



UNIVERSIDAD
DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Evaluación del Sistema Constructivo No Convencional
RBS y su Implementación en el Perú**

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

**Evelyn Mercedes Chavez Guerrero
Ingri Jazmin Castillo Ayala**

Asesor(es):
Mgtr. Ing. Gaby Patricia Ruiz Petrozzi

Piura, diciembre de 2025



Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Evelyn Mercedes Chavez Guerrero, egresado del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI: 70836551, declaro que:

Soy autor del trabajo final titulado:

“EVALUACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO NO CONVENCIONAL RBS Y SU IMPLEMENTACIÓN EN EL PERÚ ”

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil.

Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.

- Ingri Jazmin Castillo Ayala, identificado con DNI: 74308074

El texto de mi trabajo final es original y no vulnera los derechos de terceros o, de ser el caso, derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para lo cual, he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas. Asimismo, el texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico; y que la investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

En caso de detectarse el incumplimiento de lo declarado asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

La asesoría del trabajo estuvo a cargo de los siguientes docentes de la Universidad de Piura:

- Mgtr. Ing. Gaby Patricia Ruiz Petrozzi, identificado con DNI: 02810251

Declaro (declaramos) que:

Luego de haber empleado el software de coincidencia Turnitin, revisado las fuentes de información señaladas por el autor, y en razón de mi (nuestra) experiencia como investigador(es), declaro (declaramos) que las ideas expuestas en el trabajo final alcanzan las condiciones de calidad, integridad y originalidad acorde a los objetivos institucionales y estándares en materia de investigación. Finalmente, no asumo (asumimos) responsabilidad por la posible vulneración de derechos de autor en el trabajo final referido, pues tal responsabilidad es exclusiva del autor.

Fecha: 21/11/2025.

Firma del autor¹

Firma del asesor¹



Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Ingri Jazmin Castillo Ayala,, egresado del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI: 74308074, declaro que:

Soy autor del trabajo final titulado:

“EVALUACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO NO CONVENCIONAL RBS Y SU IMPLEMENTACIÓN EN EL PERÚ ”

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Civil.

Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.

- Evelyn Mercedes Chavez Guerrero, identificado con DNI: 70836551

El texto de mi trabajo final es original y no vulnera los derechos de terceros o, de ser el caso, derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para lo cual, he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas. Asimismo, el texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico; y que la investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

En caso de detectarse el incumplimiento de lo declarado asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

La asesoría del trabajo estuvo a cargo de los siguientes docentes de la Universidad de Piura:

- Mgtr. Ing. Gaby Patricia Ruiz Petrozzi, identificado con DNI: 02810251

Declaro (declaramos) que:

Luego de haber empleado el software de coincidencia Turnitin, revisado las fuentes de información señaladas por el autor, y en razón de mi (nuestra) experiencia como investigador(es), declaro (declaramos) que las ideas expuestas en el trabajo final alcanzan las condiciones de calidad, integridad y originalidad acorde a los objetivos institucionales y estándares en materia de investigación. Finalmente, no asumo (asumimos) responsabilidad por la posible vulneración de derechos de autor en el trabajo final referido, pues tal responsabilidad es exclusiva del autor.

Fecha: 21/11/2025.

Firma del autor¹

Firma del asesor¹

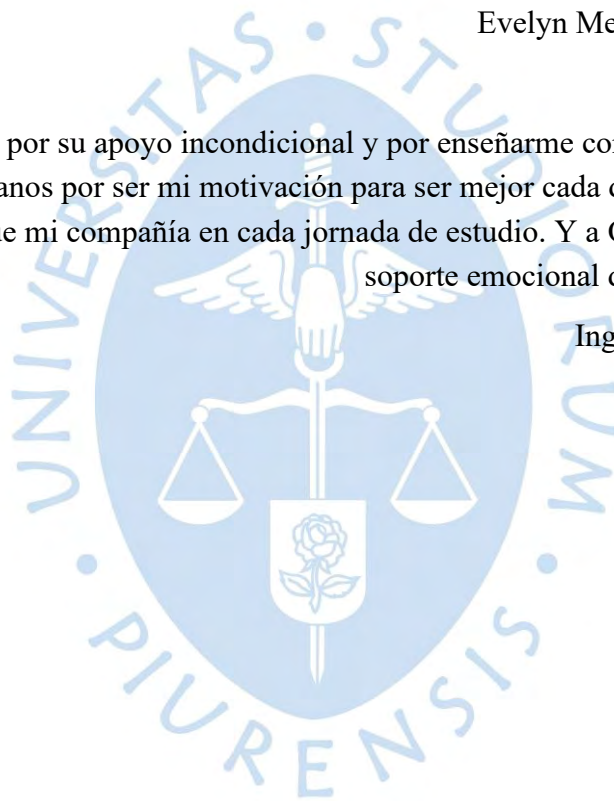
Dedicatoria

A mis abuelos José y Bertha que desde el cielo celebran cada pequeño paso que doy. A mis padres, Jesús y Vilma que sin ellos no hubiera logrado formarme profesionalmente. A mi hermano Manuel por su compañía y a Raquelita por su bondad infinita. Y a mis gatitos Kevin, Naru y los Chimuelos, cuya simple presencia en las noches me dio consuelo, compañía y alegría para seguir adelante.

Evelyn Mercedes Chavez Guerrero

A mis padres por su apoyo incondicional y por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo. A mis hermanos por ser mi motivación para ser mejor cada día. Para Asiri que desde que llegó a mi vida fue mi compañía en cada jornada de estudio. Y a One Direction por ser mi soporte emocional durante todos estos años.

Ingri Jazmin Castillo Ayala



Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a Dios por guiarnos y darnos la fuerza necesaria en cada etapa de este camino. Su presencia fue clave en los momentos de incertidumbre y dificultad.

A nuestros padres, por su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y por ser nuestro motor constante. Gracias por creer en nosotros incluso cuando dudamos.

A nuestra asesora de tesis, Ing. Gaby Ruiz Petrozzi, por su paciencia, dedicación y valiosas orientaciones que fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A Grace, Alejandra y Adolfo por ayudarnos y corregirnos en la elaboración de esta tesis.

Y a los ingenieros Farid Rosales y Gustavo Pariacano que nos brindaron información, tiempo y experiencia para enriquecer nuestra investigación. Su colaboración fue esencial para alcanzar nuestros objetivos.

A todos, gracias por ser parte de este logro.

Resumen

La presente investigación evalúa la viabilidad y sostenibilidad del sistema constructivo no convencional RBS (Royal Building System) en el contexto peruano. Mediante un análisis detallado, se compararon las ventajas, desventajas, así como el impacto económico, social y ambiental de esta tecnología frente al sistema constructivo de albañilería confinada tradicional (ACT) en un módulo de vivienda básica en el Perú. El estudio analizó el sistema mirando en detalle el proceso constructivo, los costos de construcción, los rendimientos y su efecto en los tiempos de ejecución y la satisfacción del usuario. Se incluyó, además, la generación de residuos del sistema y el aspecto de seguridad del personal.

Los resultados muestran que el RBS presenta una ventaja en términos de espacio, con un espacio habitable en la vivienda de 40.76 m², que es un 7% mayor a lo que ofrece la ACT gracias al menor espesor de los muros. El costo unitario del RBS es S/ 968.70/m² que representa un 9.56% mayor que la ACT, causado fundamentalmente por el mayor costo de los elementos del RBS que son importados. Sin embargo, el RBS destaca por su eficiencia en tiempos de construcción, logrando una reducción del 78% en comparación con la ACT. Esta reducción se traduce en menores costos indirectos asociados a la duración del proyecto.

Además, el proceso constructivo se simplifica y los riesgos de seguridad se reducen, concentrándose sólo en el proceso de corte de los elementos durante su habilitación; así mismo el RBS genera un 58% menos residuos que la ACT, lo que implica un menor impacto ambiental y menores costos en la gestión de residuos.

Este trabajo proporciona información relevante sobre la implementación del RBS en el contexto peruano, que puede ser de utilidad para tomadores de decisiones, profesionales de la construcción y desarrolladores, promoviendo la adopción de tecnologías innovadoras y sostenibles en el sector.

Tabla de contenido

Introducción.....	14
Capítulo 1 Sistema constructivo no convencional RBS	15
1.1 Compuesto base polimérico del sistema: Royalloy	15
1.2 Paneles RBS y módulo base.....	18
1.3 Durabilidad del RBS	25
1.3.1 Resistencia al intemperismo.....	25
1.3.2 Resistencia química.....	26
1.3.3 Resistencia al fuego.....	27
1.3.4 Conductividad térmica	29
1.3.5 Aislamiento acústico	30
1.4 Mantenimiento de los paneles RBS	32
1.4.1 Limpieza de paneles	32
1.4.2 Reparaciones y resane	32
1.5 Desempeño estructural del RBS	34
1.5.1 Resistencia estructural y sismorresistencia	35
1.6 Homologación	37
1.7 Proyectos con RBS en el Perú.....	37
Capítulo 2 Metodología.....	41
2.1 Criterios de comparación	41
2.1.1 Criterios de evaluación cualitativa	41
2.1.2 Criterios de evaluación cuantitativa	42
2.2 Data	42
Capítulo 3 Descripción de la vivienda unifamiliar en Villa María del Triunfo y el proceso constructivo.....	44
3.1 Descripción de la vivienda	44
3.2 Proceso constructivo	49
3.2.1 Transporte y almacenamiento de los paneles RBS	49
3.2.2 Trabajos preliminares	51
3.2.3 Cimentación	54
3.2.4 Losa de piso.....	55
3.2.5 Muros RBS.....	57
3.2.6 Losa de entrepiso.....	65
3.2.7 Instalaciones sanitarias y eléctricas.....	70
3.2.8 Acabados	71
3.3 Recursos usados	76
3.3.1 Mano de Obra.....	76
3.3.2 Equipos y herramientas	82
3.3.3 Materiales	87
3.4 Seguridad asociada al trabajo.....	89
3.5 Residuos generados en obra	89

Capítulo 4 Análisis comparativo del RBS con el sistema tradicional de albañilería

ACT	91
4.1 Comparación de diseño	91
4.2 Comparación de costos	95
4.3 Comparación de costos por recursos requeridos.....	97
4.3.1 Herramientas y equipos	98
4.3.2 Materiales	99
4.3.3 Mano de obra.....	105
4.4 Comparación de tiempo de ejecución de las actividades del proyecto	107
4.5 Comparación cualitativa del proceso constructivo.	113
4.6 Comparación cualitativa de los residuos generados	116
Conclusiones	118
Recomendaciones	119
Referencias	120
Apéndices	124
Apéndice A: Proyecto de vivienda de interés social	125
Apéndice B: Planos del RBS Y ACT	126
Apéndice C: Resumen de metrados.....	136
Apéndice D: Planilla de metrados	138
Apéndice E: Presupuestos	147
Apéndice F: Análisis de precios unitarios	149
Apéndice G: Precios y cantidades de recursos	160
Apéndice H: Calendarios.....	171
Apéndice I: Memoria de calculo	175
Apéndice J: Precios del RBS	206
Apéndice K: Desperdicios del RBS y de albañilería confinada	207
Apéndice L: Entrevista/Encuestas	208

Lista de tablas

Tabla 1 Propiedades del material Royalloy, materia prima de los elementos RBS	18
Tabla 2 Valores típicos de las propiedades del panel y conector (1) típicos del RBS de 100 mm de espesor	19
Tabla 3 Funcionalidad de cada una de las piezas de 64 mm y 100 m de espesor	21
Tabla 4 Resultados de la prueba a la intemperie del RBS.....	25
Tabla 5 Resistencia química relativa del Royalloy del RBS.....	26
Tabla 6 Pruebas y características determinadas para el RBS	27
Tabla 7 Valoración y criterios de evaluación y resultados de resistencia al fuego para los paneles RBS.	28
Tabla 8 Valores de aislamiento térmico para el RBS.....	29
Tabla 9 Valores obtenidos de la conductancia térmica para Paneles AZEMBLA con distintas características.	29
Tabla 10 Valores obtenidos de Atenuación Acústica (dB); registro para cada uno de los paneles probados de espesor de 100 mm. (1).....	30
Tabla 11 Productos recomendados para tratar diferentes tipos de manchas en los paneles RBS	32
Tabla 12 Características de los proyectos con RBS en el Perú	37
Tabla 13 Características del casetón, viga y malla de acero para una losa de 20 cm	48
Tabla 14 Cuadrilla y rendimiento medido de las partidas del proceso constructivo del RBS	76
Tabla 15 Equipos utilizados durante el proceso constructivo con RBS.....	83
Tabla 16 Herramientas empleadas durante el proceso constructivo con RBS	84
Tabla 17 Materiales utilizados en la ejecución del proyecto.....	87
Tabla 18 Riesgos existentes en cada etapa del proceso constructivo con RBS	89
Tabla 19 Estimación de residuos generados durante el proceso constructivo	90
Tabla 20 Resumen del Presupuesto del RBS y de albañilería confinada	96
Tabla 21 Herramientas del RBS y Sistema de albañilería confinada.....	98
Tabla 22 Equipos del RBS y sistema de albañilería confinada.....	99
Tabla 23 Materiales del RBS y Sistema de albañilería confinada	100
Tabla 24 Comparación de cemento, acero y agregados del RBS y de albañilería confinada para cada etapa	102
Tabla 25 Comparación de elementos de la losa del Sistema VIGACERO y de albañilería confinada	104
Tabla 26 Rendimientos del RBS y albañilería confinada.....	105
Tabla 27 Horas hombre de la mano de obra del RBS y albañilería confinada.....	106
Tabla 28 Resumen de precios de los recursos requeridos	107
Tabla 29 Programación de obra en base a días del RBS y sistema de albañilería confinada	108

Tabla 30 Grado de dificultad en las partidas del RBS y albañilería confinada..... 113



Lista de figuras

Figura 1	Esquema del proceso de obtención de los elementos del RBS.....	17
Figura 2	Ejemplo de módulo base de 100 mm de espesor ensamblados con dos conectores (a) detalle del ensamble del panel y sus dos conectores e (b) isométrico del conjunto.....	20
Figura 3	Panel con subdivisión para instalaciones eléctricas y sanitarias	21
Figura 4	Plano royalizado de un proyecto con el código de cada pieza.	24
Figura 5	Panel RBS después de ser sometido al ensayo de resistencia al fuego	28
Figura 6	Diagrama lineal del índice de reducción acústica aparente, R' , dB vs Frecuencia, f, Hz	31
Figura 7	Procedimiento de resane en los paneles RBS	34
Figura 8	Secuencia de carga y transferencia en el RBS.....	35
Figura 9	Características geométricas del módulo del ensayo y valores máximos obtenidos en un ensayo dinámico	36
Figura 10	Vivienda unifamiliar de 45 m ² en Villa María del Triunfo (a)vista de fachada y (b)otro ángulo de fachada.....	38
Figura 11	Módulos de campamento en Malvinas Lote 56.....	38
Figura 12	Oficinas UNITRANS para Ransa Comercial en el Callao	39
Figura 13	Campamento minero de Buenaventura en Cajamarca.....	39
Figura 14	Vivienda unifamiliar de 30 m ² en Mala, Lima.....	40
Figura 15	Isometría del módulo de vivienda en estudio	44
Figura 16	Distribución del módulo de vivienda y datos de áreas útiles de la vivienda en estudio	44
Figura 17	Elementos en la vivienda unifamiliar (a) cimiento corrido (b) muros RBS	45
Figura 18	Detalle de sección de cimentación, muro y losa del RBS	46
Figura 19	Muros del RBS	47
Figura 20	Detalle típico de losa con sistema VIGACERO (a) sección transversal y (b) desglose de los componentes	48
Figura 21	Instalaciones eléctricas y sanitarias	49
Figura 22	Etiqueta de identificación de los paneles de PVC	50
Figura 23	Fachada del almacén temporal	50
Figura 24	Forma correcta de estibado de los paneles de PVC.....	51
Figura 25	Remoción de los restos de fierros de una construcción anterior	52
Figura 26	Compactación de terreno con apisonador.....	53
Figura 27	Excavación de zanjas para cimiento corrido	53
Figura 28	Detalle del acero vertical en el cimiento corrido	54
Figura 29	Vaciado de concreto en cimiento corrido	55
Figura 30	Tendido de tuberías de desagüe antes del vaciado de la losa de piso.....	56

