	Combinator	Max	Bottom	0	11.3922	0.6958	51.9521	3.7146	61.5596
Story1	SISDISEÑO Y	Combinator	Max	Bottom	0	0.2109	11.6928	45.5027	62.6055	1.211

Tabla 19 Longitudes de anclaje con gancho. Fuente: Norma E.060 de Concreto Armado.

Anclaje con Gancho Estándar - Norma Peruana E-060

$$1) L_{dg} \geq 318 db / (f'c)^{1/2}$$

$$2) L_{dg} \geq 8 db$$

$$3) L_{dg} \geq 0.15 m \text{ (ojo)}$$

$$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

Barra	db (cm)	Ab (cm ²)	$f'c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$			
			210	280	350	420
8 mm	0.80	0.50	18	15	14	12
3/8"	0.95	0.71	21	18	16	15
1/2"	1.27	1.29	28	24	22	20
5/8"	1.59	2.00	35	30	27	25
3/4"	1.91	2.84	42	36	32	30
7/8"	2.22	3.87	49	42	38	34
1"	2.54	5.10	56	48	43	39
1 3/8"	3.58	10.06	79	68	61	56

Tabla 20 Cálculo de deflexiones para vigas. Fuente: Norma E.060 de Concreto Armado.

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

Tabla 21 Cargas de análisis de la columna C5 del primer nivel. Fuente: Propia.

Output Case	Case Type	Step Type	Station	P	V2	V3	T	M2	M3
Dead	LinStatic		0	-15.2921	0.0111	0.1086	-0.003	0.1381	0.0181
Live	LinStatic		0	-2.7599	0.0205	0.0266	-0.0011	0.0339	0.0328
SISDISEÑO X	Combination	Max	0	0.2106	0.1221	0.2285	0.0282	0.6733	0.2272
SISDISEÑO Y	Combination	Max	0	0.7499	0.8937	0.0079	0.0463	0.0236	1.6618

Tabla 22 Definición de las combinaciones empleadas para el diseño de las columnas. Fuente: Propia.

COMBO 1	1.4CM+1.7CV
COMBO 2	1.25(CM+CV)+SDx
COMBO 3	1.25(CM+CV)-SDx
COMBO 4	1.25(CM+CV)+SDy
COMBO 5	1.25(CM+CV)-SDy
COMBO 6	0.9CM+SDx
COMBO 7	0.9CM-SDx
COMBO 8	0.9CM+SDy
COMBO 9	0.9CM-SDy

Tabla 23 Combinaciones de cargas para la columna C5 para el sismo en X. Fuente: Propia.

COMBINACIONES		P (tn)	M2 (tn.m)	M3 (tn.m)
SISMO X	1.4CM+1.7CV	26.10077	0.25097	0.0811
	1.25(CM+CV)+SXDISEÑO	22.7756	0.8883	0.290825
	1.25(CM+CV)-SXDISEÑO	22.3544	-0.4583	-0.163575
	0.9CM+SXDISEÑO	13.97349	0.79759	0.24349
	0.9CM-SXDISEÑO	13.55229	-0.54901	-0.21091
		22.7756	-0.8883	-0.290825
		22.3544	0.4583	0.163575
		13.97349	-0.79759	-0.24349
		13.55229	0.54901	0.21091

Tabla 24. Combinaciones de cargas para la columna C5 para el sismo en Y. Fuente: Propia.

COMBINACIONES		P (tn)	M2 (tn.m)	M3 (tn.m)
SISMO Y	1.4CM+1.7CV	26.10077	0.25097	0.0811
	1.25(CM+CV)+SXDISEÑO	23.3149	0.2386	1.725425
	1.25(CM+CV)-SXDISEÑO	21.8151	0.1914	-1.598175
	0.9CM+SXDISEÑO	14.51279	0.14789	1.67809
	0.9CM-SXDISEÑO	13.01299	0.10069	-1.64551
		23.3149	-0.2386	-1.725425
		21.8151	-0.1914	1.598175
		14.51279	-0.14789	-1.67809
		13.01299	-0.10069	1.64551

Tabla 25 Cálculo de la esbeltez de la columna C5. Fuente: Propia.

Esbeltez	k	Ln	r	Ln/r
x-x	1	4.2	0.075	56
y-y	1	4.2	0.09	46.6666667

Tabla 26 Solicitaciones de C1. Fuente: Propia.

Output Case	Case Type	Step Type	Station	P	V2	V3	T	M2	M3
Dead	LinStatic		0	-15.2921	0.0111	0.1086	-0.003	0.1381	0.0181
Live	LinStatic		0	-2.7599	0.0205	0.0266	-0.0011	0.0339	0.0328
SISDISEÑO X	Combinator	Max	0	0.2106	0.1221	0.2285	0.0282	0.6733	0.2272
SISDISEÑO Y	Combinator	Max	0	0.7499	0.8937	0.0079	0.0463	0.0236	1.6618

Tabla 27 Solicitaciones de la columna C1 extraídas del ETABS. Fuente: Propia.

Story	Column	Jnique Name	Load Case/Combo	Station	P	V2	V3	T	M2	M3
Story1	C5	3	Dead	0	-15.2921	0.0111	0.1086	-0.003	0.1381	0.0181
Story1	C5	3	Live	0	-2.7599	0.0205	0.0266	-0.0011	0.0339	0.0328
Story1	C5	3	SX	0	0.1442	0.0077	-0.24	-0.0019	-0.7099	0.0146
Story1	C5	3	SY	0	-0.7529	0.8848	-0.0005	0.0062	-0.0016	1.6457
Story1	C5	3	SISDISEÑO X	0	0.2106	0.1221	0.2285	0.0282	0.6733	0.2272
Story1	C5	3	SISDISEÑO Y	0	0.7499	0.8937	0.0079	0.0463	0.0236	1.6618

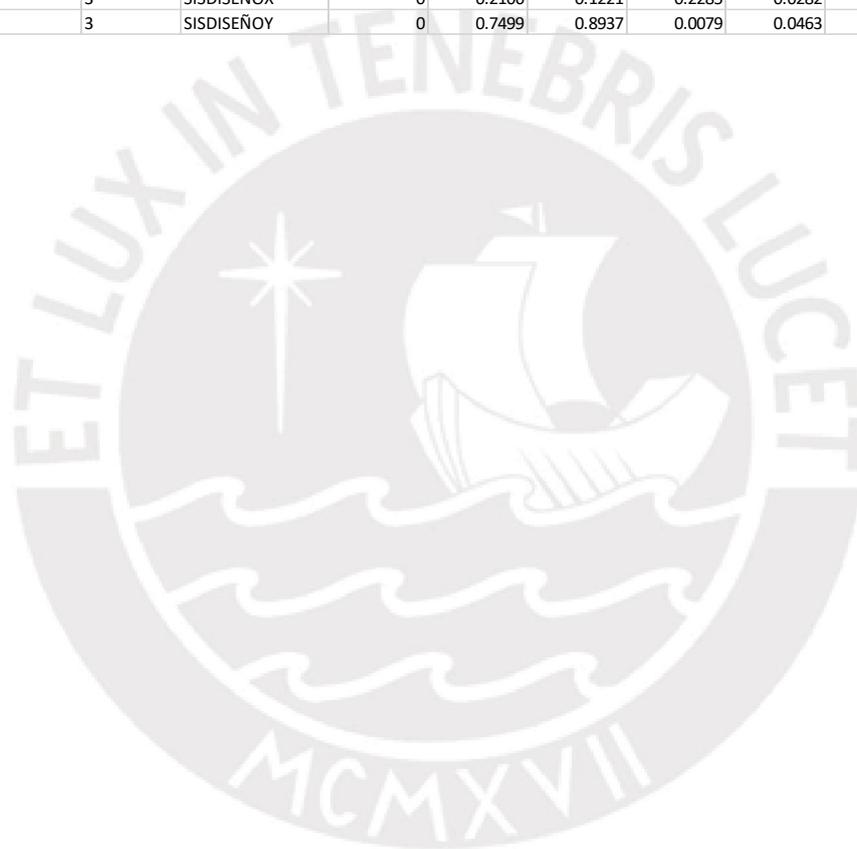
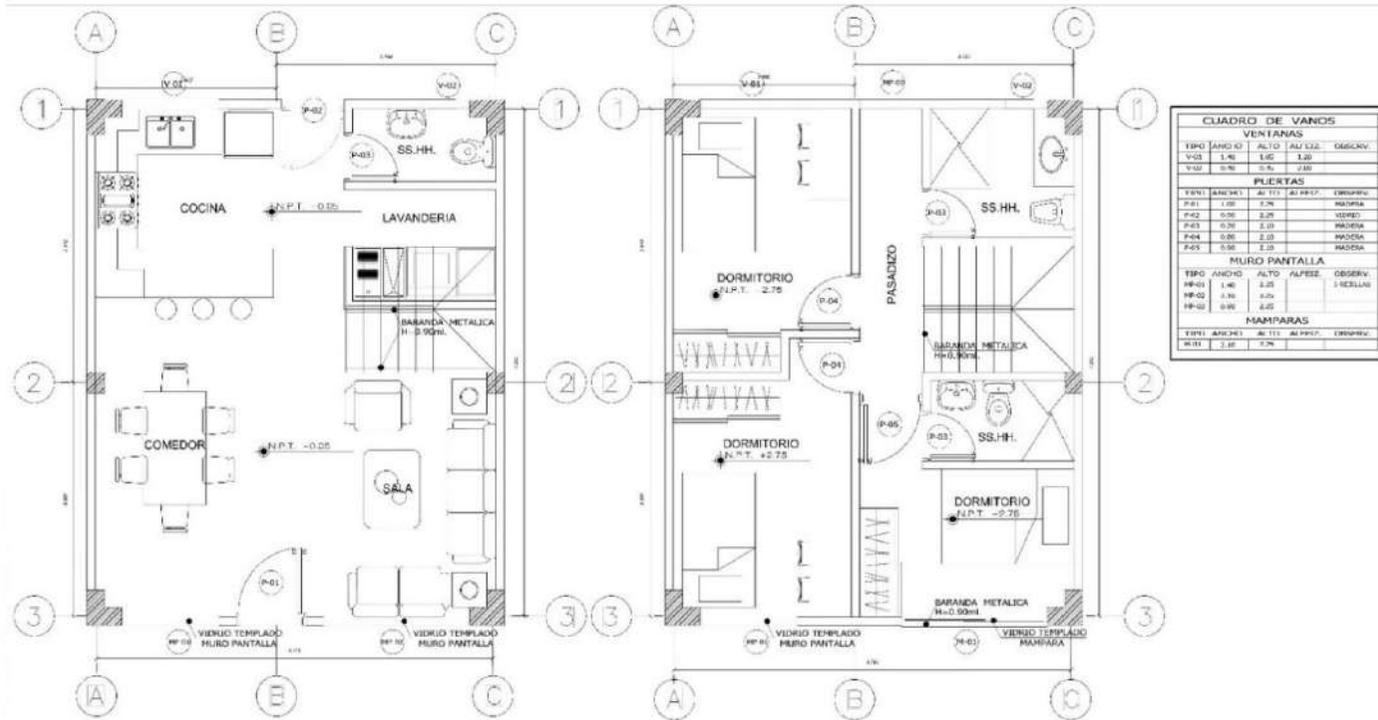


Tabla 28 Cálculo del acero requerido en las hojas Excel de diseño de viguetas. Fuente: Propia.

DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS																					
h(cm)	20	fy (kg/cm2)	4200																		
be (cm)	40	fr(kg/cm2)	29																		
hf (cm)	5	Ec(kg/cm2)	217000																		
bw(cm)	10	E _{cu}	0.003																		
h-hf(cm)	15	β	0.85																		
f'c(kg/cm2)	210																				
Diseño por flexión																					
Mu POSITIVO (+)																					
# Paño	Mu+ (tn.m)	d (cm)	Cbruto (cm)	lbruta (cm4)	Mcr (tn.m)	Asmin (cm2)	Cb (cm)	Asb (cm2)	Asmáx (cm2)	a (cm)	As (cm2)	8 mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	As inst (cm2)	Déf o Exc	Diseño	
	0.106	17	6.785714286	11801	0.25	0.411	10.000	9.9875	7.491	0.097	0.165			1					0.71	329.19	OK
		17	6.785714286	11801	0.25	0.411	10.000	9.9875	7.491	0.000	0.000								0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
		17	6.785714286	11801	0.25	0.411	10.000	9.9875	7.491	0.000	0.000								0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
		17	6.785714286	11801	0.25	0.411	10.000	9.9875	7.491	0.000	0.000								0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
		17	6.785714286	11801	0.25	0.411	10.000	9.9875	7.491	0.000	0.000								0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
		17	6.785714286	11801	0.25	0.411	10.000	9.9875	7.491	0.000	0.000								0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
Mu NEGATIVO (-)																					
# Paño	Mu- (tn.m)	d (cm)	Cbruto (cm)	lbruta (cm4)	Mcr (tn.m)	a min (cm)	Asmin (cm2)	Cb (cm)	Asmáx (cm2)	a (cm)	As (cm2)	8 mm	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	As inst (cm2)	Déf o Exc	Diseño	
	0.1861	17	6.785714286	11801	0.504	2.383	1.013	10.000	2.709	0.696	0.296				1				1.29	336.32	OK
		17	6.785714286	11801	0.504	2.383	1.013	10.000	2.709	0.000	0.000								0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
		17	6.785714286	11801	0.504	2.383	1.013	10.000	2.709	0.000	0.000								0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
		17	6.785714286	11801	0.504	2.383	1.013	10.000	2.709	0.000	0.000								0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
		17	6.785714286	11801	0.504	2.383	1.013	10.000	2.709	0.000	0.000								0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
		17	6.785714286	11801	0.504	2.383	1.013	10.000	2.709	0.000	0.000								0	#iDIV/0!	#iDIV/0!

Anexo 3a: Planos de la vivienda unifamiliar con el sistema convencional



TRABAJO DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHILE

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

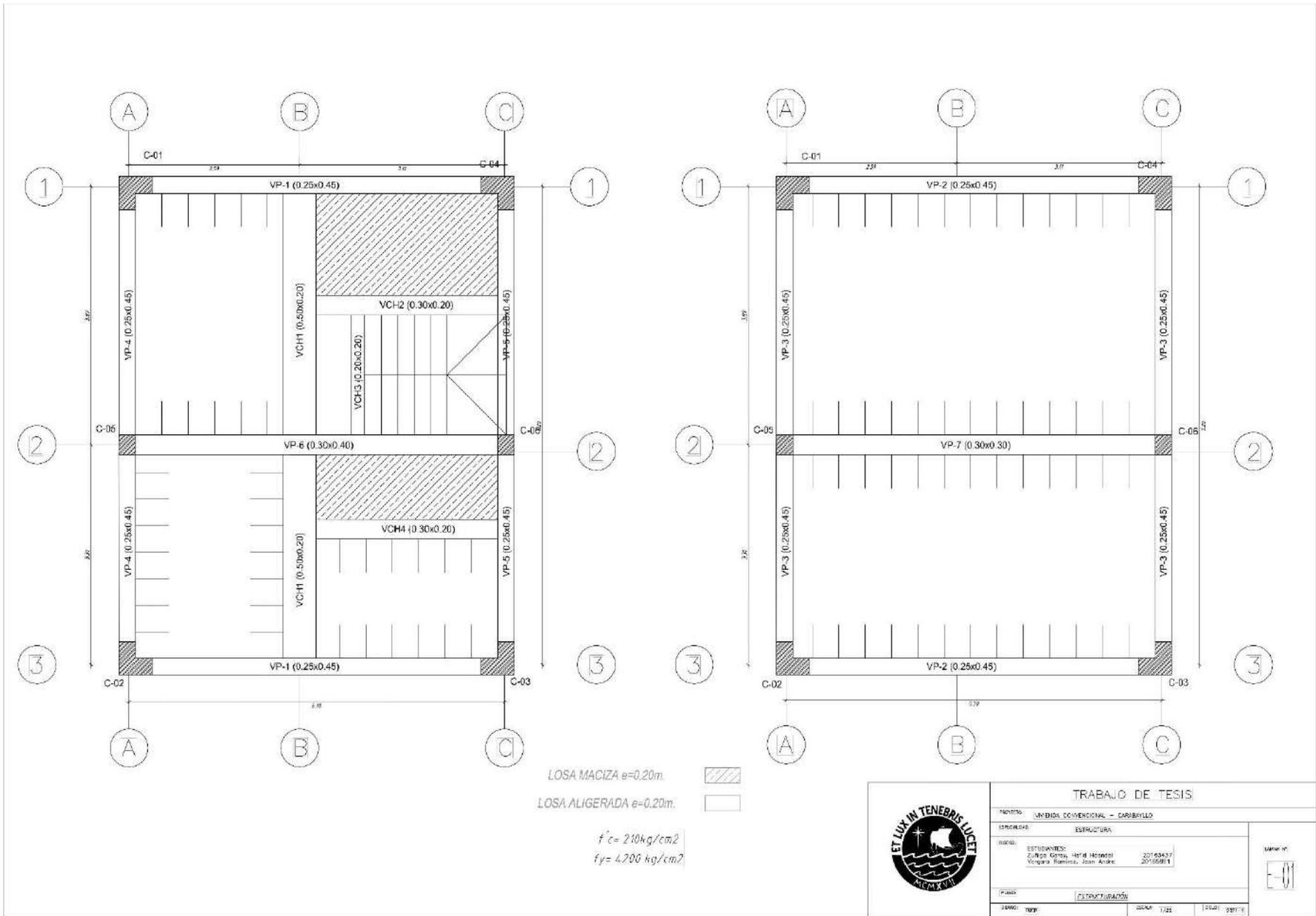
INGENIERÍA EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR CON EL SISTEMA CONVENCIONAL

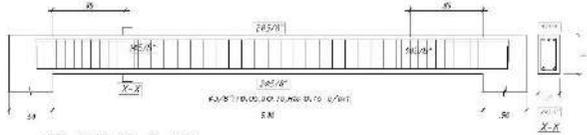
ALUMNO: [Nombre]

FECHA: [Fecha]

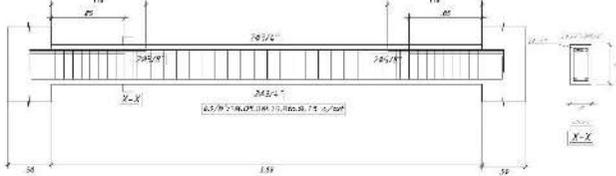
PROFESOR: [Nombre]



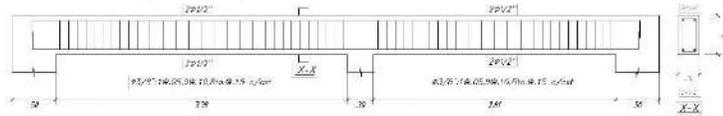
VP-2 (0.25x0.45)



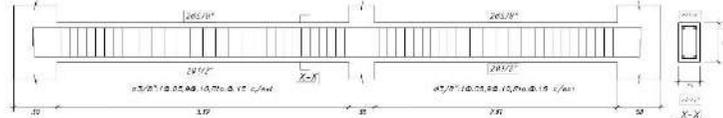
VP-1 (0.25x0.45)



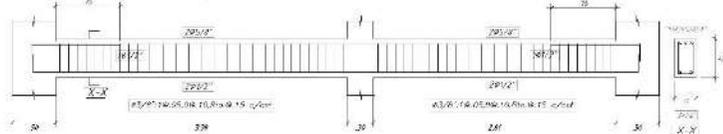
VP-3 (0.25x0.45)



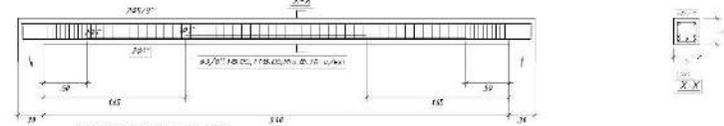
VP-4 (0.25x0.45)



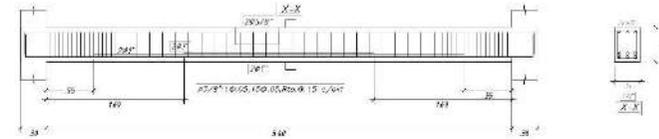
VP-5 (0.25x0.45)



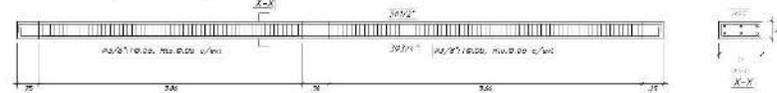
VP-7 (0.30x0.30)



VP-6 (0.30x0.40)



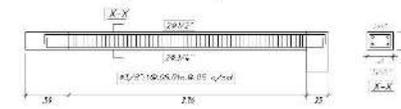
VCH1-(0.50x0.20)



VCH2-(0.30x0.20)



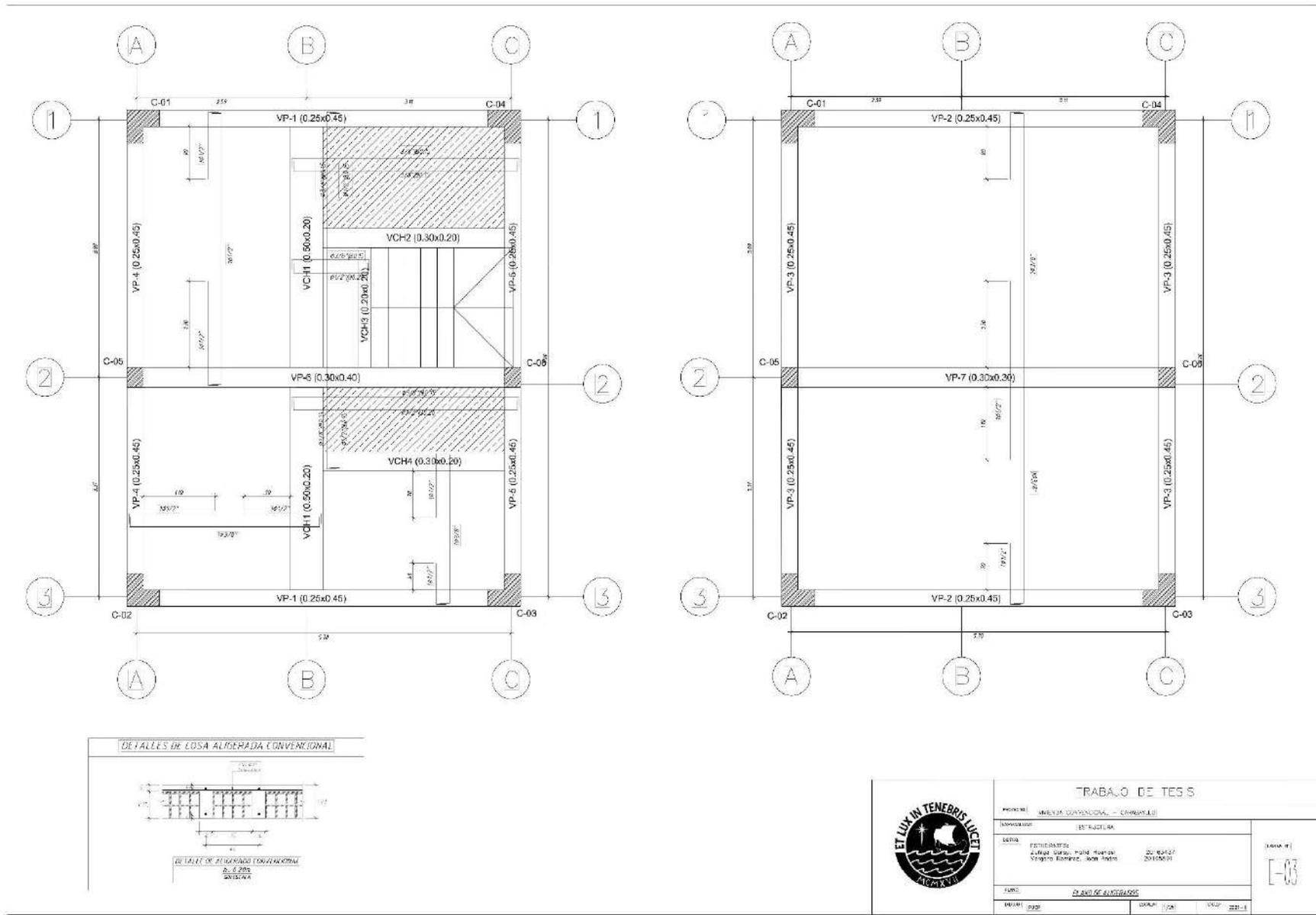
VCH4-(0.30x0.20)

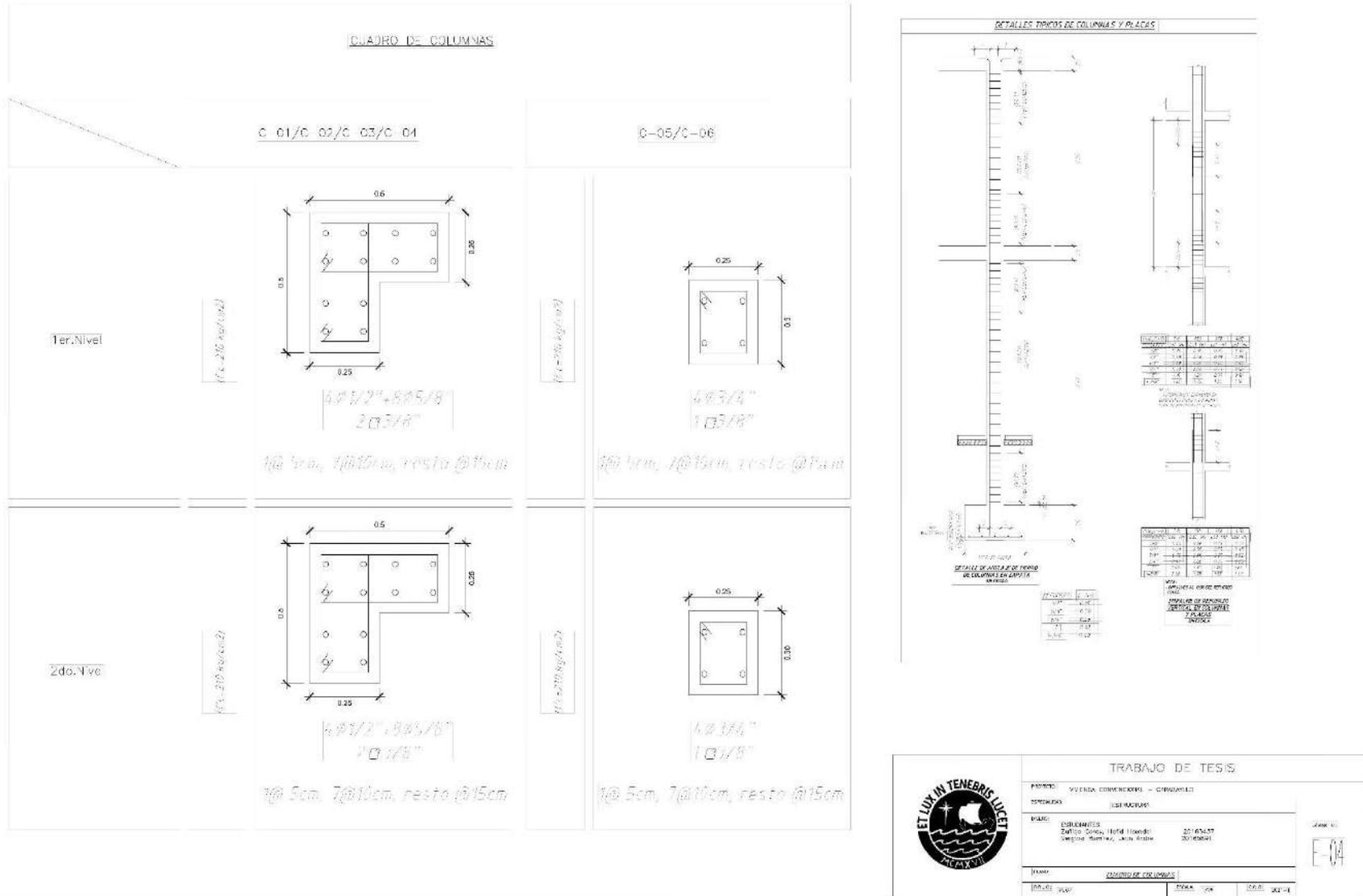


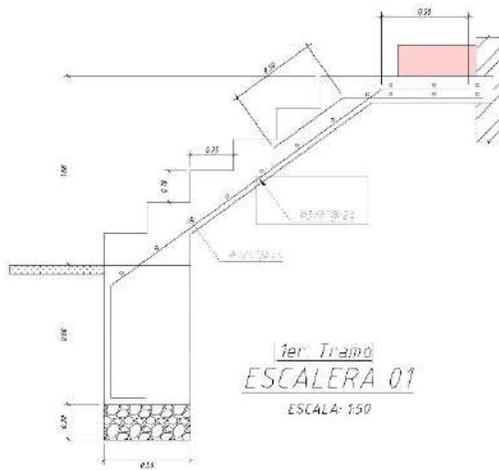
VCH3-(0.20x0.20)



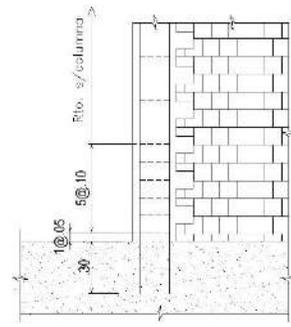
	TRABAJO DE TESIS		CARRILLO N.º 	
	PROYECTO:	AGENCIA CONSULTORA - CARABOBOLE		
	PROYECTANTE:	ESTRUCTURAS		
ESTUDIANTE:	ESTUDIANTE	FECHA DE ENTREGA:	2018/04/27	
TÍTULO:	PLANO DE VIGAS			
FECHA:	02/04/2018	PROFESOR:	02/04/2018	



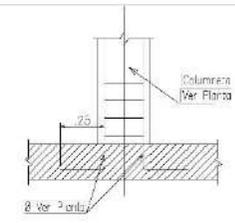




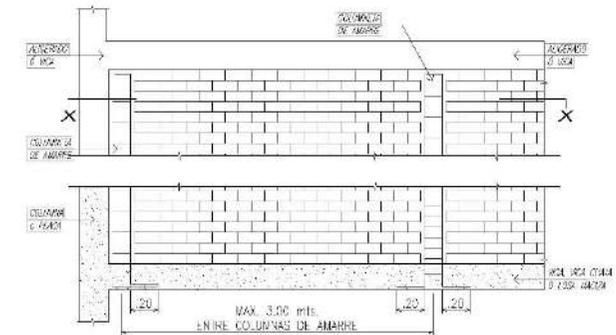
1er Tramo
ESCALERA 01
ESCALA: 1/50



NACE COLUMNETA EN VIGA
ESCALA: 1/25

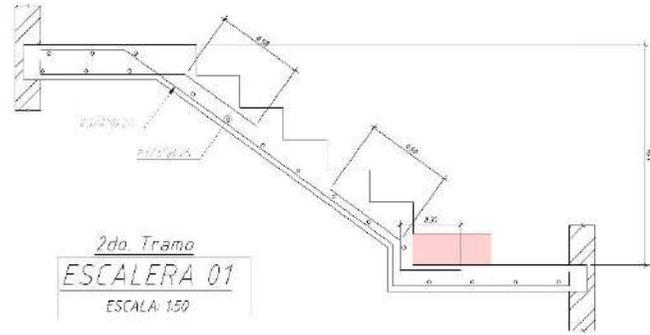


NACE COLUMNETA EN LOSA
ESCALA: 1/25



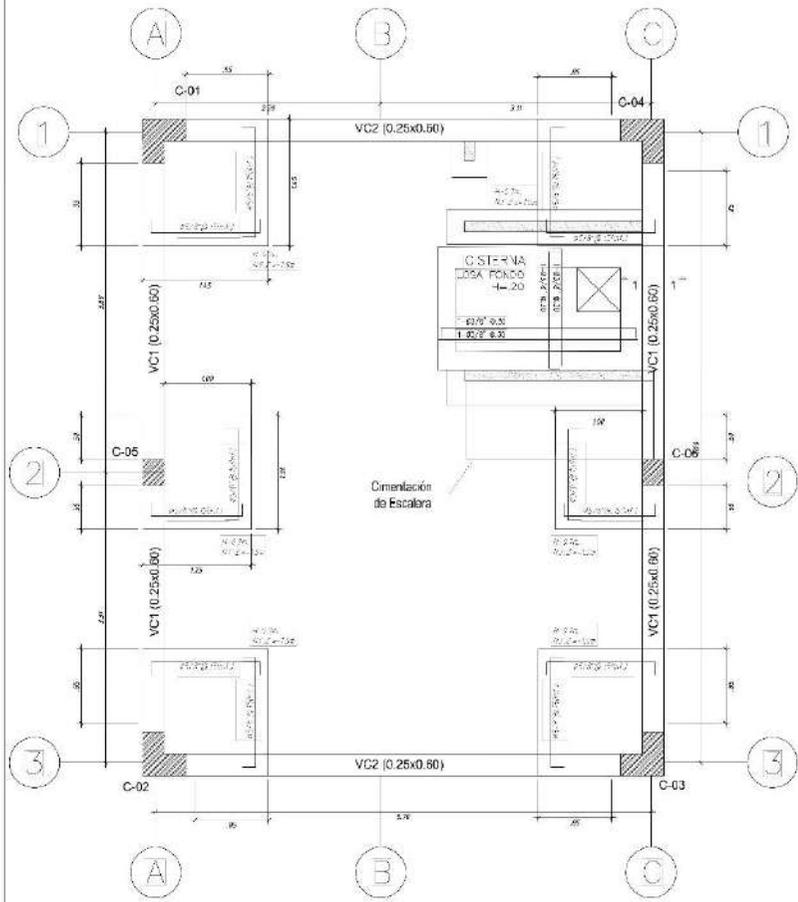
- LOS MUEBLES DE TABICERÍA SON 2000x2000x2000 MM (ANCHO X ALTO X PROFUNDIDAD)
- LOS MUEBLES SON DE TIPO ALUMINIO Y DEBEN SER PINTADOS EN LOS PLANOS DE TENDIDO
- LOS MUEBLES DEBEN SER PINTADOS EN LOS PLANOS DE TENDIDO
- LOS MUEBLES DEBEN SER PINTADOS EN LOS PLANOS DE TENDIDO

DETALLE DE MUROS DE TABICERÍA
ESCALA: 1/25

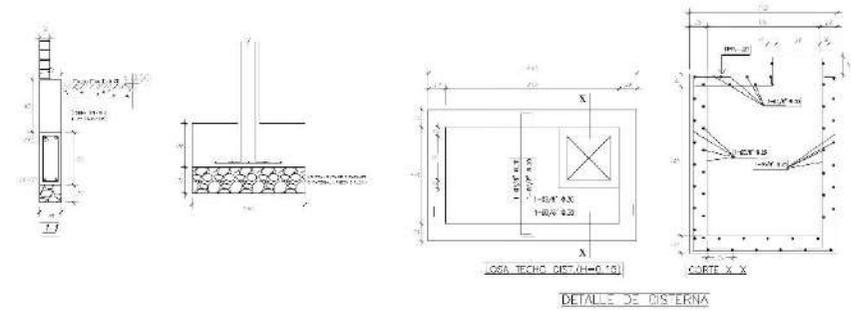


2do Tramo
ESCALERA 01
ESCALA: 1/50

	TRABAJO DE TESIS			TITULO E-05
	PROYECTO:	VICINAL COMERCIAL - GARIBAY, D.		
	OPERA DEL:	ESTRUCTURAS		
	FECHA:	ESTRUCTURAS	2016/04/27	
PROYECTADO POR:	ESTRUCTURAS	2016/04/27		
REVISADO POR:	ESTRUCTURAS	2016/04/27		
APROBADO POR:	ESTRUCTURAS	2016/04/27		



INSTRUMENTOS DE VERIFICACIÓN DE LAS CIMENTACIONES Y DE LOS FUNDOS	
INSTRUMENTOS UTILIZADOS	Geometría, Buzos, Haces, Varas, Niveles, Escalera
ESCALA DE AUMENTACIÓN	1/100 Y 1/2000 Y 1/5000
ESCALAS DE SECCIÓN DE LA CIMENTACIÓN	Acero de baja resistencia, muy compacta. Cimentación función
INDICACIÓN DE LA HAZA FREÁTICA	NO SE ENCONTRÓ HAZA FREÁTICA. 11/11/2019 06:30h
DIAGRAMA TÍPICO DEL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN	
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	150% CON RESPECTO AL NIVEL DEL PISO (REGULACIÓN)
PRESIÓN ADMISIBLE	200 kg/cm ²
ELECTRIFICACIÓN DEL SUELO (SEGUNDO TIPO)	100 % respectivamente
ASENTAMIENTO DIFERENCIAL MÁXIMO ACEPTABLE	1/5 cm
PARÁMETROS DISEÑO DEL SUELO (DE ACUERDO A LA NORMA E 930)	
TAMAÑO SUELO	15
TIPO DE PERFIL DEL SUELO	S2
CATIGÓN DEL SUELO (%)	10%
PERÍODO T_L (s)	0.60
PERÍODO T_0 (s)	2.00
ADHESIÓN DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN	NO SE ENCONTRÓ UNA CONCENTRACIÓN CONSIDERABLE DE GRAFITOS O SALES (PRESIÓN USAR CEMENTO PORTLAND TIPO I EN EL CONCRETO DE LA CIMENTACIÓN Y DE LOS FUNDOS). SE HA VERIFICADO LA UNIFORMIDAD DE LOS FUNDOS Y SE HA VERIFICADO EL CEMENTO USADO EN LOS ACABADOS DE FUNDOS Y FUNDOS (SE HA VERIFICADO EN FONDOS Y EN FONDOS)
PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACIÓN	
ERUPCIÓN	NO PRESENTA
COLAPSO	NO PRESENTA
EXPANSIÓN	NO PRESENTA
INDICACIONES ADICIONALES	NO SE ENCONTRÓ HAZA FREÁTICA.