Figura 31 Encofrado de losa de piso	56
Figura 32 Listones de madera usados como guías para el trazado de los ejes de los muros ..	57
Figura 33 Prolongación del acero de refuerzo vertical de los muros RBS	58
Figura 34 Inicio de la instalación de los paneles de PVC para los muros RBS	58
Figura 35 Instalación del marco andino para ventana.....	59
Figura 36 Instalación del marco andino para puerta	60
Figura 37 Montaje del marco base en una ventana	61
Figura 38 Cortes realizados en los paneles para los puntos de salida de luz y rellenos con Tecnopor.....	62
Figura 39 Tuberías de agua y desagüe siendo encajadas en los alveolos de los paneles de PVC.	62
Figura 40 Caja octogonal asegurada con topes de madera en los paneles de PVC	63
Figura 41 Instalación de acero horizontal (a) a través de los alvéolos de los paneles y (b) detalle de los ganchos de anclaje.	64
Figura 42 Apuntalamiento de los muros de paneles de PVC.....	64
Figura 43 Detalle de la unión entre los paneles de PVC y el techo VIGACERO.....	65
Figura 44 Viguetas de acero galvanizado apoyadas en los muros de paneles de PVC.....	66
Figura 45 Casetones de poliestireno expandido (EPS) ubicado entre las viguetas de acero galvanizado.....	66
Figura 46 Tuberías de instalaciones sanitarias y eléctricas junto con la malla electrosoldada en la losa VIGACERO	67
Figura 47 Aseguramiento del techo aligerado (a) Apuntalamiento del techo VIGACERO en el perímetro interior de la vivienda unifamiliar y (b) Detalle de encuentro de techo aligerado VIGACERO y muro RBS	68
Figura 48 Vaciado de concreto por capas en los paneles de PVC	69
Figura 49 Vaciado de concreto de muros y losa de entrepiso.....	69
Figura 50 Caja octogonal amarrada a la malla electrosoldada con alambre N° 08.....	70
Figura 51 Proceso de verificación de una tubería de desagüe	71
Figura 52 Falso cielo raso con planchas de fibrocemento (a) Colocación de planchas de fibrocemento y (b) Masillado para el acabado	72
Figura 53 Acabado con pintura del techo con sistema VIGACERO	73
Figura 54 Colocación de piso cerámico	73
Figura 55 Colocación de (a) Puerta de madera y (b) Ventana de aluminio	74
Figura 56 Instalación de (a) inodoro y (b) centro de luz en el techo.	75
Figura 57 Remoción del film de protección de los paneles	75
Figura 58 Distribución del trabajo de la cuadrilla para replanteo y colocación de guías y acero vertical.....	77
Figura 59 Cuadrilla para la instalación de paneles.....	78

Figura 60 Distribución del trabajo de la cuadrilla para cortes en los paneles e instalación de marcos	78
Figura 61 Distribución del trabajo de la cuadrilla para refuerzo horizontal	79
Figura 62 Distribución del trabajo de la cuadrilla para refuerzo temporal de muro	79
Figura 63 Distribución del trabajo de la cuadrilla para encofrado y desencofrado de losa de entrepiso	80
Figura 64 Distribución del trabajo de la cuadrilla para colocación de viguetas y casetones ..	80
Figura 65 Distribución del trabajo de la cuadrilla para instalaciones sanitarias y eléctricas y colocación de malla electrosoldada.....	81
Figura 66 Distribución del trabajo de la cuadrilla para vaciado de concreto en muros y losa de entrepiso	82
Figura 67 Sección de cimiento corrido del RBS	92
Figura 68 Sección (a) cimiento corrido y (b) zapata del sistema de albañilería confinada	92
Figura 69 Comparación de la cimentación de los sistemas de (a) RBS y (b) Albañilería confinada	93
Figura 70 Losa de los sistemas (a) RBS y (b) Albañilería confinada	93
Figura 71 Muros del sistema (a) RBS y (b) Albañilería confinada.....	94
Figura 72 Detalle típico de losa con sistema VIGACERO y de la losa aligerada típica	95
Figura 73 Costo del RBS y de albañilería confinada por fases y total.....	96
Figura 74 Cantidad de cemento del RBS y ACT	103
Figura 75 Cantidad de agregado del RBS y ACT	103
Figura 76 Cantidad de acero del RBS y ACT	104
Figura 77 Tiempo de ejecución RBS y de la albañilería confinada	109
Figura 78 Diagrama Gantt de las actividades del RBS en días.....	111
Figura 79 Diagrama Gantt de las actividades del ACT en días	112
Figura 80 Desperdicios del RBS y ACT en %.....	116

Introducción

El RBS tiene sus orígenes con la compañía ROYAL GROUP TECHNOLOGIES. Esta compañía, que desarrolla nuevas tecnologías para la construcción, creó este sistema constructivo en 1991 y la empezó a comercializar a gran escala desde 1996.

Debido al éxito en su implementación, ha sido utilizada en casi todas las esferas de la construcción, por lo que se puede encontrar en hoteles, escuelas, viviendas, entre otras, y ha sido homologado en el Perú en el año 2019.

El RBS, con su rapidez de ejecución y eficiencia en el uso de materiales, se presenta como una alternativa atractiva para atender la demanda de la vivienda social. Sin embargo, no se tienen datos que documenten su implementación en el Perú.

La posibilidad de tener una información consolidada es de gran valor para poder estimar los costos y rendimientos con miras al desarrollo de proyectos con nuevas tecnologías constructivas, la elaboración de especificaciones técnicas o la toma de decisiones a nivel de inversión pública o privada.

El presente estudio tiene como objetivo recoger información técnica y económica del RBS en el contexto peruano. A través de un análisis comparativo con el sistema tradicional de albañilería confinada en una vivienda típica se identificaron las ventajas y desventajas de cada sistema, así como su impacto en los costos de construcción y los tiempos de ejecución, consolidándolos en data sobre rendimientos y ACU's. El informe se propone como una guía metodológica para el análisis comparativo de sistemas constructivos y los resultados sobre el RBS pueden ser de ayuda para la toma de decisiones en futuros proyectos de construcción

Capítulo 1

Sistema constructivo no convencional RBS

El sistema Royal Building System (en adelante RBS) es un sistema de encofrado permanente extruido a base de polímero para muros de concreto de baja a media altura. Los componentes extruidos se deslizan y se interconectan entre sí para crear un encofrado que cuando se llena con concreto, da como resultado muros de concretos permanentes y preacabados. Los encofrados son muy duraderos y resistentes a la descomposición y el deterioro pues están hechos de un material que no es tóxico, no requiere mantenimiento y es resistente a la intemperie (Chahrour, 2005).

El RBS presenta versatilidad en su aplicación porque puede adaptarse tanto a construcciones temporales como permanentes. En el caso de construcciones temporales se caracteriza por su rapidez de instalación, al no requerir cimientos convencionales sino una losa de piso en el que se puedan apoyar los paneles. Además, en los casos en los que los paneles trabajan al vacío, sin relleno interior, como tabiques o muros no portantes, la estructura puede ser completamente recuperable, pudiéndose desmontar y trasladar los componentes a otra ubicación y proceder con su rearmado. Para edificaciones permanentes, los paneles de PVC funcionan como un encofrado permanente, proporcionando una estructura monolítica y resistente.

1.1 Compuesto base polimérico del sistema: Royalloy

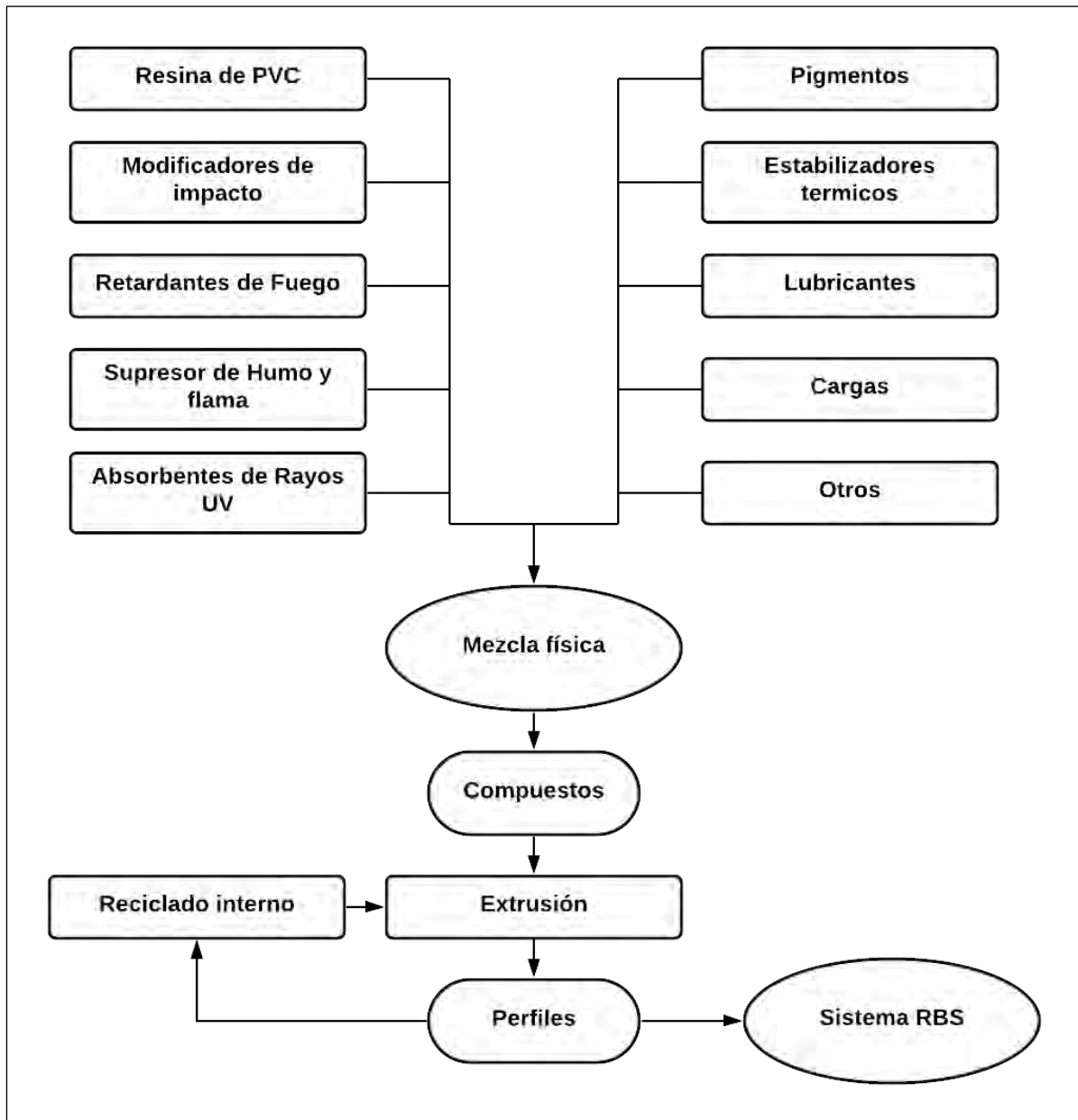
El material base de los perfiles modulares es el Royalloy, un material compuesto de una matriz de resina de PVC reforzada con diversos aditivos, tales como modificadores de impacto, plastificantes, estabilizadores, lubricantes, rellenos, pigmentos, modificadores acrílicos, protectores de rayos ultravioletas y supresores de humo y retardantes de flama.

- **Modificadores de impacto:** Son aditivos que se utilizan para aumentar la resistencia al impacto de los polímeros. Estos aditivos tienen la capacidad de absorber la energía generada por el impacto y disiparla de una manera no destructiva, lo que ayuda a evitar daños en el material.
- **Plastificantes:** Son aditivos que se utilizan en la industria de los materiales plásticos con el fin de mejorar su flexibilidad, facilitar su procesado y reducir la fragilidad del producto final.
- **Estabilizadores:** Son aditivos que se agregan a las formulaciones para mejorar la estabilidad y prolongar la vida útil. Estos aditivos actúan al retardar el proceso de degradación, lo que contribuye a preservar las propiedades físicas y químicas del producto. Los estabilizadores no afectan otras propiedades de la formulación y están exentos de color, olor y toxicidad (Gomis, 2012).
- **Lubricantes:** Son compuestos orgánicos que se utilizan para disminuir la fricción entre dos cuerpos que rozan entre sí. Se usan lubricantes internos, que disminuyen la fricción de las moléculas del polímero, con lo que mejora el flujo del material, y lubricantes externos que reducen la adhesión entre el polímero y las partes metálicas de los equipos de transformación (Gomis, 2012).

- Rellenos: Son materiales sólidos que se añaden a las formulaciones del compuesto para variar las propiedades químicas, físicas o mecánicas. Además, con su uso se pueden disminuir costos.
- Pigmentos: Son compuestos minerales orgánicos utilizados para conseguir las tonalidades deseadas. En este caso, se usan los pigmentos inorgánicos para dar opacidad al plástico.
- Protectores de rayos ultravioletas: Estos aditivos se usan para evitar la fotodegradación, que es un proceso de reacción química, muy frecuente en los polímeros, que ocurre cuando la radiación UV del sol o luz artificial rompe los enlaces químicos causando grietas, cambio de color y pérdida de las propiedades. La elección del estabilizador depende de factores como la aplicación, el efecto estabilizador sobre el color, el espectro de absorción del polímero y la vida esperada del producto.
- Supresores de humo y retardantes de flama: El PVC es un material que presenta resistencia al fuego gracias a que contiene un 57% de cloro en su composición. Sin embargo, esta propiedad puede disminuir debido al uso de los plastificantes. Para aumentar la resistencia al fuego del PVC se pueden utilizar aditivos como los retardantes de flama y los supresores de humo. Estos aditivos son capaces de inhibir los humos y reducir la propagación de incendios. El trióxido de antimonio es uno de los aditivos más utilizados para este propósito. De esta forma, es posible mejorar las propiedades de seguridad del PVC y garantizar su durabilidad y estabilidad térmica.
- El proceso de fabricación consiste en combinar la matriz de resina PVC con los aditivos y conformarlo por extrusión en los perfiles del RBS. En la figura 1 se esquematiza el proceso de fabricación de los elementos del RBS. Un aspecto importante a resaltar es la posibilidad de reciclar los elementos para formar nuevos, minimizando su impacto ambiental.

Figura 1

Esquema del proceso de obtención de los elementos del RBS



El Royalloy es el resultado de una combinación específica de mezclas, que adquiere una serie de propiedades físicas establecidas, y que cumplen los requerimientos del Centro de Materiales de Construcción Canadiense (CCMC). Los resultados son mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1*Propiedades del material Royalloy, materia prima de los elementos RBS*

Propiedad	Ensayo ASTM	Requerimiento	Resultado
Gravedad específica	D792	-	1.47
Temp. de deflexión por calor (carga de Mpa a 65°C)	D648	>70°C	75°C
Coefficiente de expansión lineal	D696	<6x10 ⁴ cm/cm/°c	5.8x10 ⁵ cm/cm/°c
Contracción (½ hr a 82°C)	D3679	Max 3	1.3
Resistencia a la tensión	D638	>37.7 MPa	40.0 Mpa
Módulo de tensión	D638	>2800 MPa	3725 MPa
Elongación a la fluencia	D638	-	2.5%
Elongación a la rotura	D638	-	127%
Resistencia a la flexión	D790	-	70.9 MPa
Módulo de flexión	D790	-	3537 MPa
Dureza	D785	-	102
Resistencia al impacto	D256	>53.4	96.1 J/m
Resistencia al impacto (caída libre)	D4226	-	4982 J/m

Nota. Manual de instalación. AZEMBLA

Como se puede ver, el Royalloy es un material que cumple con los estándares ASTM para edificación. Los valores obtenidos para la resistencia a la tensión, resistencia a la flexión, módulo de tensión y módulo de flexión superan los valores mínimos requeridos, por lo que se deduce que se trata de un material relativamente fuerte y rígido.

1.2 Paneles RBS y módulo base

Los componentes típicos del sistema son el panel y el conector. Ambos vienen en 2 espesores diferentes tanto para muros exteriores como interiores. RBS-64, con espesores de 64 y 60 mm, para exteriores e interiores, respectivamente, y un espesor de pared de 4 mm, y el RBS-100, con espesores de 100 y 95 mm, respectivamente y un espesor de pared de 5mm.

El panel es la pieza hembra de sección rectangular y el conector es la pieza macho de sección cuadrada. Ambas tienen una altura de hasta 6 m que se determina según el requerimiento del proyecto en el momento de la compra. Ver Tabla 2 para los detalles de dimensiones y propiedades estructurales de estos elementos.