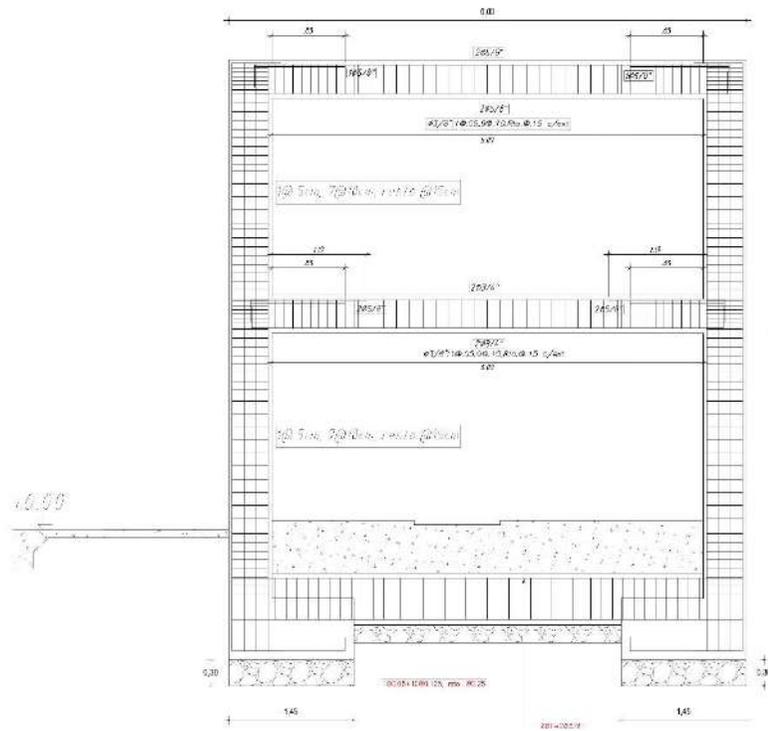


TRABAJO DE TESIS			
TÍTULO	BUSQUEDA CONVENCIÓN	EXAMENADO	
ASIGNATURA	ESTRUCTURA		
PROFESOR	SOTERIO GÓMEZ, LUIS HERNÁNDEZ, JUAN ANTONIO		FECHA DE
FECHA	2019/05/27		
FECHA	2019/06/04		
	ENCUADERNADO		
FECHA	2019	PÁG.	24
		TOTAL	240.1

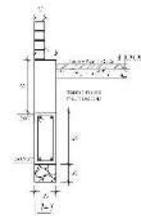
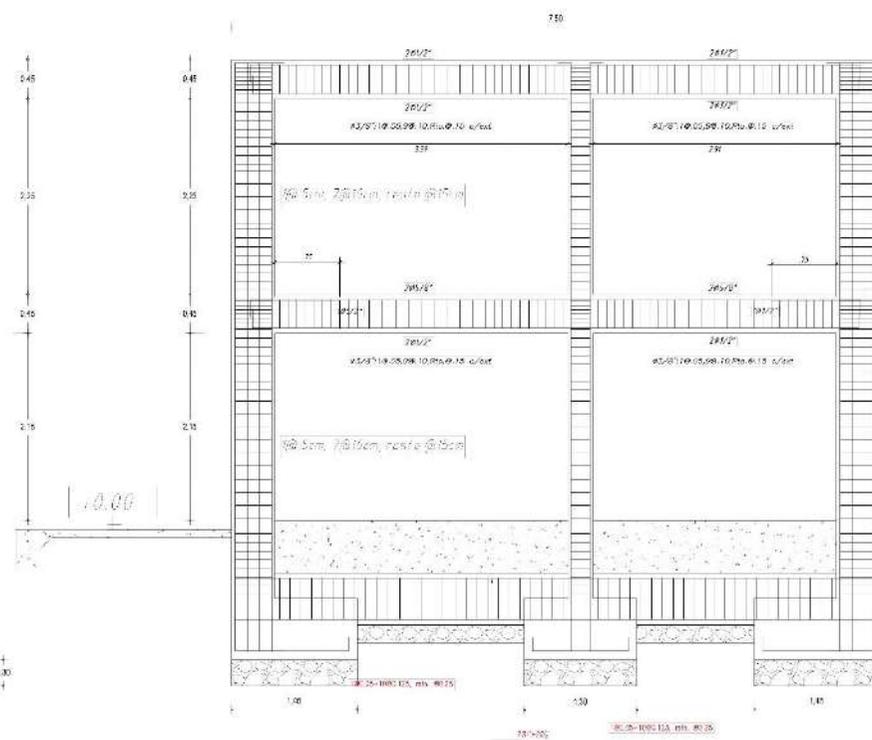


1/100

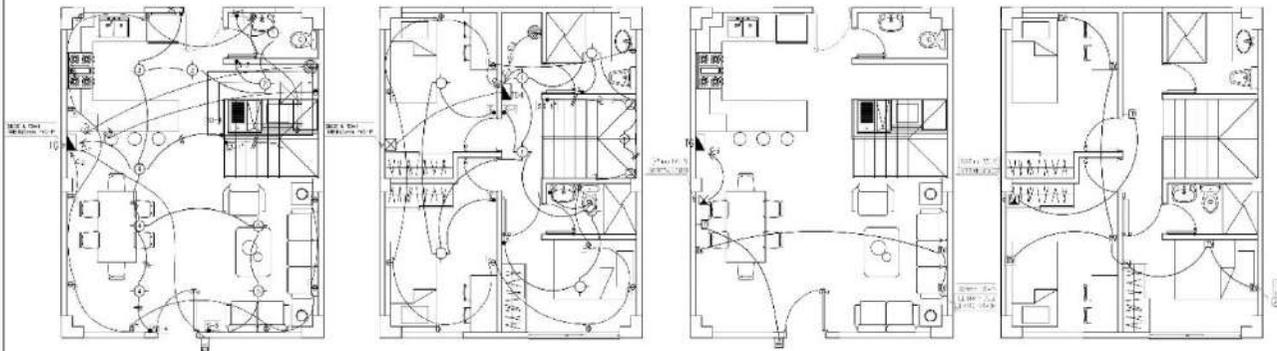
PÓRTICO 3



PÓRTICO C



	TRABAJO DE TESIS		Hoja 07 
	TÍTULO: VIVIENDA CONVENCIONAL - OBRASALDO	MATERIA: ESTRUCTURA	
AUTOR: FERNANDO SANCHEZ GARCIA, HUGO HERNANDEZ VARGAS, ROBERTO ALONSO	FECHA: 2016/04/27	FECHA: 2016/04/27	
NOMBRE: 200X200	ESCALA: 1/20	HOJA: 07	DE: 07



PRIMER PISO
PLANO 1.01

[DESCRIPCION]	AREA M2	NTUJ (M2) CONT.	0,10W	0,20W	0,30W
PISO 1	45,00	25	1.125,00	0,50	562,25
TISO 2	45,00	25	1.125,00	0,50	562,25
CALLEN ALUM. ELECTRICO	15,00	2	3000,00	1,00	3000,00
BOMBA DE AGUA	15,00	2	3000,00	1,00	3000,00
CENTRA DE INTERCOMUNICADORES	3,00	1	300,00	1,00	300,00
TOTAL	123,00	75	5550,00	4	4474,25

CARGA A SOLICITAR 5550 x 0,70 = 3885,0 4 kW

SEGUNDO PISO
PLANO 1.02

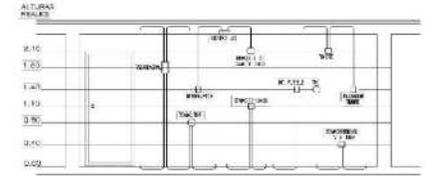
PRIMER PISO
PLANO 1.03

SEGUNDO PISO
PLANO 1.04

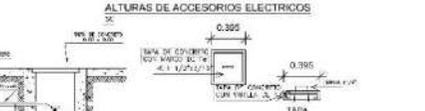
LEYENDA DE INSTALACIONES SISTEMA ELECTRICO

CONEXION	DESCRIPCION	LEYENDA	DESCRIPCION
...

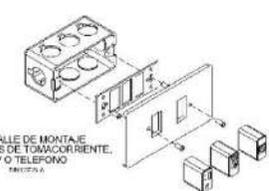
ALTURAS PAREDES



ALTURAS DE ACCESORIOS ELECTRICOS



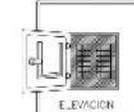
DETALLE DE MONTAJE DE DATOS DE TOMACORRIENTE, TV O TELEFONO



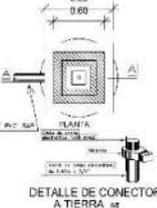
DETALLE DE CAJA RECTANGULAR E INTERRUPTORES



ELEVACION



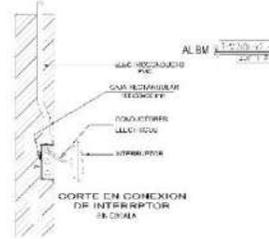
DETALLE DE CONECTOR A TIERRA



TABLERO GENERAL VIO DISTRIBUCION



DETALLE DE CONEXION DE INTERRUPTOR DE CORRIENTE



NOTAS GENERALES

1. EN TODAS LAS PARTES DE LA OBRA SE DEBE USAR MATERIAL DE CALIDAD Y CONFORME A LAS NORMAS VIGENTES EN EL PAIS.

2. EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEBE SER HECHO POR UN INGENIERO ELECTRICISTA O SU EQUIVALENTE.

3. EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEBE SER HECHO EN CONJUNTO CON EL ARQUITECTO Y EL INGENIERO DE ESTRUCTURAS.

4. EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEBE SER HECHO EN CONJUNTO CON EL ARQUITECTO Y EL INGENIERO DE ESTRUCTURAS.

5. EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEBE SER HECHO EN CONJUNTO CON EL ARQUITECTO Y EL INGENIERO DE ESTRUCTURAS.

6. EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEBE SER HECHO EN CONJUNTO CON EL ARQUITECTO Y EL INGENIERO DE ESTRUCTURAS.

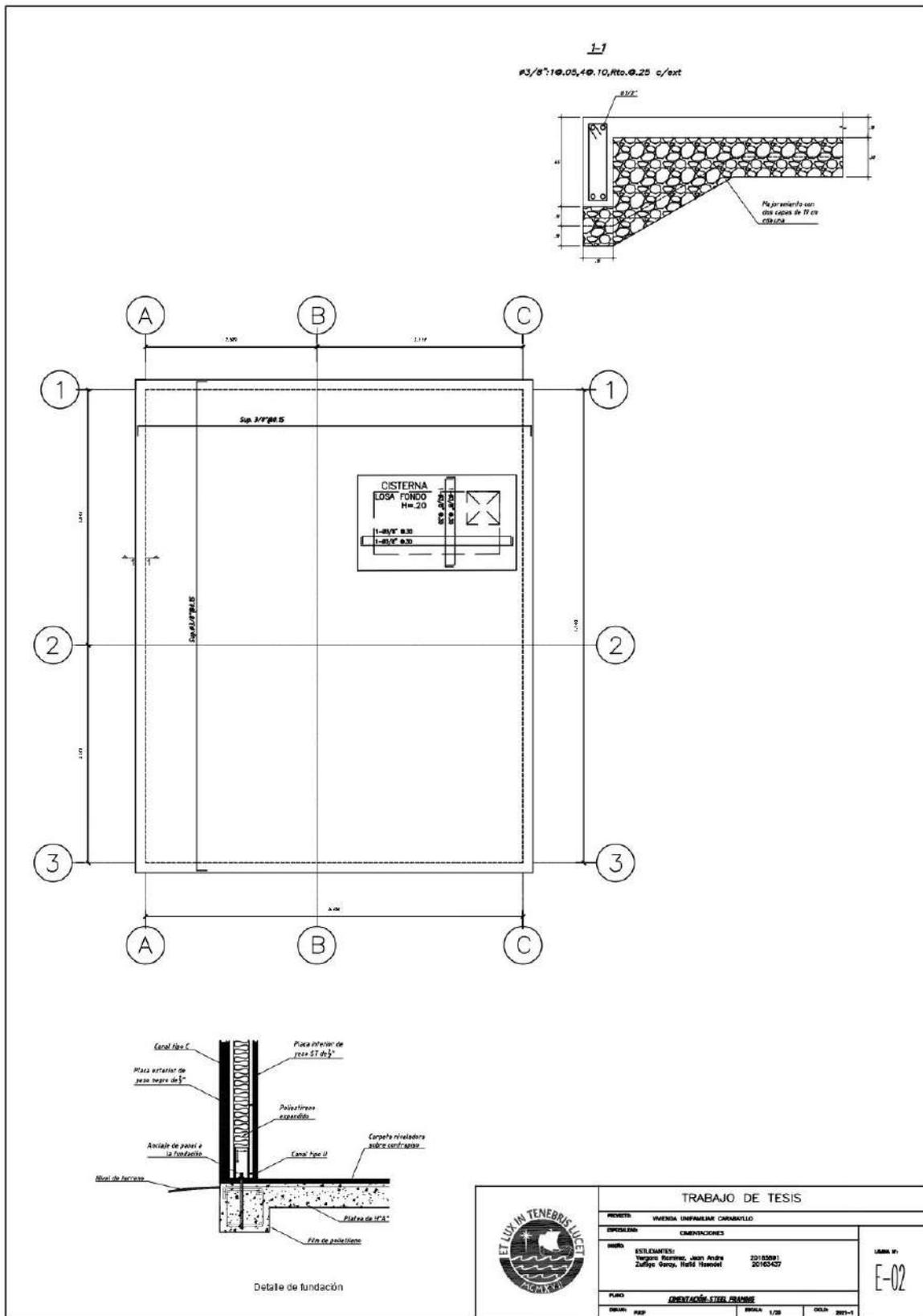
7. EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEBE SER HECHO EN CONJUNTO CON EL ARQUITECTO Y EL INGENIERO DE ESTRUCTURAS.

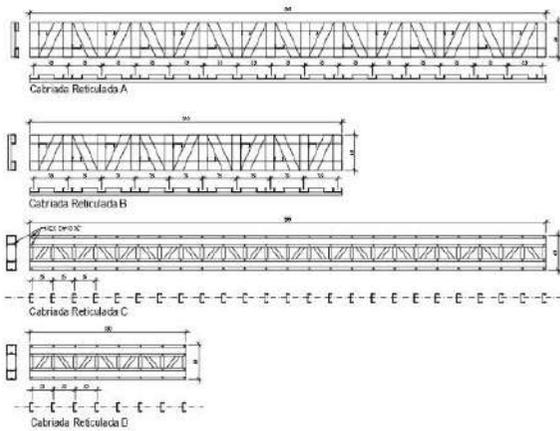
8. EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEBE SER HECHO EN CONJUNTO CON EL ARQUITECTO Y EL INGENIERO DE ESTRUCTURAS.

9. EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEBE SER HECHO EN CONJUNTO CON EL ARQUITECTO Y EL INGENIERO DE ESTRUCTURAS.

10. EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEBE SER HECHO EN CONJUNTO CON EL ARQUITECTO Y EL INGENIERO DE ESTRUCTURAS.

Anexo 3b: Planos de la vivienda unifamiliar con el sistema *Steel Framing*





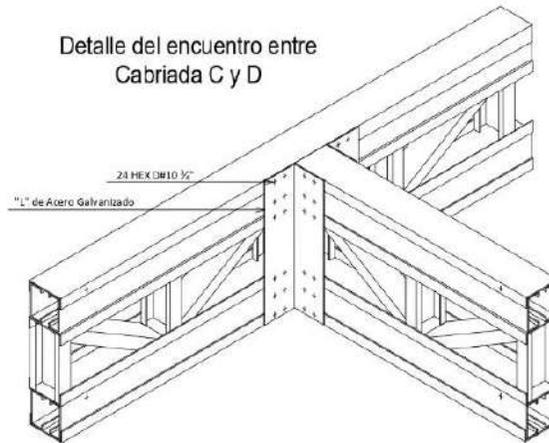
Cabiada Reticulada A (Fuer.)			
Fuerza	Largo (F)	Cantidad	Detalle
H2C1000-09	3000	2	Correas
H2C1000-09	3000	1	Empalme de Correas
H2C1000-09	1000	10	Alfileres
H2C1000-09	1000	10	Seguros S.R.
RED. #10 3/4"	300	1	Alfileres de Anclaje
S.R. Seguir Detalles Criterio del Ingeniero, según se indique.			

Cabiada Reticulada B (Fuer.)			
Fuerza	Largo (F)	Cantidad	Detalle
H2C1000-09	3000	2	Correas
H2C1000-09	3000	1	Empalme de Correas
H2C1000-09	1000	10	Alfileres
H2C1000-09	1000	10	Seguros S.R.
RED. #10 3/4"	300	1	Alfileres de Anclaje
S.R. Seguir Detalles Criterio del Ingeniero, según se indique.			

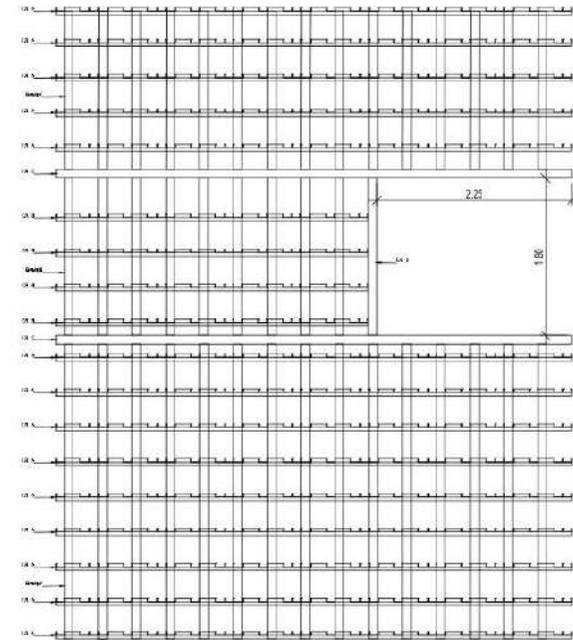
Cabiada Reticulada C (Fuer.)			
Fuerza	Largo (F)	Cantidad	Detalle
H2C1000-09	3000	2	Correas
H2C1000-09	3000	1	Empalme de Correas
H2C1000-09	1000	10	Alfileres
H2C1000-09	1000	10	Seguros S.R.
RED. #10 3/4"	300	1	Alfileres de Anclaje
S.R. Seguir Detalles Criterio del Ingeniero, según se indique.			

Cabiada Reticulada D (Fuer.)			
Fuerza	Largo (F)	Cantidad	Detalle
H2C1000-09	3000	2	Correas
H2C1000-09	3000	1	Empalme de Correas
H2C1000-09	1000	10	Alfileres
H2C1000-09	1000	10	Seguros S.R.
RED. #10 3/4"	300	1	Alfileres de Anclaje
S.R. Seguir Detalles Criterio del Ingeniero, según se indique.			

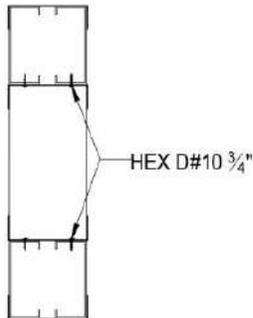
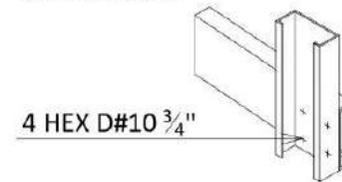
Detalle del encuentro entre Cabiada C y D



Planta de Entrepiso



Detalle del armado de las Cabiadas

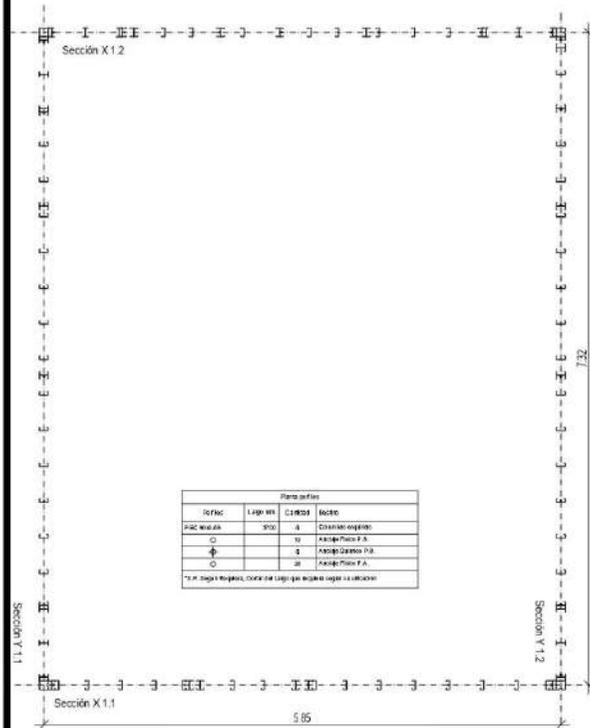


NOTA:
 -Se colocarán 8 tornillos en los extremos de los flejes.
 -Los canales medirán 20x20 con e=0.89mm.
 -Todos los paneles se anclaran cada 1/4 de la luz mediante un Strapping de ambos lados del panel.
 -Los Flejes se coblarán a ambas caras del panel y solo se anclarán en los canales.
 En los extremos de cada panel se colocan Bloqueos e 1/4 y 3/4 de su longitud.

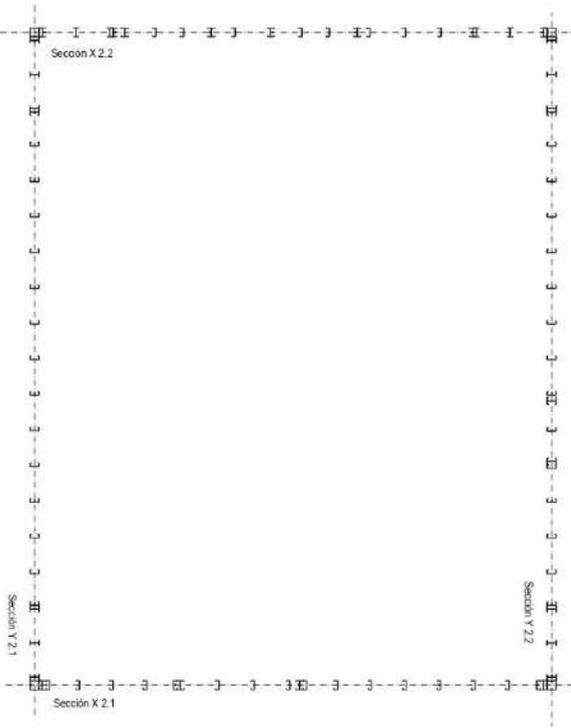

Profesionales Responsables:
 Ing. Emiliano Merloti
 Ing. Milagros de Jesús
 Micalay Quinteros

NOMBRE DE PLANO: Planta de Entrepiso Cabiadas A, B, C y D		NIVEL: PLANTA:
ESCALA: 1:25	NÚMERO DE PLANO: ESP - 001	

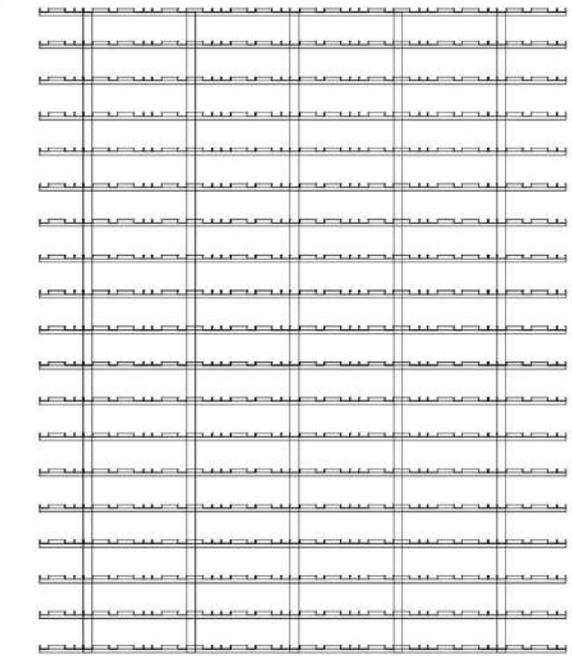
Planta de Perfiles P.B.



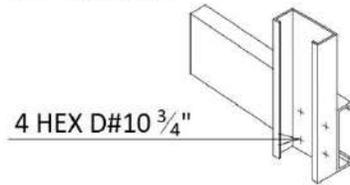
Planta de Perfiles P.A.



Planta de Techo

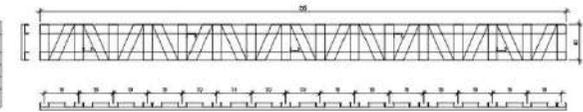


Detalle del armado de las Cabriadas



Cabriada Reticulada E (RUE)			
Perfil	Long. m	Cantidad	Detalle
MAC MUELO	200	2	CANTONERA
MAC MUELO	200	10	ALICATA
MAC MUELO	200	10	ALICATA

*S. R. Segun Reglas, Colar del Largo que se indica según la Ubicación.



Planta de Cerrajes			
Perfil	Long. m	Cantidad	Detalle
MAC MUELO	200	5	ALICATA

*S. R. Segun Reglas, Colar del Largo que se indica según la Ubicación.

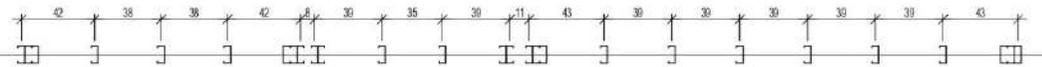
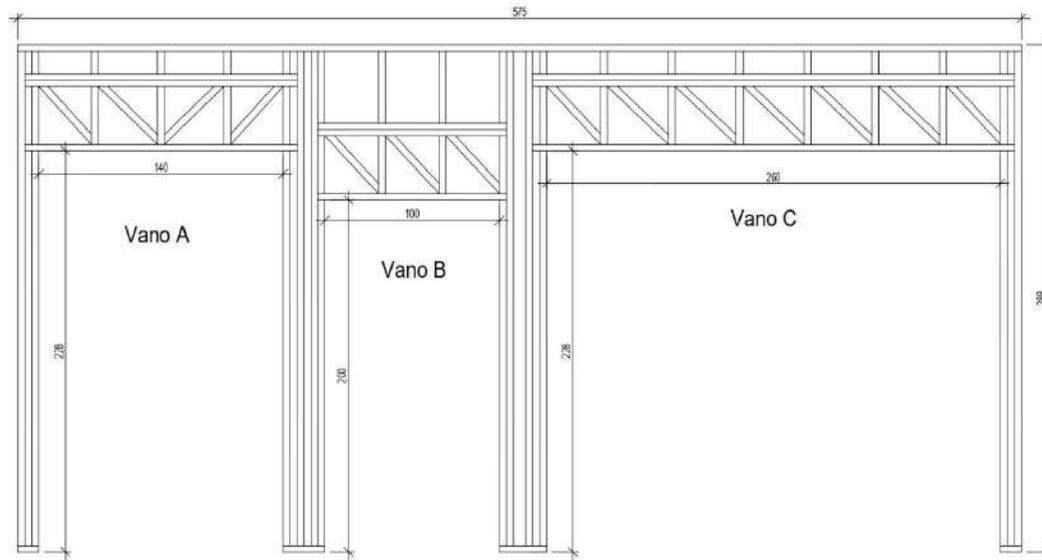
NOTA:

- Se colocarán 8 tornillos en los extremos de los flejes.
- Las cartelas medirán 20x20cm e=0.89mm.
- Todos los paneles se arriostraran cada 1/2 de la luz mediante un Strapping de ambos lados del panel.
- Los Flejes se colocarán a ambas caras del panel y solo se atomillarán en las cartelas.
- En los extremos de cada panel se colocan Bloqueo a 1/4 y 3/4 de su longitud

Construcciones SteelFraming Del Perú

Profesionales Responsables:
 Ing. Emiliano Merloti
 Ing. Milagros de Jesús Micalay Quinteros

NOMBRE DE PLANO:		NIVEL:	
Planta de Perfiles P.B. Planta de Perfiles P.A. Planta de Techo			
ESCALA:		NÚMERO DE PLANO:	
1:25		ESP - 002	



Sección X 1.1

Sección X 1.1			
Perfiles	Largo mm	Cantidad	Destino
PGC 90x0.89	2880	6	Montante
PGU 90x0.89	5750	1	Soleras Panel Sup
PGU 90x0.89	750	1	Soleras Panel Inf. S.R.*
PGC 90x0.89	200	2	Jack Puerta
PGC 90x0.89	2800	8	Jack Ventaneros
PGU 90x0.89	1560	3	Soleras Dintel A
PGU 90x0.89	1080	3	Soleras Dintel B
PGU 90x0.89	2760	3	Soleras Dintel C
PGC 90x0.89	400	17	Montantes Dintel
PGC 90x0.89	540	14	Diagonales Dintel
PGC 90x0.89	200	17	Criple Sup Dintel A y C
PGC 90x0.89	480	4	Criple Sup Dintel B
Anclaje H18 14	-	0	Anclaje Químico
Superficie Neta Panel		5.5m2	

*S.R. Según Requiera, Cortar del Largo que requiera según su ubicación
 *C.C. Con corte de 10cm de cada lado para armar el dintel

NOTA:
 -Se colocarán 8 tornillos en los extremos de los flejes.
 -Las cartelas medirán 20x20cm e=0.89mm.
 -Todos los paneles se armostraran cada $\frac{1}{2}$ de la luz mediante un Strapping de ambos lados del panel.
 - Los Flejes se colocarán a ambas caras del panel y solo se atornillarán en las cartelas.
 -En los extremos de cada panel se colocan Bloqueo a $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ de su longitud

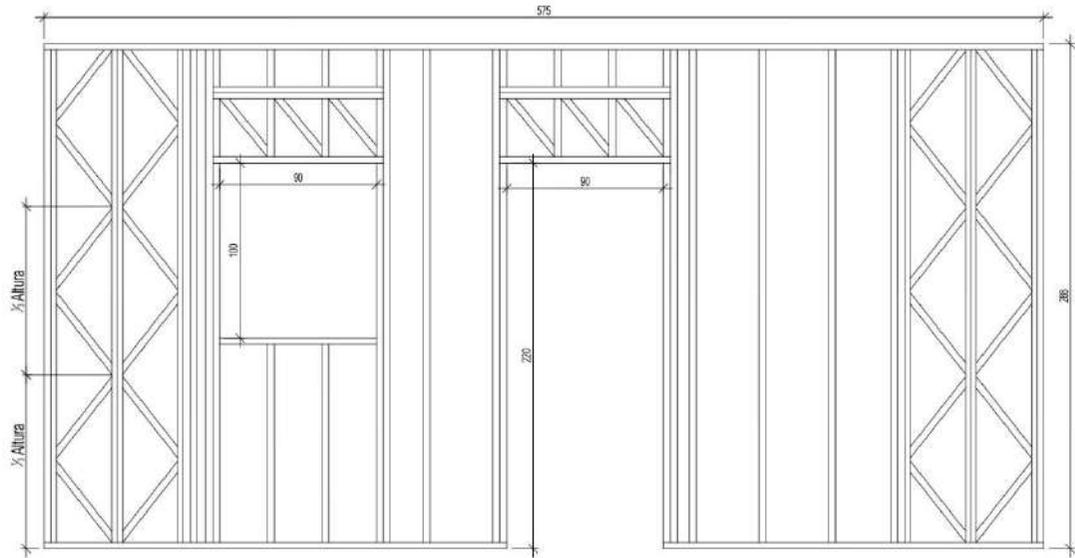
Construcciones SteelFraming Del Perú

Profesionales Responsables:
 Ing. Emiliano Merlotti
 Ing. Milagros de Jesús Micalay Quinteros

NOMBRE DE PLANO:
 Sección X 1.1

ESCALA:
 1:25

NIVEL:
 PLANTA:
 NÚMERO DE PLANO:
 ESX - 001



Sección X 1.2

Sección X 1.2			
Perfiles	Largo mm	Cantidad	Destino
PGC 90x0.89	2880	14	Montante
PGU 90x0.89	2880	12	Montantes Reticulados
PGU 90x0.89	5750	1	Soleras Panel Sup
PGU 90x0.89	4850	1	Soleras Panel Inf. S.R.*
PGC 90x0.89	630	24	Diagonal Reticulado S.R.*
PGC 90x0.89	2200	4	Jack
PGU 90x0.89	980	6	Soleras Dintel
PGC 90x0.89	400	8	Montantes Dintel
PGC 90x0.89	500	6	Diagonales Dintel
PGC 90x0.89	280	8	Criple Sup Dintel
PGC 90x0.89	1200	2	Criple Inf Ventana
PGU 90x0.89	190	1	Solera Dintel Inf. C.C.*
Anclaje H14	-	0	Anclaje Químico
Superficie Nota Panel		13,8m ²	

*S.R. Segun Requiera, Cortar del Largo que requiera según su ubicación
 *C.C. Con corte de 10cm de cada lado para armar el dintel

NOTA:

- Se colocarán 8 tornillos en los extremos de los flejes.
- Las cartelas medirán 20x20cm e=0.89mm.
- Todos los paneles se arriostraran cada $\frac{1}{2}$ de la luz mediante un Strepping de ambos lados del panel.
- Los Flejes se colocarán a ambas caras del panel y solo se atornillarán en las cartelas.
- En los extremos de cada panel se colocan Bloqueos a $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ de su longitud.

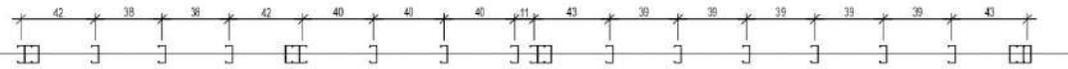
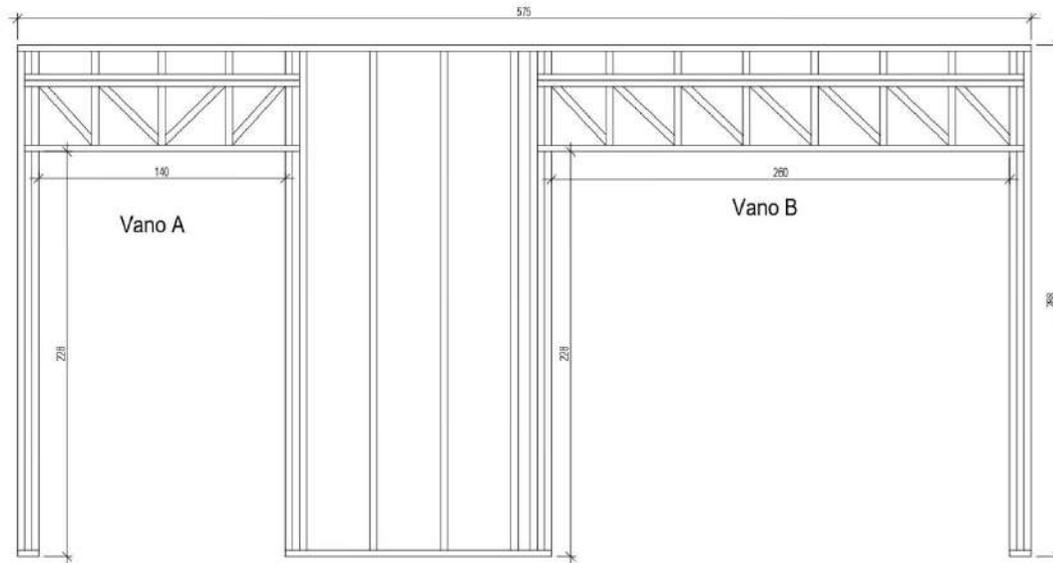
Construcciones SteelFraming
 Del Perú

Profesionales Responsables:
 Ing. Emiliano Merlotti
 Ing. Milagros de Jesús Micalay Quinteros

NOMBRE DE PLANO:
 Sección X 1.2

ESCALA:
 1:25

NIVEL:
 PLANTA:
 NÚMERO DE PLANO:
 ESX - 002



Sección X 2.1

Sección X 2.1			
Perfiles	Largo mm	Cantidad	Destino
PGC 90x0.89	2880	7	Montante
PGU 90x0.89	5750	1	Soleras Panel Sup
PGU 90x0.89	1750	1	Soleras Panel Inf. S.R.*
PGC 90x0.89	2800	8	Jack Ventanales
PGU 90x0.89	1560	3	Soleras Dintel A
PGU 90x0.89	2760	3	Soleras Dintel B
PGC 90x0.89	400	13	Montantes Dintel
PGC 90x0.89	540	11	Diagonales Dintel
PGC 90x0.89	200	17	Criple Sup Dintel A y B
Anclaje H11 14	-	0	Anclaje Químico
Superficie Neta Panel:		7,5m2	
*S.R. Segun Requiera, Cortar del Largo que requiera según su ubicación			
*C.C. Con corte de 10cm de cada lado para amarr el dintel			

NOTA:

- Se colocarán 8 tornillos en los extremos de los flejes.
- Las cartelas medirán 20x20cm e=0.89mm.
- Todos los paneles se arriostaran cada $\frac{1}{2}$ de la luz mediante un Strapping de ambos lados del panel.
- Los Flejes se colocarán a ambas caras del panel y solo se atornillarán en las cartelas.
- En los extremos de cada panel se colocan Bloquing a $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de su longitud.