Tabla 2

Valores típicos de las propiedades del panel y conector (1) típicos del RBS de 100 mm de espesor

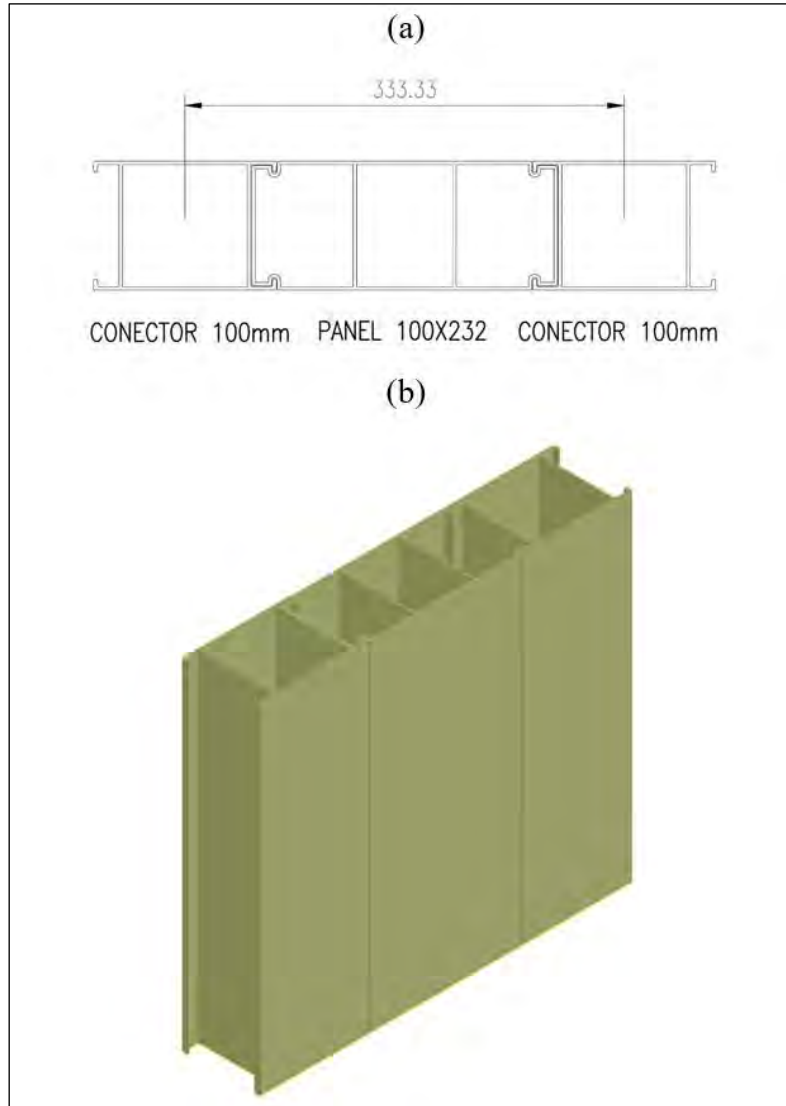
	Propiedad	Unidad	Valor		Elemento
PANEL	Sección				
	Peso	kg/m	2.94		
	Resistencia ⁽²⁾		Última	Recomendada	
	Eje X				
	Momento de diseño ⁽³⁾ M _x	ton.m	0.0816	0.0554	
	Cortante de diseño ⁽³⁾ V _x	ton	0.1621	0.1081	
	Rigidez elástica EI _x	kg/mm ²	0.9616x10 ⁹	0.9616x10 ⁹	
	Momento etapa lineal ⁽⁴⁾	ton.m		0.0806	
	Momento último ⁽⁵⁾	ton.m		0.1081	
	Cortante último ⁽⁵⁾	ton		0.2152	
CONECTORES	Sección				
	Peso	kg/m	2.11		
	Resistencia ⁽²⁾		Última	Recomendada	
	Eje X				
	Momento de diseño ⁽³⁾ M _x	ton.m	0.0449	0.0296	
	Cortante de diseño ⁽³⁾ V _x	ton	0.0887	0.0591	
	Rigidez elástica EI _x	kg/mm ²	0.534x10 ⁹	0.534x10 ⁹	
	Momento etapa lineal ⁽⁴⁾	ton.m		0.0540	
	Momento último ⁽⁵⁾	ton.m		0.0591	
	Cortante último ⁽⁵⁾	ton		0.1183	

Nota. ⁽¹⁾ Valores obtenidos con base en reportes de ensayos de laboratorios; ⁽²⁾ La resistencia y rigidez del techo se ve afectada por cargas de larga duración y por la temperatura. Los valores indicados deberán multiplicarse por el factor 0.8 para cargas vivas, por 0.67 para cargas de viento; ⁽³⁾ El valor de diseño es el menor valor correspondiente al de la etapa lineal, o al 50% del valor último; ⁽⁴⁾ El momento en etapa lineal es el máximo momento bajo el cual se tiene un comportamiento totalmente elástico sin deformación permanente plástica o viscoelástica; ⁽⁵⁾ Los valores últimos se obtuvieron cuando se pandeó el alma entre los agujeros.

El módulo base está conformado por un panel y dos conectores, ambos con espesor de 100 mm, que se ensamblan entre sí de manera machihembrada (Figura 2).

Figura 2

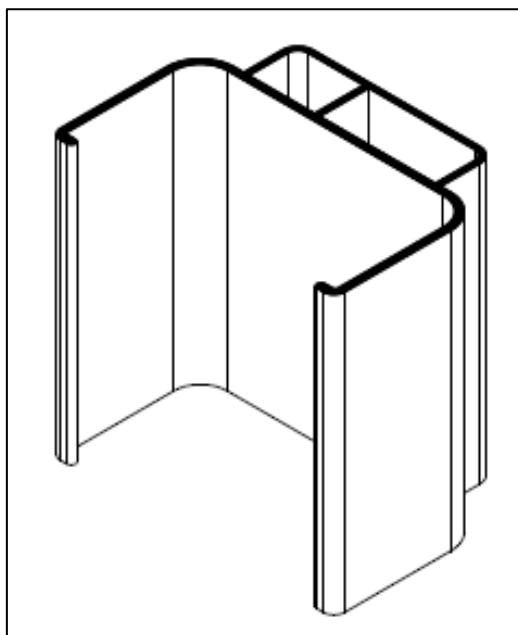
Ejemplo de módulo base de 100 mm de espesor ensamblados con dos conectores (a) detalle del ensamble del panel y sus dos conectores e (b) isométrico del conjunto



El ensamble de paneles y conectores huecos entre sí permite formar cerramientos exteriores e interiores. Algunos de los perfiles, contienen en su interior, aparte de la subdivisión típica, sectores especialmente acondicionados y aislados para la colocación de las tuberías para las instalaciones eléctricas y sanitarias del proyecto.

Figura 3

Panel con subdivisión para instalaciones eléctricas y sanitarias



Nota. De “Ficha N° 23: Procesos Constructivos”, por Universidad Nacional de La Plata, 2011.

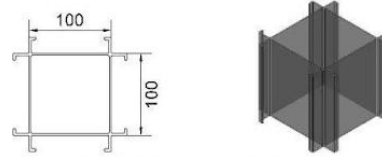
Además de las piezas básicas del sistema, existen otras piezas complementarias para lograr los muros totales. En la Tabla 3 se muestran las piezas para armar muros RBS 64 y RBS 100 respectivamente.

Tabla 3

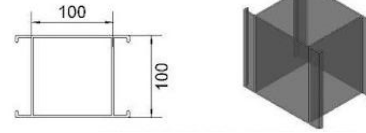
Funcionalidad de cada una de las piezas de 64 mm y 100 mm de espesor

Nombre	Funcionalidad	Pieza
Panel Conector 64	Pieza hembra y macho utilizado para la continuidad de un muro recto.	
Conector 2 vías	Pieza macho utilizado para la continuidad de un muro recto.	
Conector de 3 vías 100	Pieza macho que permite la continuación de un muro recto y arranque de muro en T.	

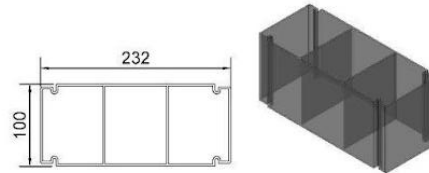
Conector de 4 vías 100 Pieza macho que permite el encuentro y continuación de dos muros ortogonales.



Conector de 2 vías 100 Pieza macho utilizado para la continuación de un muro recto.

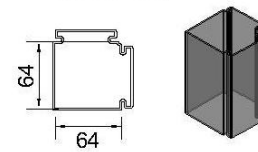


Panel 100A Pieza hembra utilizada para la continuación de un muro recto.

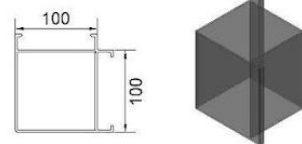


PANEL 100

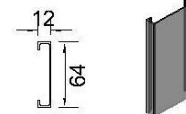
Conector esquinero 64 Pieza hembra que logra un giro de 90° en la estructura.



Conector esquinero 100 Pieza macho que logra un giro de 90° en la estructura.



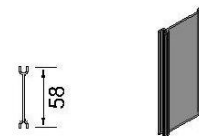
Starter 64 Pieza inicial, a partir de la que se empieza el armado de los muros.



Starter 100 Pieza inicial, con la que se inicia el armado de los muros.



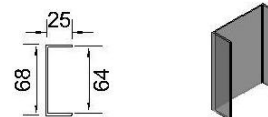
Unión conector 64 Pieza que une dos conectores.



Unión conector 100 Pieza que une dos conectores.

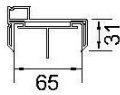

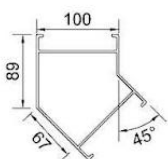

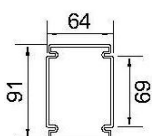

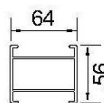
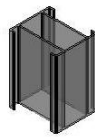
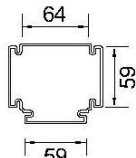
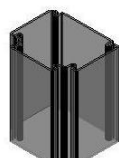
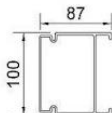

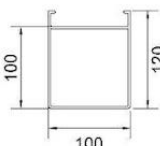



Marco básico 64 Contramarco perimetral exterior.



Marco básico 100 Contramarco perimetral exterior



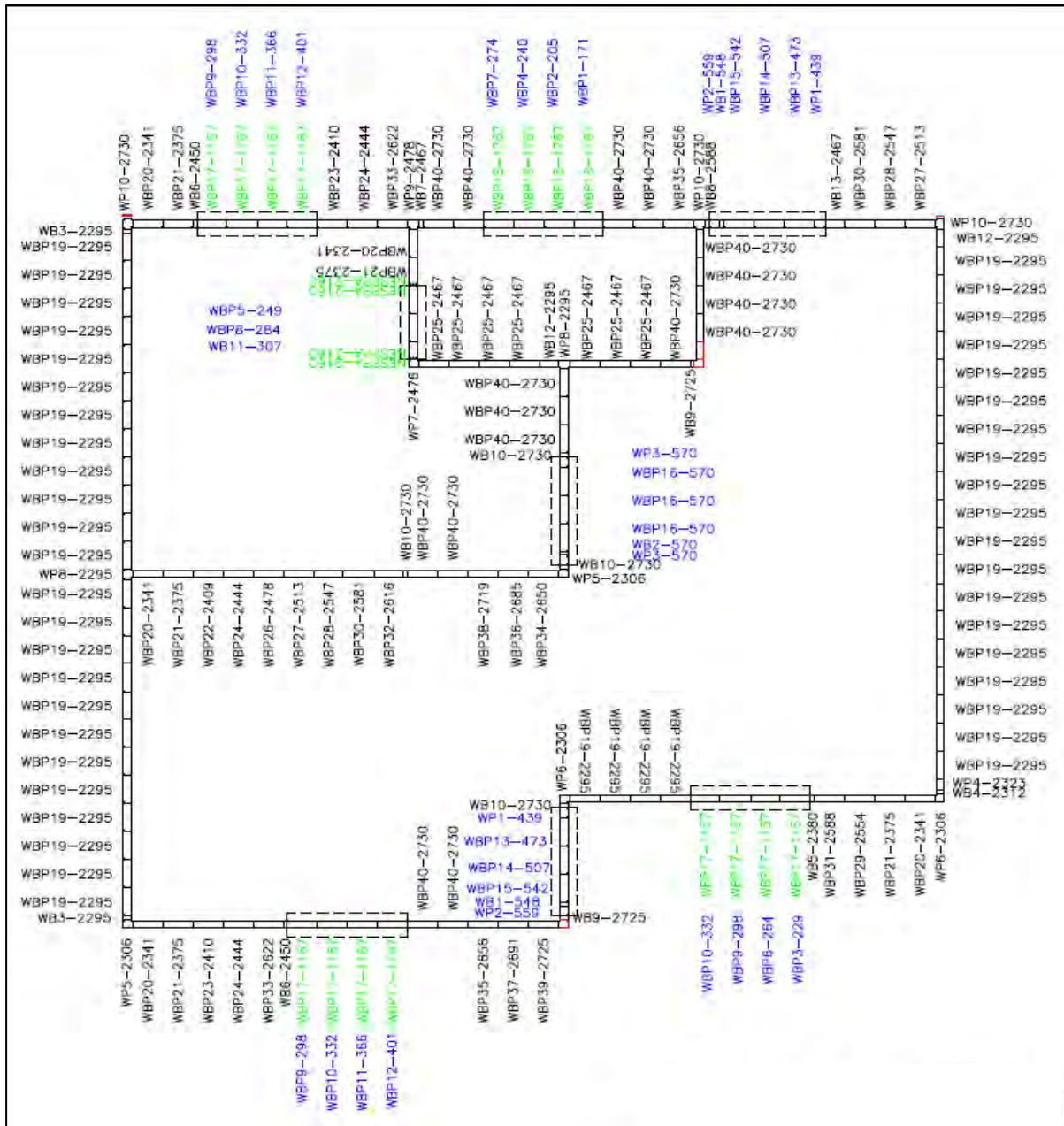
Marco andino 64	Pieza que va entre el panel y el marco de la puerta o ventana.		
Angulo 100	Es la pieza que logra un giro de 45°.		
Unión A	Pieza hembra que se utiliza para la continuidad de un muro recto.		
Unión B	Pieza macho utilizado para la continuidad de un muro recto.		
Tee 64	Pieza hembra utilizado para la continuación de un muro recto y arranque de un muro en T.		
Espaciador 100	Pieza que permite que se respete tangencialmente la medida de la grilla modular base en un muro con ángulo de 45°.		
Final 100	Es la pieza del final de muro.		

En el RBS, los elementos representan entre un 40 y un 60% de la construcción total. El resto de la construcción se completa de forma tradicional o combinando otros subsistemas en áreas como cimentaciones, techo, instalaciones, terminación de pavimentos, entre otros (Royal Building System Uruguay S.A, 2013). Cada uno de estos elementos poseen características y comportamientos individuales que influyen en el sistema en su conjunto.

El uso de estas piezas va a variar de acuerdo con la arquitectura del proyecto y se revela durante el proceso de royalizado. El proceso de royalizado consiste en seleccionar y ubicar con precisión las piezas adecuadas en el muro, considerando sus dimensiones y las instalaciones (eléctricas, sanitarias), puntos de anclaje y otros elementos constructivos de la estructura. Es como armar un rompecabezas, donde cada pieza tiene un lugar específico. Este proceso se realiza con el apoyo de un software que desarrolló el fabricante que les permite generar el plano royalizado de la estructura (Figura 4) en el que se asigna a cada tipo de pieza una codificación.

Figura 4

Plano royalizado de un proyecto con el código de cada pieza.



Nota. De "Expendiente tecnico", por Venture, s.f.

El usuario también podría generar este plano de royalizado en programas de libre acceso como AutoCAD o Civil3D. Sin embargo, este proceso sería mucho más laborioso, ya que implicaría modelar cada pieza individualmente y ensamblarlas virtualmente para conformar los muros. Esta tarea podría tomar al menos 3 horas, debido a la complejidad del modelado y la cantidad de piezas involucradas, mientras que con el software del fabricante se puede hacer en 30 minutos, según la experiencia de los profesionales habituados a su uso.

1.3 Durabilidad del RBS

La durabilidad del RBS está asociada a la durabilidad del Royalloy, que es el polímero base del sistema. Las propiedades que se han ensayado y se tienen resultados son: la resistencia al intemperismo, la conductividad térmica que contribuye a mantener temperaturas estables en interiores, y las propiedades acústicas que mejoran la calidad de vida al minimizar la transmisión de ruido.

1.3.1 Resistencia al intemperismo

Esta propiedad permite que el RBS soporte la acción de agentes externos y atmosféricos como climas extremos, ya sea de abundante calor o frío, exposición severa a los rayos del sol, radiación, humedad, salinidad, corrosión, lluvias, brisa marina, vientos y el desgaste del tiempo. Además, el Panel PVC posee una película exterior que, aparte de otorgar coloración a la pieza, posee propiedades de protección contra los rayos UV y proporciona resistencia a la radiación solar debido a que está formulado con aditivos UV estabilizadores. En la Tabla 4 se presentan los resultados de la prueba de intemperie del RBS para 2 tipos de elementos, el Royalloy BX, que son los conectores y el Royalloy PL, que es el panel, proporcionados por el fabricante (Royalco S.A). La evaluación consistió en 3 pruebas: el intemperismo acelerado, el cambio de color y la prueba de impacto por goteo (Royalco S. A, s.f).

La prueba de intemperismo acelerado simula los efectos de la exposición prolongada a la radiación UV del sol y demuestran una tolerancia a niveles de radiación de hasta 160 kilolangleys/año.

En el ensayo de cambio de color, los parámetros YI, LH, aH y bH son utilizados en la industria para cuantificar el color de un material. El YI indica la tendencia al amarilleamiento. En este estudio, los valores negativos de YI para el Royalloy BX sugieren que este material es menos propenso a adquirir un tono amarillento con el paso del tiempo, a comparación del Royalloy PL. El parámetro LH, mide la claridad u oscuridad de un color. En este caso, los valores de LH cercanos a cero indican que ambos tipos de Royalloy mantienen una luminosidad relativamente constante, es decir, no se vuelven significativamente más claros u oscuros. Los resultados en aH y bH, indican tono verde y azulado lo que significa que toman un color frío.

Tabla 4

Resultados de la prueba a la intemperie del RBS

Propiedad	Unidad	Descripción/ Rango	Método de prueba	Royalloy (BX-conectores)	Royalloy (PL- paneles)
Intemperismo acelerado (UV-2000b)	KLy /año		ASTM G-53	160	-
Cambio de color (a)	Max. YI	Cambio de color total (azulado>-1), (neutro=0), (1< amarilleamiento)	ASTM D-1925	-5.5	0.68
	Max. LH	Cambio en aclaramiento/oscurecimiento, varía de 0 a 100	ASTM D-1435	5.2	0.01

Max. aH	Cambio en el espectro rojo (+) /verde (-), sin límite definido	ASTM D-1435	-0.02	-0.18
Max. bH	Cambio en el espectro amarillo (+) /azul (-), sin límite definido	ASTM D-2344	-2.01	0.46
Prueba de impacto por goteo	J/m	ASTM D-4226	5518	1825
Procedimiento A (b)	% de Retención		113	89

Nota. Valores reportados por el National Research Council Of Canada, #Reporte 1236-R. ^(a) El cambio en el color está en unidades Hunter: LH, aH, bH, YI. ^(b) Procedimiento A a 360-370 °F (cono de 4"). Royalco S. A. (s.f).

La función de los conectores como elementos de unión exige que estos presenten una mayor estabilidad cromática. Los rangos indican un cambio mínimo en el color original de los componentes del sistema, caracterizados por tonos fríos, indicando una mayor resistencia a la decoloración, a los agentes atmosféricos y menor captación de la radiación UV.

Finalmente, la prueba de impacto por goteo (ASTM-4226), que evalúa la resistencia del material al impacto de gotas de agua y simula las condiciones de lluvia y granizo, indica una buena resistencia, lo que significa mayor durabilidad. El Royalloy BX resistió mejor el impacto por goteo, con un valor de energía absorbida mayor y un porcentaje de retención más alto. Esta propiedad le otorga al RBS una sólida resistencia y durabilidad ante condiciones ambientales desfavorables y minimiza el alabeo, la deformación, decoloración y el descascaramiento a largo plazo. Como respuesta, el RBS mantiene su integridad y rendimiento a largo plazo, minimizando los efectos negativos del entorno en su funcionamiento.

1.3.2 Resistencia química

Esta propiedad proporciona resistencia para soportar el deterioro causado por la impregnación de disolventes químicos, ácidos y bases, aunque se puede ver afectado por la temperatura, concentración y duración de la exposición al agente químico.

En la Tabla 5 se presenta una serie de productos químicos comunes y su resistencia química relativa del Royalloy frente a su exposición. Según lo que se muestra, los paneles son inertes en general a la mayoría de ácidos, sales, bases y solventes comunes, pero tiene baja resistencia a clorados, eters y acetona.

Tabla 5

Resistencia química relativa del Royalloy del RBS

Resistencia química	Químicos comunes	Productos de belleza e higiene	Productos limpiadores y otros	Productos industriales y otros
Pobre	Acetona Tricloroetano	Removedor de uña	Pegamento (Acetato)	Creosote
Bueno	Fosfato de amonio Batería electrolítica Gasolina Petróleo Ácido Sulfúrico	Colonias Loción de afeitarse Rociadores para el cabello	Detergentes Limpiadores de tuberías Pegamento (base soluble) Insecticidas	Fertilizante líquidos Insecticida

Excelente	Alcohol Etileno Acido Hidroclórico Ácido Nítrico Ácido Fosfórico Turpentine	Desodorantes Peróxido de hidrogeno Lociones limpiadoras	Limpiador de taza de baño Varsol Blanqueadores Removedores de cera Pulidores de muebles Limpiadores de hornos Limpiador de ventanas Aromatizantes	Anticongelante Aceites para motores Limpiadores de metal Cloro Removedor de óxido
-----------	---	---	---	---

Nota. De Royalco S. A., s.f.

1.3.3 Resistencia al fuego

En el RBS, los paneles de Royalloy son ignífugos y ofrecen propiedades resistentes al fuego. En la Tabla 6 se presenta una lista de propiedades de la resistencia al fuego, el método de prueba por el que fueron sometidos los paneles de PVC y los resultados.

Al cumplir con los estándares internacionales, como ASTM E84-91a y ULC S102.2, estos paneles clasifican como Clase A en cuanto a propagación de llama y desprendimiento de humo. Esto significa que, en caso de incendio, los paneles no contribuirán a la propagación de las llamas ni producirán grandes cantidades de humo, siendo autoextinguibles, es decir, que los paneles tienen la capacidad de apagarse por sí mismo lo que garantiza un mayor nivel de seguridad. Además, su baja velocidad de quemado significa que el material se consume lentamente y su clasificación como Clase A para cubiertas de techo, según la norma ASTM E-108, permite su uso en exteriores.

Tabla 6

Pruebas y características determinadas para el RBS

Propiedad	Método de prueba	Royalloy BX/PL
Propagación de flama	ASTM E84-91a ULC S102.2	<25 Clase A 24 ^(a)
Desprendimiento de humo	ASTM E84-91a ULC S102.2	<207 Clase A 155 ^(a)
Velocidad de quemado	ASTM D-635	9 mm/10s
Cubierta de techo	ASTM E-108	Clase A

Nota. Valores reportados por el National Research Council Of Canada, #Reporte 1236-R. ^(a) La clasificación A indica que el material cumple con los requisitos más estrictos la resistencia a la propagación de la llama y la producción de humo. Royalco S. A., s.f.

Para el caso del RBS con concreto armado, la versatilidad del RBS se ve potenciada por la inclusión del concreto, que es un material incombustible, es decir que no se quema ni emite gases inflamables cuando está expuesto al fuego. Gracias a las propiedades inherentes del concreto, como su alta capacidad calorífica y su baja conductividad térmica, el RBS con concreto armado es capaz de resistir altas temperaturas durante períodos prolongados, protegiendo la estructura.

Para provocar la ignición (encendido) del RBS con concreto armado se requieren temperaturas que oscilan entre los 350 a 450 °C. Sin embargo, es importante mencionar que una vez que se retira la fuente de encendido, el RBS se extinguirá, lo que indica su capacidad de auto extinguirse y evitar la propagación continua del fuego (Royal Technologies Mercosur, 2002).

El Centro de Investigación y Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (IDIEM, 2016) realizó un ensayo que consistió en exponer una de las caras del muro RBS relleno con concreto armado al calor de un horno de modo que se le imprimió una temperatura según la curva normalizada de tiempo- temperatura señalada por la NCh935/1. Of97 (INN, 1997). En la Figura 5 se pueden observar el panel después de ser sometido al ensayo de resistencia al fuego y en la Tabla 7 se muestran los resultados.

Figura 5

Panel RBS después de ser sometido al ensayo de resistencia al fuego



Nota. De “Informe de ensayo N.º 1.068.619: Muro estructural (tabique perimetral o divisorio)”, por IDIEM, 2016.

Tabla 7

Valoración y criterios de evaluación y resultados de resistencia al fuego para los paneles RBS.

Criterios	Requerimiento (a)	Resultados	
		Resultado RBS 64 mm	Resultado (100mm)
Capacidad de soporte de carga	Instante en que el elemento no pueda seguir cumpliendo la función de carga para el cual fue diseñado.	El elemento se sometió a sobrecarga mecánica de 120 kg/ml y mantuvo su estabilidad mecánica hasta el final de ensayo.	
Aislamiento Térmico	La temperatura de la cara no expuesta alcanza los 180°C puntualmente o 140° en promedio, por sobre la temperatura ambiente registrada al inicio del ensayo.	La temperatura promedio admisible de 206 °C en la cara no expuesta al fuego se produjo a los 81 min de iniciado el ensayo. La temperatura puntual máxima era de 161°C.	La temperatura promedio admisible de 161 °C en la cara no expuesta al fuego se produjo a los 178 min de iniciado el ensayo. La temperatura puntual máxima era de 195°C.
Estanquidad	Instante en que una llama se filtra por las fisuras formadas durante el ensayo, y se sostiene por 10 o más segundos	El elemento se mantuvo estanco a las llamas hasta el final del ensayo.	
Emisión de gases inflamados	Instante en que los gases emitidos por la cara no expuesta arden al aproximar una llama cualquiera.	El elemento no emitió gases inflamables durante todo el ensayo.	

Clasificación	Clase F0: <15 min	La resistencia al fuego del elemento resultó ser de 81 min, por lo que tiene una clasificación F60.	La resistencia al fuego del elemento resultó ser de 178 min, por lo que tiene una clasificación F150.
	Clase F15: >15 min < 30 min		
	Clase F30: >30 min < 60 min		
	Clase F60: >60 min < 90 min		
	Clase F90: >90 min < 120 min		
	Clase F120: >120 min < 150 min		
	Clase F150: >150 min < 180 min		
	Clase F180: >180 min < 240 min		
	Clase F240: >240		

Nota. ^(a) Requerimientos de acuerdo a la norma NCh935/1.Of97 (INN, 1997). De “Informe de ensayo N.º 1.068.619: Muro estructural (tabique perimetral o divisorio)”, por IDIEM (2026).

Este estudio mostró que las edificaciones con muros, tanto de 64 mm o 100 mm del RBS con concreto armado tienen una resistencia al fuego de 81 a 178 minutos (R.M. N.º 214-2019-VIVIENDA, 2019), certificado por el Centro de Investigación y desarrollo IDIEM de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile (IDIEM, 2016).

1.3.4 Conductividad térmica

El panel RBS está optimizado con tecnología de aislamiento térmico. Esto minimiza la transferencia de calor y frío del ambiente exterior, además, al evitar la condensación, evita la formación de humedad y moho que son peligros para la salud. Los valores de aislamiento térmico del panel RBS se presentan en la Tabla 8 y fueron obtenidos del proveedor Royalco S. A. (s.f).

Tabla 8

Valores de aislamiento térmico para el RBS.

Propiedad	Transmisión térmica (W/m ² °C)	Resistencia térmica (m ² °C/w)
Recubrimiento y muro Royal relleno con concreto	0.64	1.56

Nota. Valores determinados de acuerdo con ASTM C-518. Royalco S. A. (s.f.).

En Perú, el laboratorio de análisis físicos INNOVAPUCP de la Pontificia Universidad Católica del Perú (INNOVAPUCP, 2018), realizó diversos ensayos con Paneles de Royalloy de 64 mm vacío y con diferentes rellenos a condiciones ambientales (T=23°C y HR=65%). En la Tabla 9 se muestran los resultados que se obtuvieron en los ensayos aplicados.

Tabla 9

Valores obtenidos de la conductancia térmica para Paneles AZEMBLA con distintas características.

Muestra	Densidad (g/cm ³)	Resistencia Térmica ®	
		Coefficiente de Conductancia Térmica (λ)	
		(W/m ² .k) (Btu/ft ² .h.°F)	(m ² .k/W) (Ft ² .h.°F/Btu)
Panel de PVC relleno de concreto mortero	1.83	0.68	1.47
		0.12	8.31
Panel de PVC vacío	0.17	1.19	0.84
		0.21	4.47
		0.32	3.17

Panel de PVC relleno con arena		0.06	17.94
Panel de PVC relleno con fibra de vidrio	0.28	0.31	3.24
		0.05	18.3
Panel de PVC relleno con tecnopor	0.19	0.28	3.57
		0.05	20.19
Panel de PVC relleno con poliuretano	0.22	0.24	4.13
		0.04	23.35

Nota. Valores determinados de acuerdo con ASTM C-518. INNOVAPUCP, 2018.

Los resultados mostraron que los paneles rellenos de poliuretano presentaron el mejor aislamiento térmico, similar al de materiales como tecnopor y la fibra de vidrio. Por otro lado, aunque los paneles rellenos de concreto-mortero no ofrecen un aislamiento tan eficiente como los paneles de poliuretano, es notable que su coeficiente de conductividad térmica de 0.68 W/m²K lo sitúa dentro del rango de materiales convencionales como los ladrillos y bloques.

1.3.5 Aislamiento acústico

El aislamiento acústico que ofrece el RBS ayuda a atenuar el sonido, ya que el uso del Royalloy es uno de los más aislantes (Royal Technologies Mercosur, 2002). El RBS ofrece una base sólida de aislamiento acústico para unas condiciones normales, pero en casos donde requiera una mayor atenuación acústica, se pueden incorporar materiales como el concreto y la fibra de vidrio o de poliuretano en el interior de los paneles.

En Bogotá se realizaron pruebas de atenuación acústicas a los paneles de PVC sin relleno y rellenos de poliuretano y concreto por separado en los laboratorios del CIPEN de la Universidad de los Andes. Los resultados para estos tres casos se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10

Valores obtenidos de Atenuación Acústica (dB); registro para cada uno de los paneles probados de espesor de 100 mm. (1)

Atenuación acústica registrada con paneles divisores															
Valores de Leq medidos (dB)=Leq sin panel-Leq con panel															
Product o	Peso/Ár ea (kg/m ²)	Frecuenci as Graves (HZ)		Frecuencias Media (HZ)					Frecuencia Agudas (HZ)						
		25 0	25 0	31 5	40 0	50 0	80 0	100 0	125 0	160 0	200 0	250 0	315 0	400 0	500 0
Panel sin relleno	11.4	21. 3	27. 1	7	10. 8	- 0.3	6.8	10	4.6	11. 9	6.8	7.9	18. 7	29. 9	24. 5
Panel de poliuret ano	13.6	23	26. 9	12. 7	13. 3	67. 3	8.2	5.2	6.3	9.5	10. 6	6.5	47	47	48. 1
Panel de concreto	31.6	31. 3	25	15. 3	18. 2	61. 3	11. 2	66	7.7	8.4	9.7	12. 7	18. 8	25	24. 2

Nota. El ensayo se realizó tomando como referencia la norma ASTM E-90 “Standard method for Laboratory measurement of Airborne Sound Transmission Loss of building partitions”. De “Informe resultados obtenidos en los ensayos de aislamiento acústico sistema constructivo Azembla”, por Universidad de los Andes, 2002.

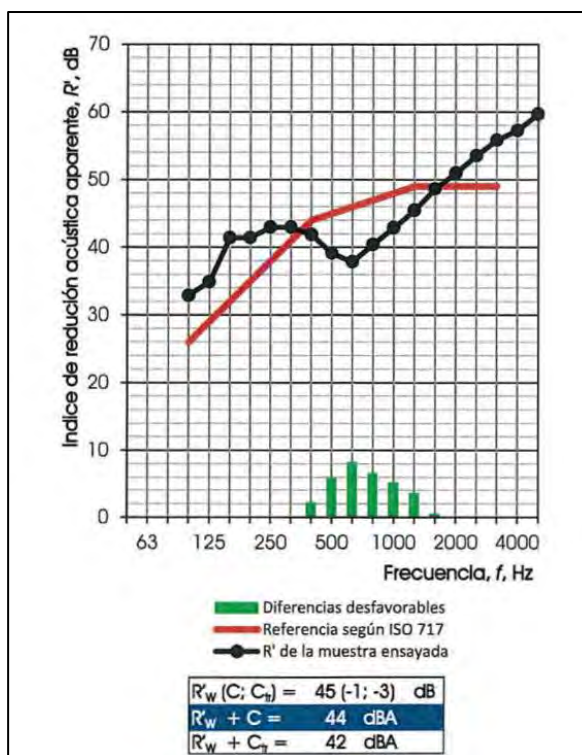
Este estudio evidencia que el relleno de concreto proporciona beneficios comparativos de atenuación solo en frecuencias bajas para valores por debajo de 1250 Hz en comparación

con el panel sin relleno y el panel relleno de poliuretano. Este último posee ventajas de atenuación cuando el sonido posee frecuencias superiores a los 3150 Hz al compararlo con el relleno de concreto. En el rango de frecuencias de 630 a 2500 Hz la atenuación de los niveles de presión es pobre para todos los paneles ensayados exhibiendo valores menores a los 10 dB. Mientras que cuando se comparan al desempeño de estas frecuencias menores a 630 Hz y mayores de 2500 Hz los valores de atenuación oscilan entre 7 y 48 dB. No existe un relleno ideal que atenúe todas las frecuencias por igual. Por lo tanto, se puede decir que el poliuretano es más efectivo para atenuar sonidos agudos en el interior del panel, mientras que el concreto ofrece una ligera ventaja para sonidos graves, aunque todos los paneles tuvieron dificultades para aislar sonidos de frecuencia media (Universidad de los Andes, 2002).

En otro estudio, siguiendo la Norma NCh 2785:2003 se realizó un ensayo al muro de 64 mm con concreto armado (Figura 6) que consistía en exponerlo a ruido rosa a un nivel de presión sonora de 106 dB(A). Todas las mediciones se hicieron en bandas de tercio de octava, entre las bandas de 100 Hz y 5000 Hz y se determinó que el panel logró una reducción de ruido promedio de 45 dB en el rango de frecuencias entre 250 Hz y 4000 Hz.

Figura 6

Diagrama lineal del índice de reducción acústica aparente, R' , dB vs Frecuencia, f , Hz



Nota. De “Informe de ensayo N.º 1.068.619: Muro estructural (tabique perimetral o divisorio)”, por IDIEM, 2016.

Otra investigación reveló que el RBS presenta un buen aislamiento acústico frente a un ruido aéreo, abarcando tanto frecuencias graves como agudas, teniendo como índice de reducción aparente ponderado de 44 dBA (IDIEM, 2016).

1.4 Mantenimiento de los paneles RBS

1.4.1 Limpieza de paneles

Los paneles RBS no necesitan pintura a lo largo de su vida útil, pero sí requieren una limpieza periódica para mantener su aspecto y óptimo funcionamiento. Se recomienda realizar la limpieza con un paño o estopa impregnados en gasolina, ya que la resistencia química del panel frente a este producto es buena como se indicó en el ítem 1.4.2. La frecuencia es cada 3 meses en zonas urbanas, mientras que en zonas rurales una periodicidad de 6 meses es suficiente ya que los paneles no están expuestos a tanta contaminación.