Profesionales Responsables:
 Ing. Emiliano Merlotti
 Ing. Milagros de Jesús
 Micalay Quinteros

NOMBRE DE PLANO:

Sección X2.1

ESCALA:

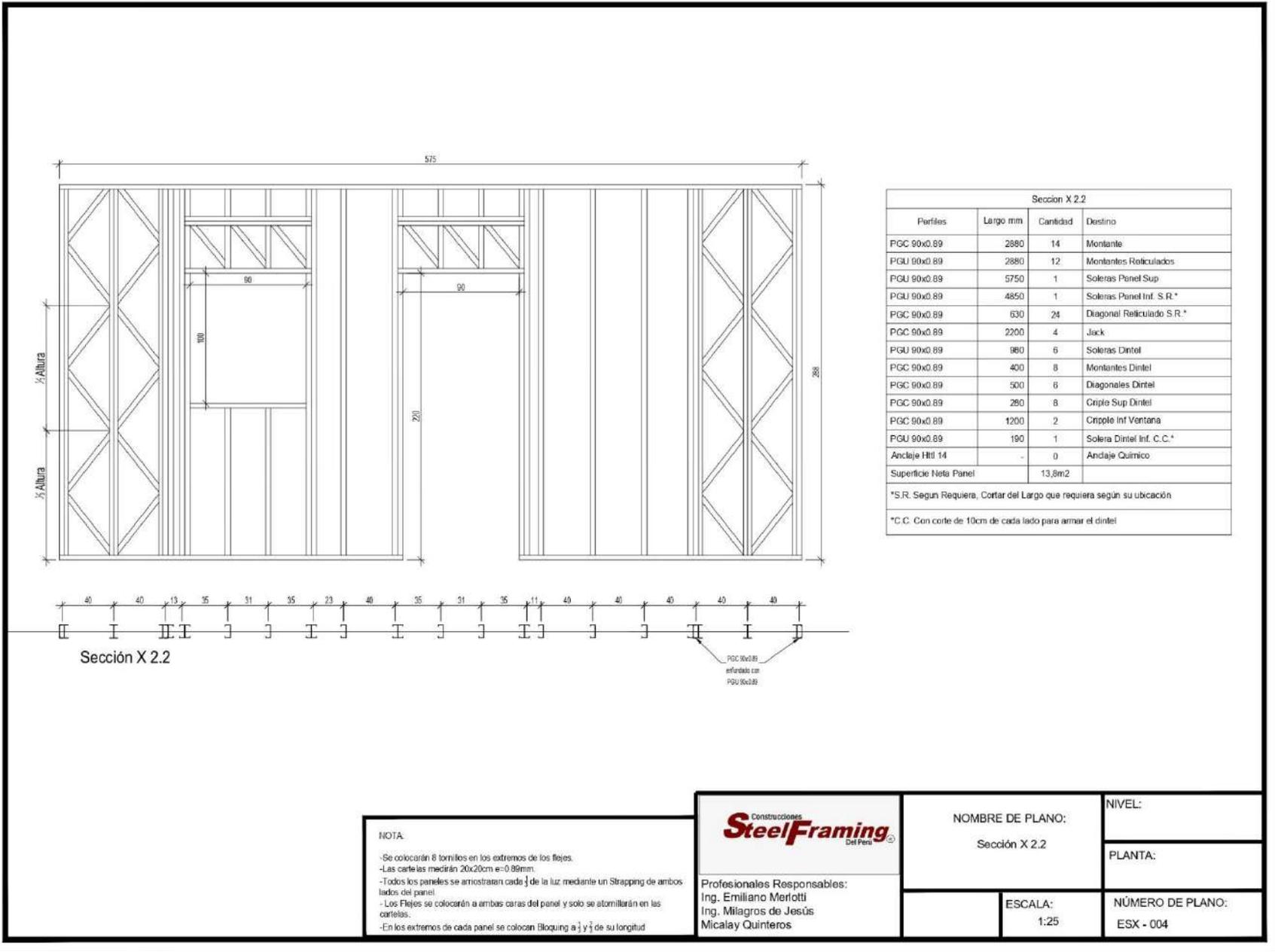
1:25

NIVEL:

PLANTA:

NÚMERO DE PLANO:

ESX - 003



Sección X.2.2			
Perfiles	Largo mm	Cantidad	Destino
PGC 90x0.89	2880	14	Montante
PQU 90x0.89	2880	12	Montantes Reticulados
PQU 90x0.89	5750	1	Soleras Panel Sup
PQU 90x0.89	4850	1	Soleras Panel Inf. S.R.*
PGC 90x0.89	630	24	Diagonal Retificado S.R.*
PGC 90x0.89	2200	4	Jack
PQU 90x0.89	960	6	Soleras Dintel
PGC 90x0.89	400	8	Montantes Dintel
PGC 90x0.89	500	6	Diagonales Dintel
PGC 90x0.89	280	8	Criple Sup Dintel
PQU 90x0.89	1200	2	Criple Inf Ventana
PQU 90x0.89	190	1	Solera Dintel Inf. C.C.*
Anclaje Htl 14	-	0	Anclaje Químico
Superficie Neta Panel	13,8m2		

*S.R. Segun Requiera, Cortar del Largo que requiera según su ubicación

*C.C. Con corte de 10cm de cada lado para armar el dintel

Sección X.2.2

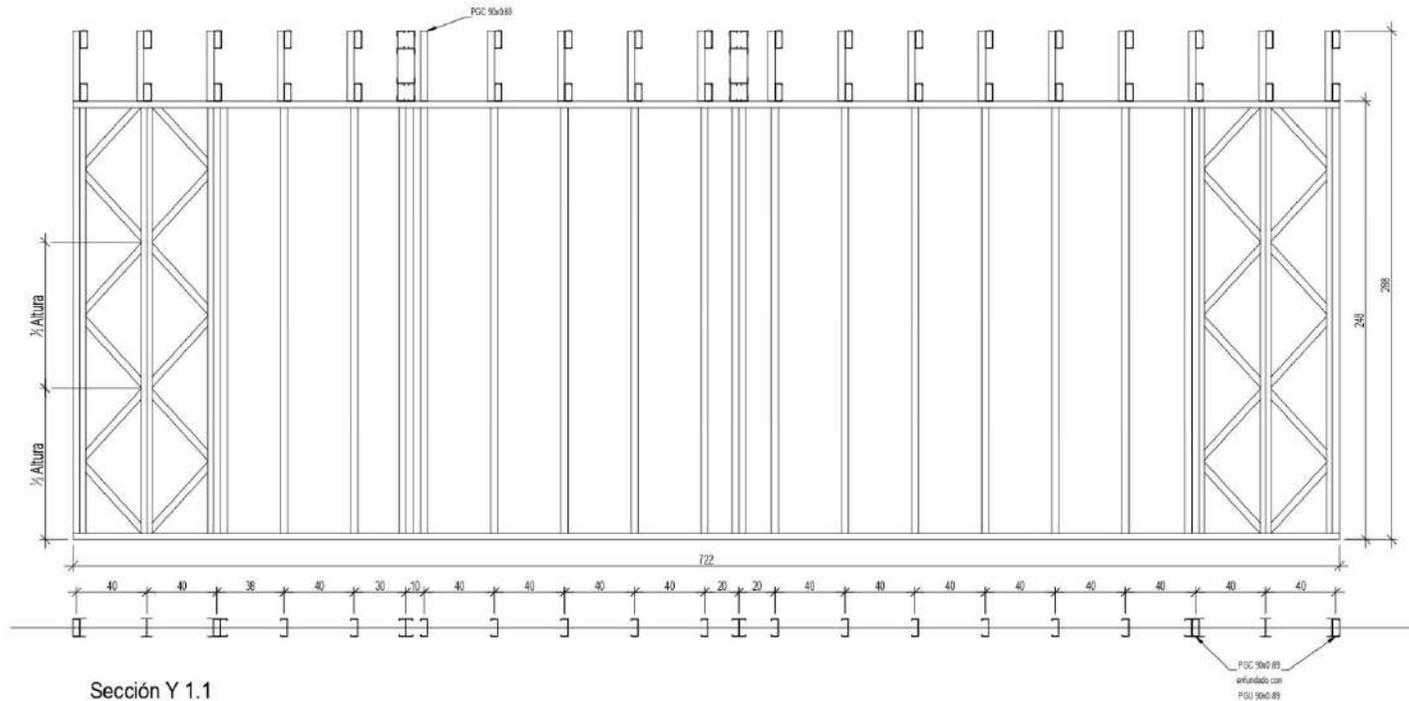
NOTA:

- Se colocarán 8 tornillos en los extremos de los flejes.
- Las caries medirán 20x20cm e=0.89mm.
- Todos los paneles se arriostren cada 1/2 de la luz mediante un Strapping de ambos lados del panel.
- Los Flejes se colocarán a ambas caras del panel y solo se atomillarán en las caries.
- En los extremos de cada panel se colocan Bloqueo a 1/2 y 1/2 de su longitud.

Construcciones SteelFraming Del Perú

Profesionales Responsables:
 Ing. Emiliano Merfotti
 Ing. Milagros de Jesús Micalay Quinteros

NOMBRE DE PLANO: Sección X.2.2		NIVEL:
ESCALA: 1:25		PLANTA:
		NÚMERO DE PLANO: ESX - 004



Sección Y 1.1

Sección Y 1.1			
Perfiles	Largo mm	Cantidad	Destino
PGC 90x0.89	2480	23	Montante
PGU 90x0.89	2480	12	Montantes Reticulados
PGC 90x0.89	400	1	Montante Parapeto Ref.
PGU 90x0.89	7225	2	Soleras Panel
PGC 90x0.89	600	24	Diagonal Reticulado S.R.*
Anclaje HIT 14	-	0	Andaje Químico
Superficie Neta Panel		17,9m2	
Superficie Neta Parapeto		2,9m2	
*S.R. Segun Requiera, Cortar del Largo que requiera según su ubicación			
*C.C. Con corte de 10cm de cada lado para armar el dintel			

NOTA:

- Se colocarán 8 tornillos en los extremos de los flejes.
- Las cartelas medirán 20x20cm e=0.89mm.
- Todos los paneles se amarrarán cada $\frac{1}{2}$ de la luz mediante un Strapping de ambos lados del panel.
- Los Flejes se colocarán a ambas caras del panel y solo se atornillarán en las cartelas.
- En los extremos de cada panel se colocan Bloqueo a $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ de su longitud

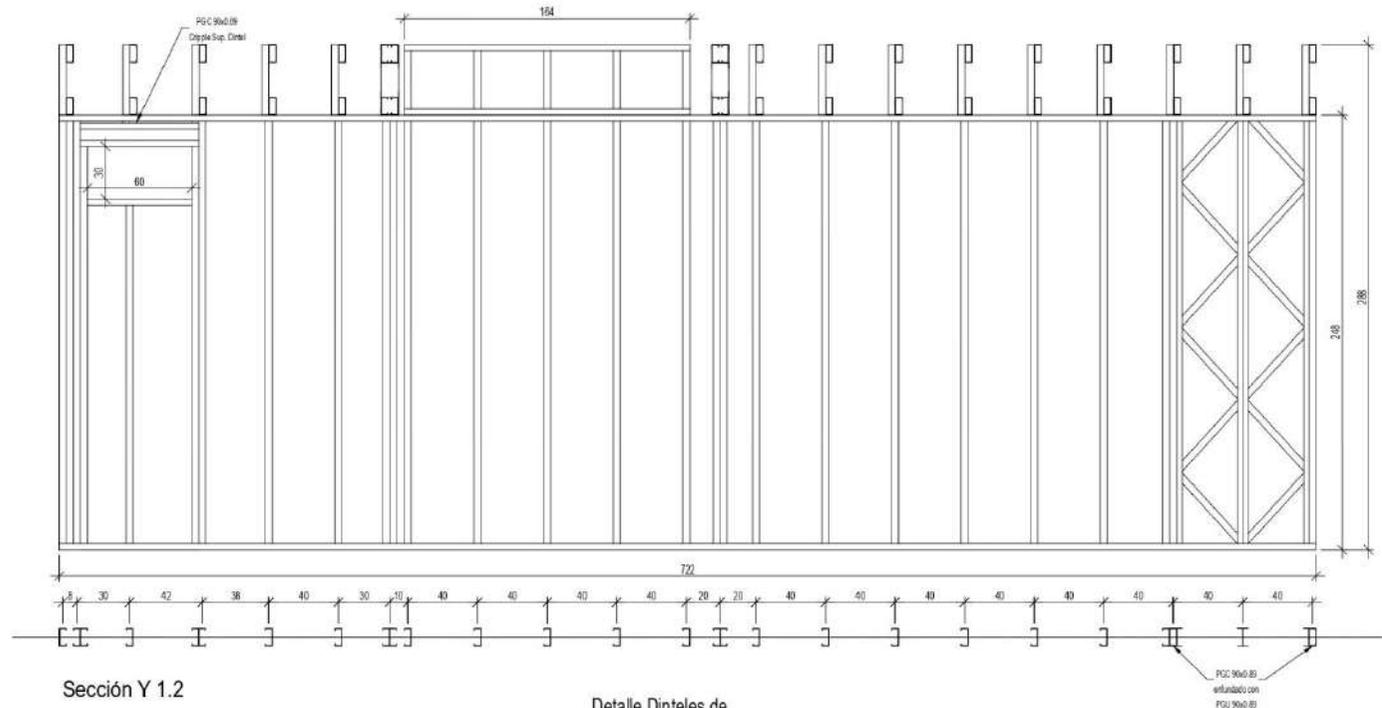
Construcciones SteelFraming
Del Perú

Profesionales Responsables:
Ing. Emiliano Merlotti
Ing. Milagros de Jesús Micalay Quinteros

NOMBRE DE PLANO:
Sección Y1.1

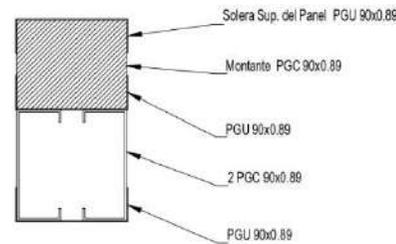
ESCALA:
1:25

NIVEL:
PLANTA:
NÚMERO DE PLANO:
ESY - 001



Sección Y 1.2

Detalle Dinteles de Ventanas Chicas



Sección Y 1.2			
Perfiles	Largo mm	Cantidad	Destino
PGC 90x0.89	2480	23	Montante
PGU 90x0.89	2480	6	Montantes Reticulados
PGC 90x0.89	400	5	Montante Parapeto
PGU 90x0.89	7225	2	Soleras Panel
PGU 90x0.89	1640	2	Soleras Parapeto
PGC 90x0.89	600	12	Diagonal Reticulado S.R.*
PGC 90x0.89	2000	1	Cripple Inf.
PGC 90x0.89	2300	2	Jack
PGC 90x0.89	680	2	Viga Tubo
PGU 90x0.89	680	2	Viga Tubo
PGU 90x0.89	800	1	Solera Dintel Inf. C.C.*
PGC 90x0.89	120	2	Cripple Sup Dintel
Anclaje H111 14	-	0	Anclaje Quimico
Superficie Neta Panel		17,9m ²	
Superficie Neta Parapeto		2,9m ²	
*S.R. Segun Requiera, Cortar del Largo que requiera según su ubicación			
*C.C. Con corte de 10cm de cada lado para armar el dintel			

NOTA:

- Se colocarán 8 tornillos en los extremos de los flejes.
- Las cartelas medirán 20x20cm e=0.89mm.
- Todos los paneles se arriostraran cada $\frac{1}{2}$ de la luz mediante un Strapping de ambos lados del panel.
- Los Flejes se colocarán a ambas caras del panel y solo se atornillarán en las cartelas.
- En los extremos de cada panel se colocan Bloqueo a $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de su longitud



Profesionales Responsables:
 Ing. Emiliano Merlotti
 Ing. Milagros de Jesús
 Micalay Quinteros

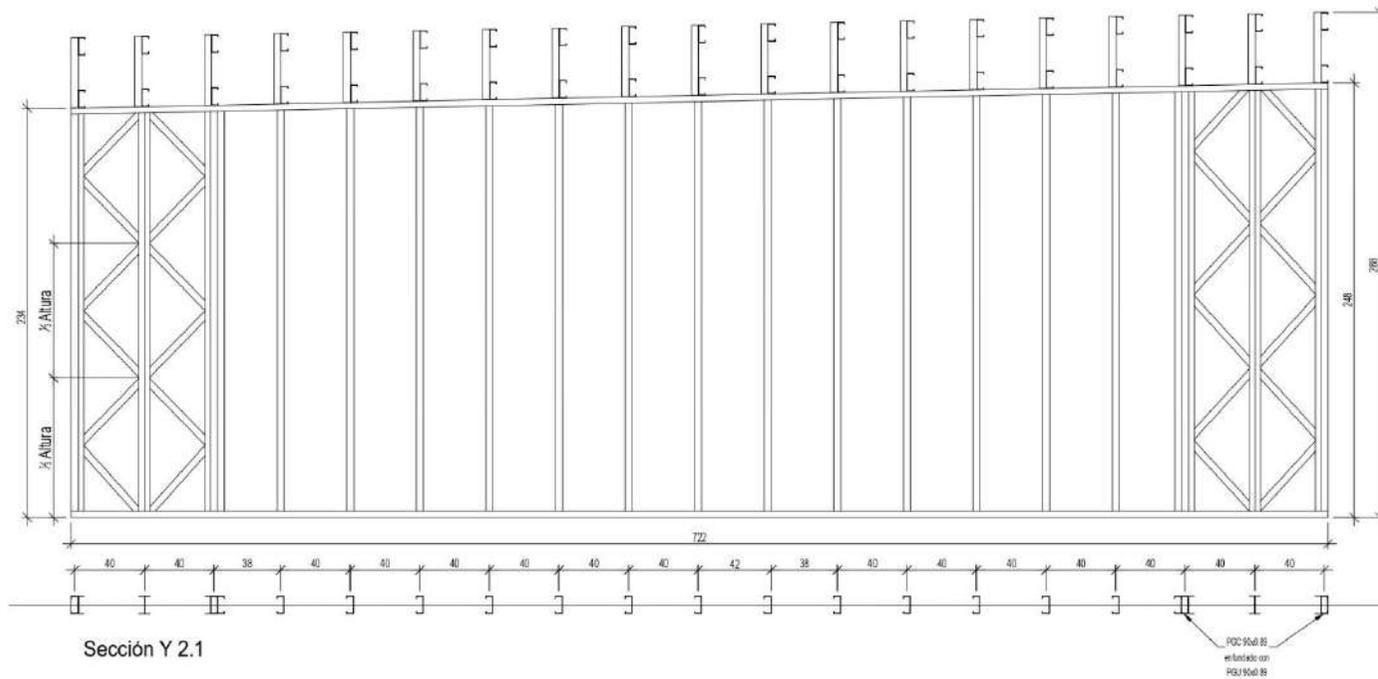
NOMBRE DE PLANO:
 Sección Y1.2

NIVEL:

PLANTA:

ESCALA:
 1:25

NÚMERO DE PLANO:
 ESY - 002



Sección Y 2.1

Sección Y 2.1			
Pertiles	Largo mm	Cantidad	Destino
PGC 90x0.89	2480	19	Montante S.R.*
PGU 90x0.89	2480	12	Montantes Reticulados S.R.*
PGU 90x0.89	7225	2	Soleras Panel
PGC 90x0.89	600	24	Diagonal Reticulado S.R.*
Anclaje Htt 14	-	0	Anclaje Químico
Superficie Neta Panel		17,4m2	
Superficie Neta Parapeto		3,5m2	

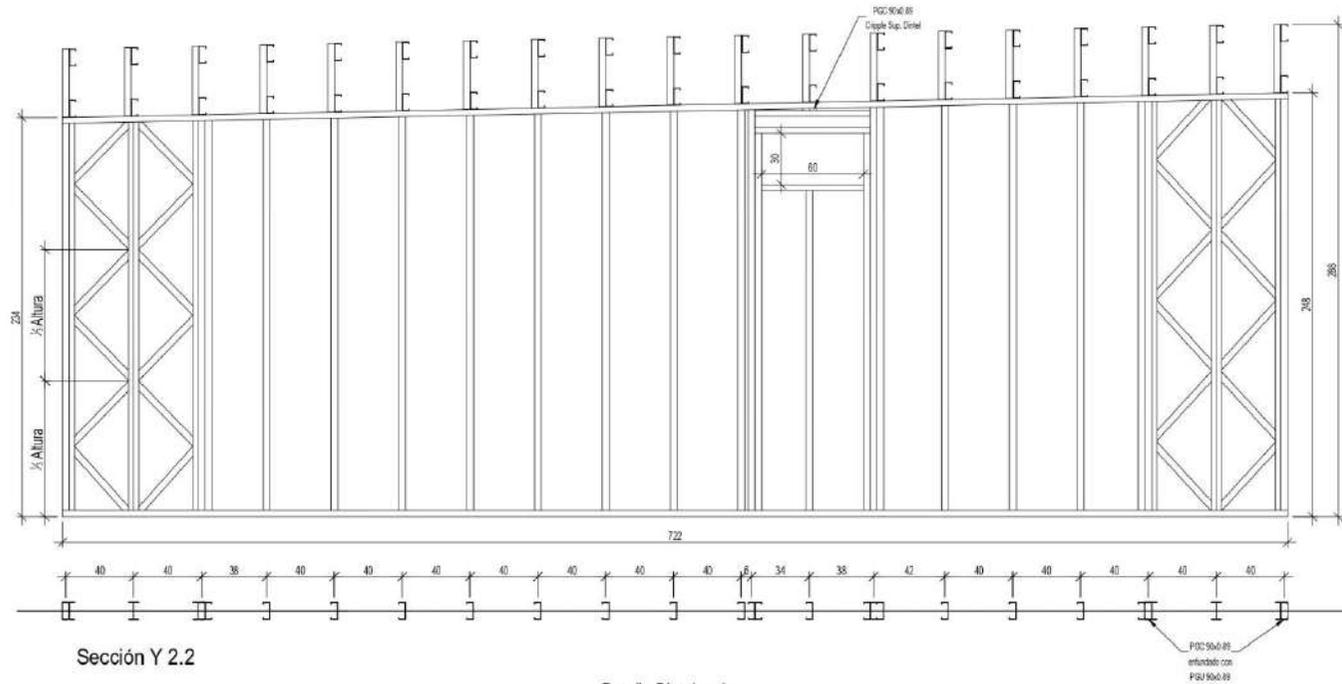
*S.R. Según Requiera, Cortar del Largo que requiera según su ubicación

*C.C. Con corte de 10cm de cada lado para armar el dintel

NOTA:

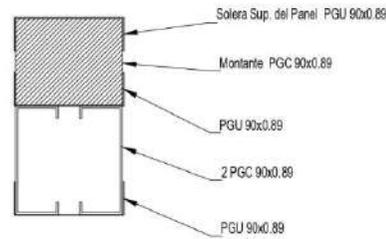
- Se colocarán 8 tornillos en los extremos de los flejes.
- Las cartelas medirán 20x20cm e=0.89mm.
- Todos los paneles se arriostraran cada $\frac{1}{2}$ de la luz mediante un Strepping de ambos lados del panel.
- Los Flejes se colocarán a ambas caras del panel y solo se atornillarán en las cartelas.
- En los extremos de cada panel se colocan Bloqueing a $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ de su longitud.

	NOMBRE DE PLANO: Sección Y2.1		NIVEL:
	ESCALA: 1:25		PLANTA:
Profesionales Responsables: Ing. Emiliano Merlotti Ing. Milagros de Jesús Micalay Quinteros			NÚMERO DE PLANO: ESY - 003



Sección Y 2.2

Detalle Dinteles de Ventanas Chicas



Sección Y 2.2			
Perfiles	Largo mm	Cantidad	Destino
PGC 90x0.89	2480	20	Montante S.R.*
PGU 90x0.89	2480	12	Montantes Reticulados S.R.*
PGU 90x0.89	7225	2	Soleras Panel
PGC 90x0.89	600	24	Diagonal Reticulado S.R.*
PGC 90x0.89	1950	1	Criple Inf.
PGC 90x0.89	2240	2	Jack
PGC 90x0.89	880	2	Viga Tubo
PGU 90x0.89	680	2	Viga Tubo
PGU 90x0.89	800	1	Solera Dintel Inf. C.C.*
PGC 90x0.89	120	2	Criple Sup Dintel
Anclaje H114	-	0	Anclaje Químico
Superficie Neta Panel	17,4m2		
Superficie Neta Parapeto	3,5m2		

*S.R. Segun Requiera, Cortar del Largo que requiera según su ubicación

*C.C. Con corte de 10cm de cada lado para armar el dintel

NOTA:

- Se colocarán 8 tornillos en los extremos de los flejes.
- Las cartelas medirán 20x20cm e=0.80mm.
- Todos los paneles se arriostren a cada $\frac{1}{2}$ de la luz mediante un Strapping de ambos lados del panel.
- Los flejes se colocarán a ambas caras del panel y solo se atomillarán en los cartelas.
- En los extremos de cada panel se colocan Bloqueo a $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ de su longitud.

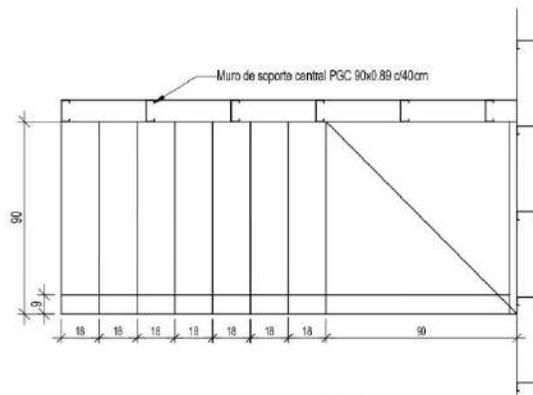
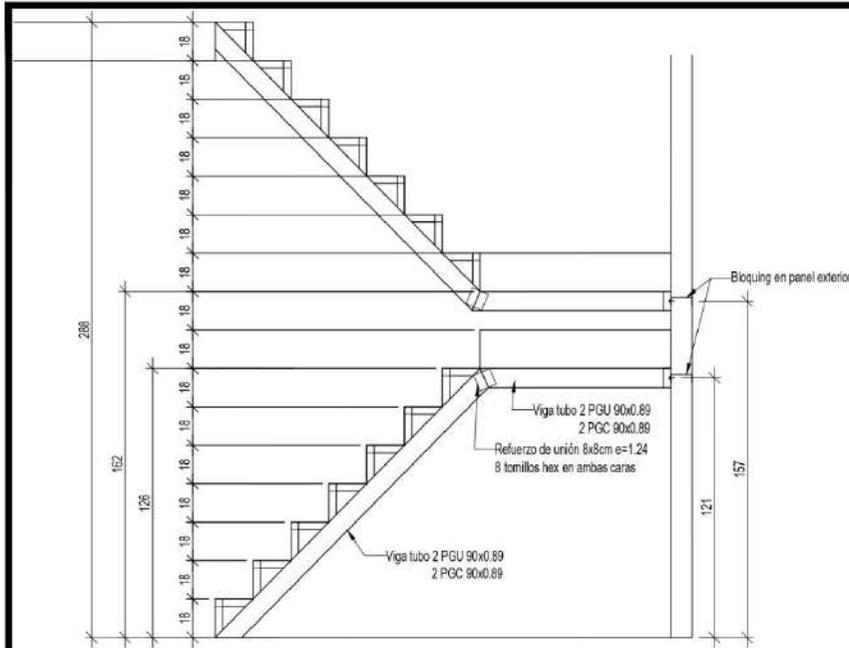


Profesionales Responsables:
 Ing. Emiliano Merloti
 Ing. Milagros de Jesús Micalay Quinteros

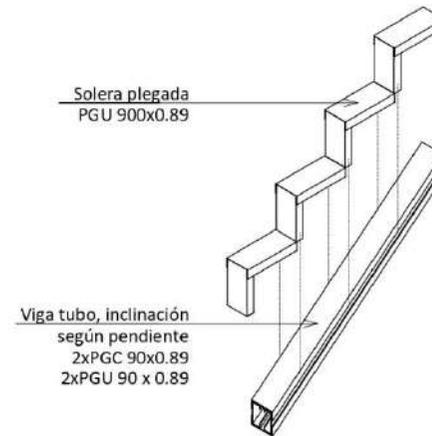
NOMBRE DE PLANO:
 Sección Y2.2

ESCALA:
 1:25

NIVEL:
 PLANTA:
 NÚMERO DE PLANO:
 ESY - 004



Viga tubo + Solera plegada



NOTA:

- Se colocarán 8 tornillos en los extremos de los flejes.
- Las cartelas medirán 20x20cm e=0.80mm.
- Todos los paneles se atornillarán cada $\frac{1}{2}$ de la luz mediante un Strapping de ambos lados del panel.
- Los flejes se colocarán a ambas caras del panel y solo se atornillarán en los cartelas.
- En los extremos de cada panel se colocan Bloqueo a $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de su longitud.



Profesionales Responsables:
 Ing. Emiliano Merlotti
 Ing. Milagros de Jesús Micalay Quinteros

NOMBRE DE PLANO: Escalera		NIVEL:
ESCALA: 1:20		PLANTA:
		NÚMERO DE PLANO: ESD - 001

Anexo 4a: Cronograma de obra del sistema convencional

CONSIDERACIONES

1) EN TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE CONSIDERA LA HABILITACIÓN DE ACERO, ENCOFRADO, VACIADO DEL CONCRETO Y DEENCOFRADO, POR ENDE, EL TIEMPO DE FRAGUADO.

2) LOS TIEMPOS DE FRAGUADO CONSIDERADOS SON:

COLUMNAS - 1 DÍA

LOSAS Y ESCALERA - 21 DÍAS

FRISOS DE VIGAS - 2 DÍAS

FONDO DE VIGAS - 28 DÍAS

PAREDES LATERALES DE CISTERNA - 7 DÍAS

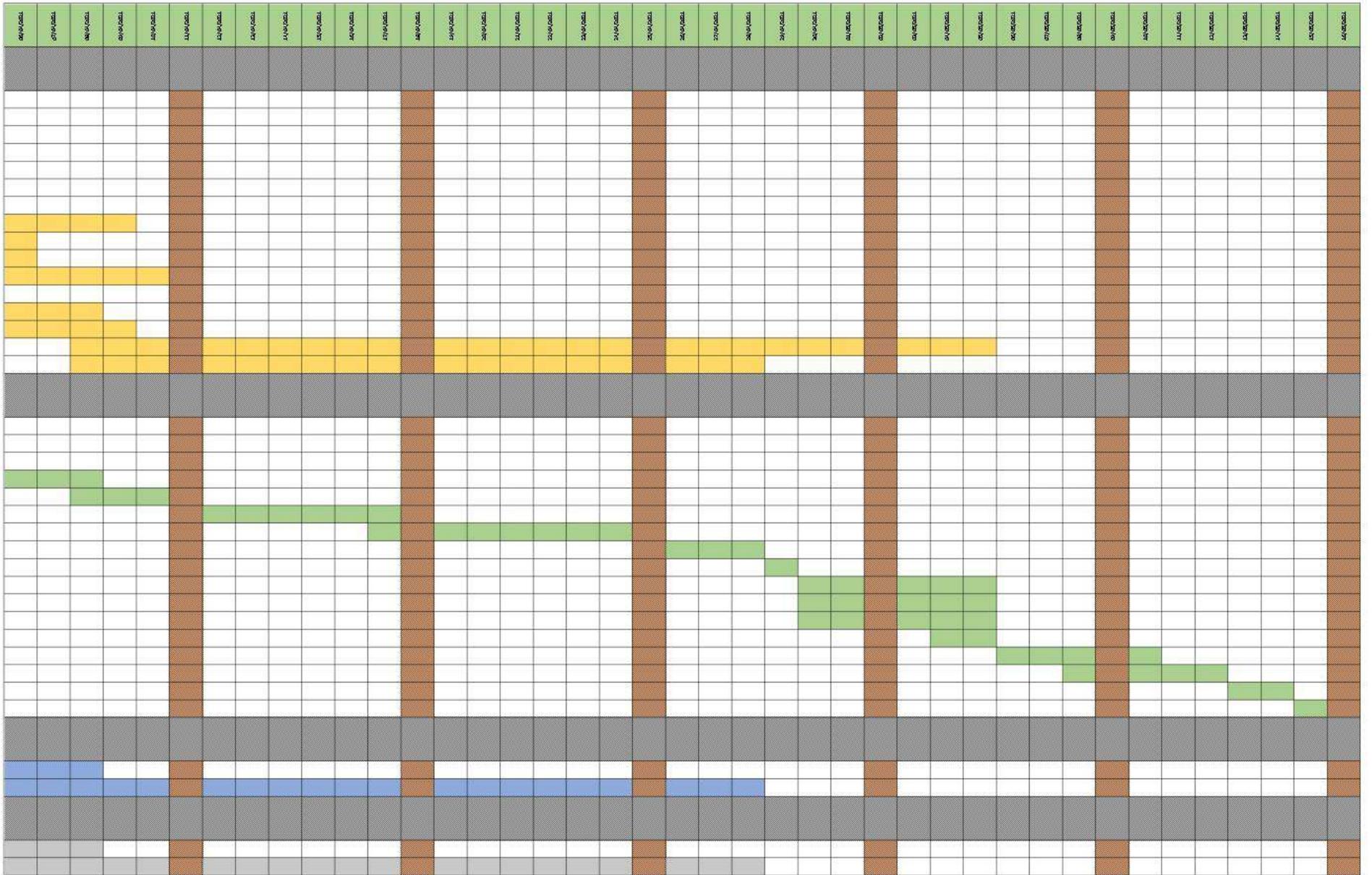
TAPA DE CISTERNA - 14 DÍAS

3) LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS SE REALIZAN DE FORMA SIMULTÁNEA A LAS PARTIDAS DE ESTRUCTURA Y ARQUITECTURA.

4) SE CONSIDERA UNA CUADRILLA CON 4 A 6 PERSONAS COMO MÁXIMO.

5) SE TOMÓ COMO REFERENCIA LOS RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE LA CIUDAD DE LIMA (PERSONAL CON CAPACITACIÓN DE NIVEL MEDIO-ALTO).

6) LA DURACIÓN DEL CRONOGRAMA PODRÍA VARIAR DE ACUERDO A LA ESPECIALIZACIÓN QUE POSEA LA MANO DE OBRA DURANTE LA EJECUCIÓN.



Anexo 4b: Cronograma de obra del sistema *Steel Framing*

CONSIDERACIONES

- 1) EL ARMADO DE LOS PANELES O DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE LO COMPONEN PODRÁ REALIZARSE EN ZONAS LEJANAS AL LUGAR DE EJECUCIÓN Y LUEGO SER TRANSPORTADAS A ESTE.
- 2) LA CUADRILLA ESTARÁ CONFORMADA POR UN ENSAMBLADOR, UN OFICIAL Y DOS AYUDANTES A LO LARGO DE TODO EL PROYECTO (DESPUÉS DE LOS TRABAJOS DE ESTRUCTURA, EL ENSAMBLADOR TOMARÁ EL ROL DE OFICIAL).
- 3) LOS ÚNICOS ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO SON LA PLATEA DE CIMENTACIÓN Y LA CISTERNA, CUYOS TIEMPOS DE FRAGUADO SON:
PLATEA DE CIMENTACIÓN-1 DÍA
PAREDES LATERALES DE CISTERNA-7 DÍAS
TAPA DE CISTERNA-14 DÍAS
- 4) LOS ELEMENTOS DE CONCRETO SIMPLE TENDRÁN UN TIEMPO DE FRAGUADO MÁXIMO DE UN DÍA O HASTA QUE SE CONSIDERE LISTO.
- 5) LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y SANITARIAS SE REALIZAN DE FORMA SIMULTÁNEA AL ARMADO Y MONTAJE DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL.
- 6) SE TOMÓ COMO REFERENCIA LOS RENDIMIENTOS PROMEDIOS DE LA CIUDAD DE LIMA (PERSONAL CON CAPACITACIÓN DE NIVEL MEDIO-ALTO) EN TRABAJOS RELACIONADOS EL DRYWALL.
- 7) LA DURACIÓN DEL CRONOGRAMA PODRÍA VARIAR DE ACUERDO A LA ESPECIALIZACIÓN QUE POSEA LA MANO DE OBRA DURANTE LA EJECUCIÓN.