Ya que los paneles son de Royalloy, es posible que puedan presentar diferentes tipos de manchas. Para manchas sencillas como de crayón o plumones requerirá una limpieza ordinaria con jabón de tocador o un desengrasante biodegradable, en el caso de tratarse de manchas de pintura, aceite de motor o moho será necesario una limpieza fuerte con productos como la gasolina o una mezcla de agua con 30% de vinagre.

En la Tabla 11 se ofrece una guía más detallada sobre los productos recomendados para tratar diferentes tipos de manchas que se puedan presentar en los paneles.

Tabla 11

Productos recomendados para tratar diferentes tipos de manchas en los paneles RBS

Descripción	Recomendación
	Limpieza Ordinaria
Manchas generales	Desengrasadores biodegradables
Mancha superficial	Jabón de tocador
Crayón	Jabón de tocador
Plumones	Jabón de tocador
Lápiz	Jabón de tocador
Lápiz de labios	Jabón de tocador
	Limpieza Fuerte
Óxido	Gasolina
Aceite de motor	Gasolina
Goma de mascar	Gasolina
Moho	Agua con 30% de vinagre
Pintura	Gasolina
	Limpieza Industrial
Pintura	Limpiador PVC

Nota. Ficha de Mantenimiento, Azembla, s.f.

1.4.2 Reparaciones y resane

Para el caso de reparaciones y resane se puede realizar el siguiente procedimiento:

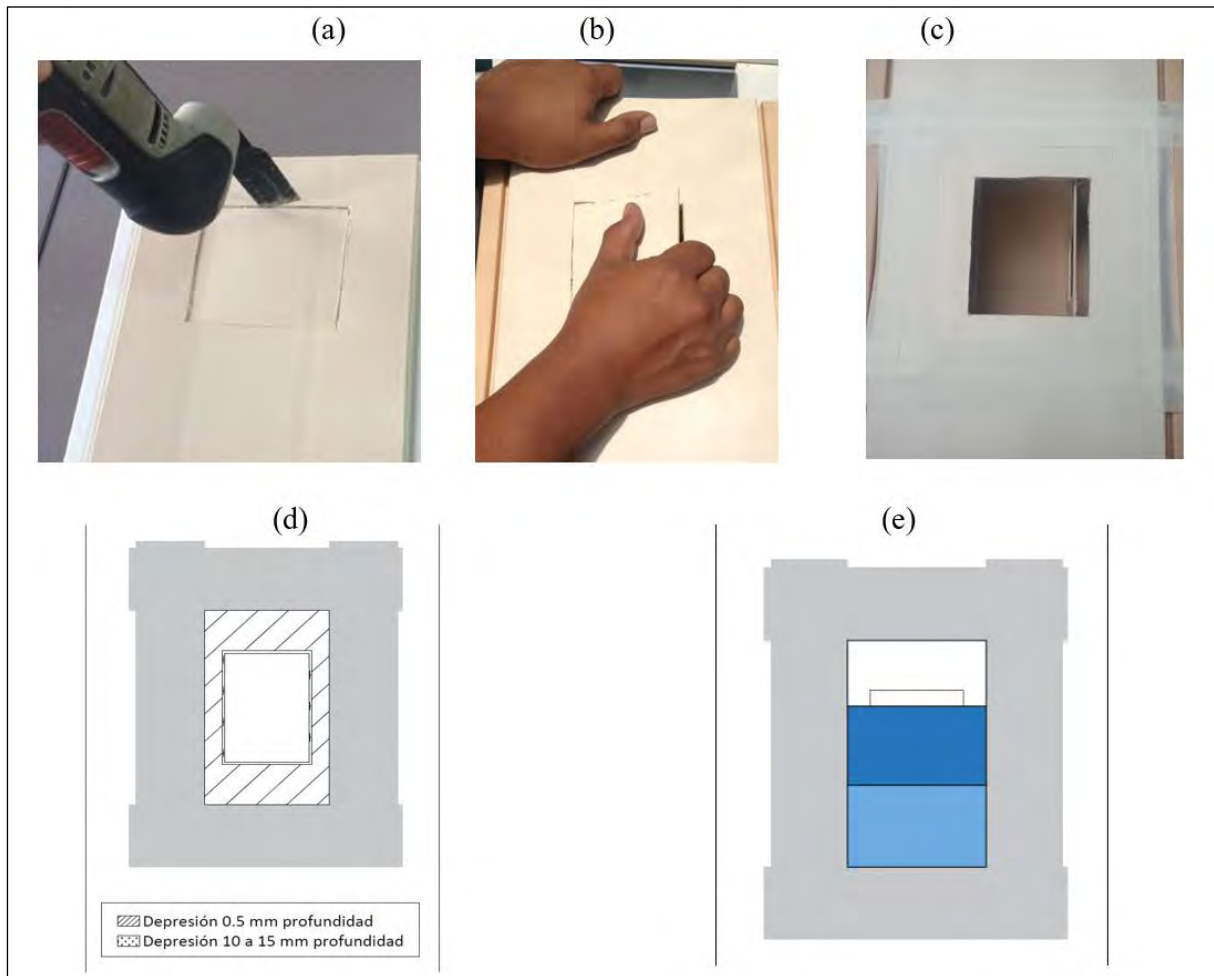
- 1) Una vez identificado el panel dañado, se procede a cortar con el esmeril o multimax un área cuadrada o rectangular alrededor del área dañada (Figura 7.a), se retira todo el material suelto y se lija con una lija de agua #400.
- 2) Se perfilan los bordes del PVC cortado en un ángulo de 45° hacia el interior (Figura 7.b) y se protege el área circundante con masking tape (Figura 7.c). Se deja de 10 a 15 mm en los laterales y de 30 a 40 mm arriba y debajo de la abertura hecha. Esto con la

finalidad de proteger el acabado del PVC alrededor de la zona en la que se realizará el resane.

- 3) Lijar el área que no está cubierta con masking tape hasta que se forme una ligera depresión de 0.5mm de profundidad y de 10 a 15 mm en torno al corte realizado (Figura 7.d). Esto se realiza con la finalidad de mejorar la adherencia del resanador con el PVC, por lo que es importante que el área permanezca limpia y libre de humedad, polvo y grasa.
- 4) Aplicar el resanador correctamente mezclado como indica el fabricante con la espátula. Luego rellenar y nivelar lo mejor posible con la llana o cuña dentro del área a resanar. En el caso que esta área sea muy extensa se debe aplicar el resanador en partes (Figura 7.e), permitiendo que cada capa fragüe antes de aplicar la siguiente, esto para evitar concavidades.
- 5) Una vez que el resanador este seco y fraguado se debe lijar con una lija de agua grano 80 a 100 para eliminar cualquier exceso de material y luego de unos 15 minutos lijar con una lija de grano 200 a 320 para obtener un acabado suave. Durante todo este proceso se debe limpiar frecuentemente. Se finaliza lijando con una lija de agua grano 320 para que la superficie quede tersa y brillante.
- 6) Para finalizar este procedimiento se realiza el pintado con el esmalte acrílico tipo automotriz de secado rápido que suministra el fabricante cuando se adquieren sus productos. La superficie debe estar completamente seca y libre de polvo, grasa o cualquier cosa que impida la adherencia de la pintura. La aplicación de la pintura se realiza en capas ligeras sucesivas de pintura, para que el resane quede completamente cubierto. En caso la superficie presente gránulos, se deja secar la pintura por 8 horas y se procede a lijar con una lija de agua de grano 100 y se retoca la pintura nuevamente. Finalmente se retiran las cintas de protección.

Figura 7

Procedimiento de resane en los paneles RBS



1.5 Desempeño estructural del RBS

El desempeño estructural del RBS se basa en el uso de muros de ductilidad limitada como elementos estructurales principales. Estos muros están definidos y regulados en la NTP E.060 CONCRETO ARMADO, en los apartados que se refieren a las “Especificaciones normativas para diseño en edificaciones con muros de ductilidad limitada (EMDL)”. Además, se toman en cuenta las NTP E.020 CARGAS (SENCICO, 2020a) y NTP E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE (SENCICO, 2020b).

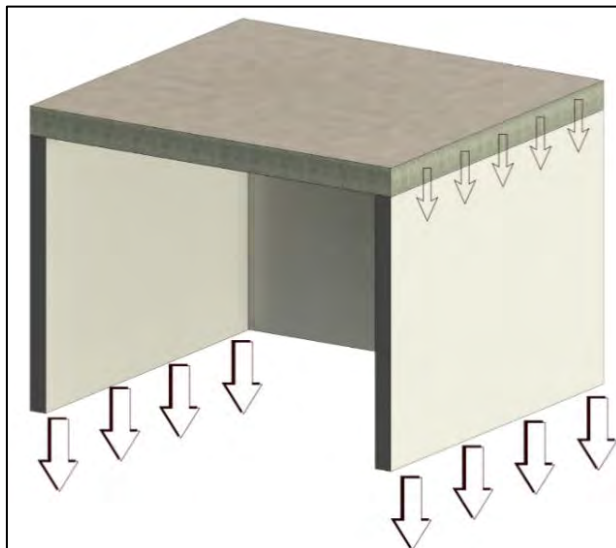
El desempeño estructural del RBS se logra a través de la siguiente secuencia de carga y transferencia (Figura 8):

1. Las cargas del piso superior son soportadas por una losa de concreto armado o aligerada, o por cualquier sistema que funcione como un diafragma rígido. Esta losa distribuye las cargas de manera uniforme sobre el sistema.
2. Las cargas transmitidas al diafragma rígido se transfieren a las vigas que lo sostienen. Estas vigas actúan como elementos estructurales que distribuyen las cargas a lo largo de su longitud.

- Los muros de ductilidad limitada reciben las cargas provenientes de las vigas y son los encargados de transmitir las al suelo a través de la cimentación. Las cimentaciones utilizadas en el RBS suelen ser plateas de cimentación superficial.

Figura 8

Secuencia de carga y transferencia en el RBS



En el diseño de los muros, se considera su espesor y tipo de armadura correspondiente a los muros de ductilidad limitada. Además, para el análisis estructural se emplean modelos lineales elásticos y modelos lineales espectrales con superposición modal en el análisis sísmico. Las cargas verticales se toman en cuenta según las combinaciones definidas en la NTP E.060 Concreto Armado.

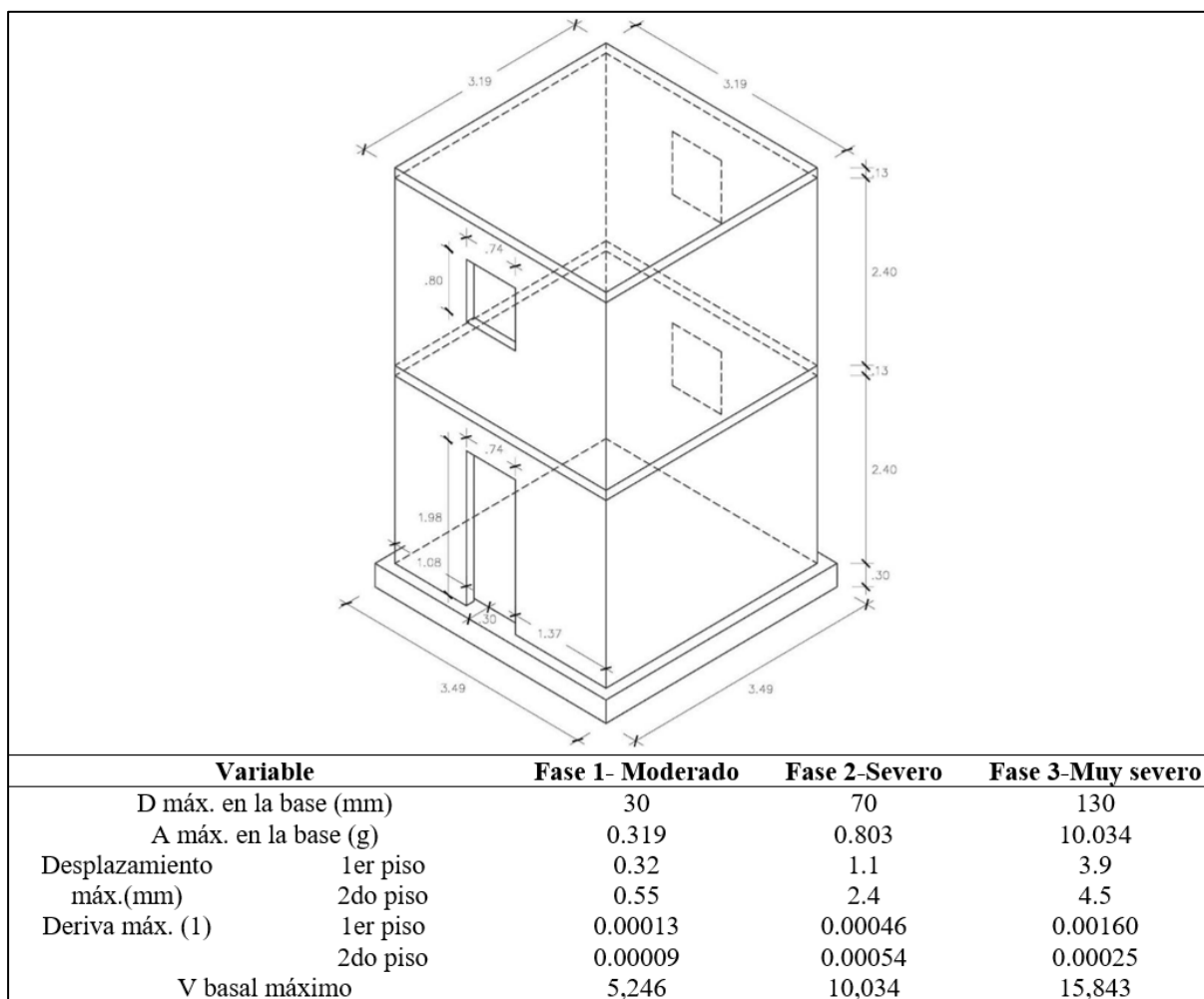
1.5.1 Resistencia estructural y sismorresistencia

El RBS con concreto armado cumple con los parámetros de rigidez y resistencia establecidos por la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Su configuración en conjunto con el relleno de concreto armado le otorga resistencia frente a sismos (Andrade, 2009). Los paneles rellenos, anclados a la estructura y reforzados según las necesidades del proyecto, forman una estructura monolítica que asegura la estabilidad y rigidez del sistema constructivo. Esta característica permite su aplicación en construcciones de hasta 5 pisos de altura.

En un ensayo dinámico que simula la acción sísmica de un módulo de dos pisos, con un área en planta de 3.19 m x 3.19m x 5.05 m de altura y un peso de 14454 kg (Figura 9), se verificó que la estructura tenía los desplazamientos mínimos y una derivada máxima de 0.0016, mucho menor a 0.0050 que es la permitida por la norma E.030. El cortante basal de 15,845 indica que el módulo se mantiene en el rango elástico. Esto indica que se comporta como un sólido rígido y no presenta evidencia de deterioro ni pérdida de estabilidad, a pesar del nivel de exigencia del ensayo (INNOVAPUCP, 2019).

Figura 9

Características geométricas del módulo del ensayo y valores máximos obtenidos en un ensayo dinámico



Nota. De INNOVAPUCP, 2019.

También se verificó la capacidad para resistir fases sísmicas de características basadas en el registro del sismo ocurrido en mayo de 1970 en Perú. Aunque el reglamento establece una aceleración máxima de diseño equivalente a 0.45g, el módulo pudo superar exitosamente la prueba de simulación sísmica con una aceleración especulativa de 1.30g, condiciones que superan los casos reales registrados hasta ahora en Perú. Estos resultados demuestran la capacidad del sistema constructivo RBS para resistir cargas sísmicas significativas y su cumplimiento con estándares de diseño y seguridad sísmica dentro del diseño de muros de ductilidad limitada expuestos en la norma peruana (PUCP, 2019).

Uno de los factores que contribuye a este comportamiento son las uniones entre los diferentes elementos estructurales de manera “monolítica”. Esto significa que las conexiones entre los elementos son fuertes y sólidas, lo que proporciona una mayor seguridad incluso en caso de sismos severos. Las uniones monolíticas aseguran que la estructura se comporte como un sistema integrado y resistente durante eventos sísmicos, reduciendo el riesgo de colapso o

daños significativos. Además, puede ser diseñado y adaptado a diversas configuraciones arquitectónicas según la norma E.060 del código peruano (SENCICO, 2019).

1.6 Homologación

En el Perú, el RBS fue homologado, es decir que fue aprobado y autorizado para su uso por el Ministerio de Construcción y Saneamiento el 28 de junio de 2019, con una vigencia de diez años mediante R.M N° 214-2019-VIVIENDA.

El proceso de homologación empezó en febrero de 2018 con la presentación del RBS por parte de “Corporación La Perla” ante el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO. Tras haber transcurrido un mes, se solicitó la aprobación del Sistema Constructivo No Convencional RBS Azembla ante SENCICO. Luego de atravesar diferentes pruebas con la finalidad de verificar que se cumpla con los requisitos establecidos en la norma vigente, finalmente fue aprobado en 2019.

De acuerdo a ello, en el Perú se pueden realizar construcciones de hasta 2 niveles con los paneles de 64 mm y hasta 5 niveles con los paneles de 100 mm. Las cimentaciones dependerán del tipo de proyecto, las condiciones del suelo y el diseño estructural, debiendo cumplir la norma E.050. Además, para la losa de entrepiso se puede emplear losas macizas de concreto armado o losas aligeradas diseñadas y construidas de acuerdo a la norma E.060 o con cualquier otro sistema que garantice un diafragma rígido para los entrepisos. Finalmente, para las instalaciones eléctricas y sanitarias se mantiene el sistema convencional y deben cumplir con las normas EM.010 y IS.010 respectivamente.

1.7 Proyectos con RBS en el Perú

A pesar de ser una tecnología relativamente nueva en el Perú, el RBS ha sido adoptado por un grupo de constructores peruanos y ha desarrollado diversos proyectos a lo largo del país, demostrando su versatilidad y eficiencia en diferentes escalas y condiciones. Un resumen de estos proyectos se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12

Características de los proyectos con RBS en el Perú

	Proyecto	Cliente	Ubicación	Descripción	Área de Construcción	Tiempo de Construcción
1	Vivienda unifamiliar	Particular	Villa María del Triunfo - Lima	1 módulo de vivienda unifamiliar	45 m ²	9 días
2	Pagoreni	Pluspetrol Perú Corporación S.A.	Malvinas Lote 56 - Cuzco	6 módulos de campamentos	1800 m ²	7 meses
3	Oficinas UNITRANS	Ransa Comercial	Callao	1 módulo de oficinas	60 m ²	17 días
4	Campamento Minero	Buenaventura	Cajamarca	Módulos de campamentos		5 meses
5	Vivienda Unifamiliar	Menorca	Mala - Lima	1 módulo de vivienda unifamiliar	30m ²	7 días

El primer proyecto, vivienda unifamiliar de 45 m² en Villa María del Triunfo, en Lima, es una construcción que se adaptó en un terreno con un desnivel pronunciado. La construcción

con RBS y concreto armado de un solo nivel se desarrolló sobre una plataforma estabilizada por muros de contención (Figura 10.a). En ese proyecto se usó el sistema VIGACERO para la losa de techo, la cual presenta un acabado con plancha de fibrocemento y pintura. Además, la rampa de acceso con barandas de acero inoxidable facilita el ingreso a la vivienda (Figura 10.b).

Figura 10

Vivienda unifamiliar de 45 m² en Villa María del Triunfo (a) vista de fachada y (b) otro ángulo de fachada



Los módulos de un solo nivel contruidos completamente con el RBS al vacío (Figura 11) se ubican en Cuzco. Algunos de estos módulos están configurados como dormitorios, mientras que otros funcionan como oficinas y están equipados con sistemas de aire acondicionado. Cada módulo cuenta con una escalera exterior que conduce a la entrada principal, y una pasarela de madera conecta los módulos entre sí, facilitando la circulación. Algunos de estos módulos funcionan actualmente.

Figura 11

Módulos de campamento en Malvinas Lote 56



Las oficinas UNITRANS para Ransa Comercial en el Callao son estructuras de dos niveles, en la que los muros se trabajaron con RBS al vacío y el techo con estructuras metálicas (Figura 12.a). El módulo de oficinas consta de 1 ambiente de trabajo, 1 recepción, 1 cocina y 1 ambiente de servicios higiénicos. El acceso al segundo nivel se realiza por medio de una escalera metálica que se encuentra fuera de la estructura (Figura 12.b).

Figura 12

Oficinas UNITRANS para Ransa Comercial en el Callao



El campamento de módulos de un solo nivel (Figura 13) en Buenaventura, Cajamarca, son estructuras de un piso. Los muros se trabajaron con RBS al vacío y el techo es de estructuras metálicas. Algunos módulos están acondicionados como viviendas, mientras que otros están equipados como oficinas, con mobiliario y conexiones para el trabajo. Todos ellos comparten un sistema de calefacción que regula la temperatura interior, asegurando el bienestar de los ocupantes.

Figura 13

Campamento minero de Buenaventura en Cajamarca



Finalmente, la vivienda unifamiliar en Mala, Lima es un módulo de un solo nivel (Figura 14.a). Los muros se trabajaron con RBS con concreto armado y el techo de VIGACERO (Figura 14.b). El módulo tiene el diseño estándar de la vivienda social en el Perú, por lo que cuenta con 1 sala comedor cocina, 2 dormitorios y 1 baño.

Figura 14

Vivienda unifamiliar de 30 m² en Mala, Lima



Como se puede ver, los proyectos desarrollados en el Perú con el RBS evidencian su adaptabilidad a distintos contextos y necesidades, desde viviendas unifamiliares hasta oficinas y campamentos mineros. Su rápida ejecución y eficiencia estructural han permitido su implementación en zonas urbanas y rurales, demostrando ventajas en términos de tiempos de construcción y optimización de recursos. La diversidad de aplicaciones refleja el potencial del RBS para convertirse en una alternativa viable dentro del sector construcción, especialmente en el desarrollo de edificaciones sostenibles y de rápida implementación en el país.

Capítulo 2 Metodología

En este capítulo se establece el marco metodológico para la comparación entre el RBS y el sistema de albañilería confinada (ACT), detallando el enfoque, la muestra y las técnicas e instrumentos utilizados para llevar a cabo el estudio.

Como el enfoque se centra en los procesos constructivos, el enfoque de la investigación corresponde con una combinación de los métodos cuantitativos y cualitativos para la evaluación de los procesos constructivos aplicados a una vivienda típica. Esta corresponde con una vivienda unifamiliar ubicada en Villa María del Triunfo, Lima. Este proyecto se seleccionó específicamente porque es similar a un caso típico de vivienda social (Apéndice A) que normalmente se ejecuta con ACT (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2021) y que en este caso real se ejecutó utilizando el RBS, de tal modo que se ofrece información para el análisis de las características y el proceso de construcción del RBS en el contexto peruano.

2.1 Criterios de comparación

La comparación entre ambos sistemas constructivos se realizó considerando que el proceso constructivo se puede dividir en 7 etapas como se detalla a continuación:

- Trabajos preliminares
- Cimentación
- Losa de piso
- Muros
- Losa de entrepiso
- Instalaciones sanitarias y eléctricas
- Acabados

Para cada una de estas etapas se hizo una evaluación cualitativa y cuantitativa. La evaluación cualitativa de las variables se relacionó con las actividades desarrolladas en cada etapa, usando como variables su complejidad, la facilidad o dificultad de los procesos y la calidad final de la vivienda.

La valoración cuantitativa se estableció para las variables relacionadas con los recursos requeridos como los costos, tiempos de ejecución y cantidad y tipos de residuos generados.

2.1.1 Criterios de evaluación cualitativa

La valoración de las variables cualitativas se hizo recopilando la percepción de los constructores y usuarios residentes en diversas viviendas donde se usó el RBS, a través de entrevistas en profundidad, observaciones participativas y análisis de contenido de documentos.

- Número o complejidad de las actividades en cada etapa: Se evaluó la cantidad y la dificultad de las tareas que debían realizar en cada etapa del proceso constructivo. Se analizó si las actividades eran sencillas o complejas. Para ello se asignó un valor numérico entre el 1 – 10 a cada tarea según su dificultad y tiempo de ejecución.

- Facilidad o dificultad de los procesos: Se evaluó la fluidez y eficiencia del proceso constructivo mediante una matriz de evaluación, donde se consideró los riesgos técnicos y de seguridad que existían, además de los plazos y restricciones de tiempo que se pudieron haber presentado.
- Calidad final de la vivienda: Se evaluó la calidad final de la vivienda en cuanto a la calidad de materiales empleados, el acabado y el cumplimiento de los estándares de construcción.

2.1.2 Criterios de evaluación cuantitativa

La evaluación cuantitativa se basó en las variables que pueden ser medidas o estimadas por observación y que no dependen de la valoración de las personas involucradas en el proceso.

- Recursos requeridos: Se consideró la cantidad y el tipo de recursos necesarios para cada sistema en las partidas que se diferencian. Esto incluyó materiales, herramientas, equipos de construcción y mano de obra necesaria para ejecutar cada actividad o partida.
- Costos: Se cuantificaron los costos asociados a los procesos constructivos de la vivienda unifamiliar para ambos sistemas constructivos. Esto incluyó el costo de adquisición de los materiales, el costo de la mano de obra, los costos indirectos y cualquier otro gasto relacionado con cada actividad.
- Tiempo de ejecución de las partidas: Se evaluaron los tiempos requeridos para completar, por separado, tanto las actividades como las etapas constructivas de la vivienda unifamiliar. A partir de los rendimientos medidos, en el caso del RBS, y estimados en el caso de la ACT, se estimaron los tiempos necesarios para cada actividad, desde la preparación del terreno hasta la finalización de la estructura, teniendo en cuenta factores como la disponibilidad de materiales en el mercado local y la logística asociada a su transporte hasta el lugar de trabajo, y la mano de obra. El análisis de las etapas considera la posibilidad de una organización diferente de las actividades asociada a cada sistema, de modo que es posible optimizar tiempos a pesar de que las actividades individuales tengan mayor tiempo de ejecución.
- Cantidad y tipo de residuos generados: Se examinó el tipo de residuos generados durante el proceso constructivo de cada sistema y las cantidades de cada uno. Se estableció la eficacia, definida como la cantidad de restos no usados dividida entre la cantidad adquirida o colocada, expresado como porcentaje.

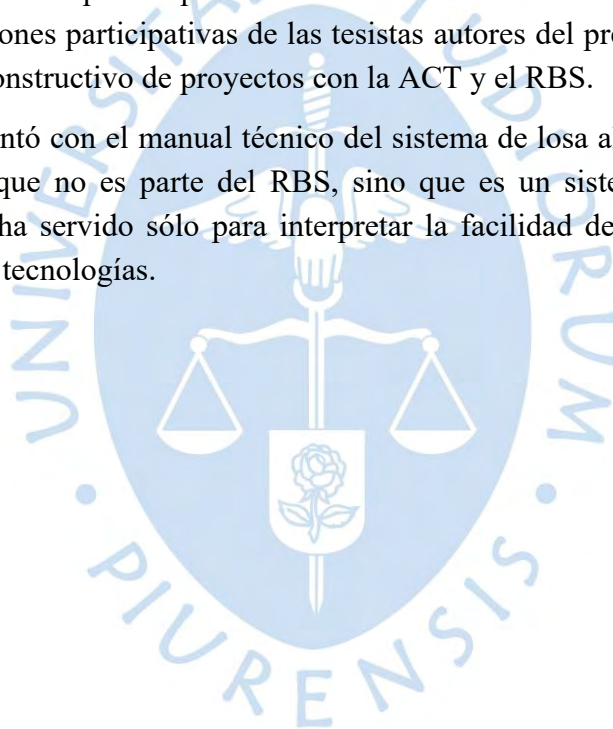
2.2 Data

La información base para realizar esta investigación fue:

- Planos del proyecto de vivienda unifamiliar en Villa María del Triunfo proporcionados por la empresa Venture, que desarrolló el proyecto utilizando el RBS. Estos planos sirvieron como referencia para comprender la distribución y características del diseño de la vivienda, así como los metrados de los procesos constructivos.

- Fichas técnicas proporcionadas por el constructor con respecto a los materiales utilizados en el RBS. Esta ficha técnica se enfoca en factores como la facilidad para trabajar con los materiales, incluso sin experiencia previa y proporciona información detallada sobre las características y especificaciones de los materiales empleados en la construcción.
- Manuales técnicos del RBS desarrollados en el ámbito de otros países como Colombia, Uruguay, Argentina y Brasil. Estos documentos proporcionaron información sobre instrucciones, procedimientos, especificaciones técnicas y otra información relevante para comprender y utilizar eficazmente el RBS.
- Experiencia de los profesionales involucrados en diferentes proyectos con el RBS, lo que permitió comprender mejor los desafíos y beneficios asociados con este sistema constructivo.
- Fotografías del proceso constructivo facilitadas por la empresa constructora sobre las diferentes etapas del proceso constructivo.
- Observaciones participativas de las tesis autoras del presente trabajo durante el proceso constructivo de proyectos con la ACT y el RBS.

Además, se contó con el manual técnico del sistema de losa aligerada con viguetas de acero, VIGACERO, que no es parte del RBS, sino que es un sistema común para ambos sistemas, por lo que ha servido sólo para interpretar la facilidad de adaptación del sistema constructivo a nuevas tecnologías.



Capítulo 3

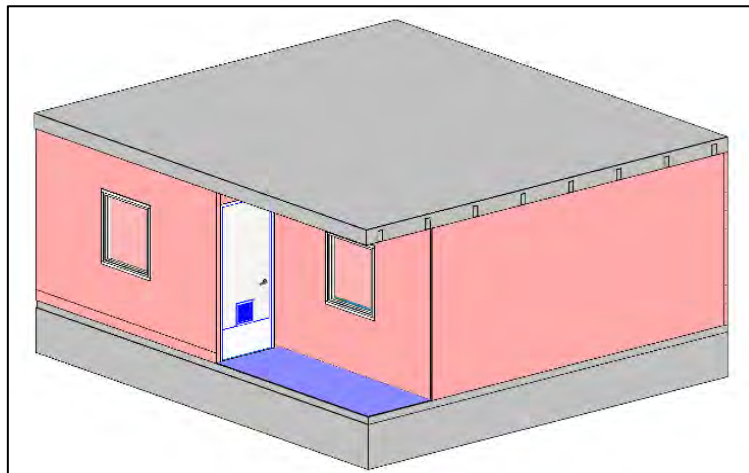
Descripción de la vivienda unifamiliar en Villa María del Triunfo y el proceso constructivo

3.1 Descripción de la vivienda

El presente capítulo se refiere al estudio del diseño y ejecución de una vivienda unifamiliar diseñada y construida con el RBS (Figura 15).

Figura 15

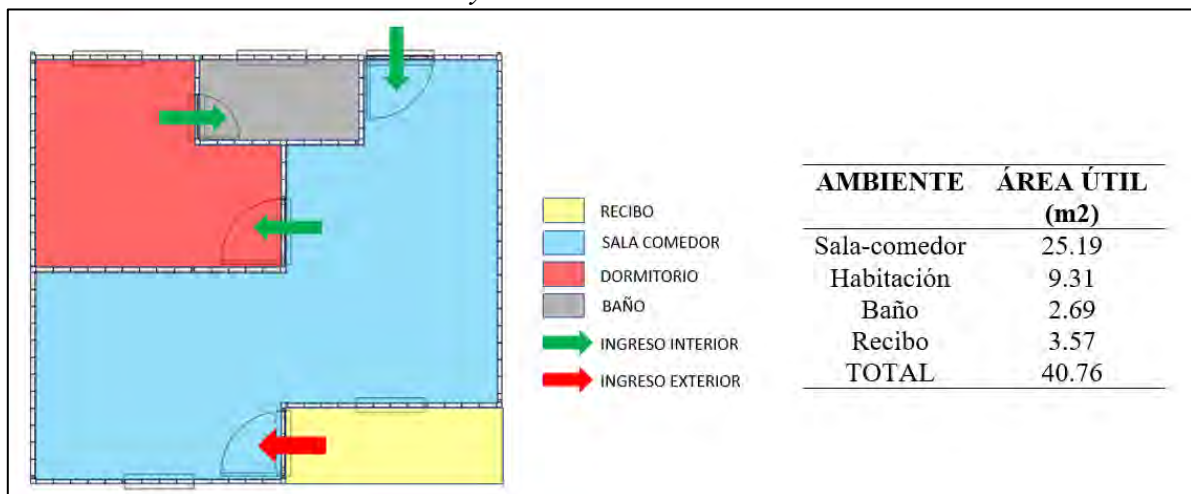
Isometría del módulo de vivienda en estudio



La vivienda está conformada por un módulo básico que cuenta con un solo nivel. Presenta un área techada de 43.02 m² considerando muros y 40.76 m² de área útil distribuidos en cuatro ambientes indicados en la Figura 16. Para mayor detalle, los planos de diseño se presentan en el Apéndice B.