Anexo 5a: Costos y presupuestos del sistema convencional

Datos generales del presupuesto del sistema convencional

S10

Página: 1

Datos Generales del Presupuesto

Obra **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA,
 DEPARTAMENTO DE LIMA
 Propietario **02100113** MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO
 Lugar **150106** LIMA - LIMA - CARABAYLLO
 Fecha **09/07/2021** Jornada **8.00** horas
 Moneda principal **01 SOLES**

Presupuesto (S/)

Costo directo	174,438.49
IGV	31,398.93
Total	205,837.42

Subpresupuestos:

Código	Descripción	Cantidad	Precio (S/)	Parcial (S/)
001	ESTRUCTURAS	1.00	66,799.49	66,799.49
002	ARQUITECTURA	1.00	65,928.06	65,928.06
006	INSTALACIONES ELECTRICAS	1.00	10,742.95	10,742.95
007	INSTALACIONES SANITARIAS	1.00	25,049.96	25,049.96
008	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARI	1.00	5,918.03	5,918.03

Fecha:

17/06/2021 16:15:55

Presupuesto del sistema convencional

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA,
 DEPARTAMENTO DE LIMA
 Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO** Costo al **09/07/2021**
 Lugar **LIMA - LIMA - CARABAYLLO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01	ESTRUCTURAS				66,799.49
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				427.95
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	45.00	3.30	148.50
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	45.00	3.10	139.50
01.01.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	45.00	3.11	139.95
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,697.73
01.02.01	EXC.MAN.MAT.SUELTO HASTA 50CM	m2	45.00	16.47	741.15
01.02.02	EXCAV.ZANJAS F/CIMENTOS MAT.SUEL.	m3	2.79	41.18	114.89
01.02.03	EXCAV.ZAPATAS MAT.SUEL.	m3	16.16	47.06	713.43
01.02.04	RELLENO Y APISONADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	4.23	107.16	453.29
01.02.05	RELLENO Y APISONADO CON MATERIAL PROPIO	m3	28.14	19.36	544.79
01.02.06	ELIMINACION MATERIAL - MANUAL DH=30M (D. PROM)	m3	15.99	27.46	439.09
01.02.07	ELIM.MAT.EXC.CARG. 125HP/VOLQUETE 6M3, V=30 D=10KM	m3	15.99	43.22	691.09
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				3,974.50
01.03.01	CIMENTOS CORRIDOS CONCRETO C:H 1:8 + 30% P.G.	m3	0.79	256.84	202.90
01.03.02	SOBRECIMENTOS CONCRETO C:H 1:3 + 25% P.M.	m3	3.24	337.14	1,092.33
01.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL SOBRECIMIENTO	m2	25.92	45.88	1,189.21
01.03.04	FALSO PISO DE CONCRETO C:H 1:8 (e = 5 cm)	m2	36.53	40.79	1,490.06
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				56,699.31
01.04.01	ZAPATAS				4,548.30
01.04.01.01	CONCRETO PARA ZAPATAS f _c =210 kg/cm ²	m3	8.16	335.55	2,738.09
01.04.01.02	ACERO ESTRUCTURAL f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	345.65	5.24	1,811.21
01.04.02	VIGAS DE CIMENTACION				5,368.72
01.04.02.01	CONCRETO PARA VIGA DE CIMENTACION f _c =210 kg/cm ²	m3	3.24	359.81	1,165.78
01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL VIGA DE CIMENTACION	m2	25.92	62.93	1,631.15
01.04.02.03	ACERO ESTRUCTURAL f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	498.80	5.24	2,571.79
01.04.03	COLUMNAS				10,208.40
01.04.03.01	CONCRETO PARA COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²	m3	4.77	537.53	2,564.02
01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	38.22	60.22	2,530.93
01.04.03.03	ACERO ESTRUCTURAL f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	976.04	5.24	5,114.45
01.04.04	COLUMNETAS DE CONFINAMIENTO				10,142.29
01.04.04.01	CONCRETO PARA COLUMNETAS f _c =175 kg/cm ²	m3	4.75	473.50	2,249.13
01.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL COLUMNETAS	m2	79.20	51.25	4,059.00
01.04.04.03	ACERO ESTRUCTURAL f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	731.71	5.24	3,834.16
01.04.05	VIGAS				11,614.84
01.04.05.01	CONCRETO PARA VIGAS f _c =210 kg/cm ²	m3	7.25	388.02	2,813.15
01.04.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	49.03	74.99	3,676.76
01.04.05.03	ACERO ESTRUCTURAL f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	978.04	5.24	5,124.93
01.04.06	ALIGERADO				8,656.40
01.04.06.01	CONCRETO PARA ALIGERADO f _c =210 kg/cm ²	m3	4.90	358.04	1,773.85
01.04.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	56.80	57.65	3,274.52
01.04.06.03	LADRILLO DE ARCILLA HUECO 25X30X30	Und.	474.00	5.31	2,516.94
01.04.06.04	ACERO ESTRUCTURAL f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	207.27	5.24	1,086.09
01.04.07	LOSAS MACIZA				2,484.72
01.04.07.01	CONCRETO PARA LOSA MACIZA f _c =210 kg/cm ²	m3	1.58	388.02	613.07
01.04.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS MACIZA	m2	7.89	57.65	454.86
01.04.07.03	ACERO ESTRUCTURAL f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	270.38	5.24	1,410.79
01.04.08	ESCALERA				2,048.30
01.04.08.01	CONCRETO PARA ESCALERA f _c =210 kg/cm ²	m3	1.52	553.13	840.76
01.04.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA	m2	10.13	99.31	1,006.01
01.04.08.03	ACERO ESTRUCTURAL f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	38.46	5.24	201.53

Fecha: 17/06/2021 16:13:16

Presupuesto

Presupuesto

0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO
Lugar LIMA - LIMA - CARABAYLLO

Costo al

09/07/2021

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
01.04.09	CISTERNA				3,625.34
01.04.09.01	CONCRETO PARA CISTERNA fc=210 kg/cm ²	m ³	3.71	553.13	2,052.11
01.04.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN CISTERNA	m ²	7.89	53.32	420.69
01.04.09.03	ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm ² GRADO 80	kg	219.95	5.24	1,152.54
02	ARQUITECTURA				65,928.06
02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA				6,387.10
02.01.01	MURO LADR. PANDERETA DE CANTO MEZC. C.A 1/4 PITARRAJEAR	m ²	110.58	57.76	6,387.10
02.02	REVOQUES EN LUCIDOS Y MOLDURAS				10,697.56
02.02.01	TARRAJEO PRIMARIO Y RAYADO CMEZCLA 1.5 E=1.5CM	m ²	40.65	23.85	969.50
02.02.02	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES C.A 1.5 E=1.5 cm	m ²	157.19	23.73	3,730.12
02.02.03	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES C.A 1.5 E=1.5 cm	m ²	20.35	28.59	581.81
02.02.04	TARRAJEO EN CARAS INTERIORES DE VIGAS PER. C.A 1.5 E=1.5 cm	m ²	17.02	27.09	461.07
02.02.05	TARRAJEO EN CARAS EXTERIORES DE VIGAS PER. C.A 1.5 E=1.5 cm	m ²	9.00	28.59	257.31
02.02.06	TARRAJEO EN CARAS INTERIORES DE COLUMNAS C.A 1.5 E=1.5 cm	m ²	14.41	23.73	341.95
02.02.07	TARRAJEO EN CARAS EXTERIORES DE COLUMNAS C.A 1.5 E=1.5 cm	m ²	10.80	28.59	308.77
02.02.08	TARRAJEO EN TECHOS/CIELO RASO C.A 1.5 E=1.5 cm	m ²	73.40	36.91	2,709.19
02.02.09	VESTIDURA DE DERRAMES C.A 1.5 E=1.5 cm	m	84.30	15.87	1,337.84
02.03	PISOS Y PAVIMENTOS				5,330.91
02.03.01	CONTRAPISO E=48 MM. BASE 3.8CM. MEZC. 1:5 ACAB. 1 CM. PASTA 1:2	m ²	41.38	31.97	1,322.62
02.03.02	PISO DE CERAMICO BLANCO 40x40 cm	m ²	11.41	55.60	634.40
02.03.03	PISO DE CERAMICO IMITACION MADERA CLARA	m ²	31.21	59.06	1,843.26
02.03.04	PISO DE CERAMICO IMITACION MADERA GRIS	m ²	26.25	59.06	1,550.33
02.04	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS				4,439.38
02.04.01	CONTRAZOCALO DE CERAMICO 10x30cm	m	40.80	25.41	1,036.73
02.04.02	ZOCALO DE CERAMICO BLANCO 40x40cm	m ²	37.76	86.46	3,264.73
02.04.03	ZOCALO DE AZULEJOS COCINA	m ²	2.93	47.07	137.92
02.05	REVESTIMIENTO DE ESCALERAS				324.17
02.05.01	REVESTIMIENTO DE CERAMICO IMITACION MADERA CLARA	m ²	4.36	74.35	324.17
02.06	COBERTURAS				2,520.90
02.06.01	CUBIERTA LADRILLO PASTELERO 25x25 ASENT. C/MEZ. 1:5, JUNTA 1.5 E=1.5CM	m ²	45.00	56.02	2,520.90
02.07	CARPINTERIA DE MADERA				11,950.92
02.07.01	PUERTA DE MADERA MACHIMBRADA CON GIRO 90°	m ²	2.25	335.89	755.75
02.07.02	PUERTA CONTRAPLACADA DE MDF CON GIRO 90°	m ²	9.66	241.07	2,328.74
02.07.03	PUERTA CONTRAPLACADA PARA CLOSETS	m ²	9.45	218.67	2,066.43
02.07.04	REPOSTEROS BAJOS	m	4.00	1,200.00	4,800.00
02.07.05	REPOSTEROS ALTOS	m	2.00	1,000.00	2,000.00
02.08	CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA				8,164.91
02.08.01	MARCO DE ALUMINIO PARA VENTANAS	m	42.80	170.90	7,314.62
02.08.02	BARANDA METALICA DE ACERO HSRÓ 2" x 3mm h = 0.90m	m	4.75	183.24	870.39
02.09	CERRAJERIA				1,227.51
02.09.01	CERRADURA 3 GOLPES EN PUERTA CON TIRADOR CROMO MATE	pza	2.00	117.88	235.76
02.09.02	CERRADURA P/PUERTA INTERIOR DORMITORIO CROMO MATE	pza	3.00	65.25	195.75
02.09.03	CERRADURA P/PUERTA INTERIOR BAÑO CROMO MATE	pza	3.00	67.88	203.64
02.09.04	CERRADURA PARA MAMPARAS DE ALUMINIO	pza	1.00	157.39	157.39
02.09.05	CHAPAS DE CLOSETS	pza	3.00	26.81	80.43
02.09.06	BISAGRAS CANGREJO DE COCINA	par	6.00	9.97	59.82
02.09.07	BISAGRA CAPUCHNAS ALUMINIZADAS 3 1/2"	pza	24.00	12.28	294.72
02.10	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES				8,744.53
02.10.01	VIDRIO TEMPLADO E=6mm	m ²	16.35	159.42	2,606.52
02.10.02	MAMPARA DE VIDRIO TEMPLADO E=6mm INC. INSTALACION Y ACCESORIOS	m ²	4.73	519.24	2,451.20

Fecha :

17/06/2021 16:13:16

Presupuesto

Presupuesto

0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA,
DEPARTAMENTO DE LIMACliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO
Lugar LIMA - LIMA - CARABAYLLO

Costo al 09/07/2021

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
02.10.03	ESPEJO BISELADO	m2	1.19	72.88	86.73
02.10.04	ACCESORIOS P. VENTANAS DE CRISTAL TEMPLADO	gib	4.00	300.00	1,200.00
02.10.05	ACCESORIOS P.MURO CORTINA DE CRISTAL TEMPLADO	gib	4.00	600.00	2,400.00
02.11	PINTURA				4,600.17
02.11.01	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN MUROS INTERIORES	m2	157.19	8.76	1,376.98
02.11.02	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN MUROS EXTERIORES	m2	20.35	16.73	340.46
02.11.03	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN CARAS INTERIORES DE VIGAS PER.	m2	17.02	8.76	149.10
02.11.04	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN CARAS EXTERIORES DE VIGAS PER.	m2	9.00	16.73	150.57
02.11.05	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN CARAS INTERIORES DE COLUMNAS	m2	14.41	8.76	126.23
02.11.06	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN CARAS EXTERIORES DE COLUMNAS	m2	10.80	16.73	180.68
02.11.07	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN TECHOS/CIELO RASO	m2	73.40	20.33	1,492.22
02.11.08	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN DERRAMES	m2	4.44	8.76	38.89
02.11.09	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN ESCALERA	m2	5.72	12.35	70.64
02.11.10	PINTURA EN PUERTAS INTERIORES DE MADERA C:BARNIZ -2MANOS	m2	23.82	20.64	491.64
02.11.11	PINTURA EN PUERTAS DE CLOSETS DE MADERA C:BARNIZ - 2 MANOS	m2	9.45	19.34	182.76
02.12	VARIOS, LIMPIEZA Y JARDINERÍA				1,500.00
02.12.01	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	gib	1.00	900.00	900.00
02.12.02	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	gib	1.00	600.00	600.00
03	INSTALACIONES ELECTRICAS				10,742.95
03.01	SALIDAS DE ILUMINACION				187.78
03.01.01	SALIDA PARA ALUMBRADO	und	16.00	10.19	163.04
03.01.02	SALIDA PARA BRAQUETE D	und	2.00	12.37	24.74
03.02	SALIDAS DE FUERZA				293.80
03.02.01	SALIDA PARA COCINA ELECTRICA	pto	1.00	63.04	63.04
03.02.02	SALIDA PARA CALENTADOR ELECTRICO	pto	2.00	115.38	230.76
03.03	CANALIZACIONES Y / O TUBERIAS				3,187.74
03.03.01	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 25 mm	m	144.70	22.03	3,187.74
03.04	CONDUCTORES Y / O CABLE				632.27
03.04.01	ALAMBRE THW 6 mm2	m	19.97	3.04	60.71
03.04.02	ALAMBRE TW 25 mm2	m	380.86	0.69	262.79
03.04.03	CABLE DE COXIAL	m	29.00	2.12	59.36
03.04.04	CABLE DE RED UTP	m	29.75	2.12	60.95
03.04.06	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2X30 A	und	3.00	62.82	188.46
03.05	INTERRUPTORES THERMOMAGNETICOS - DIFERENCIAL				482.34
03.05.01	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2X15 A	und	3.00	77.02	231.06
03.05.02	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2X20 A	und	4.00	62.82	251.28
03.06	TABLERO DE DISTRIBUCION				1,575.36
03.06.01	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2X 25 A	und	3.00	160.02	477.06
03.06.02	TABLEROS DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 12 POLOS	und	2.00	526.15	1,052.30
03.06.03	CAJA F*G* 100 x 100 x 50 mm	und	4.00	11.50	46.00
03.07	CAJAS DE PASO				14.00
03.07.01	SALIDA PARA INTERRUPTOR SIMPLE	und	10.00	1.40	14.00
03.08	INTERRUPTORES TOMACORRIENTE Y SEÑALES Y COMUNICACION				1,524.32
03.08.01	SALIDA DE TOMA CORRIENTE D	und	22.00	0.70	15.40
03.08.02	SALIDA PARA INTERRUPTOR DE CONMUTACION	und	4.00	47.07	188.28
03.08.03	SALIDA PARA TELEFONO EXTERNO	pto	8.00	38.30	306.40
03.08.04	SALIDA PARA TELEVISION	pto	4.00	63.66	214.24
03.08.06	INTERCOMUNICADORES	und	1.00	800.00	800.00
03.09	SISTEMA POZO TIERRA				731.93
03.09.01	POZO DE TIERRA	und	1.00	731.93	731.93
03.10	INSTALACION DE BOMBAS DE AGUA				2,113.41

Fecha :

17/06/2021 16:13:16

Presupuesto

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA,
DEPARTAMENTO DE LIMA

Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO
Lugar LIMA - LIMA - CARABAYLLO

Costo al 09/07/2021

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
03.10.01	INSTALACION BOMBA DE AGUA	gib	1.00	2,113.41	2,113.41
04	INSTALACIONES SANITARIAS				25,049.96
04.01	SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS				11,413.46
04.01.01	NODORO	und	3.00	426.10	1,278.30
04.01.02	LAVATORIO NACIONAL PEDESTAL BLANCO	und	3.00	1,371.30	4,113.90
04.01.03	LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE DOS POZAS	und	1.00	1,280.40	1,280.40
04.01.04	GRIFERIA SIMPLE PARA LAVATORIO	und	3.00	140.00	420.00
04.01.05	GRIFERIA TIPO GANSO	und	3.00	477.30	1,431.90
04.01.06	DUCHA CROMADA DE CABEZA GIRATORIA Y LLAVE MEZCLADORA	und	2.00	379.23	758.46
04.01.07	THERMA	und	2.00	426.10	852.20
04.01.08	MEZCLADORAS	und	3.00	426.10	1,278.30
04.02	SUMINISTRO Y ACCESORIOS				784.50
04.02.01	JUEGO DE ACCESORIOS (PAPELERA, JABONERA, TALLERO)	jgo	3.00	149.90	449.70
04.02.02	INSTALACION DE APARATOS SANITARIOS	und	21.00	13.95	292.95
04.02.03	INSTALACION DE ACCESORIOS	gib	3.00	13.95	41.85
04.03	SALIDAS DE AGUA FRÍA				4,918.04
04.03.01	SALIDA DE AGUA FRÍA TUBERIA PVC C-10 O 1/2"	pto	12.00	74.76	897.12
04.03.02	SALIDA DE AGUA FRÍA TUBERIA PVC C-10 O 3/4"	pto	1.00	172.09	172.09
04.03.03	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA				1,524.92
04.03.03.01	CODO PVC 1/2"	und	50.00	15.74	787.00
04.03.03.02	CODO PVC 3/4"	und	25.00	16.62	415.50
04.03.03.03	TEE CPVC 3/4"	und	5.00	18.50	92.50
04.03.03.04	TEE CPVC 1/2"	und	8.00	17.40	139.20
04.03.03.05	REDUCCION DE CPVC 3/4 a 1/2"	und	6.00	15.12	90.72
04.03.04	RED DE ALIMENTACION				1,771.51
04.03.04.01	RED DE DISTRIBUCION INTERNA CON TUBERIA DE PVC C-10 DE 1/2"	m	32.33	31.60	1,021.63
04.03.04.02	RED DE DISTRIBUCION INTERNA CON TUBERIA DE PVC C-10 DE 3/4"	m	26.33	28.48	749.88
04.03.05	VALVULAS AGUA FRÍA				552.40
04.03.05.01	VALVULA ESFERICA DE 3/4"	und	3.00	46.40	139.20
04.03.05.02	VALVULA ESFERICA DE 1/2"	und	6.00	33.30	199.80
04.03.05.03	VALVULA FLOTADOR DE 1/2"	und	1.00	33.30	33.30
04.03.05.04	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 3/4"	und	1.00	180.10	180.10
04.04	SISTEMA DE AGUA CALIENTE				3,502.41
04.04.01	SALIDA AGUA CALIENTE TUBERIA CPVC O 1/2"	pto	7.00	101.57	710.99
04.04.02	SALIDA AGUA CALIENTE TUBERIA CPVC O 3/4"	pto	1.00	42.34	42.34
04.04.03	RED DE AGUA CALIENTE				
04.04.04	RED DE DISTRIBUCION INTERIOR DE AGUA CALIENTE CON TUBERIA CPVC O 3/4"	m	20.20	65.06	1,314.21
04.04.05	RED DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE CON TUBERIA CPVC DE 1/2"	m	20.36	22.30	454.03
04.04.06	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA CALIENTE				708.44
04.04.06.01	CODO PVC 3/4"	pto	8.00	37.02	296.16
04.04.06.02	CODO PVC 1/2"	und	20.00	15.74	314.80
04.04.06.03	TEE CPVC 3/4"	und	2.00	18.50	37.00
04.04.06.04	REDUCCION DE CPVC 3/4 a 1/2"	und	4.00	15.12	60.48
04.04.07	VALVULAS AGUA CALIENTE				
04.04.08	VALVULA ESFERICA DE 3/4"	und	3.00	46.40	139.20
04.04.09	VALVULA ESFERICA DE 1/2"	und	4.00	33.30	133.20
04.05	SISTEMA DE DESAGUE				4,431.55
04.05.01	SALIDA DESAGUE DE PVC SAL 2"	pto	19.00	22.43	426.17
04.05.02	SALIDA DESAGUE DE PVC-SAL 4"	pto	4.00	62.85	251.40
04.05.03	TUBERIA RED DE MONTANTES COLECTORAS				

Presupuesto

Presupuesto **0409001** **MODULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO. PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO**
Lugar **LIMA - LIMA - CARABAYLLO**

Costo al **09/07/2021**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
04.05.04	MONTANTE DE TUBERIA PVC SAL 4"	m	22.00	22.25	489.50
04.05.05	MONTANTE DE PVC SAL 2"	m	20.53	12.55	257.65
04.05.06	MONTANTE DE VENTILACION PVC SAL 2"	m	5.50	12.55	69.03
04.05.07	ACCESORIOS Y ADITAMIENTOS DE RED DE DESAGUE				
04.05.08	CODO SAP PVC 4"X90°	und	2.00	20.88	41.76
04.05.09	CODO SAP PVC 2"X90°	und	18.00	30.89	556.02
04.05.10	CODO SAP PVC 2"X45°	und	5.00	16.26	81.30
04.05.11	TEES SAP PVC 4"	und	4.00	26.05	104.20
04.05.12	TEES SAP PVC 2"	und	4.00	35.18	140.72
04.05.13	TEES SANITARIA PVC 4"	und	2.00	22.09	44.18
04.05.14	YEE SANITARIA PVC 4"	und	3.00	28.14	84.42
04.05.15	YEE SANITARIA PVC 2"	und	11.00	18.79	206.69
04.05.16	REDUCTOR 4 A 2"	und	4.00	18.53	74.12
04.05.17	SOMBRERO DE VENTILACION 4"	und	2.00	32.03	64.06
04.05.18	SOMBRERO DE VENTILACION 2"	und	2.00	21.58	43.16
04.05.19	REGISTRO DE BRONCE 4"	und	2.00	46.06	92.12
04.05.20	REGISTRO DE BRONCE 2"	und	3.00	23.82	71.46
04.05.21	SUMIDERO DE BRONCE ROSCADO 2"	und	7.00	86.55	605.85
04.05.22	CAMARAS DE INSPECCION				727.74
04.05.22.01	CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 12" x 24"	und	2.00	242.58	485.16
04.05.22.02	REBOSE DE TANQUE ELEVADO 2"	und	1.00	242.58	242.58
05	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD				5,918.03
05.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				2,685.69
05.01.01	CERCO PERIMETRICO PROVISIONAL DE TRIPLAY DE 6.0 mm	m	27.00	99.47	2,685.69
05.02	TRABAJOS PRELIMINARES				500.00
05.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	500.00	500.00
05.03	INSTALACIONES PROVISIONALES				400.00
05.03.01	ENERGIA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN	glb	1.00	200.00	200.00
05.03.02	AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	glb	1.00	200.00	200.00
05.04	SEGURIDAD				2,332.34
05.04.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1.00	1,822.34	1,822.34
05.04.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	450.00	450.00
05.04.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	60.00	60.00
	COSTO DIRECTO				174,438.49

Análisis de precios unitarios del sistema convencional-Arquitectura

S10

Pagina : 20

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **002** ARQUITECTURA

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **02.01.01** MURO LADR. PANDERETA DE CANTO MEZC. C:A 1:4 P/TARRAJEAR

Rendimiento **m2/DIA** MO. **11.5000** EQ. **11.5000** Costo unitario directo por : m2 **57.76**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6957	23.49	16.34
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.3478	16.79	5.84
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0696	28.19	1.96
24.14						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0020	3.56	0.01
0205010039	ARENA GRUESA	m3		0.0165	48.31	0.80
0217010010	LADRILLO DE ARCILLA PANDERETA 9X12X24	Und.		31.0000	0.68	21.08
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.1467	18.48	2.71
0239050000	AGUA	m3		0.0043	5.68	0.02
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.4030	3.50	1.41
26.03						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	24.14	1.21
0348090002	ANDAMIO METAL TABLAS ALQUILER	est		0.5800	11.00	6.38
7.59						

Partida **02.02.01** TARRAJEO PRIMARIO Y RAYADO C/MEZCLA 1:5 E=1.5CM

Rendimiento **m2/DIA** MO. **16.0000** EQ. **16.0000** Costo unitario directo por : m2 **23.85**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	23.49	11.75
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.2500	16.79	4.20
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	28.19	1.41
17.36						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0220	3.56	0.08
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0160	78.00	1.25
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.1170	18.48	2.16
0239050000	AGUA	m3		0.0055	5.68	0.03
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	2.60	0.07
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.5800	3.50	2.03
5.62						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	17.36	0.87
0.87						

Fecha :

17/06/2021 16:05:55

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 02.02.02 TARRAJEO EN MUROS INTERIORES C:A 1:5 E=1.5 cm

Rendimiento m2/DIA MO. 16.0000 EQ. 16.0000 Costo unitario directo por : m2 23.73

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	23.49	11.75
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.2500	16.79	4.20
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	28.19	1.41
17.36						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0300	3.56	0.11
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0180	78.00	1.40
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.1130	18.48	2.09
0239050000	AGUA	m3		0.0025	5.68	0.01
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	2.60	0.07
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.5200	3.50	1.82
5.50						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	17.36	0.87
0.87						

Partida 02.02.03 TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES C:A 1:5 E=1.5 cm

Rendimiento m2/DIA MO. 13.5000 EQ. 13.5000 Costo unitario directo por : m2 28.59

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5926	23.49	13.92
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.2963	16.79	4.97
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0593	28.19	1.67
20.56						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0220	3.56	0.08
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0180	78.00	1.40
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.1130	18.48	2.09
0239050000	AGUA	m3		0.0060	5.68	0.03
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	2.60	0.07
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.9500	3.50	3.33
7.00						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	20.56	1.03
1.03						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **002** ARQUITECTURA Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **02.02.04** TARRAJEO EN CARAS INTERIORES DE VIGAS PER. C:A 1:5 E=1.5 cm

Rendimiento **m2/DIA** MO. **13.5000** EQ. **13.5000** Costo unitario directo por : m2 **27.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5926	23.49	13.92
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.2963	16.79	4.97
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0593	28.19	1.67
20.56						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0300	3.56	0.11
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0180	78.00	1.40
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.1130	18.48	2.09
0239050000	AGUA	m3		0.0025	5.68	0.01
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	2.60	0.07
0243550002	MADERA ANDAMAJE	p2		0.5200	3.50	1.82
5.50						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	20.56	1.03
1.03						

Partida **02.02.05** TARRAJEO EN CARAS EXTERIORES DE VIGAS PER. C:A 1:5 E=1.5 cm

Rendimiento **m2/DIA** MO. **13.5000** EQ. **13.5000** Costo unitario directo por : m2 **28.59**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5926	23.49	13.92
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.2963	16.79	4.97
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0593	28.19	1.67
20.56						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0220	3.56	0.08
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0180	78.00	1.40
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.1130	18.48	2.09
0239050000	AGUA	m3		0.0060	5.68	0.03
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	2.60	0.07
0243550002	MADERA ANDAMAJE	p2		0.9500	3.50	3.33
7.00						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	20.56	1.03
1.03						

S10

Pagina : 23

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 02.02.06 TARRAJEO EN CARAS INTERIORES DE COLUMNAS C:A 1:5 E=1.5 cm

Rendimiento m2/DIA MO. 16.0000 EQ. 16.0000 Costo unitario directo por : m2 23.73

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	23.49	11.75
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.2500	16.79	4.20
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	28.19	1.41
17.36						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0300	3.56	0.11
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0180	78.00	1.40
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.1130	18.48	2.09
0239050000	AGUA	m3		0.0025	5.68	0.01
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	2.60	0.07
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.5200	3.50	1.82
5.50						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	17.36	0.87
0.87						

Partida 02.02.07 TARRAJEO EN CARAS EXTERIORES DE COLUMNAS C:A 1:5 E=1.5 cm

Rendimiento m2/DIA MO. 13.5000 EQ. 13.5000 Costo unitario directo por : m2 28.59

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5926	23.49	13.92
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.2963	16.79	4.97
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0593	28.19	1.67
20.56						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0220	3.56	0.08
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0180	78.00	1.40
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.1130	18.48	2.09
0239050000	AGUA	m3		0.0060	5.68	0.03
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	2.60	0.07
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.9500	3.50	3.33
7.00						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	20.56	1.03
1.03						

Fecha : 17/06/2021 16:05:55

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **002** ARQUITECTURA Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **02.02.08** TARRAJEO EN TECHOS/CIELO RASO C:A 1:5 E=1.5 cm

Rendimiento **m2/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m2 **36.91**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	23.49	18.79
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.4000	16.79	6.72
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	28.19	2.26
27.77						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0300	3.56	0.11
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0180	78.00	1.40
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.1130	18.48	2.09
0239050000	AGUA	m3		0.0080	5.68	0.05
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0250	2.60	0.07
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		1.1500	3.50	4.03
7.75						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	27.77	1.39
1.39						

Partida **02.02.09** VESTIDURA DE DERRAMES C:A 1:5 E=1.5 cm

Rendimiento **m/DIA** MO. **18.0000** EQ. **18.0000** Costo unitario directo por : m **15.87**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	23.49	10.44
0147010004	PEON	hh	0.3300	0.1467	16.79	2.46
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	28.19	1.25
14.15						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0060	3.56	0.02
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0018	78.00	0.14
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0119	18.48	0.22
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0730	2.60	0.19
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.1270	3.50	0.44
1.01						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	14.15	0.71
0.71						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **002** ARQUITECTURA

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **02.03.01** CONTRAPISO E=48 MM. BASE3.8CM.MEZC.1:5.ACAB.1 CM. PASTA 1:2

Rendimiento **m2/DIA** MO. **100.0000** EQ. **100.0000** Costo unitario directo por : m2 **31.97**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.0800	24.09	1.93
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	0.2400	23.49	5.64
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	18.57	1.49
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.4800	16.79	8.06
0147010005	CAPATAZ	hh	0.3000	0.0240	28.19	0.68
17.80						
Materiales						
020400009	ARENA FINA	m3		0.0510	78.00	3.98
022100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.4550	18.48	8.41
0239050000	AGUA	m3		0.0136	5.68	0.08
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0600	2.50	0.16
0286010001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.0375	9.69	0.36
0286010002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0013	37.40	0.05
0286010003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0025	10.38	0.03
13.07						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	17.80	0.89
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	0.1000	0.0080	26.21	0.21
1.10						

Partida **02.03.02** PISO DE CERAMICO BLANCO 40x40 cm

Rendimiento **m2/DIA** MO. **7.0000** EQ. **7.0000** Costo unitario directo por : m2 **55.60**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	23.49	26.85
0147010004	PEON	hh	0.3300	0.3771	16.79	6.33
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	28.19	3.22
36.40						
Materiales						
0221000010	PEGAMENTO GRIS PARA CERAMICO	kg		0.1400	13.14	1.84
0221000011	FRAGUA BLANCA	kg		0.3333	3.56	1.19
0239050000	AGUA	m3		0.0063	5.68	0.04
0285010006	CERAMICO BLANCO 40x40 cm	m2		1.0500	13.47	14.14
0285010007	CRUCETA C/TOMAD (100 Und)	bls		0.0400	4.15	0.17
17.38						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	36.40	1.82
1.82						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 02.03.03 PISO DE CERAMICO IMITACION MADERA CLARA

Rendimiento m2/DIA MO. 7.0000 EQ. 7.0000 Costo unitario directo por : m2 59.06

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	23.49	26.85
0147010004	PEON	hh	0.3300	0.3771	16.79	6.33
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	28.19	3.22
36.40						
Materiales						
0221000010	PEGAMENTO GRIS PARA CERAMICO	kg		0.1400	13.14	1.84
0221000012	FRAGUA COLOR	kg		0.3333	3.56	1.19
0239050000	AGUA	m3		0.0063	5.68	0.04
0285010007	CRUCETA C/TOMAD (100 Und)	bis		0.0167	4.15	0.07
0285010008	CERAMICO IMITACION MADERA CLARA	m2		1.0500	16.86	17.70
20.84						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	36.40	1.82
1.82						

Partida 02.03.04 PISO DE CERAMICO IMITACION MADERA GRIS

Rendimiento m2/DIA MO. 7.0000 EQ. 7.0000 Costo unitario directo por : m2 59.06

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	23.49	26.85
0147010004	PEON	hh	0.3300	0.3771	16.79	6.33
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	28.19	3.22
36.40						
Materiales						
0221000010	PEGAMENTO GRIS PARA CERAMICO	kg		0.1400	13.14	1.84
0221000012	FRAGUA COLOR	kg		0.3333	3.56	1.19
0239050000	AGUA	m3		0.0063	5.68	0.04
0285010007	CRUCETA C/TOMAD (100 Und)	bis		0.0167	4.15	0.07
0285010009	CERAMICO IMITACION MADERA GRIS	m2		1.0500	16.86	17.70
20.84						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	36.40	1.82
1.82						

Partida 02.04.01 CONTRAZOCALO DE CERAMICO 10x30cm

Rendimiento m/DIA MO. 18.0000 EQ. 18.0000 Costo unitario directo por : m 25.41

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	23.49	10.44
0147010004	PEON	hh	0.3300	0.1467	16.79	2.46
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	28.19	1.25
14.15						
Materiales						
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0012	78.00	0.09
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.1340	18.48	2.48
0221000012	FRAGUA COLOR	kg		0.2000	3.56	0.71
0285010011	ZOCALO DE CERAMICO BLANCO 10x30 cm	m		1.0500	6.92	7.27
10.55						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	14.15	0.71
0.71						

Fecha : 17/06/2021 16:05:55

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **002** ARQUITECTURA

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **02.04.02** ZOCALO DE CERAMICO BLANCO 40x40cm

Rendimiento **m2/DIA** MO. **4.0000** EQ. **4.0000** Costo unitario directo por : m2 **86.46**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.49	46.98
0147010004	PEON	hh	0.3300	0.6600	16.79	11.08
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	28.19	5.64
63.70						
Materiales						
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0250	78.00	1.95
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.1500	18.48	2.77
0221000011	FRAGUA BLANCA	kg		0.2000	3.56	0.71
0285010006	CERAMICO BLANCO 40x40 cm	m2		1.0500	13.47	14.14
19.57						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	63.70	3.19
3.19						

Partida **02.04.03** ZOCALO DE AZULEJOS COCINA

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **47.07**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.49	15.66
0147010004	PEON	hh	0.3300	0.2200	16.79	3.69
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	28.19	1.88
21.23						
Materiales						
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0250	78.00	1.95
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.1500	18.48	2.77
0221000012	FRAGUA COLOR	kg		0.2000	3.56	0.71
0285010012	AZULEJOS DE CERAMICO PARA COCINA	m2		1.0500	18.43	19.35
24.78						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	21.23	1.06
1.06						

Partida **02.05.01** REVESTIMIENTO DE CERAMICO IMITACION MADERA CLARA

Rendimiento **m2/DIA** MO. **5.0000** EQ. **5.0000** Costo unitario directo por : m2 **74.35**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	23.49	37.58
0147010004	PEON	hh	0.3300	0.5280	16.79	8.87
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1600	28.19	4.51
50.96						
Materiales						
0221000010	PEGAMENTO GRIS PARA CERAMICO	kg		0.1400	13.14	1.84
0221000012	FRAGUA COLOR	kg		0.3333	3.56	1.19
0239050000	AGUA	m3		0.0063	5.68	0.04
0285010007	CRUCETA C/TOMAD (100 Und)	bls		0.0167	4.15	0.07
0285010008	CERAMICO IMITACION MADERA CLARA	m2		1.0500	16.86	17.70
20.84						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	50.96	2.55
2.55						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA			Fecha presupuesto	09/07/2021		
Subpresupuesto	002 ARQUITECTURA						
Partida	02.06.01 CUBIERTA LADRILLO PASTELERO 25X25 ASENT. C/MEZ. 1:5, JUNTA 1:5 E=1.5CM						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2			56.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.49	9.40	
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.8000	16.79	13.43	
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	28.19	1.13	
23.96							
Materiales							
0204000009	ARENA FINA	m3		0.0327	78.00	2.55	
0217010011	LADRILLO ARCILLA PASTELERO A MAQUINA 3X25X25	Und.		17.0000	1.41	23.97	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.2310	18.48	4.27	
0239050000	AGUA	m3		0.0084	5.68	0.05	
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0070	2.60	0.02	
30.86							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	23.96	1.20	
1.20							
Partida	02.07.01 PUERTA DE MADERA MACHIMBRADA CON GIRO 90°						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : m2			335.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	23.49	93.96	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	4.0000	18.57	74.28	
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.4000	28.19	11.28	
179.52							
Materiales							
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0750	3.56	0.27	
0239000001	COLA SINTETICA	gal		0.1200	15.25	1.83	
0239020075	LUJA PARA MADERA	Und.		1.5000	1.61	2.42	
0243130000	MADERA DE CEDRO (p2)	p2		23.0000	5.80	133.40	
137.92							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	179.52	8.98	
0348900001	SIERRA CIRCULAR	hm	0.2500	1.0000	5.48	5.48	
0349900012	CEPILLADORA ELECTRICA	hm	0.2500	1.0000	3.99	3.99	
18.45							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **002** ARQUITECTURA

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **02.07.02** PUERTA CONTRAPLACADA DE MDF CON GIRO 90°

Rendimiento **m2/DIA** MO. **3.0000** EQ. **3.0000** Costo unitario directo por : m2 **241.07**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	23.49	62.64
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	2.6667	18.57	49.52
0147010005	CAPATAZ	hh	0.2500	0.6667	28.19	18.79
130.95						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0669	3.56	0.24
0239000001	COLA SINTETICA	gal		0.1028	15.25	1.57
0239020075	LJA PARA MADERA	Und.		1.1000	1.61	1.77
0243130000	MADERA DE CEDRO (p2)	p2		10.3000	5.80	59.74
0280010008	TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 6 mm	pl		1.0000	35.20	35.20
98.52						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	130.95	6.55
0348900001	SIERRA CIRCULAR	hm	0.2000	0.5333	5.48	2.92
0349900012	CEPILLADORA ELECTRICA	hm	0.2000	0.5333	3.99	2.13
11.60						

Partida **02.07.03** PUERTA CONTRAPLACADA PARA CLOSETS

Rendimiento **m2/DIA** MO. **3.0000** EQ. **3.0000** Costo unitario directo por : m2 **218.67**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	23.49	62.64
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	2.6667	18.57	49.52
0147010005	CAPATAZ	hh	0.2500	0.6667	28.19	18.79
130.95						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0669	3.56	0.24
0239000001	COLA SINTETICA	gal		0.1028	15.25	1.57
0239020075	LJA PARA MADERA	Und.		1.1000	1.61	1.77
0243130000	MADERA DE CEDRO (p2)	p2		8.3000	5.80	48.14
0280010006	TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 4 mm	pl		1.0000	24.40	24.40
76.12						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	130.95	6.55
0348900001	SIERRA CIRCULAR	hm	0.2000	0.5333	5.48	2.92
0349900012	CEPILLADORA ELECTRICA	hm	0.2000	0.5333	3.99	2.13
11.60						