Figura 16

Distribución del módulo de vivienda y datos de áreas útiles de la vivienda en estudio

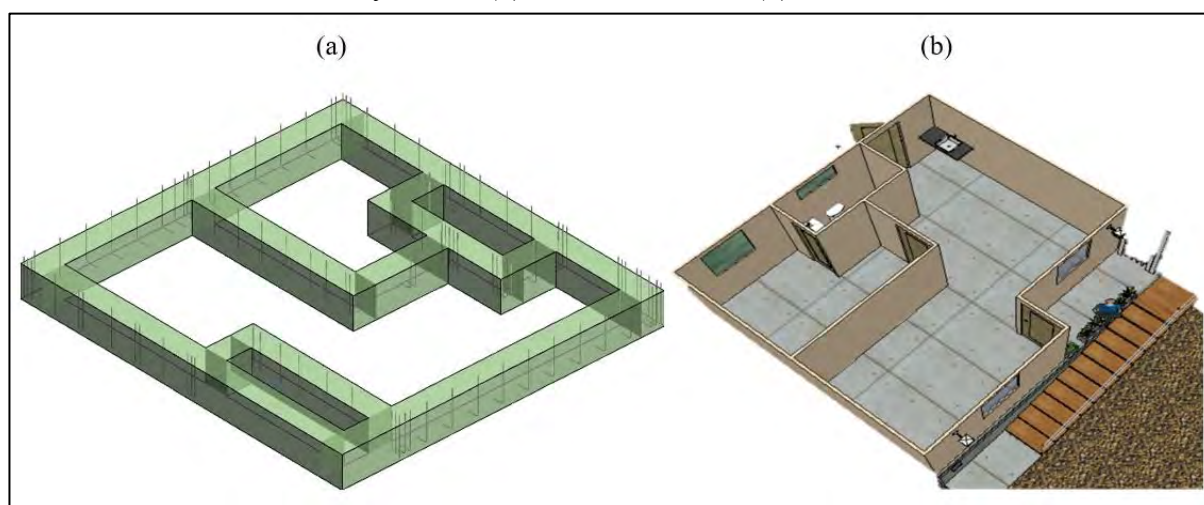


Por las características de los paneles del RBS, los muros presentan una textura lisa de color beige sin la necesidad de acabados adicionales. El techo tiene un revestimiento con panel de fibrocemento, masillado y con acabado de pintura látex lavable mientras que el piso tiene un acabado de porcelanato con dimensiones de 30x30 cm.

La vivienda presenta un sistema estructural basado en un cimiento corrido (Figura 17.a) y muros portantes construidos con relleno de concreto armado (Figura 17.b), combinado con un sistema de entrepiso VIGACERO para obtener una estructura monolítica. Los paneles rellenos con concreto armado en los muros requirieron una cimentación corrida para repartir las cargas, considerando el peso adicional del concreto armado en los muros.

Figura 17

Elementos en la vivienda unifamiliar (a) cimiento corrido (b) muros RBS

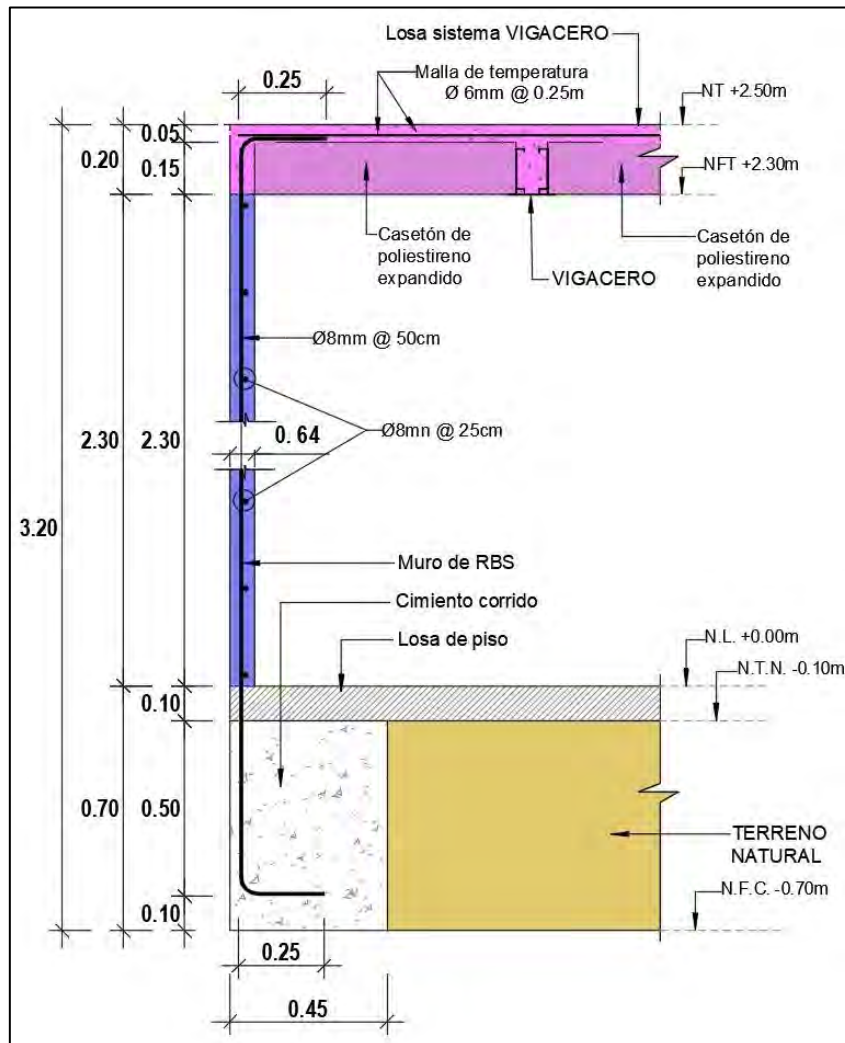


Nota. ^(a) De "Brochure corporativo", por Venture, s.f.

Este diseño está concebido para soportar hasta 2 niveles garantizando la resistencia y durabilidad de la estructura. En la figura 18 se muestra un corte estructural de la vivienda donde se puede apreciar la configuración de los elementos estructurales, como el cimiento corrido, el muro RBS y la losa sistema VIGACERO, así como las especificaciones de los materiales empleados, cumpliendo con las normativas vigentes.

Figura 18

Detalle de sección de cimentación, muro y losa del RBS



Los cimientos corridos tienen 60 cm de profundidad y el concreto utilizado tiene una dosificación de 1:10 +30% P.M y en él están ancladas las varillas de 8mm y ½" de $f_y=4200$ kg/cm² que conforman el inicio de la armazón de los muros cuya distribución depende de la ubicación de los alvéolos de los paneles PVC y se encuentra detallada en el plano de distribución de acero (Apéndice B.1.4). En la fase inicial de construcción, el material excavado en la ejecución de las zanjas para los cimientos corridos es eliminado o se usa para alcanzar los niveles del piso.

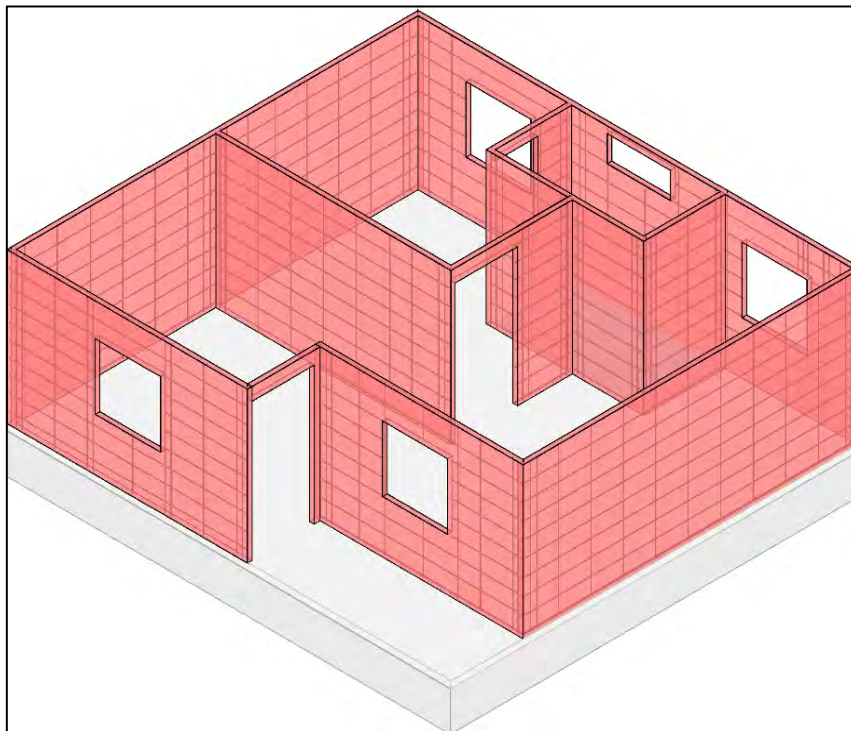
La losa de piso está compuesta de concreto de 1:12. La losa de piso se ejecuta después de finalizados los cimientos debido a que será la base sobre la que se colocarán los muros RBS, requiriendo un área de vaciado de 43.02 m² y un encofrado perimetral completo. La junta entre la losa y el muro no requiere ningún tratamiento adicional.

Los muros (Figura 19) están compuestos de paneles RBS; el relleno de concreto es de $f'_c=210$ kg/cm², con un slump de 210 mm y un TM de 3/8", en conjunto con varillas de acero

de 8mm y ½” de $f_y=4200$ kg/cm² cuyo detalle está en el Apéndice B.1.4. El acero vertical se coloca cada 25 cm dentro de los alvéolos internos en el panel RBS.

Figura 19

Muros del RBS



La losa de entrepiso está conformada por viguetas prefabricadas de acero estructural galvanizado, combinados con casetones de poliestireno expandido EPS de alta densidad (Tecnopor), una malla de temperatura, sobre las que se realiza el vaciado de concreto 210 kg/cm² conformando una losa de 20 cm (Figura 20). El VIGACERO se apoya sobre las placas de concreto y junto con los casetones, la malla de temperatura y el concreto, forman un diafragma rígido. Las características de los elementos están en la Tabla 13. Este sistema VIGACERO es compatible con muros de ductilidad limitada, especialmente en esta vivienda cuyos muros son de 64 mm de espesor, que no son suficientes para soportar la carga de un techo aligerado, considerando las dimensiones de las vigas típicas en este sistema constructivo.

Figura 20

Detalle típico de losa con sistema VIGACERO (a) sección transversal y (b) desglose de los componentes

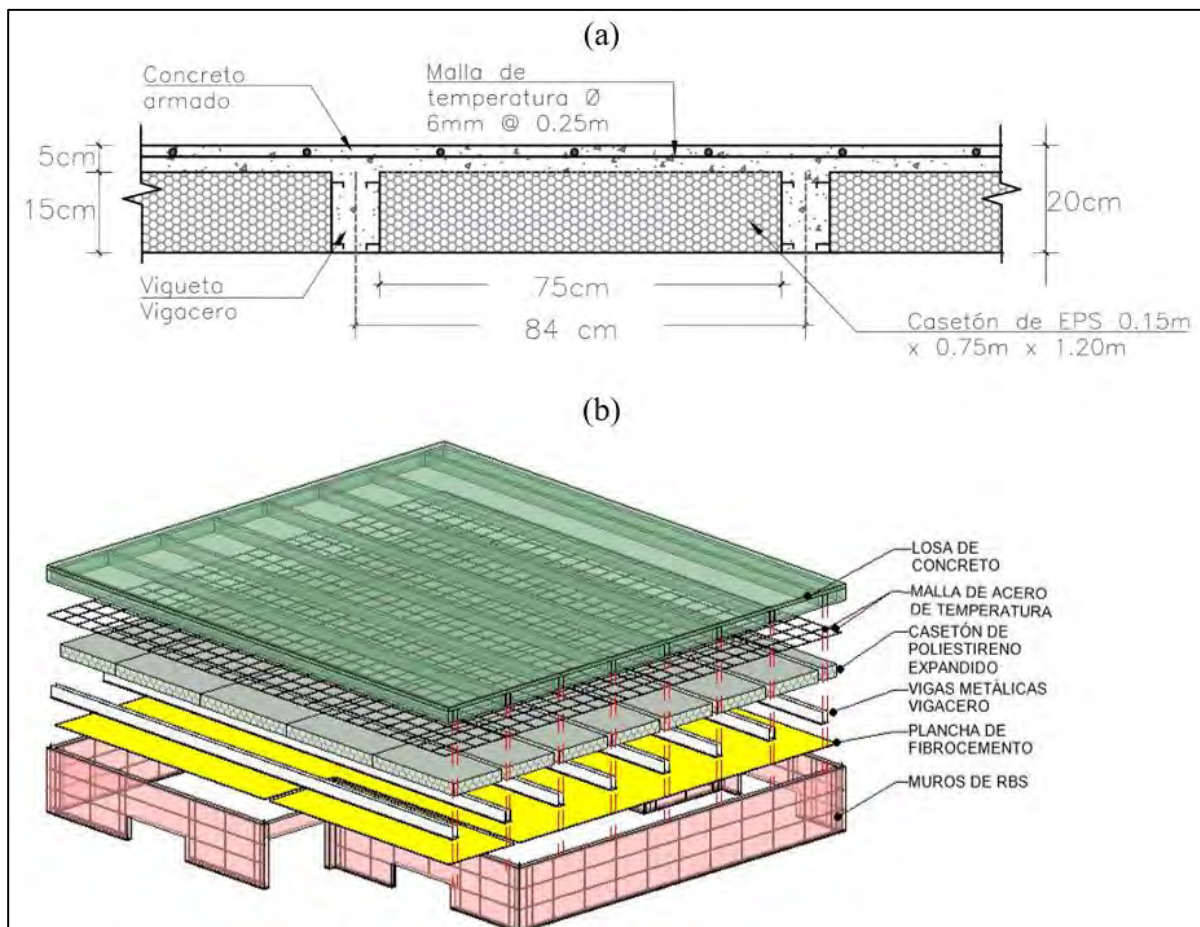


Tabla 13

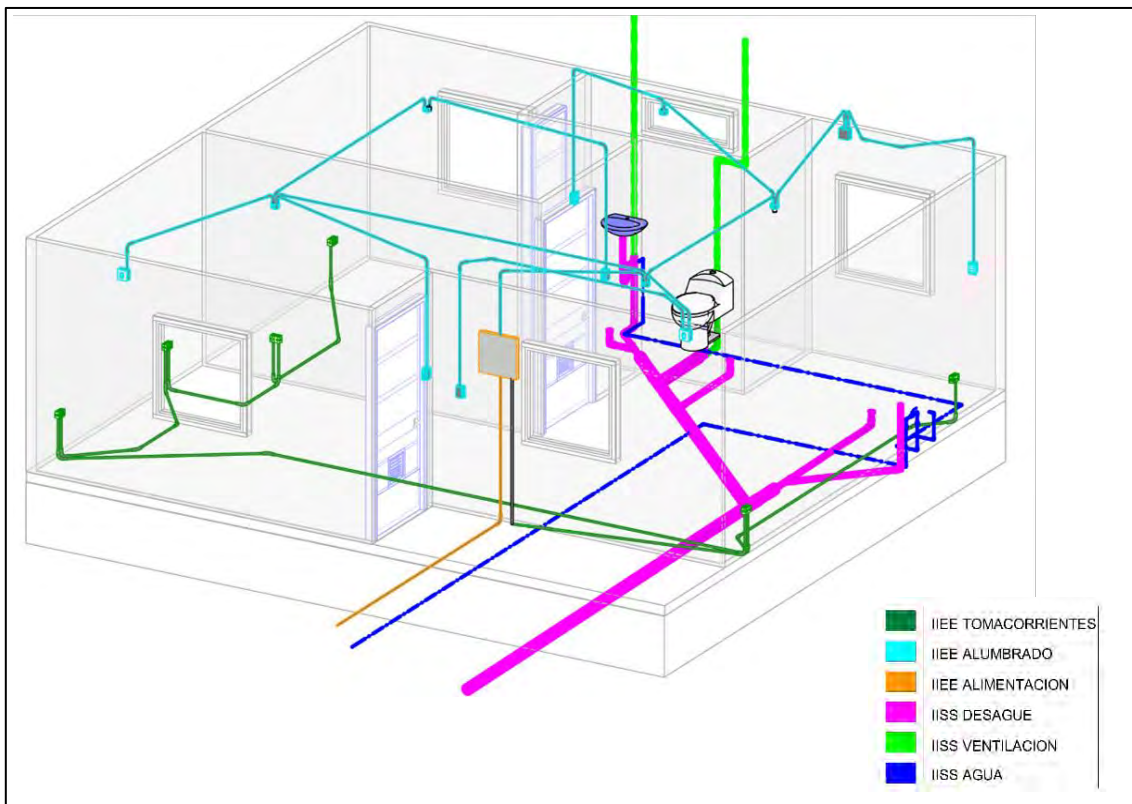
Características del casetón, viga y malla de acero para una losa de 20 cm

	Casetón	Vigueta vigacero	Malla de acero
Dimensiones	b=75 cm h=15 cm L=100 cm	b=13 cm bl=2.5 cm h=9 cm L=5.6 m	b=240 cm L=600 cmm Espaciamiento @25cm
Peso	1.69 kg/und	4.8 kg/m	2.96 Kg/m2
Rendimiento	1.33 und/m2	-	-
Material	Poliestireno expandido	Acero estructural galvanizado	Varilla de acero trefilado

En el análisis se incluyen las redes de agua potable y desagüe considerándose desde la tubería de alimentación para agua y la tubería colectora para desagüe para el servicio higiénico y la cocina. También incluye instalaciones eléctricas (alumbrado y tomacorrientes) de los diferentes ambientes de la vivienda (Figura 21).

Figura 21

Instalaciones eléctricas y sanitarias



3.2 Proceso constructivo

El proceso constructivo se divide en 7 etapas: los trabajos preliminares, la cimentación, la losa de piso, los muros, la losa de entrepiso o techos, las instalaciones eléctricas y sanitarias y los acabados. Además, se ha incluido la etapa de transporte y almacenamiento de los paneles en la obra.