Partida **02.07.04** REPOSTEROS BAJOS

Rendimiento **m/DIA** MO. **3.0000** EQ. **3.0000** Costo unitario directo por : m **1,200.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Subcontratos						
0401090069	REPOSTEROS BAJOS	glb		1.0000	1,200.00	1,200.00
1,200.00						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **002** ARQUITECTURA

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **02.07.05** REPOSTEROS ALTOS

Rendimiento **m/DIA** MO. **3.0000** EQ. **3.0000** Costo unitario directo por : m **1,000.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
0401090070	REPOSTEROS ALTOS	glb		1.0000	1,000.00	1,000.00
						1,000.00

Partida **02.08.01** MARCO DE ALUMINIO PARA VENTANAS

Rendimiento **m/DIA** MO. **5.0000** EQ. **5.0000** Costo unitario directo por : m **170.90**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	23.49	37.58
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	18.57	29.71
0147010005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.3200	28.19	9.02
						76.31
	Materiales					
0289020002	VENTANA DE ALUMINIO (INCL. COLOCACIÓN, CERRAJERIA Y ACABADOS)	m		1.1000	82.52	90.77
						90.77
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	76.31	3.82
						3.82

Partida **02.08.02** BARANDA METALICA DE ACERO HSRO 2" x 3mm h = 0.90m

Rendimiento **m/DIA** MO. **5.0000** EQ. **5.0000** Costo unitario directo por : m **183.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	23.49	37.58
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	18.57	29.71
0147010005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.3200	28.19	9.02
						76.31
	Materiales					
0230470004	SOLDADURA CELLOCORD P 3/12"	kg		0.2000	10.68	2.14
0251050005	TUBO DE ACERO HSRO Ø 2" x 3 mm x 6.00 m	m		2.5000	13.37	33.43
0254010001	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.1500	26.69	4.00
0254220010	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.1500	39.83	5.97
						45.54
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	76.31	3.82
0349070050	MOTOSOLDADORA DE 250 A	hm	1.0000	1.6000	35.98	57.57
						61.39

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 02.09.01 CERRADURA 3 GOLPES EN PUERTA CON TIRADOR CROMO MATE

Rendimiento pza/DIA MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : pza 117.88

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.49	46.98
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	28.19	5.64
52.62						
Materiales						
0226070085	CERRADURA EXTERIOR DE TRES GOLPES	Und.		1.0000	62.63	62.63
62.63						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	52.62	2.63
2.63						

Partida 02.09.02 CERRADURA PPUERTA INTERIOR DORMITORIO CROMO MATE

Rendimiento pza/DIA MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : pza 65.25

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.49	46.98
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	28.19	5.64
52.62						
Materiales						
0226510044	CERRADURA DE PERILLA	pza		1.0000	12.63	12.63
12.63						

Partida 02.09.03 CERRADURA PPUERTA INTERIOR BAÑO CROMO MATE

Rendimiento pza/DIA MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : pza 67.88

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.49	46.98
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	28.19	5.64
52.62						
Materiales						
0226510044	CERRADURA DE PERILLA	pza		1.0000	12.63	12.63
12.63						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	52.62	2.63
2.63						

Partida 02.09.04 CERRADURA PARA MAMPARAS DE ALUMINIO

Rendimiento pza/DIA MO. 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : pza 157.39

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	23.49	62.64
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2667	28.19	7.52
70.16						
Materiales						
0226070094	CERRADURA EXTERIOR P/MAMPARA	Und.		1.0000	83.72	83.72
83.72						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	70.16	3.51
3.51						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 02.09.05 CHAPAS DE CLOSETS

Rendimiento pza/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : pza 26.81

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.49	15.66
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	28.19	1.88
17.54						
Materiales						
0226510046	CHAPA SIMPLE PARA CLOSET	pza		1.0000	8.39	8.39
8.39						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	17.54	0.88
0.88						

Partida 02.09.06 BISAGRAS CANGREJO DE COCINA

Rendimiento par/DIA MO. 24.0000 EQ. 24.0000 Costo unitario directo por : par 9.97

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.3333	23.49	7.83
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0333	28.19	0.94
8.77						
Materiales						
0226160017	BISAGRA CANGREJO DE ACERO INOXIDABLE	pza		1.0000	0.76	0.76
0.76						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	8.77	0.44
0.44						

Partida 02.09.07 BISAGRA CAPUCHINAS ALUMINIZADAS 3 1/2"

Rendimiento pza/DIA MO. 24.0000 EQ. 24.0000 Costo unitario directo por : pza 12.28

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.3333	23.49	7.83
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0333	28.19	0.94
8.77						
Materiales						
0226160013	BISAGRA CAPUCHINA SERIE FBB179 3 1/2" x 3 1/2"	pza		1.0000	3.07	3.07
3.07						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	8.77	0.44
0.44						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA
 Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 02.10.01 VIDRIO TEMPLADO E=6mm

Rendimiento m2/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m2 159.42

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	23.49	6.26
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.5333	18.57	9.90
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	28.19	0.75
16.91						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0100	3.56	0.04
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		2.1600	3.50	7.56
0254080003	SILICONA PARA VIDRIO	Und.		0.1500	11.78	1.77
0279000061	VIDRIO TEMPLADO INCOLORO DE E=6mm	m2		1.0500	125.99	132.29
141.66						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	16.91	0.85
0.85						

Partida 02.10.02 MAMPARA DE VIDRIO TEMPLADO E=6mm INC. INSTALACION Y ACCESORIOS

Rendimiento m2/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m2 518.24

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	23.49	6.26
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.5333	18.57	9.90
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	28.19	0.75
16.91						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0100	3.56	0.04
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		2.1600	3.50	7.56
0254080003	SILICONA PARA VIDRIO	Und.		0.1500	11.78	1.77
0279000061	VIDRIO TEMPLADO INCOLORO DE E=6mm	m2		1.0500	125.99	132.29
0289020003	MARCO DE ALUMINIO PARA PUERTA DE VIDRIO TEMPLADO	m		3.5000	102.52	358.82
500.48						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	16.91	0.85
0.85						

Partida 02.10.03 ESPEJO BISELADO

Rendimiento m2/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m2 72.88

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	23.49	6.26
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	28.19	0.75
7.01						
Materiales						
0254080003	SILICONA PARA VIDRIO	Und.		0.1500	11.78	1.77
0279000068	ESPEJO	m2		1.0500	60.71	63.75
65.52						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7.01	0.35
0.35						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA						Fecha presupuesto	09/07/2021
Subpresupuesto	002 ARQUITECTURA							
Partida	02.10.04 ACCESORIOS P. VENTANAS DE CRISTAL TEMPLADO							
Rendimiento	glb/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000				Costo unitario directo por : glb	300.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
	Materiales							
027900071	ACCESORIOS P. VENTANAS DE CRISTAL TEMPLADO		glb		1.0000	300.00		300.00
								300.00
Partida	02.10.05 ACCESORIOS P. MURO CORTINA DE CRISTAL TEMPLADO							
Rendimiento	glb/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000				Costo unitario directo por : glb	600.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
	Materiales							
027900070	ACCESORIOS P. MURO CORTINA DE CRISTAL TEMPLADO		glb		1.0000	600.00		600.00
								600.00
Partida	02.11.01 PINTURA LATEX A 2 MANOS EN MUROS INTERIORES							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 28.0000	EQ. 28.0000				Costo unitario directo por : m2	8.76
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
	Mano de Obra							
014701002	OPERARIO		hh	1.0000	0.2857	23.49		6.71
014701005	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0286	28.19		0.81
								7.52
	Materiales							
0239020075	LIJA PARA MADERA		Und.		0.1000	1.61		0.16
0254030028	PINTURA LATEX		gal		0.0400	17.04		0.68
0254030031	IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)		bls		0.0100	16.95		0.17
								1.01
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	7.52		0.23
								0.23
Partida	02.11.02 PINTURA LATEX A 2 MANOS EN MUROS EXTERIORES							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000				Costo unitario directo por : m2	16.73
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/		Parcial S/
	Mano de Obra							
014701002	OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	23.49		9.40
014701005	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0400	28.19		1.13
								10.53
	Materiales							
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS		kg		0.0200	3.56		0.07
0239020075	LIJA PARA MADERA		Und.		0.1000	1.61		0.16
0243550002	MADERA ANDAMIAJE		p2		0.4020	3.50		1.41
0254030028	PINTURA LATEX		gal		0.0500	17.04		0.85
0254030031	IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)		bls		0.2000	16.95		3.39
								5.88
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	10.53		0.32
								0.32

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 02.11.03 PINTURA LATEX A 2 MANOS EN CARAS INTERIORES DE VIGAS PER.

Rendimiento m2/DIA MO. 28.0000 EQ. 28.0000 Costo unitario directo por : m2 8.76

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2857	23.49	6.71
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0286	28.19	0.81
7.52						
Materiales						
0239020075	LJA PARA MADERA	Und.		0.1000	1.61	0.16
0254030028	PINTURA LATEX	gal		0.0400	17.04	0.68
0254030031	IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)	bls		0.0100	16.95	0.17
1.01						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.52	0.23
0.23						

Partida 02.11.04 PINTURA LATEX A 2 MANOS EN CARAS EXTERIORES DE VIGAS PER.

Rendimiento m2/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m2 16.73

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.49	9.40
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	28.19	1.13
10.53						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0200	3.56	0.07
0239020075	LJA PARA MADERA	Und.		0.1000	1.61	0.16
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.4020	3.50	1.41
0254030028	PINTURA LATEX	gal		0.0500	17.04	0.85
0254030031	IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)	bls		0.2000	16.95	3.39
5.88						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	10.53	0.32
0.32						

Partida 02.11.05 PINTURA LATEX A 2 MANOS EN CARAS INTERIORES DE COLUMNAS

Rendimiento m2/DIA MO. 28.0000 EQ. 28.0000 Costo unitario directo por : m2 8.76

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2857	23.49	6.71
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0286	28.19	0.81
7.52						
Materiales						
0239020075	LJA PARA MADERA	Und.		0.1000	1.61	0.16
0254030028	PINTURA LATEX	gal		0.0400	17.04	0.68
0254030031	IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)	bls		0.0100	16.95	0.17
1.01						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.52	0.23
0.23						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Subpresupuesto **002 ARQUITECTURA** Fecha presupuesto **09/07/2021**

Parida **02.11.06 PINTURA LATEX A 2 MANOS EN CARAS EXTERIORES DE COLUMNAS**

Rendimiento **m2/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000** Costo unitario directo por : m2 **16.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.49	9.40
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	28.19	1.13
10.53						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0200	3.56	0.07
0239020075	LUA PARA MADERA	Und.		0.1000	1.61	0.16
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.4020	3.50	1.41
0254030028	PINTURA LATEX	gal		0.0500	17.04	0.85
0254030031	IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)	bls		0.2000	16.95	3.39
5.88						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	10.53	0.32
0.32						

Parida **02.11.07 PINTURA LATEX A 2 MANOS EN TECHOS/CIELO RASO**

Rendimiento **m2/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000** Costo unitario directo por : m2 **20.33**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	23.49	12.53
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	28.19	1.50
14.03						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0200	3.56	0.07
0239020075	LUA PARA MADERA	Und.		0.1000	1.61	0.16
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.4020	3.50	1.41
0254030028	PINTURA LATEX	gal		0.0500	17.04	0.85
0254030031	IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)	bls		0.2000	16.95	3.39
5.88						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	14.03	0.42
0.42						

Parida **02.11.08 PINTURA LATEX A 2 MANOS EN DERRAMES**

Rendimiento **m2/DIA MO. 28.0000 EQ. 28.0000** Costo unitario directo por : m2 **8.76**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2857	23.49	6.71
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0286	28.19	0.81
7.52						
Materiales						
0239020075	LUA PARA MADERA	Und.		0.1000	1.61	0.16
0254030028	PINTURA LATEX	gal		0.0400	17.04	0.68
0254030031	IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)	bls		0.0100	16.95	0.17
1.01						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.52	0.23
0.23						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 002 ARQUITECTURA Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 02.11.09 PINTURA LATEX A 2 MANOS EN ESCALERA

Rendimiento m2/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m2 12.35

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.49	9.40
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	28.19	1.13
10.53						
Materiales						
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0100	3.56	0.04
0239020075	LIJA PARA MADERA	Und.		0.1000	1.61	0.16
0243550002	MADERA ANDAMIAJE	p2		0.0201	3.50	0.07
0254030028	PINTURA LATEX	gal		0.0500	17.04	0.85
0254030031	IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)	bls		0.0100	16.95	0.17
1.29						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	10.53	0.53
0.53						

Partida 02.11.10 PINTURA EN PUERTAS INTERIORES DE MADERA C/BARNIZ -2 MANOS

Rendimiento m2/DIA MO. 18.0000 EQ. 18.0000 Costo unitario directo por : m2 20.64

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	23.49	10.44
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.2222	16.79	3.73
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	28.19	1.25
15.42						
Materiales						
0239020075	LIJA PARA MADERA	Und.		0.2000	1.61	0.32
0254070019	TAPAPOROS DE MADERA ACABADA CON BARNIZ O LACA	gal		0.0556	41.95	2.33
0254080004	BARNIZ	gal		0.0500	42.29	2.11
4.76						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	15.42	0.46
0.46						

Partida 02.11.11 PINTURA EN PUERTAS DE CLOSETS DE MADERA C/BARNIZ- 2 MANOS

Rendimiento m2/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m2 19.34

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.49	9.40
0147010004	PEON	hh	0.5000	0.2000	16.79	3.36
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	28.19	1.13
13.89						
Materiales						
0239020075	LIJA PARA MADERA	Und.		0.2000	1.61	0.32
0254070019	TAPAPOROS DE MADERA ACABADA CON BARNIZ O LACA	gal		0.0556	41.95	2.33
0254080004	BARNIZ	gal		0.0500	42.29	2.11
4.76						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	13.89	0.69
0.69						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001	MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA					
Subpresupuesto	002	ARQUITECTURA					
Partida	02.12.01	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : glb			900.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Subcontratos						
0401090072	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	glb		1.0000	900.00	900.00	900.00
Partida	02.12.02	LIMPIEZA FINAL DE OBRA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : glb			600.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Subcontratos						
0401090071	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	glb		1.0000	600.00	600.00	600.00

Análisis de precios unitarios del sistema convencional-Estructuras

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001	MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA					Fecha presupuesto	09/07/2021
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS						
Partida	01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m2			3.30	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.1600	16.79	2.69		
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	28.19	0.45		
						3.14		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.14	0.16		
						0.16		
Partida	01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m2			3.10	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0178	25.00	0.45		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0178	18.57	0.33		
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0533	16.79	0.89		
0147010005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0036	28.19	0.10		
						1.77		
	Materiales							
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.1000	3.09	0.31		
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0160	18.48	0.30		
0229060005	CAL EN BOLSA DE 30 KG	bls		0.0100	15.78	0.16		
0243040005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		0.0100	6.20	0.06		
0275010001	CORDEL	m		0.1900	0.20	0.04		
						0.87		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.77	0.09		
0349190005	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	hm	1.0000	0.0178	9.24	0.16		
0349880004	TEODOLITO Y MIRA	hm	1.0000	0.0178	11.64	0.21		
						0.46		
Partida	01.01.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m2			3.11	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0178	25.00	0.45		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0178	18.57	0.33		
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0533	16.79	0.89		
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0018	28.19	0.05		
						1.72		
	Materiales							
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.1000	3.09	0.31		
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0160	18.48	0.30		
0229060005	CAL EN BOLSA DE 30 KG	bls		0.0100	15.78	0.16		
0243040005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		0.0200	6.20	0.12		
0275010001	CORDEL	m		0.1900	0.20	0.04		
						0.93		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.72	0.09		
0349190005	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	hm	1.0000	0.0178	9.24	0.16		
0349880004	TEODOLITO Y MIRA	hm	1.0000	0.0178	11.64	0.21		
						0.46		

Fecha : 17/06/2021 16:02:28

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001	MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA					Fecha presupuesto	09/07/2021
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS						
Partida	01.02.01	EXC.MAN.MAT.SUELTO HASTA 50CM						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2			16.47	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra							
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.8000	16.79	13.43	
0147010005	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0800	28.19	2.26	
							15.69	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	15.69	0.78	
							0.78	
Partida	01.02.02	EXCAV.ZANJAS P/CIMENTOS MAT.SUEL.						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : m3			41.18	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra							
0147010004	PEON		hh	1.0000	2.0000	16.79	33.58	
0147010005	CAPATAZ		hh	0.1000	0.2000	28.19	5.64	
							39.22	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	39.22	1.96	
							1.96	
Partida	01.02.03	EXCAV.ZAPATAS MAT.SUEL.						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000	Costo unitario directo por : m3			47.06	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra							
0147010004	PEON		hh	1.0000	2.2857	16.79	38.38	
0147010005	CAPATAZ		hh	0.1000	0.2285	28.19	6.44	
							44.82	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	44.82	2.24	
							2.24	
Partida	01.02.04	RELLENO Y APISONADO CON MATERIAL DE PRESTAMO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			107.16	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1.0000	0.1600	24.09	3.85	
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.3200	16.79	5.37	
0147010005	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0320	28.19	0.90	
							10.12	
	Materiales							
0205010043	MATERIAL DE PRESTAMO PARA RELLENO		m3		1.3000	70.00	91.00	
0239050000	MATERIAL DE PRESTAMOS PARA RELLENO AGUA		m3		0.1200	5.68	0.68	
							91.68	
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	10.12	0.51	
0349030077	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP		hm	1.0000	0.1600	30.33	4.85	
							5.36	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA							
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS			Fecha presupuesto	09/07/2021			
Partida	01.02.05 RELLENO Y APISONADO CON MATERIAL PROPIO							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3				19.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
		Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1600	23.49	3.76		
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.4800	16.79	8.06		
0147010005	CAPATAZ	hh	0.3000	0.0480	28.19	1.35		
		Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.1200	5.68	0.68		
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	13.17	0.66		
0349030077	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.1600	30.33	4.85		
		5.51						
Partida	01.02.06 ELIMINACION MATERIAL - MANUAL DH=30M (D. PROM)							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : m3				27.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
		Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1.0000	1.3333	16.79	22.39		
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1333	28.19	3.76		
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	26.15	1.31		
		1.31						
Partida	01.02.07 ELIM.MAT.EXC CARG. 125HP/VOLQUETE 6M3, V=30 D=10KM							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 216.0000	EQ. 216.0000	Costo unitario directo por : m3				43.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
		Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0741	16.79	1.24		
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0037	28.19	0.10		
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.34	0.04		
0348040026	CAMION VOLQUETE 125 HP 6 m3	hm	4.0000	0.1481	237.74	35.21		
0349040011	CARGADOR S/LANTAS 125 HP 2.5 YD3	hm	1.0000	0.0370	179.26	6.63		
		41.88						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **01.03.01 CIMENTOS CORRIDOS CONCRETO C:H 1:8 + 30% P.G.**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **25.0000** EQ. **25.0000** Costo unitario directo por : m3 **256.84**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.3200	24.09	7.71
014701002	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	23.49	15.03
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.57	5.94
014701004	PEON	hh	8.0000	2.5600	16.79	42.98
014701005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	28.19	1.80
73.46						
Materiales						
020500048	PIEDRA GRANDE MAXIMO 6"	m3		0.5200	75.00	39.00
022100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		3.7000	18.48	68.38
023800001	HORMIGON	m3		0.7800	85.00	66.30
023905000	AGUA	m3		0.1620	5.68	0.92
028601001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.1200	9.69	1.16
028601002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0040	37.40	0.15
028601003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0080	10.38	0.08
175.99						
Equipos						
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	73.46	3.67
034910010	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 12 p3	hm	1.0000	0.3200	11.64	3.72
7.39						

Partida **01.03.02 SOBRECIMENTOS CONCRETO C:H 1:8 + 25% P.M.**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m3 **337.14**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.6667	24.09	16.06
014701002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	23.49	31.32
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	18.57	12.38
014701004	PEON	hh	8.0000	5.3333	16.79	89.55
014701005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1333	28.19	3.76
153.07						
Materiales						
020500051	PIEDRA MEDIANA DE 4"	m3		0.3800	72.00	27.36
022100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		3.3000	18.48	60.98
023800001	HORMIGON	m3		0.9000	85.00	76.50
023905000	AGUA	m3		0.1620	5.68	0.92
028601001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.2500	9.69	2.42
028601002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0083	37.40	0.31
028601003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0167	10.38	0.17
168.66						
Equipos						
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	153.07	7.65
034910010	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 12 p3	hm	1.0000	0.6667	11.64	7.76
15.41						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA
 Subpresupuesto **001** ESTRUCTURAS Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **01.03.03** ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL SOBRECIMIENTO

Rendimiento **m2/DIA** MO. **16.0000** EQ. **16.0000** Costo unitario directo por : m2 **45.88**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	23.49	11.75
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	18.57	9.29
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	28.19	1.41
22.45						
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.2600	3.73	0.97
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.1600	3.56	0.57
0243040005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		3.3500	6.20	20.77
22.31						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	22.45	1.12
1.12						

Partida **01.03.04** FALSO PISO DE CONCRETO C:H 1:8 (e = 5 cm)

Rendimiento **m2/DIA** MO. **110.0000** EQ. **110.0000** Costo unitario directo por : m2 **40.79**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.0727	24.09	1.75
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	0.2182	23.49	5.13
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.5818	16.79	9.77
0147010005	CAPATAZ	hh	0.3000	0.0218	28.19	0.61
17.26						
Materiales						
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.4830	18.48	8.93
0238000001	HORMIGON	m3		0.1450	85.00	12.33
0239050000	AGUA	m3		0.0160	5.68	0.09
0243110002	REGLA DE MADERA	p2		0.0600	2.60	0.16
0286010001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.0273	9.69	0.26
0286010002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0009	37.40	0.03
0286010003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0018	10.38	0.02
21.82						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	17.26	0.86
0349100010	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 12 p3	hm	1.0000	0.0727	11.64	0.85
1.71						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MODULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**
 Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **01.04.01.01 CONCRETO PARA ZAPATAS f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **25.0000** EQ. **25.0000** Costo unitario directo por : m3 **335.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	24.09	15.42
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	23.49	15.03
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.57	5.94
0147010004	PEON	hh	8.0000	2.5600	16.79	42.98
0147010005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	28.19	1.80
81.17						
Materiales						
0205000047	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8000	54.15	43.32
0205010039	ARENA GRUESA	m3		0.5000	48.31	24.16
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.2000	18.48	170.02
0239050000	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02
0286010001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.1200	9.69	1.16
0286010002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0040	37.40	0.15
0286010003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0080	10.38	0.08
239.91						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	81.17	4.06
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.3200	6.31	2.02
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
14.47						

Partida **01.04.01.02 ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **5.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.49	0.75
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.57	0.59
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.19	0.09
1.43						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0200	3.73	0.07
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	3.09	3.40
3.47						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.43	0.07
0337030003	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	4.77	0.15
0337030004	DOBLADORA	hm	1.0000	0.0320	3.78	0.12
0.34						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA						Fecha presupuesto	09/07/2021
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS							
Partida	01.04.02.01 CONCRETO PARA VIGA DE CIMENTACION f'c=210 kg/cm2							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			359.81	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.8000	24.09	19.27		
014701002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	23.49	18.79		
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	18.57	7.43		
014701004	PEON	hh	8.0000	3.2000	16.79	53.73		
014701005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	28.19	2.26		
						101.48		
Materiales								
020500047	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8000	54.15	43.32		
020501039	ARENA GRUESA	m3		0.5000	48.31	24.16		
022100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.2000	18.48	170.02		
023905000	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02		
028601001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.1500	9.69	1.45		
028601002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0050	37.40	0.19		
028601003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0100	10.38	0.10		
						240.26		
Equipos								
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	101.48	5.07		
034907004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	6.31	2.52		
034910007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.4000	26.21	10.48		
						18.07		
Partida	01.04.02.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL VIGA DE CIMENTACION							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m2			62.93	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
014701002	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	23.49	23.49		
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	18.57	18.57		
014701005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	28.19	2.82		
						44.88		
Materiales								
020200008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	3.73	1.12		
020201029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.3300	3.56	1.17		
024304005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		2.1800	6.20	13.52		
						15.81		
Equipos								
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	44.88	2.24		
						2.24		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **001** ESTRUCTURAS

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **01.04.02.03** ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm2 GRADO 60

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **5.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.49	0.75
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.57	0.59
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.19	0.09
1.43						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0200	3.73	0.07
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	3.09	3.40
3.47						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.43	0.07
0337030003	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	4.77	0.15
0337030004	DOBLADORA	hm	1.0000	0.0320	3.78	0.12
0.34						

Partida **01.04.03.01** CONCRETO PARA COLUMNAS f'c=210 kg/cm2

Rendimiento **m3/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m3 **537.53**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.6000	24.09	38.54
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	23.49	37.58
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.57	14.86
0147010004	PEON	hh	12.0000	9.6000	16.79	161.18
0147010005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1600	28.19	4.51
256.67						
Materiales						
0205000047	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8000	54.15	43.32
0205010039	ARENA GRUESA	m3		0.5000	48.31	24.16
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.2000	18.48	170.02
0239050000	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02
0286010001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.3000	9.69	2.91
0286010002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0100	37.40	0.37
0286010003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0200	10.38	0.21
242.01						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	256.67	12.83
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40'	hm	1.0000	0.8000	6.31	5.05
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8000	26.21	20.97
38.85						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS**

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **01.04.03.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN COLUMNAS**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m2 **66.22**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
014701002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	23.49	18.79
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.57	14.86
014701005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	28.19	2.26
35.91						
Materiales						
020200008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	3.73	1.12
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.3100	3.56	1.10
024304005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		4.2400	6.20	26.29
28.51						
Equipos						
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	35.91	1.80
1.80						

Partida **01.04.03.03 ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **250.0000** EQ. **250.0000** Costo unitario directo por : kg **5.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
014701002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.49	0.75
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.57	0.59
014701005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.19	0.09
1.43						
Materiales						
020200007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0200	3.73	0.07
020302003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	3.09	3.40
3.47						
Equipos						
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.43	0.07
033703003	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	4.77	0.15
033703004	DOBLADORA	hm	1.0000	0.0320	3.78	0.12
0.34						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **001** ESTRUCTURAS

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **01.04.04.01** CONCRETO PARA COLUMNETAS f'c=175 kg/cm2

Rendimiento **m3/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m3 **473.50**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.3333	24.09	32.12
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	23.49	31.32
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	18.57	12.38
0147010004	PEON	hh	12.0000	8.0000	16.79	134.32
0147010005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1333	28.19	3.76
						213.90
Materiales						
0205000047	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8000	54.15	43.32
0205010039	ARENA GRUESA	m3		0.5000	48.31	24.16
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		8.4000	18.48	155.23
0239050000	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02
0286010001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.3000	9.69	2.91
0286010002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0100	37.40	0.37
0286010003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0200	10.38	0.21
						227.22
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	213.90	10.70
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.6667	6.31	4.21
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.6667	26.21	17.47
						32.38

Partida **01.04.04.02** ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL COLUMNETAS

Rendimiento **m2/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m2 **51.25**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.49	15.66
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	18.57	12.38
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	28.19	1.88
						29.92
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.3000	3.73	1.12
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.3100	3.56	1.10
0243040005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		2.8400	6.20	17.61
						19.83
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	29.92	1.50
						1.50

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS**

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **01.04.04.03 ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 5.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.49	0.75
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.57	0.59
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.19	0.09
						1.43
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0200	3.73	0.07
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	3.09	3.40
						3.47
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.43	0.07
0337030003	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	4.77	0.15
0337030004	DOBLADORA	hm	1.0000	0.0320	3.78	0.12
						0.34

Partida **01.04.05.01 CONCRETO PARA VIGAS f'c=210 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000 Costo unitario directo por : m3 388.02**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.8000	24.09	19.27
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	23.49	18.79
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	18.57	7.43
0147010004	PEON	hh	12.0000	4.8000	16.79	80.59
0147010005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	28.19	2.26
						128.34
Materiales						
0205000047	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8000	54.15	43.32
0205010039	ARENA GRUESA	m3		0.5000	48.31	24.16
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.2000	18.48	170.02
0239050000	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02
0286010001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.1500	9.69	1.45
0286010002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0050	37.40	0.19
0286010003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0100	10.38	0.10
						240.26
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	128.34	6.42
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	6.31	2.52
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.4000	26.21	10.48
						19.42

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS**

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **01.04.05.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN VIGAS**

Rendimiento **m2/DIA MO. 9.0000 EQ. 9.0000** Costo unitario directo por : m2 **74.99**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	23.49	20.88
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.8889	16.79	14.92
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	28.19	2.51
38.31						
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	3.73	0.37
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.2400	3.56	0.85
0243040005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		5.4100	6.20	33.54
34.76						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	38.31	1.92
1.92						

Partida **01.04.05.03 ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000** Costo unitario directo por : kg **5.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.49	0.75
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.57	0.59
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.19	0.09
1.43						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0200	3.73	0.07
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	3.09	3.40
3.47						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.43	0.07
0337030003	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	4.77	0.15
0337030004	DOBLADORA	hm	1.0000	0.0320	3.78	0.12
0.34						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 01.04.06.01 CONCRETO PARA ALIGERADO f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m3 358.64

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	24.09	15.42
014701002	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	23.49	15.03
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.57	5.94
014701004	PEON	hh	12.0000	3.8400	16.79	64.47
014701005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	28.19	1.80
						102.66
Materiales						
020500047	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8000	54.15	43.32
0205010039	ARENA GRUESA	m3		0.5000	48.31	24.16
022100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.2000	18.48	170.02
0239050000	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02
0286010001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.1500	9.69	1.45
0286010002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0100	37.40	0.37
0286010003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0100	10.38	0.10
						240.44
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	102.66	5.13
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40'	hm	1.0000	0.3200	6.31	2.02
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.3200	26.21	8.39
						15.54

Partida 01.04.06.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 57.65

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.49	15.66
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	18.57	12.38
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	28.19	1.88
						29.92
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	3.73	0.37
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.1400	3.56	0.50
0243040005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		4.0900	6.20	25.36
						26.23
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	29.92	1.50
						1.50

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 01.04.06.03 LADRILLO DE ARCILLA HUECO 25X30X30

Rendimiento Und/DIA MO. 1,300.0000 EQ. 1,300.0000 Costo unitario directo por : Und. 5.31

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0062	23.49	0.15
0147010004	PEON	hh	9.0000	0.0554	16.79	0.93
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0006	28.19	0.02
1.10						
Materiales						
0217010012	LADRILLO P/TECHO 25x30x30 CM	Und.		1.0000	4.15	4.15
4.15						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.10	0.06
0.06						

Partida 01.04.06.04 ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm2 GRADO 60

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 5.24

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.49	0.75
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.57	0.59
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.19	0.09
1.43						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0200	3.73	0.07
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	3.09	3.40
3.47						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.43	0.07
0337030003	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	4.77	0.15
0337030004	DOBLADORA	hm	1.0000	0.0320	3.78	0.12
0.34						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS**

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **01.04.07.01 CONCRETO PARA LOSA MACIZA f_c=210 kg/cm²**

Rendimiento **m3/DIA MO. 20.0000 EQ. 20.0000** Costo unitario directo por : m3 **388.02**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.8000	24.09	19.27
014701002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	23.49	18.79
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	18.57	7.43
014701004	PEON	hh	12.0000	4.8000	16.79	80.59
014701005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0800	28.19	2.26
						128.34
Materiales						
020500047	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8000	54.15	43.32
0205010039	ARENA GRUESA	m3		0.5000	48.31	24.16
022100001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.2000	18.48	170.02
0239050000	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02
0286010001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.1500	9.69	1.45
0286010002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0050	37.40	0.19
0286010003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0100	10.38	0.10
						240.26
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	128.34	6.42
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	6.31	2.52
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.4000	26.21	10.48
						19.42

Partida **01.04.07.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN LOSAS MACIZA**

Rendimiento **m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000** Costo unitario directo por : m2 **57.65**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.49	15.66
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	18.57	12.38
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	28.19	1.88
						29.92
Materiales						
020200008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	3.73	0.37
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.1400	3.56	0.50
0243040005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		4.0900	6.20	25.36
						26.23
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	29.92	1.50
						1.50

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 01.04.07.03 ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm2 GRADO 60

Rendimiento kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg 5.24

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.49	0.75
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.57	0.59
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.19	0.09
1.43						
Materiales						
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0200	3.73	0.07
0203020003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	3.09	3.40
3.47						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.43	0.07
0337030003	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	4.77	0.15
0337030004	DOBLADORA	hm	1.0000	0.0320	3.78	0.12
0.34						

Partida 01.04.08.01 CONCRETO PARA ESCALERA f'c=210 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m3 553.13

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.6000	24.09	38.54
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	23.49	37.58
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	18.57	29.71
0147010004	PEON	hh	12.0000	9.6000	16.79	161.18
0147010005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1600	28.19	4.51
271.52						
Materiales						
0205000047	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8000	54.15	43.32
0205010039	ARENA GRUESA	m3		0.5000	48.31	24.16
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.2000	18.48	170.02
0239050000	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02
0286010001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.3000	9.69	2.91
0286010002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0100	37.40	0.37
0286010003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0200	10.38	0.21
242.01						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	271.52	13.58
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8000	6.31	5.05
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8000	26.21	20.97
39.60						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **01.04.08.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN ESCALERA**

Rendimiento **m2/DIA MO. 6.0000 EQ. 6.0000** Costo unitario directo por : m2 **99.31**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
014701002	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	23.49	31.32
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	18.57	24.76
014701005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1333	28.19	3.76
59.84						
Materiales						
020200008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	3.73	0.37
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.2000	3.56	0.71
024304005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		5.7100	6.20	35.40
36.48						
Equipos						
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	59.84	2.99
2.99						

Partida **01.04.08.03 ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm2 GRADO 60**

Rendimiento **kg/DIA MO. 250.0000 EQ. 250.0000** Costo unitario directo por : kg **5.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
014701002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.49	0.75
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.57	0.59
014701005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.19	0.09
1.43						
Materiales						
020200007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0200	3.73	0.07
020302003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	3.09	3.40
3.47						
Equipos						
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.43	0.07
033703003	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	4.77	0.15
033703004	DOBLADORA	hm	1.0000	0.0320	3.78	0.12
0.34						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 001 ESTRUCTURAS

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 01.04.09.01 CONCRETO PARA CISTERNA f_c=210 kg/cm²

Rendimiento m3/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000 Costo unitario directo por : m3 553.13

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	1.6000	24.09	38.54
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	23.49	37.58
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	18.57	29.71
0147010004	PEON	hh	12.0000	9.6000	16.79	161.18
0147010005	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1600	28.19	4.51
271.52						
Materiales						
020500047	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8000	54.15	43.32
0205010039	ARENA GRUESA	m3		0.5000	48.31	24.16
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.2000	18.48	170.02
0239050000	AGUA	m3		0.1800	5.68	1.02
0286010001	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.3000	9.69	2.91
0286010002	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gal		0.0100	37.40	0.37
0286010003	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0200	10.38	0.21
242.01						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	271.52	13.58
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8000	6.31	5.05
0349100007	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.8000	26.21	20.97
39.60						

Partida 01.04.09.02 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN CISTERNA

Rendimiento m2/DIA MO. 12.0000 EQ. 12.0000 Costo unitario directo por : m2 53.32

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.49	15.66
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	18.57	12.38
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	28.19	1.88
29.92						
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1000	3.73	0.37
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.3000	3.56	1.07
0243040005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		3.3000	6.20	20.46
21.90						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	29.92	1.50
1.50						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **001** ESTRUCTURAS Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **01.04.09.03** ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm2 GRADO 60

Rendimiento **kg/DIA** MO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo por : kg **5.24**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
014701002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0320	23.49	0.75
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0320	18.57	0.59
014701005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0032	28.19	0.09
1.43						
Materiales						
020200007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0200	3.73	0.07
020302003	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.1000	3.09	3.40
3.47						
Equipos						
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.43	0.07
033703003	CIZALLA P/CORTE DE FIERRO	hm	1.0000	0.0320	4.77	0.15
033703004	DOBLADORA	hm	1.0000	0.0320	3.78	0.12
0.34						

Análisis de precios unitarios del sistema convencional-Instalaciones Eléctricas

S10

Página : 40

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA						Fecha presupuesto	09/07/2021
Subpresupuesto	006 INSTALACIONES ELECTRICAS							
Partida	03.01.01 SALIDA PARA ALUMBRADO							
Rendimiento	und/DIA	MO. 35.0000	EQ. 35.0000	Costo unitario directo por : und			10.19	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2286	12.20	2.79		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2286	9.88	2.26		
						5.05		
	Materiales							
02050200010002	CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4" (20 mm)	und		3.0000	0.70	2.10		
02680900010005	CAJA RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADO DE 100 x 50 x 40 mm (6" X 2" X 1 1/2")	und		0.6986	4.00	2.79		
						4.89		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	5.05	0.25		
						0.25		
Partida	03.01.02 SALIDA PARA BRAQUETE D							
Rendimiento	und/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : und			12.37	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	12.20	6.51		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	9.88	5.27		
						11.78		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	11.78	0.59		
						0.59		
Partida	03.02.01 SALIDA PARA COCINA ELECTRICA							
Rendimiento	pto/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : pto			63.04	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh		1.3333	12.20	16.27		
0101010005	PEON	hh		1.3333	9.88	13.17		
						29.44		
	Materiales							
02050100010003	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X 3 m (20 mm)	m		6.5000	1.10	7.15		
02050200010002	CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4" (20 mm)	und		2.0000	0.70	1.40		
02050300010002	UNIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS (20 mm)	und		2.0000	1.00	2.00		
02050400010002	CONEXIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS (20 mm)	und		2.0000	1.50	3.00		
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0040	34.00	0.14		
0251040001	STOVE-BOLTS	und		2.0000	0.12	0.24		
02681200010001	CAJA DE PASE CUADRADA DE FIERRO GALVANIZADO 4X4X 1 1/2"	und		1.0000	3.00	3.00		
0268300001	TAPA CIEGA	und		1.0000	4.00	4.00		
02683000010001	TAPA 1 GANG	und		1.0000	4.00	4.00		
0270010015	ALAMBRE TW 4 mm2	m		24.0000	0.30	7.20		
						32.13		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	29.44	1.47		
						1.47		

Fecha : 17/06/2021 16:07:03

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA						
Subpresupuesto	006 INSTALACIONES ELECTRICAS					Fecha presupuesto	09/07/2021
Parida	03.02.02 SALIDA PARA CALENTADOR ELECTRICO						
Rendimiento	pto/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : pto			115.38
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh		1.6000	12.20	19.52
0101010005	PEON		hh		1.6000	9.88	15.81
							35.33
Materiales							
02050100010003	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X 3 m (20 mm)		m		9.9000	1.10	10.89
02050200010002	CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4" (20 mm)		und		2.3000	0.70	1.61
02050300010002	UNIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS (20 mm)		und		5.2000	1.00	5.20
02050400010002	CONEXIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS (20 mm)		und		5.2000	1.50	7.80
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		0.0200	34.00	0.68
0251040001	STOVE-BOLTS		und		0.8000	0.12	0.10
02621300010004	TOMACORRIENTE UNIVERSAL DOBLE + L.T.		und		2.0000	15.00	30.00
02621400010003	PLACA ALUMINIO DOBLE - MAGIC TICINO		und		1.0000	8.00	8.00
02680900010005	CAJA RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADO DE 100 x 50 x 40 mm (6" X 2" X 1 1/2")		und		1.0000	4.00	4.00
0270010014	ALAMBRE TW 2.5 mm ²		m		12.5000	0.20	2.50
0270010015	ALAMBRE TW 4 mm ²		m		25.0000	0.30	7.50
							78.28
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	35.33	1.77
							1.77
Parida	03.03.01 TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 25 mm						
Rendimiento	m/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m			22.03
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1600	12.20	1.95
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.3200	9.88	3.16
							5.11
Materiales							
02050100010005	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1" X 3 m (25 mm)		m		1.0500	14.50	15.23
02050200010003	CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 1" (25 mm)		und		0.1429	0.70	0.10
02050300010003	UNIONES PVC-SAP 1" ELECTRICAS (25 mm)		und		0.2824	1.40	0.40
02050400010003	CONEXIONES PVC-SAP 1" ELECTRICAS (25 mm)		und		0.2824	0.90	0.25
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC		gal		0.0200	34.00	0.68
							16.66
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	5.11	0.26
							0.26
Parida	03.04.01 ALAMBRE THW 6 mm ²						
Rendimiento	m/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m			3.04
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1333	12.20	1.63
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.1333	9.88	1.32
							2.95
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.95	0.09
							0.09

Sio

Página: 42

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MODULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 006 INSTALACIONES ELECTRICAS

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 03.04.02 ALAMBRE TW 2.5 mm2

Rendimiento m/DIA MO. 280.0000 EQ. 280.0000 Costo unitario directo por : m 0.69

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0029	13.42	0.04
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0286	12.20	0.35
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0286	9.88	0.28
						0.67
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.67	0.02
						0.02

Partida 03.04.03 CABLE DE COXIAL

Rendimiento m/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m 2.12

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	0.0914	12.20	1.12
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.88	0.90
						2.02
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.02	0.10
						0.10

Partida 03.04.04 CABLE DE RED UTP

Rendimiento m/DIA MO. 350.0000 EQ. 350.0000 Costo unitario directo por : m 2.12

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	0.0914	12.20	1.12
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0914	9.88	0.90
						2.02
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.02	0.10
						0.10

Partida 03.04.05 INTERRURTOR TERMOMAGNETICO 2X30 A

Rendimiento und/DIA MO. 15.0000 EQ. 15.0000 Costo unitario directo por : und 62.82

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20
0101010005	PEON	hh	1.8750	1.0000	9.88	9.88
						23.42
	Materiales					
02620500020001	INTERRUPTOR BIPOLAR 2 x 20 A	und		1.0000	38.70	38.70
						38.70
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	23.42	0.70
						0.70

Fecha : 17/06/2021 16:07:03

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA						
Subpresupuesto	006 INSTALACIONES ELECTRICAS			Fecha presupuesto	09/07/2021		
Partida	03.05.01 INTERRURTOR TERMOMAGNETICO 2X15 A						
Rendimiento	und/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : und			77.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34	
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20	
0101010005	PEON	hh	1.8750	1.0000	9.88	9.88	
						23.42	
	Materiales						
02620500020009	INTERRUPTOR BIPOLAR 2 x 15 A	und		1.0000	52.90	52.90	
						52.90	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	23.42	0.70	
						0.70	
Partida	03.05.02 INTERRURTOR TERMOMAGNETICO 2X20 A						
Rendimiento	und/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : und			62.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34	
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20	
0101010005	PEON	hh	1.8750	1.0000	9.88	9.88	
						23.42	
	Materiales						
02620500020001	INTERRUPTOR BIPOLAR 2 x 20 A	und		1.0000	38.70	38.70	
						38.70	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	23.42	0.70	
						0.70	
Partida	03.06.01 INTERRURTOR DIFERENCIAL 2X 25 A						
Rendimiento	und/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : und			159.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34	
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20	
0101010005	PEON	hh	1.8750	1.0000	9.88	9.88	
						23.42	
	Materiales						
02620500020012	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2 x 25 A	und		1.0000	134.90	134.90	
						134.90	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	23.42	0.70	
						0.70	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001	MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA					
Subpresupuesto	006	INSTALACIONES ELECTRICAS				Fecha presupuesto	09/07/2021
Partida	03.06.02	TABLEROS DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 12 POLOS					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : und			526.15
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.4000	13.42	5.37	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	12.20	48.80	
0101010005	PEON	hh	0.5000	2.0000	9.88	19.76	
						73.93	
	Materiales						
0274010002003	TABLERO GABINETE METAL BARRA BRONCE 12 POLOS TIPO-12und			1.0000	450.00	450.00	
						450.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	73.93	2.22	
						2.22	
Partida	03.06.03	CAJA F°G° 100 x 100 x 50 mm					
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und			11.50
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		0.2500	12.20	3.05	
0101010005	PEON	hh		0.2500	9.88	2.47	
						5.52	
	Materiales						
02681000010002	CAJA CUADRADA DE FIERRO GALVANIZADO 100 X 100 X50 mm und	und		1.0000	5.70	5.70	
						5.70	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	5.52	0.28	
						0.28	
Partida	03.07.01	SALIDA PARA INTERRUPTOR SIMPLE					
Rendimiento	und/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : und			1.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Materiales						
02050200010002	CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4" (20 mm)	und		2.0000	0.70	1.40	
						1.40	
Partida	03.08.01	SALIDA DE TOMA CORRIENTE D					
Rendimiento	und/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : und			0.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Materiales						
02050200010002	CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4" (20 mm)	und		1.0000	0.70	0.70	
						0.70	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA						
Subpresupuesto	006 INSTALACIONES ELECTRICAS				Fecha presupuesto	09/07/2021	
Partida	03.08.02 SALIDA PARA INTERRUPTOR DE CONMUTACION						
Rendimiento	und/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000	Costo unitario directo por : und			47.07
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	3.5000	2.0000	12.20	24.40	
0101010005	PEON	hh	3.5000	2.0000	9.88	19.76	
						44.16	
	Materiales						
02050200010002	CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4' (20 mm)	und		1.0000	0.70	0.70	
						0.70	
	Equipos						
0301010005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	44.16	2.21	
						2.21	
Partida	03.08.03 SALIDA PARA TELEFONO EXTERNO						
Rendimiento	pto/DIA	MO. 13.0000	EQ. 13.0000	Costo unitario directo por : pto			38.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.1614	1.3301	12.20	16.23	
0101010005	PEON	hh	2.6000	1.6000	9.88	15.81	
						32.04	
	Materiales						
02050200010002	CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4' (20 mm)	und		1.0000	0.70	0.70	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0200	34.00	0.68	
02680900010005	CAJA RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADO DE 100 x 50 x 40 mm (6" X 2" X 1½")	und		0.8200	4.00	3.28	
						4.66	
	Equipos						
0301010005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	32.04	1.60	
						1.60	
Partida	03.08.04 SALIDA PARA TELEVISION						
Rendimiento	pto/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : pto			53.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh		1.6000	12.20	19.52	
0101010005	PEON	hh		1.6000	9.88	15.81	
						35.33	
	Materiales						
02050200010002	CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4' (20 mm)	und		1.0000	0.70	0.70	
02050400010002	CONEXIONES PVC-SAP 3/4' ELECTRICAS (20 mm)	und		2.0800	1.50	3.12	
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0200	34.00	0.68	
02680900010005	CAJA RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADO DE 100 x 50 x 40 mm (6" X 2" X 1½")	und		0.9900	4.00	3.96	
0272050005	SALIDA PARA CABLE	und		1.0000	8.00	8.00	
						16.46	
	Equipos						
0301010005	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	35.33	1.77	
						1.77	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001	MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA						
Subpresupuesto	006	INSTALACIONES ELECTRICAS					Fecha presupuesto	09/07/2021
Partida	03.08.05	INTERCOMUNICADORES						
Rendimiento	und/DIA	MO.		EQ.		Costo unitario directo por : und	800.00	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Subcontratos							
0417020001	SC INTERCOMUNICADORES			und		1.0000	800.00	800.00
								800.00
Partida	03.09.01	POZO DE TIERRA						
Rendimiento	und/DIA	MO.		EQ.		Costo unitario directo por : und	731.93	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh		16.0000	12.20	195.20
0101010005	PEON			hh		32.0000	9.88	316.16
								511.36
	Materiales							
02070500010001	TIERRA DE CULTIVO			m3		3.0000	17.00	51.00
0272040023	CONECTORES DE COBRE TIPO A/B			und		1.0000	8.00	8.00
0272040042	VARILLA DE COBRE DE 3/4" X 2.40 m			und		1.0000	36.00	36.00
0272040043	REGISTRO CON TAPA PARA POZO DE PUESTA A TIERRA			und		1.0000	56.00	56.00
02720400440001	DOSIS ECOGEL 8KG.			bol		2.0000	22.00	44.00
								195.00
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	511.36	25.57
								25.57
Partida	03.10.01	INSTALACION BOMBA DE AGUA						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000		EQ. 1.0000		Costo unitario directo por : glb	2,113.41	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	8.0000	12.20	97.60
0101010005	PEON			hh	0.2000	1.6000	9.88	15.81
								113.41
	Equipos							
0301040001	BOMBAS			hm	0.1250	1.0000	2,000.00	2,000.00
								2,000.00

Análisis de precios unitarios del sistema convencional-Instalaciones Sanitarias

S10

Página : 47

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA					
Subpresupuesto	007 INSTALACIONES SANITARIAS					
Partida	04.01.01 INODORO					
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		426.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
02460300010004	TUBO DE ABASTO ALUMINIO TRENZADO 1/2"X7/8"	und		1.0000	17.90	17.90
02460700010002	PERNO DE ANCLAJE PARA SUJECION DE INODORO SIN CAPUCHON PLASTICO	und		2.0000	7.90	15.80
0246070002	PERNO DE TAZA DE TANQUE	und		2.0000	3.80	7.60
0246140001	ANILLO DE CERA PARA INODORO	und		1.0000	8.90	8.90
02462400010003	ASIENTO WC PLASTICO	und		1.0000	26.90	26.90
02470200010013	INODORO IMPORTADO KOHLER	und		1.0000	349.00	349.00
						426.10
Partida	04.01.02 LAVATORIO NACIONAL PEDESTAL BLANCO					
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		1,371.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
02460100020002	DESAGUE AUTOMATICO P/LAVATORIO	und		1.0000	20.90	20.90
02460300010001	TUBO DE ABASTO 1/2"	und		2.0000	27.90	55.80
02460400010003	UÑAS DE SUJECION PARA LAVATORIO	und		1.0000	5.70	5.70
02460800010003	TRAMPA P CROMADA P/LAVAT. 1 1/4"	und		1.0000	34.70	34.70
02470100020002	LAVATORIO NACIONAL MANANTIAL	und		1.0000	90.90	90.90
02471700010001	PEDESTAL NACIONAL MANANTIAL	und		1.0000	59.90	59.90
02560100010003	MEZCLADORA PARA LAVATORIO (VAINSA)	und		1.0000	541.80	541.80
02560100020005	MEZCLADORA PARA LAVADERO (VAINSA)	und		1.0000	561.60	561.60
						1,371.30
Partida	04.01.03 LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE DOS POZAS					
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		1,280.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
02460100020002	DESAGUE AUTOMATICO P/LAVATORIO	und		1.0000	20.90	20.90
02460300010001	TUBO DE ABASTO 1/2"	und		2.0000	27.90	55.80
02460400010003	UÑAS DE SUJECION PARA LAVATORIO	und		1.0000	5.70	5.70
02460800010003	TRAMPA P CROMADA P/LAVAT. 1 1/4"	und		1.0000	34.70	34.70
02471700010001	PEDESTAL NACIONAL MANANTIAL	und		1.0000	59.90	59.90
02560100010003	MEZCLADORA PARA LAVATORIO (VAINSA)	und		1.0000	541.80	541.80
02560100020005	MEZCLADORA PARA LAVADERO (VAINSA)	und		1.0000	561.60	561.60
						1,280.40
Partida	04.01.04 GRIFERIA SIMPLE PARA LAVATORIO					
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und		140.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
02560400010001	LLAVE PARA LAVATORIO	und		1.0000	140.00	140.00
						140.00

Fecha : 17/06/2021 16:08:20

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **007** INSTALACIONES SANITARIAS Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **04.01.05** GRIFERIA TIPO GANSO

Rendimiento **und/DIA** MO. EQ. Costo unitario directo por : und **477.30**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
02460100010001	DESAGUE PARA LAVADERO DE ROPA 1¼" CON TAPON Y CADENA	und		1.0000	16.90	16.90
02460800010002	TRAMPA P CROMADA P/LAVADERO 1½"	und		1.0000	34.70	34.70
02560100020011	MEZCLADORA 8" PARA LAVADERO A LA PARED VAINSA	und		1.0000	425.70	425.70
						477.30

Partida **04.01.06** DUCHA CROMADA DE CABEZA GIRATORIA Y LLAVE MEZCLADORA

Rendimiento **und/DIA** MO. **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : und **379.23**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	12.20	12.20
						13.54
Materiales						
0241030001	CINTA TEFLON	und		0.2500	1.50	0.38
02560300010001	DUCHA GIRATORIA BRAZO Y CANOPLA 2 LLAVES	und		1.0000	364.90	364.90
						365.28
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
						0.41

Partida **04.01.07** THERMA

Rendimiento **und/DIA** MO. EQ. Costo unitario directo por : und **426.10**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
02460300010004	TUBO DE ABASTO ALUMINIO TRENZADO 1/2"X7/8"	und		1.0000	17.90	17.90
02460700010002	PERNO DE ANCLAJE PARA SUJECION DE INODORO SIN CAPUCHON PLASTICO	und		2.0000	7.90	15.80
0246070002	PERNO DE TAZA DE TANQUE	und		2.0000	3.80	7.60
0246140001	ANILLO DE CERA PARA INODORO	und		1.0000	8.90	8.90
02462400010003	ASIENTO WC PLASTICO	und		1.0000	26.90	26.90
02470200010013	INODORO IMPORTADO KOHLER	und		1.0000	349.00	349.00
						426.10

Partida **04.01.08** MEZCLADORAS

Rendimiento **und/DIA** MO. EQ. Costo unitario directo por : und **426.10**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
02460300010004	TUBO DE ABASTO ALUMINIO TRENZADO 1/2"X7/8"	und		1.0000	17.90	17.90
02460700010002	PERNO DE ANCLAJE PARA SUJECION DE INODORO SIN CAPUCHON PLASTICO	und		2.0000	7.90	15.80
0246070002	PERNO DE TAZA DE TANQUE	und		2.0000	3.80	7.60
0246140001	ANILLO DE CERA PARA INODORO	und		1.0000	8.90	8.90
02462400010003	ASIENTO WC PLASTICO	und		1.0000	26.90	26.90
02470200010013	INODORO IMPORTADO KOHLER	und		1.0000	349.00	349.00
						426.10

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA						
Subpresupuesto	007 INSTALACIONES SANITARIAS						Fecha presupuesto 09/07/2021
Parida	04.02.01 JUEGO DE ACCESORIOS (PAPELERA, JABONERA, TOALLERO)						
Rendimiento	jgo/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : jgo			149.90
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
02462300010001	JUEGO DE ACCESORIOS PARA BAÑO (PAPELERA, JABONERA, TOALLERO)	und		1.0000	149.90	149.90	149.90
149.90							
Parida	04.02.02 INSTALACION DE APARATOS SANITARIOS						
Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : und			13.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Materiales							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0500	0.1000	13.42	1.34	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	1.0000	12.20	12.20	12.20
13.54							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41	0.41
0.41							
Parida	04.02.03 INSTALACION DE ACCESORIOS						
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : glb			13.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh		0.1000	13.42	1.34	1.34
0101010003	OPERARIO	hh		1.0000	12.20	12.20	12.20
13.54							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41	0.41
0.41							
Parida	04.03.01 SALIDA DE AGUA FRIA TUBERIA PVC C-10 O 1/2"						
Rendimiento	pto/DIA	MO. 3.5000	EQ. 3.5000	Costo unitario directo por : pto			74.76
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.2286	13.42	3.07	3.07
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.2857	12.20	27.89	27.89
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	9.88	22.58	22.58
53.54							
Materiales							
02050700010001	TUBERIA PVC-SAP C-10 C/R DE 1/2" X 5 m	und		0.7500	15.70	11.78	11.78
02050900020001	CODO PVC-SAP C/R 1/2" X 90°	und		2.1000	1.50	3.15	3.15
02051000010001	CODO PVC SAP S/P 1/2" X 45°	und		0.1400	1.50	0.21	0.21
02051100010001	TEE PVC-SAP S/P 1/2"	und		0.5200	1.50	0.78	0.78
0241030001	CINTA TEFLON	und		0.2000	1.50	0.30	0.30
02490200010002	CODO FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" X 90°	und		1.0300	2.00	2.06	2.06
02490700020001	TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2"	und		1.0500	1.00	1.05	1.05
02490800010001	BUSHING DE FIERRO GALVANIZADO DE 3/4" A 1/2"	und		0.1400	2.00	0.28	0.28
19.61							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	53.54	1.61	1.61
1.61							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Subpresupuesto **007 INSTALACIONES SANITARIAS**

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **04.03.02 SALIDA DE AGUA FRIA TUBERIA PVC C-10 O 3/4"**

Rendimiento **pto/DIA** MO. **3.5000** EQ. **3.5000** Costo unitario directo por : pto **172.09**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.2857	12.20	27.89
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	9.88	22.58
50.47						
Materiales						
02050700010003	TUBERIA PVC-SAP C-10 C/R DE 3/4" X 5 m	und		4.8500	21.80	105.73
02050900010002	CODO PVC SAP S/P 3/4" X 90°	und		1.9400	2.20	4.27
02051000010002	CODO PVC SAP S/P 3/4" X 45°	und		0.2500	4.00	1.00
02051100010002	TEE PVC SAP S/P 3/4"	und		1.1800	1.80	2.12
02052300010041	REDUCCION PVC-SAP S/P DE 3/4" A 1/2" C-10	und		1.0500	2.30	2.42
02052400010004	BUSHING PVC-SAP 1" A 3/4"	und		0.1800	3.90	0.70
0241030001	CINTA TEFLON	und		0.2000	1.50	0.30
02490200010002	CODO FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" X 90°	und		1.0500	2.00	2.10
02490700020002	TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 3/4"	und		1.0500	1.40	1.47
120.11						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	50.47	1.51
1.51						

Partida **04.03.03.01 CODO PVC 1/2"**

Rendimiento **und/DIA** MO. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : und **15.74**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
02150200020006	CODO PVC DE 1/2" x 90°	und		1.1000	1.40	1.54
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0057	36.90	0.25
1.79						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Partida **04.03.03.02 CODO PVC 3/4"**

Rendimiento **und/DIA** MO. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : und **16.62**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
02150200020005	CODO PVC DE 3/4" x 90°	und		1.1000	2.20	2.42
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0057	36.90	0.25
2.67						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA			Fecha presupuesto	09/07/2021		
Subpresupuesto	007 INSTALACIONES SANITARIAS						
Partida	04.03.03.03 TEE CPVC 3/4"						
Rendimiento	und/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : und			18.50
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34	
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20	
							13.54
Materiales							
02150300010002	TEE CPVC DE 3/4"	und		1.1000	4.00	4.40	
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0041	36.90	0.15	
							4.55
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41	
							0.41
Partida	04.03.03.04 TEE CPVC 1/2"						
Rendimiento	und/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : und			17.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34	
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20	
							13.54
Materiales							
02150300010001	TEE CPVC DE 1/2"	und		1.1000	3.00	3.30	
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0040	36.90	0.15	
							3.45
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41	
							0.41
Partida	04.03.03.05 REDUCCION DE CPVC 3/4 a 1/2"						
Rendimiento	und/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : und			15.12
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34	
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20	
							13.54
Materiales							
02150600010001	REDUCCION CPVC DE 3/4" A 1/2"	und		1.1000	0.90	0.99	
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0050	36.90	0.18	
							1.17
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41	
							0.41

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 007 INSTALACIONES SANITARIAS Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 04.03.04.01 RED DE DISTRIBUCION INTERNA CON TUBERIA DE PVC C-10 DE 1/2"

Rendimiento m/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m 31.60

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	13.42	0.43
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	12.20	3.90
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.3200	9.88	3.16
7.49						
Materiales						
02050700010001	TUBERIA PVC-SAP C-10 C/R DE 1/2" X 5 m	und		1.0300	15.70	16.17
02051100020001	TEE PVC-SAP C/R 1/2"	und		5.0500	1.50	7.58
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0040	34.00	0.14
23.89						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.49	0.22
0.22						

Partida 04.03.04.02 RED DE DISTRIBUCION INTERNA CON TUBERIA DE PVC C-10 DE 3/4"

Rendimiento m/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m 28.48

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	13.42	0.43
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	12.20	3.90
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.3200	9.88	3.16
7.49						
Materiales						
02050700020003	TUBERIA PVC-SAP C-10 S/P DE 3/4" X 5 m	und		1.0300	18.26	18.81
02051100010002	TEE PVC SAP S/P 3/4"	und		1.0100	1.80	1.82
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0040	34.00	0.14
20.77						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.49	0.22
0.22						

Partida 04.03.05.01 VALVULA ESFERICA DE 3/4"

Rendimiento und/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : und 46.40

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
0253100003	VALVULA ESFERICA DE 3/4"	und		1.0000	46.40	46.40
46.40						

Partida 04.03.05.02 VALVULA ESFERICA DE 1/2"

Rendimiento und/DIA MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : und 33.30

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
0253100002	VALVULA ESFERICA DE 1/2"	und		1.0000	33.30	33.30
33.30						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Subpresupuesto **007 INSTALACIONES SANITARIAS** Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **04.03.05.03 VALVULA FLOTADOR DE 1/2"**

Rendimiento **und/DIA** MO. **4.0000** EQ. **4.0000** Costo unitario directo por : und **33.30**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
0253100002	VALVULA ESFERICA DE 1/2"	und		1.0000	33.30	33.30
						33.30

Partida **04.03.05.04 VALVULA CHECK DE BRONCE DE 3/4"**

Rendimiento **und/DIA** MO. **4.0000** EQ. **4.0000** Costo unitario directo por : und **180.10**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	12.20	24.40
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.0000	9.88	19.76
						44.16
Materiales						
02051900020005	ADAPTADOR PVC-SAP S/P 1 1/2"	und		2.0000	4.30	8.60
02490300040003	NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 1½" x 2½"	und		2.0000	2.50	5.00
02490600010005	UNION UNIVERSAL DE FIERRO GALVANIZADO DE 1½"	und		2.0000	36.20	72.40
0253020005	VALVULA CHECK 1 1/2"	und		1.0300	47.20	48.62
						134.62
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	44.16	1.32
						1.32

Partida **04.04.01 SALIDA AGUA CALIENTE TUBERIA CPVC O 1/2"**

Rendimiento **pto/DIA** MO. **5.0000** EQ. **5.0000** Costo unitario directo por : pto **101.57**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	12.20	19.52
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	9.88	15.81
						35.33
Materiales						
02150100010002	TUBERIA CPVC DE 1/2"	m		4.0000	12.00	48.00
02150200020001	CODO CPVC DE 1/2" x 90°	und		2.2300	2.00	4.46
02150500010001	UNION CPVC DE 1/2"	und		0.5000	2.00	1.00
02150500020001	UNION UNIVERSAL CPVC DE 1/2"	und		2.0000	3.00	6.00
02150900010004	PEGAMENTO CPVC	gal		0.0800	34.00	2.72
02490200010002	CODO FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" X 90°	und		1.0000	2.00	2.00
02490700020001	TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2"	und		1.0000	1.00	1.00
						65.18
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.33	1.06
						1.06

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 007 INSTALACIONES SANITARIAS

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 04.04.02 SALIDA AGUA CALIENTE TUBERIA CPVC O 3/4"

Rendimiento pto/DIA MO. 5.0000 EQ. 5.0000 Costo unitario directo por : pto 42.34

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	12.20	19.52
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.6000	9.88	15.81
35.33						
Materiales						
0222080004	PEGAMENTO PARA CPVC	und		0.0800	36.90	2.95
02490200010002	CODO FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" X 90°	und		1.0000	2.00	2.00
02490700020001	TAPON MACHO DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2"	und		1.0000	1.00	1.00
5.95						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	35.33	1.06
1.06						

Partida 04.04.04 RED DE DISTRIBUCION INTERIOR DE AGUA CALIENTE CON TUBERIA CPVC O 3/4"

Rendimiento m/DIA MO. 25.0000 EQ. 25.0000 Costo unitario directo por : m 65.06

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	12.20	3.90
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.3200	9.88	3.16
7.06						
Materiales						
02150100010005	TUBERIA CPVC DE 3/4"	m		1.0300	44.90	46.25
02150200020002	CODO CPVC DE 3/4" x 90°	und		0.2670	2.90	0.77
02150300010002	TEE CPVC DE 3/4"	und		0.1330	4.00	0.53
02150500010002	UNION CPVC DE 3/4"	und		0.2030	5.99	1.22
0222080004	PEGAMENTO PARA CPVC	und		0.2500	36.90	9.23
58.00						

Partida 04.04.05 RED DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE CON TUBERIA CPVC DE 1/2"

Rendimiento m/DIA MO. 30.0000 EQ. 30.0000 Costo unitario directo por : m 22.30

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	12.20	3.25
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2667	9.88	2.63
5.88						
Materiales						
02150100010002	TUBERIA CPVC DE 1/2"	m		1.0300	12.00	12.36
02150200020001	CODO CPVC DE 1/2" x 90°	und		0.2670	2.00	0.53
02150300010001	TEE CPVC DE 1/2"	und		0.1330	3.00	0.40
02150500010001	UNION CPVC DE 1/2"	und		0.2030	2.00	0.41
02150900010004	PEGAMENTO CPVC	gal		0.0800	34.00	2.72
16.42						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **007** INSTALACIONES SANITARIAS

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **04.04.06.01** CODO PVC 3/4"

Rendimiento **pto/DIA** MD. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : pto **37.02**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20
0101010004	OFICIAL	hh	1.8750	1.0000	9.93	9.93
0101030011	AYUDANTE	hh	1.8750	1.0000	9.88	9.88
33.35						
Materiales						
02150200020005	CODO PVC DE 3/4" x 90°	und		1.1000	2.20	2.42
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0067	36.90	0.25
2.67						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	33.35	1.00
1.00						

Partida **04.04.06.02** CODO PVC 1/2"

Rendimiento **und/DIA** MD. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : und **15.74**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
02150200020005	CODO PVC DE 1/2" x 90°	und		1.1000	1.40	1.54
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0067	36.90	0.25
1.79						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Partida **04.04.06.03** TEE CPVC 3/4"

Rendimiento **und/DIA** MD. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : und **18.50**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
02150300010002	TEE CPVC DE 3/4"	und		1.1000	4.00	4.40
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0041	36.90	0.15
4.55						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Subpresupuesto **007 INSTALACIONES SANITARIAS**

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **04.04.06.04 REDUCCION DE CPVC 3/4 a 1/2"**

Rendimiento **und/DIA** MO. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : und **15.12**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	1.8750	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
02150600010001	REDUCCION CPVC DE 3/4" A 1/2"	und		1.1000	0.90	0.99
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0050	36.90	0.18
1.17						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Partida **04.04.08 VALVULA ESFERICA DE 3/4"**

Rendimiento **und/DIA** MO. EQ. Costo unitario directo por : und **46.40**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
0253100003	VALVULA ESFERICA DE 3/4"	und		1.0000	46.40	46.40
46.40						

Partida **04.04.09 VALVULA ESFERICA DE 1/2"**

Rendimiento **und/DIA** MO. **4.0000** EQ. **4.0000** Costo unitario directo por : und **33.30**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Materiales						
0253100002	VALVULA ESFERICA DE 1/2"	und		1.0000	33.30	33.30
33.30						

Partida **04.05.01 SALIDA DESAGUE DE PVC SAL 2"**

Rendimiento **pto/DIA** MO. **24.0000** EQ. **24.0000** Costo unitario directo por : pto **22.43**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0333	13.42	0.45
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.3333	12.20	4.07
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.3333	9.88	3.29
7.81						
Materiales						
02060100010003	TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m	m		1.0500	6.00	6.30
02060100010018	TUBERIA PVC-SAL 22" X 5 m	und		0.3600	6.00	2.16
02060200030001	CODO PVC-SAL 2" X 90°	und		0.3200	3.00	0.96
02060700010001	TEE SANITARIA PVC-SAL DE 2"	und		0.3900	5.00	1.95
02061700010001	YEE PVC SAL SIMPLE DE 2"	und		0.1600	4.00	0.64
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0700	34.00	2.38
14.39						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.81	0.23
0.23						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **007** INSTALACIONES SANITARIAS Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **04.05.02** SALIDA DESAGUE DE PVC-SAL 4"

Rendimiento	pto/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : pto				62.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1333	13.42	1.79		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	12.20	16.27		
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.3333	9.88	13.17		
31.23								
Materiales								
02060100010007	TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m	m		2.6000	9.00	23.40		
02060700010003	TEE SANITARIA PVC-SAL DE 4"	und		0.6000	7.00	4.20		
02061400010002	REDUCCION PVC-SAL DE 4" A 2"	und		0.6000	4.00	2.40		
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0200	34.00	0.68		
30.68								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	31.23	0.94		
0.94								

Partida **04.05.04** MONTANTE DE TUBERIA PVC SAL 4"

Rendimiento	m/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m				22.25
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	13.42	0.54		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	12.20	4.88		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	9.88	3.95		
9.37								
Materiales								
02060100010007	TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m	m		1.0300	9.00	9.27		
02060200020003	CODO PVC-SAL 4" X 45°	und		0.2500	4.00	1.00		
02060700010003	TEE SANITARIA PVC-SAL DE 4"	und		0.0900	7.00	0.63		
0222080012	PEGAMENTO PARA PVC	gal		0.0500	34.00	1.70		
12.60								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.37	0.28		
0.28								

Partida **04.05.05** MONTANTE DE PVC SAL 2"

Rendimiento	m/DIA	MO. 27.0000	EQ. 27.0000	Costo unitario directo por : m				12.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2963	12.20	3.61		
3.61								
Materiales								
02060100010003	TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m	m		1.0300	6.00	6.18		
02060200030001	CODO PVC-SAL 2" X 90°	und		0.1400	3.00	0.42		
0222080013	PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	und		0.0700	31.90	2.23		
8.83								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.61	0.11		
0.11								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **007** INSTALACIONES SANITARIAS Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **04.05.06** MONTANTE DE VENTILACION PVC SAL 2"

Rendimiento **m/DIA** MO. **27.0000** EQ. **27.0000** Costo unitario directo por : m **12.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2963	12.20	3.61
3.61						
Materiales						
02060100010003	TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m	m		1.0300	6.00	6.18
02060200030001	CODO PVC-SAL 2" X 90°	und		0.1400	3.00	0.42
0222080013	PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	und		0.0700	31.90	2.23
8.83						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.61	0.11
0.11						

Partida **04.05.08** CODO SAP PVC 4"X90°

Rendimiento **und/DIA** MO. **7.0000** EQ. **7.0000** Costo unitario directo por : und **20.88**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	0.8750	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
02050900020008	CODO PVC SAP 4"	und		1.1000	5.90	6.49
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0120	36.90	0.44
6.93						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Partida **04.05.09** CODO SAP PVC 2"X90°

Rendimiento **und/DIA** MO. **7.0000** EQ. **7.0000** Costo unitario directo por : und **30.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	0.8750	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
02050900020007	CODO PVC SAP 2"	und		1.1000	15.00	16.50
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0120	36.90	0.44
16.94						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **007** INSTALACIONES SANITARIAS

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **04.05.10** CODO SAP PVC 2"X45°

Rendimiento **und/DIA** MO. **7.0000** EQ. **7.0000** Costo unitario directo por : und **16.26**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	0.8750	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
0205100020006	CODO PVC SAP C/R 2" X 45°	und		1.1000	1.70	1.87
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0120	36.90	0.44
2.31						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Partida **04.05.11** TEES SAP PVC 4"

Rendimiento **und/DIA** MO. **7.0000** EQ. **7.0000** Costo unitario directo por : und **26.05**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	0.8750	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
0205110005	TEE SMPLE PVC-SAP 4"	und		1.1000	10.60	11.66
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0120	36.90	0.44
12.10						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Partida **04.05.12** TEES SAP PVC 2"

Rendimiento **und/DIA** MO. **7.0000** EQ. **7.0000** Costo unitario directo por : und **35.18**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	0.8750	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
0205110006	TEE SMPLE PVC-SAP 2"	und		1.1000	18.90	20.79
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0120	36.90	0.44
21.23						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA						Fecha presupuesto	09/07/2021
Subpresupuesto	007 INSTALACIONES SANITARIAS							
Partida	04.05.13 TEES SANITARIA PVC 4"							
Rendimiento	und/DIA	MO. 7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : und			22.09	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0875	0.1000	13.42	1.34	
0101010003	OPERARIO		hh	0.8750	1.0000	12.20	12.20	
							13.54	
	Materiales							
02060700010003	TEE SANITARIA PVC-SAL DE 4"		und		1.1000	7.00	7.70	
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML		und		0.0120	36.90	0.44	
							8.14	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	13.54	0.41	
							0.41	
Partida	04.05.14 YEE SANITARIA PVC 4"							
Rendimiento	und/DIA	MO. 7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : und			28.14	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0875	0.1000	13.42	1.34	
0101010003	OPERARIO		hh	0.8750	1.0000	12.20	12.20	
							13.54	
	Materiales							
02060600010003	YEE PVC-SAL 4"		und		1.1000	12.50	13.75	
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML		und		0.0120	36.90	0.44	
							14.19	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	13.54	0.41	
							0.41	
Partida	04.05.15 YEE SANITARIA PVC 2"							
Rendimiento	und/DIA	MO. 7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : und			18.79	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.0875	0.1000	13.42	1.34	
0101010003	OPERARIO		hh	0.8750	1.0000	12.20	12.20	
							13.54	
	Materiales							
02060600010001	YEE PVC-SAL 2"		und		1.1000	4.00	4.40	
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML		und		0.0120	36.90	0.44	
							4.84	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	13.54	0.41	
							0.41	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto 007 INSTALACIONES SANITARIAS

Fecha presupuesto 09/07/2021

Partida 04.05.16 REDUCTOR 4 A 2"

Rendimiento und/DIA MO. 7.0000 EQ. 7.0000 Costo unitario directo por : und 18.53

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0875	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	0.8750	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
02061400010002	REDUCCION PVC-SAL DE 4" A 2"	und		1.1000	4.00	4.40
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0050	36.90	0.18
4.58						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Partida 04.05.17 SOMBRERO DE VENTILACION 4"

Rendimiento und/DIA MO. 21.0000 EQ. 21.0000 Costo unitario directo por : und 32.03

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2625	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	2.6250	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
02061600010003	SOMBRERO DE VENTILACION PVC-SAL DE 4"	und		1.1000	15.90	17.49
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0160	36.90	0.59
18.08						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Partida 04.05.18 SOMBRERO DE VENTILACION 2"

Rendimiento und/DIA MO. 21.0000 EQ. 21.0000 Costo unitario directo por : und 21.58

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2625	0.1000	13.42	1.34
0101010003	OPERARIO	hh	2.6250	1.0000	12.20	12.20
13.54						
Materiales						
02061600010001	SOMBRERO DE VENTILACION PVC-SAL DE 2"	und		1.1000	6.40	7.04
02220800040002	PEGAMENTO PARA CPVC OATEY 946 ML	und		0.0160	36.90	0.59
7.63						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	13.54	0.41
0.41						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA						
Subpresupuesto	007 INSTALACIONES SANITARIAS		Fecha presupuesto 09/07/2021				
Partida	04.05.19	REGISTRO DE BRONCE 4"					
Rendimiento	und/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : und			46.06
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	12.20	9.76	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	9.88	7.90	
						17.66	
	Materiales						
02461200030003	REGISTRO DE BRONCE DE 4"	und		1.0000	28.40	28.40	
						28.40	
Partida	04.05.20	REGISTRO DE BRONCE 2"					
Rendimiento	und/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : und			23.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	12.20	8.13	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.6667	9.88	6.59	
						14.72	
	Materiales						
02461200030001	REGISTRO DE BRONCE DE 2"	und		1.0000	9.10	9.10	
						9.10	
Partida	04.05.21	SUMIDERO DE BRONCE ROSCADO 2"					
Rendimiento	und/DIA	MO. 2.6700	EQ. 2.6700	Costo unitario directo por : und			86.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.9963	12.20	36.55	
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.9963	9.88	29.60	
						66.15	
	Materiales						
02061200010002	TRAMPA 'P' PVC SAL DE 2"	und		1.0000	12.90	12.90	
02460200020001	SUMIDERO DE BRONCE DE 2"	und		1.0000	7.50	7.50	
						20.40	
Partida	04.05.22.01	CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 12" x 24"					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und			242.58
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.8000	13.42	10.74	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	12.20	97.60	
0101010005	PEON	hh	1.0000	8.0000	9.88	79.04	
						187.38	
	Materiales						
02191500020001	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA DE DESAGUE DE 12" X 24"	und		1.0000	12.00	12.00	
02490100010008	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO DE 2'	und		0.4000	23.00	9.20	
02490200010006	CODO FIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90°	und		1.0000	12.00	12.00	
						33.20	
	Subcontratos						
04110300010009	SC REJILLA METALICA T-9	und		1.0000	22.00	22.00	
						22.00	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA

Subpresupuesto **007** INSTALACIONES SANITARIAS

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **04.05.22.02** REBOSE DE TANQUE ELEVADO 2"

Rendimiento **und/DIA** MO. EQ. Costo unitario directo por : und **242.58**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh		0.8000	13.42	10.74
0101010003	OPERARIO	hh		8.0000	12.20	97.60
0101010005	PEON	hh		8.0000	9.88	79.04
187.38						
Materiales						
02191500020001	CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA DE DESAGUE DE 12" X 24"	und		1.0000	12.00	12.00
02490100010008	TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO DE 2"	und		0.4000	23.00	9.20
02490200010006	CODO FIERRO GALVANIZADO DE 2" X 90°	und		1.0000	12.00	12.00
33.20						
Subcontratos						
04110300010009	SC REJILLA METALICA T-9	und		1.0000	22.00	22.00
22.00						

Análisis de precios unitarios del sistema convencional-Obras provisionales

510

Página : 64

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA						
Subpresupuesto	008 OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES Y SEGURIDAD					Fecha presupuesto	09/07/2021
Partida	05.01.01 CERCO PERIMÉTRICO PROVISIONAL DE TRIPLAY DE 6.0 mm						
Rendimiento	m/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m			99.47
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.5333	16.79	8.95	
0147010005	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	28.19	1.50	
10.45							
Materiales							
0202000007	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.1000	3.73	0.37	
0202010029	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.1000	3.56	0.36	
0243040005	MADERA PARA ENCOFRADO	p2		2.4500	6.20	15.19	
0280010002	TRIPLAY LUPUNA 6 mm x 4' x 8'	Und.		0.8500	85.39	72.58	
88.50							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	10.45	0.52	
0.52							
Partida	05.02.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Mano de Obra							
0147000041	MANO DE OBRA - T	glb		1.0000	200.00	200.00	
200.00							
Equipos							
0337010004	HERRAMIENTA - T	glb		1.0000	300.00	300.00	
300.00							
Partida	05.03.01 ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			200.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Materiales							
0283010001	ENERGIA ELECTRICA 25 - 50 KW	glb		1.0000	200.00	200.00	
200.00							
Partida	05.03.02 AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			200.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
Materiales							
0239050001	AGUA	glb		1.0000	200.00	200.00	
200.00							

Fecha : 17/06/2021 16:09:19

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0409001 MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA CONVENCIONAL, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA**

Subpresupuesto **008 OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES Y SEGURIDAD**

Fecha presupuesto **09/07/2021**

Partida **05.04.01 EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL**

Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			1,822.34
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Equipos						
0399010003	TAPONES AUDITIVOS		par		8.0000	4.50	36.00
0399010004	ARNES DE SEGURIDAD PECTORAL		Und.		2.0000	136.00	272.00
0399010005	LINEA DE VIDA		Und.		2.0000	160.17	320.34
0399010007	RESPIRADOR CONTRA POLVO		Und.		8.0000	10.93	87.44
0399010008	CHALECOS REFLECTIVOS		Und.		8.0000	8.39	67.12
0399010009	LENTES DE PROTECCION		Und.		8.0000	12.29	98.32
0399010010	CASCOS DE PROTECCION		Und.		8.0000	8.39	67.12
0399010012	PAR ZAPATOS PUNTA DE ACERO		Und.		8.0000	50.00	400.00
0399010013	PAR DE GUANTES DE CUERO		Und.		4.0000	16.00	64.00
0399010014	PAR DE GUANTES DE JEBE		Und.		4.0000	18.00	72.00
0399010015	CARETA TIPO ESMERILADOR		Und.		2.0000	26.00	52.00
0399010016	CARETA PARA SOLDADURA		Und.		2.0000	30.00	60.00
0399010017	MASCARILLA LIBRE DE MANTENIMIENTO		Und.		8.0000	2.00	16.00
0399010018	PAR DE GUANTES DE CAUCHO DIELECTRICOS		Und.		2.0000	25.00	50.00
0399010019	PAR ZAPATOS DIELECTRICOS		Und.		2.0000	80.00	160.00
							1,822.34

Partida **05.04.02 EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA**

Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			450.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra						
0147000035	MANO DE OBRA - PROTECCION COLECTIVA		glb		1.0000	200.00	200.00
							200.00
	Materiales						
0287010003	MATERIALES - PROTECCION COLECTIVA		glb		1.0000	250.00	250.00
							250.00

Partida **05.04.03 SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD**

Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			60.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra						
0147000040	MANO DE OBRA - SEÑALIZACION		glb		1.0000	50.00	50.00
							50.00
	Materiales						
0287010002	MATERIALES - SEÑALIZACION DE SEGURIDAD		glb		1.0000	10.00	10.00
							10.00

Anexo 5b: Costos y presupuesto del sistema *Steel Framing*

Datos generales del presupuesto del sistema *Steel Framing*

810

Página: 1

Datos Generales del Presupuesto

Obra **0409001** MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA STEEL FRAMING, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA,
 DEPARTAMENTO DE LIMA
 Propietario **02100113** MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO
 Lugar **150106** LIMA - LIMA - CARABAYLLO
 Fecha **09/07/2021** Jornada **8.00** horas
 Moneda principal **01 SOLES**

	Presupuesto (S/)
Costo directo	155,467.08
IGV	27,984.07
Total	183,451.15

Subpresupuestos:

Código	Descripción	Cantidad	Precio (S/)	Parcial (S/)
001	ESTRUCTURAS	1.00	65,465.17	65,465.17
002	ARQUITECTURA	1.00	48,290.97	48,290.97
006	INSTALACIONES ELECTRICAS	1.00	10,742.95	10,742.95
007	INSTALACIONES SANITARIAS	1.00	25,049.96	25,049.96
008	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINAR	1.00	5,918.03	5,918.03

Fecha:

17/06/2021 16:16:55

Presupuesto del sistema *Steel Framing*

310

Página 1

Presupuesto

Presupuesto	0409001	MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA STEEL FRAMING, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA				
Ciente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CARABAYLLO			Costo al	09/07/2021	
Lugar	LIMA - LIMA - CARABAYLLO					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/	
01	ESTRUCTURAS				65,465.17	
1.01	TRABAJOS PRELIMINARES				427.50	
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	45.00	3.29	149.05	
01.01.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	45.00	3.10	139.50	
01.01.03	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	45.00	3.11	139.95	
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,275.65	
01.02.01	EXC.MAN.MAT.SUELTO HASTA 30CM	m2	45.00	10.98	494.10	
01.02.02	EXC. ZANJAS P/VIGAS PER. MAT. SUEL.	m3	1.42	20.59	29.24	
01.02.03	RELLENO Y APISONADO CON MATERIAL PROPIO	m3	9.90	19.36	191.66	
01.02.04	ELIMINACIÓN MATERIAL-MANUAL DH=30M (D. FROM)	m3	7.93	27.45	217.68	
01.02.05	ELIM.MAT.EXC.CARG. 125HP/VOLQUETE 6M3, V=30 D=10KM	m3	7.93	43.25	342.97	
1.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				1,835.10	
01.03.01	FALSO PISO DE CONCRETO C.H 1.8 (e=1")	m2	45.00	16.51	832.95	
01.03.02	CONTRAPISO CON MALLA DE ALAMBRE GALVANIZADO (e=1")	m2	45.00	22.27	1,002.15	
1.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				6,814.47	
01.04.01	VIGAS PERIMETRALES				1,589.04	
01.04.01.01	CONCRETO PREM. PARA VIGAS PERIMETRALES f _c =210 kg/cm ²	m3	1.82	237.76	432.72	
01.04.01.02	ACERO ESTRUCTURAL f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	220.25	5.25	1,156.31	
01.04.02	PLATEA DE CIMENTACIÓN				2,592.51	
01.04.02.01	CONCRETO PREM. PARA PLATEA DE CIMENTACION f _c =210 kg/cm ²	m3	3.75	237.76	892.43	
01.04.02.02	ACERO ESTRUCTURAL f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	323.82	5.25	1,700.08	
01.04.03	CISTERNA				2,632.93	
01.04.03.01	CONCRETO PREM. PARA CISTERNA f _c =210 kg/cm ²	m3	3.71	285.04	1,057.50	
01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN CISTERNA	m2	7.89	53.32	420.69	
01.04.03.03	ACERO ESTRUCTURAL f _y =4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	219.95	5.25	1,154.74	
1.05	ESTRUCTURAS DE ACERO GALVANIZADO				29,288.07	
01.05.01	ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO PARA MUROS EXTERNOS	m2	111.20	177.26	19,711.12	
01.05.02	ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO PARA MUROS INTERNOS	m2	47.12	56.46	2,660.40	
01.05.03	ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO PARA CUBIERTA	m2	45.00	47.95	2,157.75	
01.05.04	ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO PARA ENTREPISO	m2	40.95	116.21	4,758.80	
1.06	EMPLACADO DE ESTRUCTURA				24,485.47	
01.06.01	EMPLACADO DE MUROS EXTERIORES	m2	111.20	141.95	15,794.64	
01.06.02	EMPLACADO DE MUROS INTERIORES	m2	47.12	69.00	3,251.12	
01.06.03	EMPLACADO DE ENTREPISO	m2	40.95	73.04	2,991.08	
01.06.04	EMPLACADO DE CUBIERTA	m2	45.00	54.64	2,458.62	
01.07	ESCALERA				1,338.91	
01.07.01	ESCALERA DE STEEL FRAMING	gb.	1.00	1,338.91	1,338.91	
02	ARQUITECTURA				48,290.97	
02.01	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				770.50	
02.01.01	VESTIDURA DE DERRAMES CON MASILLA	m	84.30	9.14	770.50	
02.02	PISOS Y PAVIMENTOS				4,027.98	
02.02.01	PISO DE CERAMICO BLANCO 40x40 cm	m2	11.41	55.60	634.40	
02.02.02	PISO DE CERAMICO IMITACION MADERA CLARA	m2	31.21	59.06	1,843.26	
02.02.03	PISO DE CERAMICO IMITACION MADERA GRIS	m2	26.25	59.06	1,550.33	
02.03	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS				4,439.37	
02.03.01	CONTRAZOCALO DE CERAMICO 10x30cm	m	40.80	25.41	1,036.73	
02.03.02	ZOCALO DE CERAMICO BLANCO 40x40cm	m2	37.78	86.46	3,264.73	
02.03.03	ZOCALO DE AZULEJOS COCINA	m ²	2.93	47.07	137.92	
02.04	REVESTIMIENTO DE ESCALERAS				324.17	
02.04.01	REVESTIMIENTO DE CERAMICO IMITACION MADERA CLARA	m2	4.36	74.35	324.17	
02.05	COBERTURAS				2,520.90	
02.05.01	CUBIERTA LADRILLO PASTELERO 25X25 ASENT. CMEZ. 1.5, JUNTA 1.5 E=1.5CM	m2	45.00	56.02	2,520.90	

02.06	CARPINTERIA DE MADERA				11,950.92
02.06.01	PUERTA DE MADERA MACHIMBRADA CON GIRO 90°	m2	2.25	335.89	755.75
02.06.02	PUERTA CONTRAPLACADA DE MDF CON GIRO 90°	m2	9.66	241.07	2,328.74
02.06.03	PUERTA CONTRAPLACADA PARA CLOSETS	m2	9.45	218.67	2,066.43
02.06.04	REPOSTEROS BAJOS	m	4.00	1,200.00	4,800.00
02.06.05	REPOSTEROS ALTOS	m	2.00	1,000.00	2,000.00
02.07	CARPINTERIA METALICA Y HERRERIA				8,184.91
02.07.01	MARCO DE ALUMINIO PARA VENTANAS	m	42.80	170.90	7,314.52
02.07.02	BARANDA METALICA DE ACERO HSRO 2" x 3mm h = 0.90m	m	4.75	183.24	870.39
02.08	CERRAJERIA				1,227.51
02.08.01	CERRADURA 3 GOLPES EN PUERTA CON TIRADOR CROMO MATE	pza	2.00	117.88	235.76
02.08.02	CERRADURA PI PUERTA INTERIOR DORMITORIO CROMO MATE	pza	3.00	65.25	195.75
02.08.03	CERRADURA PI PUERTA INTERIOR BAÑO CROMO MATE	pza	3.00	67.88	203.64
02.08.04	CERRADURA PARA MAMPARAS DE ALUMINIO	pza	1.00	157.39	157.39
02.08.05	CHAPAS DE CLOSETS	pza	3.00	26.81	80.43
02.08.06	BISAGRAS CANGREJO DE COCINA	par	6.00	9.97	59.82
02.08.07	BISAGRA CAPUCHINAS ALUMINIZADAS 3 1/2"	pza	24.00	12.28	294.72
02.09	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES				8,744.52
02.09.01	VIDRIO TEMPLADO E=6mm	m2	16.35	159.42	2,606.52
02.09.02	MAMPARA DE VIDRIO TEMPLADO E=6mm INC. INSTALACION Y ACCESORIOS	m2	4.73	518.24	2,451.28
02.09.03	ESPEJO BISELADO	m2	1.19	72.88	86.73
02.09.04	ACCESORIOS P. VENTANAS DE CRISTAL TEMPLADO	glb	4.00	300.00	1,200.00
02.09.05	ACCESORIOS P. MURO CORTINA DE CRISTAL TEMPLADO	glb	4.00	600.00	2,400.00
02.10	PINTURA				4,600.19
02.10.01	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN MUROS INTERIORES	m2	186.62	8.76	1,652.31
02.10.02	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN MUROS EXTERIORES	m2	40.15	16.73	671.71
02.10.03	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN TECHOS/CIELO RASO	m2	73.40	20.33	1,492.22
02.10.04	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN DERRAMES	m2	4.44	8.76	38.89
02.10.05	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN ESCALERA	m2	5.72	12.35	70.64
02.10.06	PINTURA EN PUERTAS INTERIORES DE MADERA C/BARNIZ-2 MANOS	m2	23.82	20.64	491.64
02.10.07	PINTURA EN PUERTAS DE CLOSETS DE MADERA C/BARNIZ-2 MANOS	m2	9.45	19.34	182.76
02.11	VARIOS, LIMPIEZA Y JARDINERIA				1,500.00
02.11.01	LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA	glb	1.00	900.00	900.00
02.11.02	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	glb	1.00	600.00	600.00
03	INSTALACIONES ELECTRICAS				10,742.95
03.01	SALIDAS DE ILUMINACION				187.78
03.01.01	SALIDA PARA ALUMBRADO	und	16.00	10.19	163.04
03.01.02	SALIDA PARA BRAQUETE D	und	2.00	12.37	24.74
03.02	SALIDAS DE FUERZA				293.80
03.02.01	SALIDA PARA COCINA ELECTRICA	pte	1.00	63.04	63.04
03.02.02	SALIDA PARA CALENTADOR ELECTRICO	pte	2.00	115.38	230.76
03.03	CANALIZACIONES Y / O TUBERIAS				3,187.74
03.03.01	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 25 mm	m	144.70	22.03	3,187.74
03.04	CONDUCTORES Y / O CABLE				632.27
03.04.01	ALAMBRE THW 6 mm2	m	19.97	3.04	60.71
03.04.02	ALAMBRE TW 2.5 mm2	m	380.86	0.69	262.79
03.04.03	CABLE DE COXIAL	m	28.00	2.12	59.36
03.04.04	CABLE DE RED UTP	m	28.75	2.12	60.95
03.04.05	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2X30 A	und	3.00	62.82	188.46
03.05	INTERRUPTORES THERMOMAGNETICOS - DIFERENCIAL				482.34
03.05.01	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2X15 A	und	3.00	77.02	231.06
03.05.02	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2X20 A	und	4.00	82.82	251.28
03.06	TABLERO DE DISTRIBUCION				1,575.36
03.06.01	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2X 25 A	und	3.00	159.02	477.06
03.06.02	TABLEROS DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 12 POLOS	und	2.00	526.15	1,052.30
03.06.03	CAJA F"G" 100 x 100 x 50 mm	und	4.00	11.50	46.00
03.07	CAJAS DE PASO				14.00
03.07.01	SALIDA PARA INTERRUPTOR SIMPLE	und	10.00	1.40	14.00
03.08	INTERRUPTORES TOMACORRIENTE Y SEÑALES Y COMUNICACION				1,624.32
03.08.01	SALIDA DE TOMA CORRIENTE D	und	22.00	0.70	15.40
03.08.02	SALIDA PARA INTERRUPTOR DE CONMUTACION	und	4.00	47.07	188.28

03.08.03	SALIDA PARA TELEFONO EXTERNO	pto	8.00	38.30	306.40
03.08.04	SALIDA PARA TELEVISION	pto	4.00	53.56	214.24
03.08.05	INTERCOMUNICADORES	und	1.00	800.00	800.00
03.09	SISTEMA POZO TIERRA				731.93
03.09.01	POZO DE TIERRA	und	1.00	731.93	731.93
03.10	INSTALACION DE BOMBAS DE AGUA				2,113.41
03.10.01	INSTALACION BOMBA DE AGUA	gib	1.00	2,113.41	2,113.41
04	INSTALACIONES SANITARIAS				25,049.96
04.01	SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS				11,413.46
04.01.01	INODORO	und	3.00	426.10	1,278.30
04.01.02	LAVATORIO NACIONAL PEDESTAL BLANCO	und	3.00	1,371.30	4,113.90
04.01.03	LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE DOS POZAS	und	1.00	1,280.40	1,280.40
04.01.04	GRIFERA SIMPLE PARA LAVATORIO	und	3.00	140.00	420.00
04.01.05	GRIFERA TIPO CAUSO	und	3.00	477.30	1,431.90
04.01.06	DUCHA CROMADA DE CABEZA GIRATORIA Y LLAVE MEZCLADORA	und	2.00	379.23	758.46
04.01.07	THERMA	und	2.00	426.10	852.20
04.01.08	MEZCLADORAS	und	3.00	426.10	1,278.30
04.02	SUMINISTRO Y ACCESORIOS				784.50
04.02.01	JUEGO DE ACCESORIOS (PAPELERA, JABONERA, TOALLERO)	jgo	3.00	149.90	449.70
04.02.02	INSTALACION DE APARATOS SANITARIOS	und	21.00	13.95	292.95
04.02.03	INSTALACION DE ACCESORIOS	gib	3.00	13.95	41.85
04.03	SALIDAS DE AGUA FRIA				4,918.04
04.03.01	SALIDA DE AGUA FRIA TUBERIA PVC C-10 O 1/2"	pto	12.00	74.76	897.12
04.03.02	SALIDA DE AGUA FRIA TUBERIA PVC C-10 O 3/4"	pto	1.00	172.09	172.09
04.03.03	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA				1,524.92
04.03.03.01	CODO PVC 1/2"	und	50.00	15.74	787.00
04.03.03.02	CODO PVC 3/4"	und	25.00	16.62	415.50
04.03.03.03	TEE CPVC 3/4"	und	5.00	18.50	92.50
04.03.03.04	TEE CPVC 1/2"	und	8.00	17.40	139.20
04.03.03.05	REDUCCION DE CPVC 3/4 a 1/2"	und	6.00	15.12	90.72
04.03.04	RED DE ALIMENTACION				1,771.51
04.03.04.01	RED DE DISTRIBUCION INTERNA CON TUBERIA DE PVC C-10 DE 1/2"	m	32.33	31.60	1,021.63
04.03.04.02	RED DE DISTRIBUCION INTERNA CON TUBERIA DE PVC C-10 DE 3/4"	m	26.33	28.48	749.88
04.03.05	VALVULAS AGUA FRIA				552.40
04.03.05.01	VALVULA ESFERICA DE 3/4"	und	3.00	46.40	139.20
04.03.05.02	VALVULA ESFERICA DE 1/2"	und	6.00	33.30	199.80
04.03.05.03	VALVULA FLOTADOR DE 1/2"	und	1.00	33.30	33.30
04.03.05.04	VALVULA CHECK DE BRONCE DE 3/4"	und	1.00	180.10	180.10
04.04	SISTEMA DE AGUA CALIENTE				3,502.41
04.04.01	SALIDA AGUA CALIENTE TUBERIA CPVC O 1/2"	pto	7.00	101.57	710.99
04.04.02	SALIDA AGUA CALIENTE TUBERIA CPVC O 3/4"	pto	1.00	42.34	42.34
04.04.03	RED DE AGUA CALIENTE				
04.04.04	RED DE DISTRIBUCION INTERIOR DE AGUA CALIENTE CON TUBERIA CPVC O 3/4"	m	20.20	65.06	1,314.21
04.04.05	RED DE DISTRIBUCION DE AGUA CALIENTE CON TUBERIA CPVC DE 1/2"	m	20.36	22.30	454.03
04.04.06	ACCESORIOS DE REDES DE AGUA CALIENTE				708.44
04.04.06.01	CODO PVC 3/4"	pto	8.00	37.02	296.16
04.04.06.02	CODO PVC 1/2"	und	20.00	15.74	314.80
04.04.06.03	TEE CPVC 3/4"	und	2.00	18.50	37.00
04.04.06.04	REDUCCION DE CPVC 3/4 a 1/2"	und	4.00	15.12	60.48
04.04.07	VALVULAS AGUA CALIENTE				
04.04.08	VALVULA ESFERICA DE 3/4"	und	3.00	46.40	139.20
04.04.09	VALVULA ESFERICA DE 1/2"	und	4.00	33.30	133.20
04.05	SISTEMA DE DESAGUE				4,431.55
04.05.01	SALIDA DESAGUE DE PVC SAL 2"	pto	19.00	22.43	426.17
04.05.02	SALIDA DESAGUE DE PVC SAL 4"	pto	4.00	62.85	251.40
04.05.03	TUBERIA RED DE MONTANTES COLECTORAS				
04.05.04	MONTANTE DE TUBERIA PVC SAL 4"	m	22.00	22.25	489.50
04.05.05	MONTANTE DE PVC SAL 2"	m	20.53	12.55	257.65
04.05.06	MONTANTE DE VENTILACION PVC SAL 2"	m	5.50	12.55	69.03
04.05.07	ACCESORIOS Y ADITAMIENTOS DE RED DE DESAGUE				
04.05.08	CODO SAP PVC 4"X80"	und	2.00	20.88	41.76
04.05.09	CODO SAP PVC 2"X80"	und	18.00	30.89	556.02

04.05.10	CODO SAP PVC 2"x45°	und	5.00	16.26	81.30
04.05.11	TEES SAP PVC 4"	und	4.00	26.05	104.20
04.05.12	TEES SAP PVC 2"	und	4.00	35.18	140.72
04.05.13	TEES SANITARIA PVC 4"	und	2.00	22.09	44.18
04.05.14	YEE SANITARIA PVC 4"	und	3.00	28.14	84.42
04.05.15	YEE SANITARIA PVC 2"	und	11.00	18.79	206.69
04.05.16	REDUCTOR 4 A 2"	und	4.00	18.53	74.12
04.05.17	SOMBRERO DE VENTILACION 4"	und	2.00	32.03	64.06
04.05.18	SOMBRERO DE VENTILACION 2"	und	2.00	21.58	43.16
04.05.19	REGISTRO DE BRONCE 4"	und	2.00	46.06	92.12
04.05.20	REGISTRO DE BRONCE 2"	und	3.00	23.82	71.46
04.05.21	SUMIDERO DE BRONCE ROSCADO 2"	und	7.00	86.55	605.85
04.05.22	CAMARAS DE INSPECCION				727.74
04.05.22.01	CAJAS DE REGISTRO DE DESAGUE 12" x 24"	und	2.00	242.58	485.16
04.05.22.02	REBOSE DE TANQUE ELEVADO 2"	und	1.00	242.58	242.58
05	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD				5,918.03
05.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES				2,685.69
05.01.01	CERCO PERIMETRICO PROVISIONAL DE TRIPLAY DE 6.0 mm	m	27.00	99.47	2,685.69
05.02	TRABAJOS PRELIMINARES				500.00
05.02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	gib	1.00	500.00	500.00
05.03	INSTALACIONES PROVISIONALES				400.00
05.03.01	ENERGIA ELÉCTRICA PARA LA CONSTRUCCIÓN	gib	1.00	200.00	200.00
05.03.02	AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	gib	1.00	200.00	200.00
05.04	SEGURIDAD				2,332.34
05.04.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	gib	1.00	1,822.34	1,822.34
05.04.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	gib	1.00	450.00	450.00
05.04.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	gib	1.00	60.00	60.00
	COSTO DIRECTO				166,467.08

Fecha : 19/06/2021 22:15:54

Análisis de precios unitarios del sistema *Steel Framing*-Arquitectura

Página : 1

Análisis de precios unitarios

0409001		MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA STEEL FRAMING, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA				
002 ARQUITECTURA		Fecha presupuesto			09/07/2021	
02.01.01		VESTIDURA DE DERRAMES CON MASILLA				
m/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m		9.14	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	23.49	6.26
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0267	28.19	0.75
						7.02
Materiales						
MASILLA PARA DRYWALL		bis		0.0600	29.50	1.77
						1.77
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	7.02	0.35
						0.35
02.02.01		PISO DE CERAMICO BLANCO 40x40 cm				
m2/DIA	7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : m2		55.60	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	1.1429	23.49	26.85
PEON		hh	0.3300	0.3771	16.79	6.33
CAPATAZ		hh	0.1000	0.1143	28.19	3.22
						36.40
Materiales						
PEGAMENTO GRIS PARA CERAMICO		kg		0.1400	13.14	1.84
FRAGUA BLANCA		kg		0.3333	3.56	1.19
AGUA		m3		0.0063	5.68	0.04
CERAMICO BLANCO 40x40 cm		m2		1.0500	13.47	14.14
CRUCETA C/TOMAD (100 Und)		bis		0.0400	4.15	0.17
						17.38
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	36.40	1.82
						1.82
02.02.02		PISO DE CERAMICO IMITACION MADERA CLARA				
m2/DIA	7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : m2		59.06	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	1.1429	23.49	26.85
PEON		hh	0.3300	0.3771	16.79	6.33
CAPATAZ		hh	0.1000	0.1143	28.19	3.22
						36.40
Materiales						
PEGAMENTO GRIS PARA CERAMICO		kg		0.1400	13.14	1.84
FRAGUA COLOR		kg		0.3333	3.56	1.19
AGUA		m3		0.0063	5.68	0.04
CRUCETA C/TOMAD (100 Und)		bis		0.0167	4.15	0.07
CERAMICO IMITACION MADERA CLARA		m2		1.0500	16.86	17.70
						20.84
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	36.40	1.82
						1.82
02.02.03		PISO DE CERAMICO IMITACION MADERA GRIS				
m2/DIA	7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : m2		59.06	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/

Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	23.49	26.85	
PEON	hh	0.3300	0.3771	16.79	6.33	
CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	28.19	3.22	
						36.40
Materiales						
PEGAMENTO GRIS PARA CERAMICO	kg		0.1400	13.14	1.84	
FRAGUA COLOR	kg		0.3333	3.56	1.19	
AGUA	m3		0.0063	5.68	0.04	
CRUCETA C/TOMAD (100 Und)	bis		0.0167	4.15	0.07	
CERAMICO IMITACION MADERA GRIS	m2		1.0500	16.66	17.70	
						20.84
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	36.40	1.82	
						1.82
02.03.01 CONTRAZOCALO DE CERAMICO 10x30cm						
m/DIA	18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m		25.41	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	23.49	10.44	
PEON	hh	0.3300	0.1467	16.79	2.46	
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	28.19	1.25	
						14.15
Materiales						
ARENA FINA	m3		0.0012	78.00	0.09	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.1340	18.48	2.48	
FRAGUA COLOR	kg		0.2000	3.56	0.71	
ZOCALO DE CERAMICO BLANCO 10x30 cm	m		1.0500	6.92	7.27	
						10.55
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	14.15	0.71	
						0.71
02.03.02 ZOCALO DE CERAMICO BLANCO 40x40cm						
m2/DIA	4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : m2		86.46	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.49	46.98	
PEON	hh	0.3300	0.6600	16.79	11.08	
CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	28.19	5.64	
						63.70
Materiales						
ARENA FINA	m3		0.0250	78.00	1.95	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.1500	18.48	2.77	
FRAGUA BLANCA	kg		0.2000	3.56	0.71	
CERAMICO BLANCO 40x40 cm	m2		1.0500	13.47	14.14	
						19.57
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	63.70	3.19	
						3.19
02.03.03 ZOCALO DE AZULEJOS COCINA						
m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		47.07	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.49	15.68	
PEON	hh	0.3300	0.2200	16.79	3.69	
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	28.19	1.88	
						21.23
Materiales						
ARENA FINA	m3		0.0250	78.00	1.95	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		0.1500	18.48	2.77	
FRAGUA COLOR	kg		0.2000	3.56	0.71	
AZULEJOS DE CERAMICO PARA COCINA	m2		1.0500	18.43	19.35	
						24.78
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	21.23	1.06	
						1.06

Materiales					
CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0669	3.56	0.24
COLA SINTETICA	gal		0.1028	15.25	1.57
LJA PARA MADERA	Und.		1.1000	1.61	1.77
MADERA DE CEDRO (p2)	p2		10.3000	5.80	59.74
TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 6 mm	pl		1.0000	35.20	35.20
					98.52
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	130.95	6.55
SIERRA CIRCULAR	hm	0.2000	0.5333	5.48	2.92
CEPILLADORA ELECTRICA	hm	0.2000	0.5333	3.99	2.13
					11.60
02.06.03 PUERTA CONTRAPLACADA PARA CLOSETS					
m2/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m2		218.67
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	23.49	62.64
OFICIAL	hh	1.0000	2.6667	18.57	49.52
CAPATAZ	hh	0.2500	0.6667	28.19	18.79
					130.95
Materiales					
CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0669	3.56	0.24
COLA SINTETICA	gal		0.1028	15.25	1.57
LJA PARA MADERA	Und.		1.1000	1.61	1.77
MADERA DE CEDRO (p2)	p2		8.3000	5.80	48.14
TRIPLAY LUPUNA DE 4' X 8' X 4 mm	pl		1.0000	24.40	24.40
					76.12
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	130.95	6.55
SIERRA CIRCULAR	hm	0.2000	0.5333	5.48	2.92
CEPILLADORA ELECTRICA	hm	0.2000	0.5333	3.99	2.13
					11.60
02.06.04 REPOSTEROS BAJOS					
m/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m		1,200.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Subcontratos					
REPOSTEROS BAJOS	glb		1.0000	1,200.00	1,200.00
					1,200.00
02.06.05 REPOSTEROS ALTOS					
m/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m		1,000.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Subcontratos					
REPOSTEROS ALTOS	glb		1.0000	1,000.00	1,000.00
					1,000.00
02.07.01 MARCO DE ALUMINIO PARA VENTANAS					
m/DIA	5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : m		170.90
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	23.49	37.58
OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	18.57	29.71
CAPATAZ	hh	0.2000	0.3200	28.19	9.02
					76.31
Materiales					
VENTANA DE ALUMINIO (INCL. COLOCACIÓN, CERRAJERÍA)	m		1.1000	82.52	90.77
					90.77
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	76.31	3.82
					3.82
02.07.02 BARANDA METALICA DE ACERO HSRO 2" x 3mm h = 0.90m					
m/DIA	5.0000	EQ. 5.0000	Costo unitario directo por : m		183.24

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	23.49	37.58
OFICIAL	hh	1.0000	1.6000	18.57	29.71
CAPATAZ	hh	0.2000	0.3200	28.19	9.02
					76.31
Materiales					
SOLDADURA CELLOCORD P 3/12"	kg		0.2000	10.68	2.14
TUBO DE ACERO HRSO Ø 2" x 3 mm x 6.00 m	m		2.5000	13.37	33.43
PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.1500	26.69	4.00
PINTURA ANTICORROSIVA	gal		0.1500	39.83	5.97
					45.54
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	76.31	3.82
MOTOSOLDADORA DE 250 A	hm	1.0000	1.6000	35.98	57.57
					61.39

02.08.01 CERRADURA 3 GOLPES EN PUERTA CON TIRADOR CROMO MATE

pza/DIA 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : pza **117.88**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.49	46.98
CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	28.19	5.64
					52.62
Materiales					
CERRADURA EXTERIOR DE TRES GOLPES	Und.		1.0000	62.63	62.63
					62.63
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	52.62	2.63
					2.63

02.08.02 CERRADURA PIPUERTA INTERIOR DORMITORIO CROMO MATE

pza/DIA 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : pza **65.25**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.49	46.98
CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	28.19	5.64
					52.62
Materiales					
CERRADURA DE PERILLA	pza		1.0000	12.63	12.63
					12.63

02.08.03 CERRADURA PIPUERTA INTERIOR BAÑO CROMO MATE

pza/DIA 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : pza **67.88**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	23.49	46.98
CAPATAZ	hh	0.1000	0.2000	28.19	5.64
					52.62
Materiales					
CERRADURA DE PERILLA	pza		1.0000	12.63	12.63
					12.63
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	52.62	2.63
					2.63

02.08.04 CERRADURA PARA MAMPARAS DE ALUMINIO

pza/DIA 3.0000 EQ. 3.0000 Costo unitario directo por : pza **157.39**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	2.6667	23.49	62.64
CAPATAZ	hh	0.1000	0.2667	28.19	7.52
					70.16
Materiales					
CERRADURA EXTERIOR PIMAMPARA	Und.		1.0000	83.72	83.72
					83.72
Equipos					

HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	70.16	3.51	
						3.51	
<hr/>							
02.08.05	CHAPAS DE CLOSETS						
pza/DIA	12.0000		EQ 12.0000	Costo unitario directo por : pza		26.81	
Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra							
OPERARIO		hh		1.0000	0.6667	23.49	15.66
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0667	28.19	1.88
							17.54
Materiales							
CHAPA SIMPLE PARA CLOSET		pza			1.0000	8.39	8.39
							8.39
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.0000	17.54	0.88
							0.88
<hr/>							
02.08.06	BISAGRAS CANGREJO DE COCINA						
par/DIA	24.0000		EQ 24.0000	Costo unitario directo por : par		9.97	
Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra							
OPERARIO		hh		1.0000	0.3333	23.49	7.83
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0333	28.19	0.94
							8.77
Materiales							
BISAGRA CANGREJO DE ACERO INOXIDABLE		pza			1.0000	0.76	0.76
							0.76
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.0000	8.77	0.44
							0.44
<hr/>							
02.08.07	BISAGRA CAPUCHINAS ALUMINIZADAS 3 1/2"						
pza/DIA	24.0000		EQ 24.0000	Costo unitario directo por : pza		12.28	
Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra							
OPERARIO		hh		1.0000	0.3333	23.49	7.83
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0333	28.19	0.94
							8.77
Materiales							
BISAGRA CAPUCHINA SERIE FBB 179 3 1/2" x 3 1/2"		pza			1.0000	3.07	3.07
							3.07
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.0000	8.77	0.44
							0.44
<hr/>							
02.09.01	VIDRIO TEMPLADO E=6mm						
m2/DIA	30.0000		EQ 30.0000	Costo unitario directo por : m2		159.42	
Descripción Recurso		Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra							
OPERARIO		hh		1.0000	0.2667	23.49	6.26
OFICIAL		hh		2.0000	0.5333	18.57	9.90
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0267	28.19	0.75
							16.91
Materiales							
CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS		kg			0.0100	3.56	0.04
MADERA ANDAMIAJE		p2			2.1600	3.50	7.56
SILICONA PARA VIDRIO		Und.			0.1500	11.78	1.77
VIDRIO TEMPLADO INCOLORO DE E=6mm		m2			1.0500	125.99	132.29
							141.66
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.0000	16.91	0.85
							0.85
<hr/>							
02.09.02	MAMPARA DE VIDRIO TEMPLADO E=6mm INC. INSTALACION Y ACCESORIOS						
m2/DIA	30.0000		EQ 30.0000	Costo unitario directo por : m2		518.24	

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	23.49	6.26
OFICIAL	hh	2.0000	0.5333	18.57	9.90
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	28.19	0.75
					16.91
Materiales					
CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.0100	3.56	0.04
MADERA ANDAMIAJE	p2		2.1600	3.50	7.56
SILICONA PARA VIDRIO	Und.		0.1500	11.78	1.77
VIDRIO TEMPLADO INCOLORO DE E=6mm	m2		1.0500	125.99	132.29
MARCO DE ALUMINIO PARA PUERTA DE VIDRIO TEMPLAD	m		3.5000	102.52	358.82
					500.48
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	16.91	0.85
					0.85

02.09.03		ESPEJO BISELADO			
m2/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2		72.88
Descripción Recurso					
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	23.49	6.26
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	28.19	0.75
					7.01
Materiales					
SILICONA PARA VIDRIO	Und.		0.1500	11.78	1.77
ESPEJO	m2		1.0500	60.71	63.75
					65.52
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	7.01	0.35
					0.35

02.09.04		ACCESORIOS P. VENTANAS DE CRISTAL TEMPLADO			
g/b/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : g/b		300.00
Descripción Recurso					
Materiales					
ACCESORIOS P. VENTANAS DE CRISTAL TEMPLADO	g/b		1.0000	300.00	300.00
					300.00

02.09.05		ACCESORIOS P. MURO CORTINA DE CRISTAL TEMPLADO			
g/b/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : g/b		600.00
Descripción Recurso					
Materiales					
ACCESORIOS P. MURO CORTINA DE CRISTAL TEMPLADO	g/b		1.0000	600.00	600.00
					600.00

02.10.01		PINTURA LATEX A 2 MANOS EN MUROS INTERIORES			
m2/DIA	28.0000	EQ. 28.0000	Costo unitario directo por : m2		8.76
Descripción Recurso					
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.2857	23.49	6.71
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0286	28.19	0.81
					7.52
Materiales					
LJA PARA MADERA	Und.		0.1000	1.61	0.16
PINTURA LATEX	gal		0.0400	17.04	0.68
IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)	bis		0.0100	16.95	0.17
					1.01
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.52	0.23
					0.23

02.10.02		PINTURA LATEX A 2 MANOS EN MUROS EXTERIORES			
m2/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		16.73
Descripción Recurso					

Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	23.49	9.40
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0400	28.19	1.13
						10.53
Materiales						
CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS		kg		0.0200	3.56	0.07
LIJA PARA MADERA		Und.		0.1000	1.61	0.16
MADERA ANDAMIAJE		p2		0.4020	3.50	1.41
PINTURA LATEX		gal		0.0500	17.04	0.85
IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)		bis		0.2000	16.95	3.39
						5.88
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	10.53	0.32
						0.32
<hr/>						
02.10.03	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN TECHOS/CIELO RASO					
m2/DIA	15.0000	EQ	15.0000	Costo unitario directo por : m2		20.33
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.5333	23.49	12.53
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0533	28.19	1.50
						14.03
Materiales						
CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS		kg		0.0200	3.56	0.07
LIJA PARA MADERA		Und.		0.1000	1.61	0.16
MADERA ANDAMIAJE		p2		0.4020	3.50	1.41
PINTURA LATEX		gal		0.0500	17.04	0.85
IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)		bis		0.2000	16.95	3.39
						5.88
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	14.03	0.42
						0.42
<hr/>						
02.10.04	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN DERRAMES					
m2/DIA	28.0000	EQ	28.0000	Costo unitario directo por : m2		8.76
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.2857	23.49	6.71
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0286	28.19	0.81
						7.52
Materiales						
LIJA PARA MADERA		Und.		0.1000	1.61	0.16
PINTURA LATEX		gal		0.0400	17.04	0.68
IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)		bis		0.0100	16.95	0.17
						1.01
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	7.52	0.23
						0.23
<hr/>						
02.10.05	PINTURA LATEX A 2 MANOS EN ESCALERA					
m2/DIA	20.0000	EQ	20.0000	Costo unitario directo por : m2		12.35
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	23.49	9.40
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0400	28.19	1.13
						10.53
Materiales						
CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS		kg		0.0100	3.56	0.04
LIJA PARA MADERA		Und.		0.1000	1.61	0.16
MADERA ANDAMIAJE		p2		0.0201	3.50	0.07
PINTURA LATEX		gal		0.0500	17.04	0.85
IMPRIMANTE (BOLSA=30KG)		bis		0.0100	16.95	0.17
						1.29
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	10.53	0.53
						0.53
<hr/>						
02.10.06	PINTURA EN PUERTAS INTERIORES DE MADERA C/BARNIZ -2 MANOS					

m2/DIA	18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m2		20.64	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.4444	23.49	10.44
PEON		hh	0.5000	0.2222	16.79	3.73
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0444	28.19	1.25
						15.42
Materiales						
LIIJA PARA MADERA		Und.		0.2000	1.61	0.32
TAPAPOROS DE MADERA ACABADA CON BARNIZ O LACA		gal		0.0556	41.95	2.33
BARNIZ		gal		0.0500	42.29	2.11
						4.76
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	15.42	0.46
						0.46

02.10.07 PINTURA EN PUERTAS DE CLOSETS DE MADERA C/BARNIZ- 2 MANOS

m2/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2		19.34	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	23.49	9.40
PEON		hh	0.5000	0.2000	16.79	3.36
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0400	28.19	1.13
						13.89
Materiales						
LIIJA PARA MADERA		Und.		0.2000	1.61	0.32
TAPAPOROS DE MADERA ACABADA CON BARNIZ O LACA		gal		0.0556	41.95	2.33
BARNIZ		gal		0.0500	42.29	2.11
						4.76
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	13.89	0.69
						0.69

02.11.01 LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA

g/b/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : g/b		900.00	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Subcontratos						
LIMPIEZA PERMANENTE DE OBRA		gb		1.0000	900.00	900.00
						900.00

02.11.02 LIMPIEZA FINAL DE OBRA

g/b/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : g/b		600.00	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
Subcontratos						
LIMPIEZA FINAL DE OBRA		gb		1.0000	600.00	600.00
						600.00

Fecha : 19/06/2021 23:49:30

Análisis de Precios Unitarios del sistema *Steel Framing*-Estructuras

Análisis de precios unitarios

Proyecto	MÓDULO UNIFAMILIAR EN SISTEMA STEEL FRAMING, DISTRITO DE CARABAYLLO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA				Fecha presupuesto		09/07/2011
Subproyecto	01 ESTRUCTURAS						
Fecha	01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m3DIA	50.0000	EQ 50.0000	Costo unitario directo por m3		3.29	
Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
		Mano de Obra					
PEON		hh		1.0000	0.8000	16.70	2.60
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0800	28.10	0.45
							3.14
		Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MCD			5.0000	3.14	0.16
							0.16
Fecha	01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR					
Rendimiento	m3DIA	450.0000	EQ 450.0000	Costo unitario directo por m3		3.10	
Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
		Mano de Obra					
TOPOGRAFICO		hh		1.0000	0.0776	25.00	0.44
OFICIAL		hh		1.0000	0.0776	16.52	0.33
PEON		hh		3.0000	0.2331	16.70	0.90
CAPATAZ		hh		0.2000	0.0036	28.10	0.10
							1.77
		Materiales					
ACERO CORRUGADO (s=400 kg/m2) GRADO 30		kg			0.0000	3.09	0.31
CEMENTO PORTLAND TIPO I (62.5 kg)		bis			0.0768	18.48	0.30
CAL EN BOLSA DE 50 KG		bis			0.0100	15.78	0.16
MADERA PARA ENCRUJADO		m2			0.0100	6.20	0.06
CORDON		m			0.0000	0.20	0.04
							0.87
		Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MCD			5.0000	1.77	0.50
NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE		hh		1.0000	0.0776	9.24	0.18
TEODOLITO Y MIRA		hm		1.0000	0.0776	11.64	0.21
							0.48
Fecha	01.01.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO					
Rendimiento	m3DIA	450.0000	EQ 450.0000	Costo unitario directo por m3		3.11	
Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
		Mano de Obra					
TOPOGRAFICO		hh		1.0000	0.0776	25.00	0.44
OFICIAL		hh		1.0000	0.0776	16.52	0.33
PEON		hh		3.0000	0.2331	16.70	0.90
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0018	28.10	0.06
							1.72
		Materiales					
ACERO CORRUGADO (s=400 kg/m2) GRADO 30		kg			0.0000	3.09	0.31
CEMENTO PORTLAND TIPO I (62.5 kg)		bis			0.0768	18.48	0.30
CAL EN BOLSA DE 50 KG		bis			0.0100	15.78	0.16
MADERA PARA ENCRUJADO		m2			0.0200	6.20	0.12
CORDON		m			0.0000	0.20	0.04
							0.83
		Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MCD			5.0000	1.72	0.50
NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE		hh		1.0000	0.0776	9.24	0.18
TEODOLITO Y MIRA		hm		1.0000	0.0776	11.64	0.21
							0.48
Fecha	01.02.01	EXC MAN MAT.SUELO HASTA 30CM					
Rendimiento	m3DIA	15.0000	EQ 15.0000	Costo unitario directo por m3		10.98	
Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
		Mano de Obra					
PEON		hh		1.0000	0.5330	16.70	8.90
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0300	28.10	1.50
							10.40
		Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MCD			5.0000	10.40	0.52
							0.52
Fecha	01.02.02	EXC ZANJAS PIVAS PER. MAT.SUELO					
Rendimiento	m3DIA	8.0000	EQ 8.0000	Costo unitario directo por m3		20.59	
Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
		Mano de Obra					
PEON		hh		1.0000	1.0000	16.70	16.70
CAPATAZ		hh		0.1000	0.0000	28.10	2.82
							19.61
		Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES		%MCD			5.0000	19.61	0.96
							0.96
Fecha	01.02.03	RELLENO Y APISONADO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3DIA	50.0000	EQ 50.0000	Costo unitario directo por m3		19.36	
Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/
		Mano de Obra					
OTERRERO		hh		0.1000	0.0000	23.49	3.76
PEON		hh		3.0000	0.4800	16.70	8.06
CAPATAZ		hh		0.3000	0.0450	28.10	1.35
							13.17
		Materiales					

	AGUA		m3		0.1200	5.68	0.68	
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.000	13.17	0.66
	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP		hm	1.0000	0.1600	30.33	4.85	5.51

Partida 01.02.04 ELIMINACION MATERIAL-MANUAL DH=30M (D. PROM)

Rendimiento:	m3/DIA	6.000	EQ 6.000			Costo unitario directo por m3	27.45	
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$'	Parcial \$'
			Mano de Oera					
	PEÓN		hm	1.0000	1.3333	16.79	22.30	
	CAPATAZ		hm	0.1000	0.1333	28.19	3.76	
							26.15	
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.000	26.15	1.31
								1.31

Partida 01.02.05 ELIMINAT.EXC.CARG. 125HP/VOLQUETE 6M3, V=30 D=19KM

Rendimiento:	m3/DIA	216.0000	EQ 216.0000			Costo unitario directo por m3	43.25	
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$'	Parcial \$'
			Mano de Oera					
	PEÓN		hm	2.0000	0.0741	16.79	1.24	
	CAPATAZ		hm	0.1000	0.0037	28.19	0.10	
							1.36	
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			3.0000	1.35	0.04
	CAMION VOLQUETE 125 HP 6m3		hm	4.0000	0.1481	237.74	35.72	
	CARROJADOR SILLANTAS 125 HP 2.5 YD3		hm	1.0000	0.0370	179.26	6.64	
							41.90	

Partida 01.03.01 FALSO PISO DE CONCRETO C.H 1.8 (e=1")

Rendimiento:	m2/DIA	150.0000	EQ 150.0000			Costo unitario directo por m2	18.51	
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$'	Parcial \$'
			Mano de Oera					
	OPERADOR DE EQUIPO L/MANO		hm	1.0000	0.0533	24.09	1.28	
	OPERARIO		hm	1.0000	0.0533	23.49	1.25	
	PEÓN		hm	4.0000	0.2133	16.79	3.58	
	CAPATAZ		hm	0.2000	0.0107	28.19	0.30	
							6.42	
			Materiales					
	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bt			0.2415	18.48	4.46
	HORMIGÓN		m3			0.0725	85.00	6.16
	AGUA		m3			0.0080	5.88	0.05
	REGLA DE MADERA		p2			0.0600	2.80	0.16
	GASOLINA 84 OCTANOS		gal			0.0273	9.69	0.26
	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal			0.0009	37.40	0.03
	GRASA MULTIPLE EP		lb			0.0018	10.38	0.02
							11.14	
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.0000	6.42	0.32
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 12 gal		hm	1.0000	0.0533	11.64	0.62	0.34

Partida 01.03.02 CONTRAPISO CON MALLA DE ALAMBRE GALVANIZADO (e=1")

Rendimiento:	m2/DIA	150.0000	EQ 150.0000			Costo unitario directo por m2	22.27	
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$'	Parcial \$'
			Mano de Oera					
	OPERADOR DE EQUIPO L/MANO		hm	1.0000	0.0533	24.09	1.28	
	OPERARIO		hm	2.0000	0.1067	23.49	2.51	
	PEÓN		hm	3.0000	0.1600	16.79	2.60	
	CAPATAZ		hm	0.2000	0.0107	28.19	0.30	
							6.78	
			Materiales					
	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bt			0.2415	18.48	4.46
	HORMIGÓN		m3			0.0725	85.00	6.16
	AGUA		m3			0.0080	5.88	0.05
	REGLA DE MADERA		p2			0.0600	2.80	0.16
	GASOLINA 84 OCTANOS		gal			0.0273	9.69	0.26
	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W		gal			0.0009	37.40	0.03
	GRASA MULTIPLE EP		lb			0.0018	10.38	0.02
	MALLA DE ALAMBRE GALVANIZADO DE 12"		rl			0.0333	101.60	3.39
							14.63	
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			5.0000	6.78	0.34
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 12 gal		hm	1.0000	0.0533	11.64	0.62	0.36

Partida 01.04.01.01 CONCRETO PREM. PARA VIGAS PERIMETRALES f'c=219 kg/cm2

Rendimiento:	m3/DIA	65.0000	EQ 65.0000			Costo unitario directo por m3	237.76	
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio \$'	Parcial \$'
			Mano de Oera					
	CAPATAZ		hm	0.1000	0.0123	28.19	0.35	
	OPERARIO		hm	2.0000	0.2462	23.49	5.78	
	OFICIAL		hm	1.0000	0.1231	18.57	2.29	
	PEÓN		hm	4.0000	0.4925	16.79	8.27	
	OPERADOR DE EQUIPO L/MANO		hm	1.0000	0.1231	24.09	2.96	
							19.65	
			Materiales					
	CONCRETO PREMEZCLADO CEMENTO TIPO I f'c=210kg/cm2		m3			1.0200	212.50	216.75
							216.75	
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.50 gal		hm	1.0000	0.1231	6.31	0.78	

	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	19.65	0.59	1.37
Partida	01.04.01.02	ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm ² GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	250.000	EQ. 250.000	Costo unitario directo por : m ²		5.25	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
	Mano de Obra						
	OPERARIO	hh	1.000	0.030	23.49	0.75	
	OFICIAL	hh	1.000	0.030	18.57	0.59	
	CAPATAZ	hh	0.100	0.002	28.19	0.09	
						1.44	
	Materiales						
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.020	3.73	0.07	
	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60	kg		1.100	3.09	3.40	
						3.47	
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000	1.44	0.07	
	CIZALLA PICORTE DE FIERRO	hm	1.000	0.030	4.77	0.15	
	DOBILADORA	hm	1.000	0.030	3.78	0.12	
						0.34	
Partida	01.04.02.01	CONCRETO PREM. PARA PLATEA DE CIMENTACION Fc=210 kg/cm ²					
Rendimiento	m ³ /DIA	65.000	EQ. 65.000	Costo unitario directo por : m ²		237.76	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
	Mano de Obra						
	CAPATAZ	hh	0.100	0.012	28.19	0.35	
	OPERARIO	hh	2.000	0.242	23.49	5.78	
	OFICIAL	hh	1.000	0.121	18.57	2.29	
	PEON	hh	4.000	0.482	18.79	8.97	
	OPERADOR DE EQUIPO LUVIJO	hh	1.000	0.121	24.09	2.96	
						19.86	
	Materiales						
	CONCRETO PREMEZCLADO C/CEMENTO TIPO I fo=210kg/cm ²	m ³		1.020	212.50	216.75	
						216.75	
	Equipos						
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.50 pig	hm	1.000	0.121	6.31	0.78	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	19.65	0.59	
						1.37	
Partida	01.04.02.02	ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm ² GRADO 60					
Rendimiento	m ³ /DIA	250.000	EQ. 250.000	Costo unitario directo por : m ²		5.25	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
	Mano de Obra						
	OPERARIO	hh	1.000	0.030	23.49	0.75	
	OFICIAL	hh	1.000	0.030	18.57	0.59	
	CAPATAZ	hh	0.100	0.002	28.19	0.09	
						1.44	
	Materiales						
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.020	3.73	0.07	
	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm ² GRADO 60	kg		1.100	3.09	3.40	
						3.47	
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000	1.44	0.07	
	CIZALLA PICORTE DE FIERRO	hm	1.000	0.030	4.77	0.15	
	DOBILADORA	hm	1.000	0.030	3.78	0.12	
						0.34	
Partida	01.04.03.01	CONCRETO PREM. PARA CISTERNA Fc=210 kg/cm ²					
Rendimiento	m ³ /DIA	20.000	EQ. 20.000	Costo unitario directo por : m ²		285.04	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
	Mano de Obra						
	CAPATAZ	hh	0.100	0.040	28.19	1.13	
	OPERARIO	hh	2.000	0.800	23.49	18.79	
	OFICIAL	hh	1.000	0.400	18.57	7.43	
	PEON	hh	4.000	1.600	18.79	26.86	
	OPERADOR DE EQUIPO LUVIJO	hh	1.000	0.400	24.09	9.64	
						63.85	
	Materiales						
	CONCRETO PREMEZCLADO C/CEMENTO TIPO I fo=210kg/cm ²	m ³		1.020	212.50	216.75	
						216.75	
	Equipos						
	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP, 1.50 pig	hm	1.000	0.400	6.31	2.52	
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000	19.65	1.92	
						4.44	
Partida	01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN CISTERNA					
Rendimiento	m ² /DIA	12.000	EQ. 12.000	Costo unitario directo por : m ²		53.32	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
	Mano de Obra						
	OPERARIO	hh	1.000	0.9967	23.49	15.06	
	OFICIAL	hh	1.000	0.9967	18.57	12.38	
	CAPATAZ	hh	0.100	0.9967	28.19	1.98	
						29.92	
	Materiales						
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.100	3.73	0.37	
	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg		0.300	3.56	1.07	
	MADRA PAJA ENCOFRADO	m ²		3.300	6.50	20.46	
						21.90	
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000	29.92	1.50	
						1.50	
Partida	01.04.03.03	ACERO ESTRUCTURAL fy=4200 kg/cm ² GRADO 60					

COSTO POR M2-ESTRUCTURAS DEL SF

INSUMO	PRECIO (\$/.)	M2	PRECIO/M2
STEEL FRAMING-PGC89x39x0.90x3000-MUROS EXTERNOS	21.0816	111.2000	0.1896
STEEL FRAMING-PGU90x25x0.90x3000-MUROS EXTERNOS	16.6530	111.2000	0.1498
STEEL FRAMING-PGC64x38x0.90x3000-MUROS INTERNOS	18.1902	47.1200	0.3860
STEEL FRAMING-PGU65x25x0.90x3000-MUROS INTERNOS	13.5420	47.1200	0.2874
CONEXIONES-MUROS EXTERNOS	0.0520	111.2000	0.0005
CONEXIONES-MUROS INTERNOS	0.0250	47.1200	0.0005
STEEL FRAMING-PGC89x39x0.90x3000-ENTREPISO	21.0816	40.9500	0.5148
STEEL FRAMING-PGU90x25x0.90x3000-ENTREPISO	16.6530	40.9500	0.4067
CONEXIONES-ENTREPISO	0.0520	40.9500	0.0013
STEEL FRAMING-PGC89x39x0.90x3000-CUBIERTA	21.0816	45.0000	0.4885
STEEL FRAMING-PGU90x25x0.90x3000-CUBIERTA	16.6530	45.0000	0.3701
CONEXIONES-CUBIERTA	0.0520	45.0000	0.0012
HEX D#10 3/4" (ENTREPISO)	0.0800	40.9500	0.0020
ANCLAJE HITTL 14	128.1000	244.2700	0.5244
ESPARRAGO DE 1/2" L=35cm	21.7038	244.2700	0.0889
CONECTOR HOLDOWN	144.5700	244.2700	0.5918
PERNO DE ANCLAJE DE 1/2"x3/4x10	29.2800	244.2700	0.1199

01.05.01 ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO PARA MUROS EXTERNOS

REND.	23 M2/DIA	COSTO UNIT. DIRECTO POR M2		177.2583		
EQ.	23 M2/DIA					
MANO DE OBRA						
ENSAMBLADOR	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$/.)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)	
OFICIAL	DIA	1.0000	150.0000	23	6.5217	
AYUDANTE	DIA	2.0000	70.0000	23	6.0870	
SUBTOTAL					17.8261	
MATERIAL						
STEEL FRAMING-PGC89x39x0.90x3000-MUROS EXTERNOS	D%	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$/.)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
STEEL FRAMING-PGU90x25x0.90x3000-MUROS EXTERNOS		M2	461	0.1896		87.3976
CONEXIONES-MUROS EXTERNOS		M2	119	0.1498		17.8211
ANCLAJE HITTL 14		M2	5540	0.0005		2.5606
ESPARRAGO DE 1/2" L=35cm		M2	1	0.5244		0.5244
CONECTOR HOLDOWN		M2	8	0.0889		0.7108
PERNO DE ANCLAJE DE 1/2"x3/4x10		M2	8	0.5918		4.7348
		M2	2	0.1199		0.2397
SUBTOTAL					114.0191	
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
ANDAMIO	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$/.)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)	
HERRAMIENTA MENOR	GLB.	1	0.8913	1	0.8913	
SUBTOTAL					45.4130	

01.05.02 ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO PARA MUROS INTERNOS

REND.	23 M2/DIA	COSTO UNIT. DIRECTO POR M2		56.4579		
EQ.	23 M2/DIA					
MANO DE OBRA						
ENSAMBLADOR	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$/.)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)	
OFICIAL	DIA	1.0000	150.0000	23	6.5217	
AYUDANTE	DIA	2.0000	70.0000	23	6.0870	
SUBTOTAL					17.8261	
MATERIAL						
STEEL FRAMING-PGC64x38x0.90x3000-MUROS INTERNOS	D%	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$/.)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
STEEL FRAMING-PGU65x25x0.90x3000-MUROS INTERNOS		M2	74	0.3860		28.5670
CONEXIONES-MUROS INTERNOS		M2	30	0.2874		8.6218
		M2	1040	0.0005		0.5518
SUBTOTAL					37.7406	
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
HERRAMIENTA MENOR	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$/.)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)	
	GLB.	1	0.8913	1	0.8913	
SUBTOTAL					0.8913	

01.05.03 ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO PARA CUBIERTA

REND.	23 M2/DIA	COSTO UNIT. DIRECTO POR M2		47.9519		
EQ.	23 M2/DIA					
MANO DE OBRA						
ENSAMBLADOR	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$/.)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)	
OFICIAL	DIA	1.0000	150.0000	23	6.5217	
AYUDANTE	DIA	2.0000	70.0000	23	6.0870	
SUBTOTAL					17.8261	
MATERIAL						
STEEL FRAMING-PGC89x39x0.90x3000	D%	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$/.)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
STEEL FRAMING-PGU90x39x0.90x3000		M2	46	0.4885		21.5501
CONEXION-CUBIERTA		M2	0	0.3701		0.0000
		M2	6650	0.0012		7.6844
SUBTOTAL					29.2345	

EQUIPO Y HERRAMIENTA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (S/.)	REND.	VALOR PARCIAL (S/./m2)
HERRAMIENTA MENOR	GLB.	1	0.8913	1	0.8913
SUBTOTAL					0.8913

01.05.04 ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO PARA ENTREPISO

REND.	24	M2/DÍA	COSTO UNIT. DIRECTO POR M2	116.2061
EQ.	24	M2/DÍA		

MANO DE OBRA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (S/.)	REND.	VALOR PARCIAL (S/./m2)
ENSAMBLADOR	Día	1.0000	150.0000	24	6.2500
OFICIAL	Día	1.0000	120.0000	24	5.0000
AYUDANTE	Día	2.0000	70.0000	24	5.6333
SUBTOTAL					17.0833

MATERIAL	D%	UND.	CANT.	REND.	VALOR PARCIAL (S/./m2)
STEEL FRAMING-PGC88x39x0.90x3000		M2	185	0.5148	84.9442
STEEL FRAMING-PGU90x39x0.90x3000		M2	12	0.4067	4.8800
CONEXIÓN-ENTREPISO		M2	6650	0.0013	8.4444
SUBTOTAL					98.2686

EQUIPO Y HERRAMIENTA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (S/.)	REND.	VALOR PARCIAL (S/./m2)
HERRAMIENTA MENOR	GLB.	1	0.8542	1	0.8542
SUBTOTAL					0.8542

COSTO POR M2-REVESTIMIENTO DEL SF

INSUMO	PRECIO (S/.)	M2	PRECIO/M2
PLACA DE 9.5mm o 3/8 KNAUF-MURO EXTERIOR	21.0816	111.2000	0.1896
PLACA DE 12mm o 1/2 KANUG LIGHT-MURO EXTERIOR	16.8530	111.2000	0.1498
PLACA DE 12.5mm o 1/2 GYPLAC RH-MURO EXTERIOR	18.1902	111.2000	0.1636
POLIESTIRENO IGNIFUGO 2"-MURO EXTERIOR	27.1186	111.2000	0.2439
TORNILLOS AUTOPERFORANTES-MURO EXTERIOR	0.0520	111.2000	0.0005
PASTA DE JUNTAS-MURO EXTERIOR	29.5000	111.2000	0.2653
CINTA DE JUNTAS-MURO EXTERIOR	14.0000	111.2000	0.1259
PLACA DE 12mm o 1/2 KANUG LIGHT-MURO INTERIOR	17.2000	47.1200	0.3650
PLACA DE 12.5mm o 1/2 GYPLAC RH-MURO INTERIOR	22.7700	47.1200	0.4832
POLIESTIRENO IGNIFUGO 2"-MURO INTERIOR	16.9000	47.1200	0.3587
TORNILLOS AUTOPERFORANTES-MURO INTERIOR	0.0250	47.1200	0.0005
PASTA DE JUNTAS-MURO INTERIOR	29.5000	47.1200	0.6281
CINTA DE JUNTAS-MURO INTERIOR	14.0000	47.1200	0.2971
PLACA OSB 18mm	67.7119	40.9500	1.6535
POLIESTIRENO IGNIFUGO 2"-ENTREPISO	27.1186	40.9500	0.6622
TORNILLOS AUTOPERFORANTE-ENTREPISO	0.6200	40.9500	0.0151
PASTA DE JUNTAS-ENTREPISO	29.5000	40.9500	0.7204
CINTA DE JUNTAS-ENTREPISO	14.0000	40.9500	0.3419
PV-4 0.30 ZINCALUM AZ150 6'15ML	108.5339	45.0000	2.4119
POLIESTIRENO IGNIFUGO 2"-CUBIERTA	27.1186	45.0000	0.6026
TORNILLOS AUTOPERFORANTE-CUBIERTA	0.4400	45.0000	0.0098
PASTA DE JUNTAS-CUBIERTA	29.5000	45.0000	0.6556
CINTA DE JUNTAS-CUBIERTA	14.0000	45.0000	0.3111

01.06.01 EMPLACADO DE MUROS EXTERIORES

REND.	15	M2/DÍA	COSTO UNIT. DIRECTO POR M2	141.9482
EQ.	15	M2/DÍA		

MANO DE OBRA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (S/.)	REND.	VALOR PARCIAL (S/./m2)
ENSAMBLADOR	Día	1.0000	150.0000	15	10.0000
OFICIAL	Día	1.0000	120.0000	15	8.0000
AYUDANTE	Día	2.0000	70.0000	15	9.3333
SUBTOTAL					27.3333

MATERIAL	D%	UND.	CANT.	REND.	VALOR PARCIAL (S/./m2)
PLACA DE 9.5mm o 3/8 KNAUF-MURO EXTERIOR		pza	35	0.1896	6.6354
PLACA DE 12mm o 1/2 KANUG LIGHT-MURO EXTERIOR		pza	42	0.1498	6.2898
PLACA DE 12.5mm o 1/2 GYPLAC RH-MURO EXTERIOR		pza	50	0.1636	8.1790
POLIESTIRENO IGNIFUGO 2"-MURO EXTERIOR		pza	45	0.2439	10.9743
TORNILLOS AUTOPERFORANTES-MURO EXTERIOR		und.	12333	0.0005	5.7672
PASTA DE JUNTAS-MURO EXTERIOR		kg	25	0.2653	6.6322
CINTA DE JUNTAS-MURO EXTERIOR		ml	4	0.1259	0.5036
SUBTOTAL					44.9815

EQUIPO Y HERRAMIENTA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (S/.)	REND.	VALOR PARCIAL (S/./m2)
ANDAMIO	GLB.	0.53333333	128	15	68.2867
HERRAMIENTA MENOR	GLB.	1	1.3867	1	1.3867
SUBTOTAL					69.6333

01.06.02 EMPLACADO DE MUROS INTERIORES

REND.	15	M2/DÍA	COSTO UNIT. DIRECTO POR M2	68.9967
EQ.	15	M2/DÍA		

MANO DE OBRA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (S/.)	REND.	VALOR PARCIAL (S/./m2)
ENSAMBLADOR	Día	1.0000	150.0000	15	10.0000
OFICIAL	Día	1.0000	120.0000	15	8.0000
AYUDANTE	Día	2.0000	70.0000	15	9.3333

MATERIAL		D%	UND.	CANT.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
PLACA DE 12mm o 1/2 KANUF LIGHT-MURO INTERIOR			pza	30	10.9508
PLACA DE 12.5mm o 1/2 GYPLAC RH-MURO INTERIOR			pza	24	4.832
POLIESTIRENO IGNI-FUGO 2"-MURO INTERIOR			pza	27	0.3597
TORNILLOS AUTOPERFORANTES-MURO INTERIOR			und.	1100	0.0306
PASTA DE JUNTAS-MURO INTERIOR			kg	11	0.8281
CINTA DE JUNTAS-MURO INTERIOR			ml	2	0.2971
SUBTOTAL					40.2967

EQUIPO Y HERRAMIENTA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
HERRAMIENTA MENOR	GLB.	1	1.3667	1	1.3667
SUBTOTAL					1.3667

01.06.03

EMPLACADO DE ENTREPISO

REND.	30 M2/DIA	COSTO UNIT. DIRECTO POR M2	73.0423
EQ.	30 M2/DIA		

MANO DE OBRA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
ENSAMBLADOR	Dia	1.0000	150.0000	30	5.0000
OFICIAL	Dia	1.0000	120.0000	30	4.0000
AYUDANTE	Dia	2.0000	70.0000	30	4.6667
SUBTOTAL					13.6667

MATERIAL	D%	UND.	CANT.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
PLACA OSB 18mm		pza	18	1.6535
POLIESTIRENO IGNI-FUGO 2"-ENTREPISO		pza	18	0.6622
TORNILLOS AUTOPERFORANTE-ENTREPISO		und.	650	0.0151
PASTA DE JUNTAS-ENTREPISO		kg	9	0.7204
CINTA DE JUNTAS-ENTREPISO		ml	2	0.3419
SUBTOTAL				58.6923

EQUIPO Y HERRAMIENTA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
HERRAMIENTA MENOR	GLB.	1	0.8833	1	0.8833
SUBTOTAL					0.8833

01.06.04

EMPLACADO DE CUBIERTA

REND.	30 M2/DIA	COSTO UNIT. DIRECTO POR M2	54.6360
EQ.	30 M2/DIA		

MANO DE OBRA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
ENSAMBLADOR	Dia	1.0000	150.0000	30	5.0000
OFICIAL	Dia	1.0000	120.0000	30	4.0000
AYUDANTE	Dia	2.0000	70.0000	30	4.6667
SUBTOTAL					13.6667

MATERIAL	D%	UND.	CANT.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
PV-4 0.30 ZINCALUM AZ150 615ML		pza	7	2.4119
POLIESTIRENO IGNI-FUGO 2"-CUBIERTA		pza	18	0.6026
TORNILLOS AUTOPERFORANTE-CUBIERTA		und.	550	0.0098
PASTA DE JUNTAS-CUBIERTA		kg	10	0.6556
CINTA DE JUNTAS-CUBIERTA		ml	2	0.3111
SUBTOTAL				40.2880

EQUIPO Y HERRAMIENTA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
HERRAMIENTA MENOR	GLB.	1	0.8833	1	0.8833
SUBTOTAL					0.8833

01.07.01

ESCALERA DE STEEL FRAMING

REND.	M2/DIA	COSTO UNIT. DIRECTO POR M2	1338.9075
EQ.	M2/DIA		

MANO DE OBRA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
OFICIAL	Dia	1.0000	120.0000	0	240.0000
AYUDANTE	Dia	2.0000	70.0000	0	280.0000
SUBTOTAL					520.0000

MATERIAL	D%	UND.	CANT.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
PGC89x38x0.90x3000		pza	11	21.0816
PGU90x25x0.90x3000		pza	14	16.6530
Tornillos		und.	365	0.6200
Placa OSB 18mm		pza	1.5	67.7119
SUBTOTAL				792.9075

EQUIPO Y HERRAMIENTA	UND.	CANT.	VALOR UNIT. (\$)	REND.	VALOR PARCIAL (\$/m2)
HERRAMIENTA MENOR	GLB.	1	26.0000	1	26.0000
SUBTOTAL					26.0000

Anexo 6: Visitas a obra

Descripción	Fotografía
<p>Colocación de la plancha de poliestireno ignifugo en la estructura del sistema <i>Steel Framing</i> conformada por perfiles PGC y PGU. Fuente: Propia</p>	
<p>Vista de los tijerales de la estructura de ampliación a base del <i>Steel Framing</i>. Se puede observar también la placa OSB del entrepiso y las instalaciones eléctricas ya colocadas. Fuente: Propia.</p>	
<p>Colocación de las planchas de poliestireno ignifugo en la estructura de la ampliación. Fuente: Propia.</p>	

Descripción	Fotografía
<p>Colocación de las planchas de poliestireno ignifugo en la estructura de la ampliación. Fuente: Propia.</p>	
<p>Colocación de las planchas de poliestireno ignifugo en la estructura de la ampliación. Fuente: Propia.</p>	
<p>Colocación de la plancha de poliestireno ignifugo para el cielorraso. Se puede observar la placa OSB colocada para el entrepiso. Fuente: Propia.</p>	

Descripción	Fotografía
<p>Colocación de las planchas de poliestireno ignífugo en la estructura de la ampliación. Fuente: Propia.</p>	
<p>Vista frontal de la entrada principal de la ampliación de la azotea. Fuente: Propia.</p>	
<p>Acabado de pintura de los muros interiores de la ampliación y enchape. Fuente: Propia.</p>	

Descripción	Fotografía
<p>Plancha TR-4 de la cubierta de la ampliación. Fuente: Propia.</p>	 A photograph showing a section of a roof under construction. A corrugated metal sheet (TR-4) is laid out on a wooden frame. A white bag of material and a metal rod are placed on the roof surface. The background shows a building with windows.
<p>Tratamiento de masillado y encintado de los paneles interiores. Fuente: Propia.</p>	 A photograph of an interior wall during renovation. The wall is covered with a grey joint compound, and white tape is applied to the joints between the panels. A window is visible on the right side of the frame.
<p>Tratamiento de masillado y encintado del entrepiso de la ampliación. Fuente: Propia.</p>	 A photograph of an interior ceiling during renovation. The ceiling is covered with a grey joint compound, and white tape is applied to the joints between the panels. A window is visible on the right side of the frame.

Anexo 7: Ejecución de viviendas con *Steel Framing* por parte del ingeniero

Alejandro Bondi y su equipo de trabajo

Descripción	Fotografía
<p>Capilla construida mediante el sistema <i>Steel Framing</i>. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	
<p>Vista del acabado final de los vanos interiores de la capilla. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	
<p>Detalle del anclaje químico y de las conexiones “L” de la estructura a la platea de cimentación. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	

Descripción	Fotografía
<p>Estructura principal a base del sistema <i>Steel Framing</i>. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	 A wide-angle photograph showing the exterior of a large industrial building's steel skeleton. The structure consists of a grid of vertical columns and horizontal beams, with a pitched roof structure. Red safety tape is strung across the lower part of the frame. The ground is a mix of dirt and concrete.
<p>Detalle de las instalaciones sanitarias en los paneles del <i>Steel Framing</i>. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	 A close-up photograph of the steel framing at the base of a wall. It shows several vertical steel columns and horizontal beams. Blue and grey pipes are installed within the frame, with a yellow-handled valve. The ground is concrete.
<p>Equipo de trabajo durante la ejecución de la estructura. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	 A photograph taken from an elevated position looking down into the steel framing. Three workers are visible, positioned on different levels of the structure. They are wearing safety harnesses and helmets. The sky is visible through the open framework.

Descripción	Fotografía
<p>Equipo de trabajo durante la ejecución de la estructura. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	
<p>Armado del tijeral de la estructura del <i>Steel Framing</i>. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	
<p>Colocación de los paneles armados con el sistema <i>Steel Framing</i>. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	

Descripción	Fotografía
<p>Estructura principal a base del sistema <i>Steel Framing</i>. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	
<p>Zona de trabajo en una construcción con el <i>Steel Framing</i>. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	
<p>Transporte de insumos necesarios para la estructuración de la obra por parte del personal de trabajo. Fuente: Alejandro Bondi.</p>	