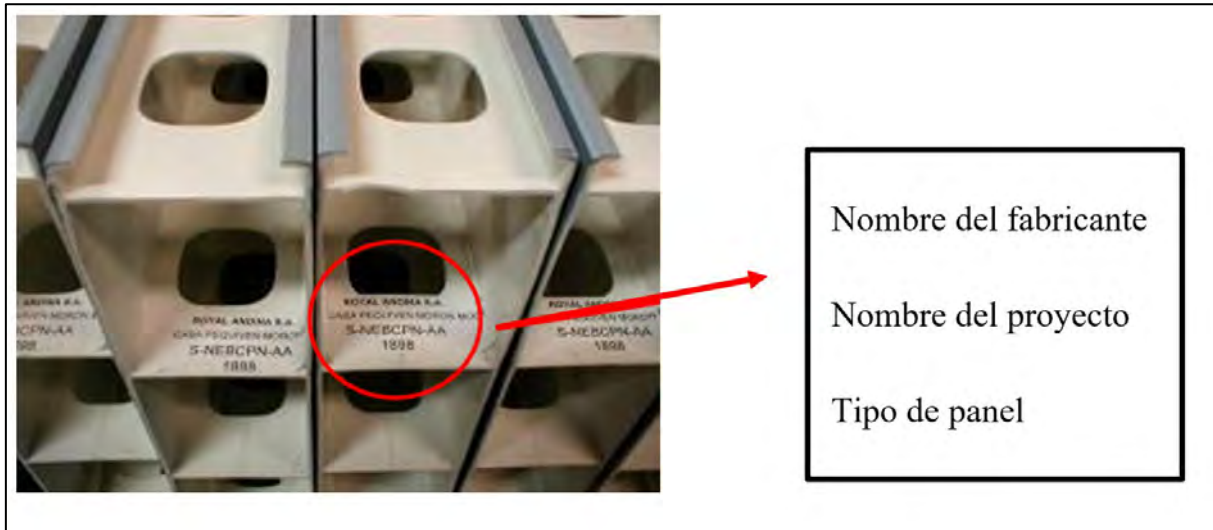
3.2.1 Transporte y almacenamiento de los paneles RBS

El transporte de los paneles RBS estuvo a cargo del proveedor. Se verificó que los paneles lleguen al lugar de la obra en óptimas condiciones, sin sufrir daños durante el traslado. En caso hubieran sufrido algún desperfecto se realizaron anotaciones en la guía de entrega para tratarlo con el fabricante.

Esta actividad comprendió la verificación de las cantidades enviadas de cada tipo de panel, kit, piezas sueltas, paquetes o módulos luego de haberse bajado del transporte en orden. Cada panel se encontraba debidamente identificado mediante etiquetas (Figura 22) ubicadas en la parte superior de cada panel según el plano royalizado.

Figura 22

Etiqueta de identificación de los paneles de PVC



Nota. Ficha técnica de transporte y almacenamiento, Azembla

Para la descarga y almacenamiento de los paneles, se acondicionó una cochera cercana (Figura 23). Este espacio, de dimensiones limitadas (2.50 x 5.50 x 2.20 metros), ofrecía un piso de concreto plano y paredes lisas, lo cual facilitó el estibado de los paneles.

Figura 23

Fachada del almacén temporal

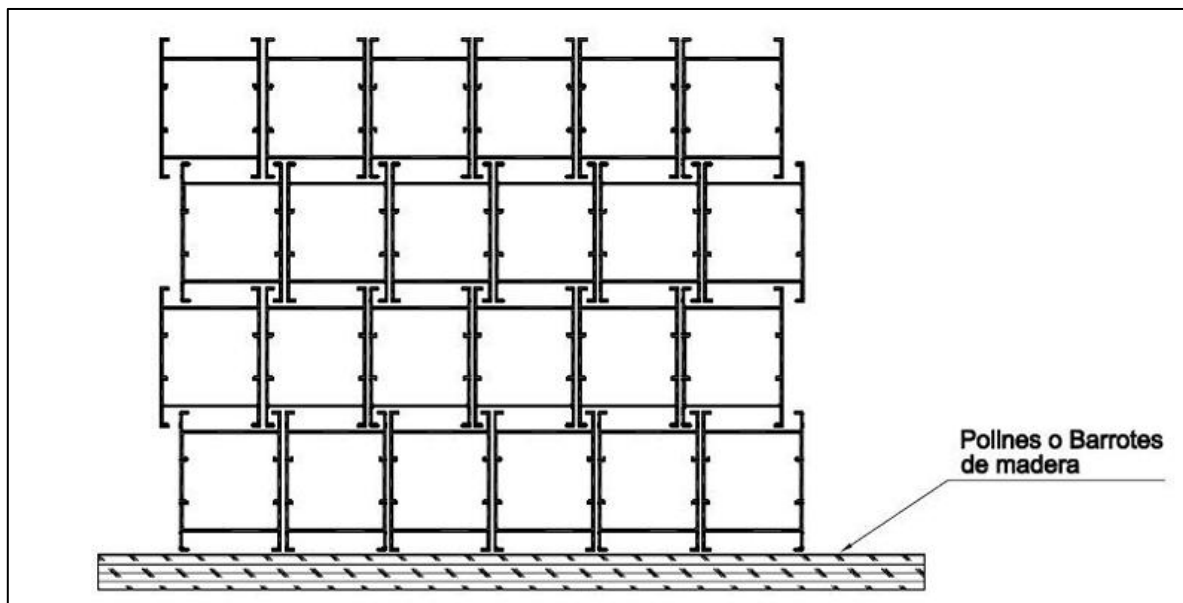


Nota. De Rosales, 2018.

El estibado de los paneles se realizó sobre una parihuela de madera de 1.20 x 1.00 m x 14.5 cm y el apoyo se hizo sobre las caras troqueladas en 8 filas agrupándolas de acuerdo al tipo de panel y a sus dimensiones, de acuerdo a las indicaciones del fabricante (Figura 24).

Figura 24

Forma correcta de estibado de los paneles de PVC



Nota. Ficha técnica de transporte y almacenamiento, Azembla

3.2.2 Trabajos preliminares

Antes de iniciar el trabajo, se debió reconocer completamente el sitio para comprobar las condiciones bajo las cuales el trabajo debía ser ejecutado. Una vez que se realizó el reconocimiento completo, se procedió con los trabajos preliminares. Estas actividades iniciales fueron esenciales para preparar el sitio y establecer las condiciones necesarias para el desarrollo exitoso de la obra, aunque no cambian por el sistema usado.

Las actividades que se llevaron a cabo en esta etapa fueron la limpieza de terreno, el trazo y replanteo, la nivelación del terreno, la excavación de cimientos, la eliminación del material excedente.

3.2.2.1 Limpieza del terreno. Esta actividad del proceso constructivo comenzó con la remoción de elementos que interferían con la construcción, como vegetación, escombros, basura y otros obstáculos (Figura 25) para despejar el área de trabajo y facilitar el acceso al sitio y el movimiento de los materiales. Esta actividad ayudó a crear un entorno limpio y despejado que no solo mejoró la eficiencia operativa, sino que también garantizó un espacio seguro y organizado para los trabajadores, minimizando riesgos y asegurando condiciones óptimas para la ejecución de las siguientes fases del proyecto.

Figura 25

Remoción de los restos de fierros de una construcción anterior



Nota. De Rosales, 2018.

3.2.2.2 Trazo y replanteo. En esta actividad del proceso constructivo se aseguró la precisión y exactitud en la ubicación y dimensiones de la futura construcción, conforme a los planos y especificaciones del proyecto. Se emplearon herramientas como estacas y niveles para delinear con precisión los límites del terreno y se establecieron los ejes principales de la estructura.

3.2.2.3 Nivelación del terreno. En esta actividad se construyó una superficie nivelada conforme a las especificaciones detalladas en los planos de construcción. Utilizando herramientas esenciales como palas y rastrillos se procedió al aplanamiento del terreno, con el objetivo de eliminar cualquier desnivel y se compactó con un apisonador manual (Figura 26). El exceso de material que fue removido se transportó con carretillas a áreas designadas para su disposición final. Esta actividad facilitó la ejecución de trabajos posteriores, como la excavación para cimentaciones y la instalación de tuberías.

Figura 26

Compactación de terreno con apisonador



Nota. De Rosales, 2018.

3.2.2.4 Excavación. Esta actividad implicó la excavación utilizando herramientas como palas, picos y carretillas (Figura 27). El objetivo principal de esta actividad fue alcanzar la profundidad precisa según lo especificado en los planos del proyecto. Durante la excavación se llevaron a cabo mediciones periódicas utilizando niveles para verificar que tanto la profundidad y los taludes de la excavación cumplieran con las especificaciones del diseño.

Figura 27

Excavación de zanjas para cimiento corrido



Nota. De Rosales, 2018.

3.2.2.5 Eliminación de material excedente. Durante la actividad de excavación para cimientos corridos, se generó un volumen considerable de material de excavación. Debido a que la profundidad de las zanjas alcanzaba el nivel proyectado para el falso piso, se determinó

que no era necesario realizar rellenos adicionales. En consecuencia, todo el material excedente fue retirado de la obra y dispuesto de acuerdo con las normativas ambientales vigentes.

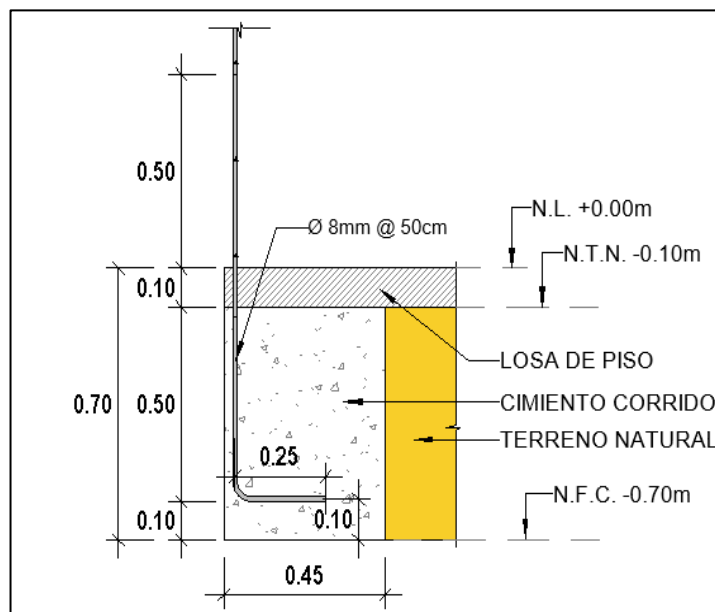
3.2.3 Cimentación

Luego de la preparación del terreno y la ejecución de los trabajos preliminares, se dio inicio a la etapa de las cimentaciones. Dado que el sistema adoptado era una cimentación corrida de concreto armado, el desarrollo implicó 2 actividades, que fueron la habilitación y colocación del acero de refuerzo y el vaciado de concreto.

3.2.3.1 Acero en cimiento corrido. En esta actividad se realizaron los preparativos para el anclaje del acero vertical dentro del área de la cimentación. Para esto, se cortó y dobló las varillas de aproximadamente 1 m de longitud, siguiendo las especificaciones detalladas en los planos estructurales (Figura 28). Las varillas de acero preparadas con dobleces fueron colocadas dentro de las zanjas del cimiento corrido, respetando el espaciamiento indicado en los planos. Cada varilla de 8 mm fue colocada y asegurada sobre dados de concreto de 10 cm para mantener el recubrimiento y evitar movimientos no deseados durante el vaciado del concreto.

Figura 28

Detalle del acero vertical en el cimiento corrido



3.2.3.2 Concreto en cimiento corrido. En esta actividad del proceso constructivo, se llevó a cabo la preparación y el vertido del concreto de dosificación 1:10 + 30% PM. Inicialmente, se preparó el concreto con una mezcladora de 11 p3. Este fue vertido de manera continua en las zanjas excavadas para los cimientos (Figura 29). Durante este proceso, se “chuceó” el concreto con una varilla de fierro de $\frac{1}{2}$ ” en los espacios alrededor de las varillas de acero previamente colocadas.

Figura 29*Vaciado de concreto en cimiento corrido**Nota.* De Rosales, 2018.

3.2.4 Losa de piso

Aunque en la construcción con RBS la losa de piso desempeña un papel fundamental como base sólida y nivelada para el apoyo de los muros, en este caso, el apoyo se hizo sobre los cimientos. Sin embargo, se mantuvo el acabado frotachado fino y nivelado de la losa. Además, se incluyó la colocación de las instalaciones eléctricas y sanitarias que estaban empotradas o por debajo de esa losa de piso.

3.2.4.1 Instalaciones sanitarias y eléctricas. Previo a las actividades propias de la losa de piso se realizaron las instalaciones sanitarias y eléctricas que van por el piso. Para ello se establecieron los puntos de salida de las tuberías de agua, desagüe y electricidad según los planos de diseño. Luego se realizó el tendido de las mismas (Figura 30) y se aseguró la pendiente correcta para las tuberías sanitarias con el fin de garantizar una adecuada evacuación.

Figura 30

Tendido de tuberías de desagüe antes del vaciado de la losa de piso



Nota. De Rosales, 2018.

3.2.4.2 Encofrado y desencofrado de losa de piso. Se colocaron estacas de madera a lo largo del perímetro del área de la losa, después de compactar el terreno. Estas estacas fueron posteriormente amarradas a un listón de madera para formar el encofrado (Figura 31). Una vez armado el encofrado se procedió a delimitar la altura de la losa. Antes de verter el concreto se aplicó combustible diésel en la cara del listón de madera en contacto con el concreto, con el fin de facilitar el desencofrado.

Figura 31

Encofrado de losa de piso



Nota. De Rosales, 2018.

3.2.4.3 Concreto en losa. Se preparó una mezcla de concreto con mezcladora de concreto en una proporción de 1:12. El vaciado sobre el terreno previamente preparado se hizo usando buggies. El concreto se extendió de manera uniforme y se niveló utilizando una regla metálica para eliminar cualquier exceso, asegurando así una superficie plana y uniforme para la losa de piso.

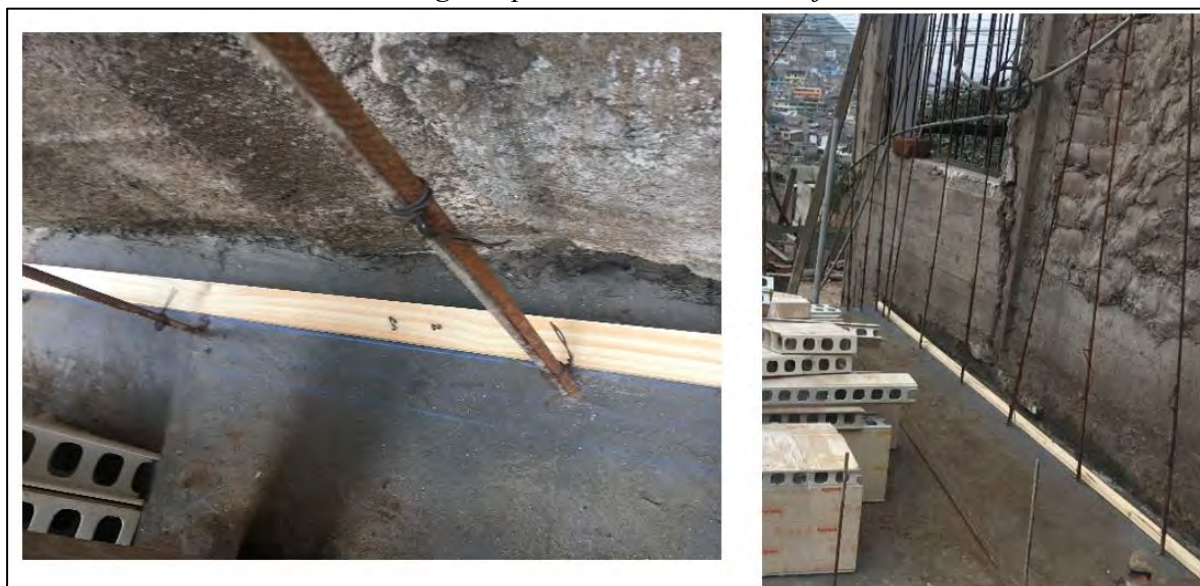
3.2.5 Muros RBS

Las actividades relacionadas con los muros fueron el replanteo y colocación de guías, colocación del acero vertical, la instalación de los paneles y marcos cortos para vanos e instalaciones de acero de refuerzo y apuntalamiento de muros.

3.2.5.1 Replanteo y colocación de guías. Esta actividad implicó el trazado de los ejes de los muros utilizando técnicas de replanteo. Una vez establecidos los puntos de referencia, se procedió a marcar el perímetro de la losa de piso utilizando listones de madera como guías para los muros (Figura 32). Estos listones no solo sirvieron para delimitar y alinear los futuros muros, sino que también facilitaron la fijación inicial de los paneles.

Figura 32

Listones de madera usados como guías para el trazado de los ejes de los muros



Nota. Rosales, 2018.

3.2.5.2 Instalación de acero vertical en muros. Las varillas de refuerzo de 1m dispuestas en las zanjas de cimientos sirvieron como base para la extensión de los aceros verticales (Figura 33), los cuales se prolongaron hasta alcanzar la losa de entrepiso. La instalación simultánea de los paneles, sirvieron como barrera de protección adicional para evitar accidentes durante la manipulación de los aceros y otros elementos de construcción.

Figura 33

Prolongación del acero de refuerzo vertical de los muros RBS

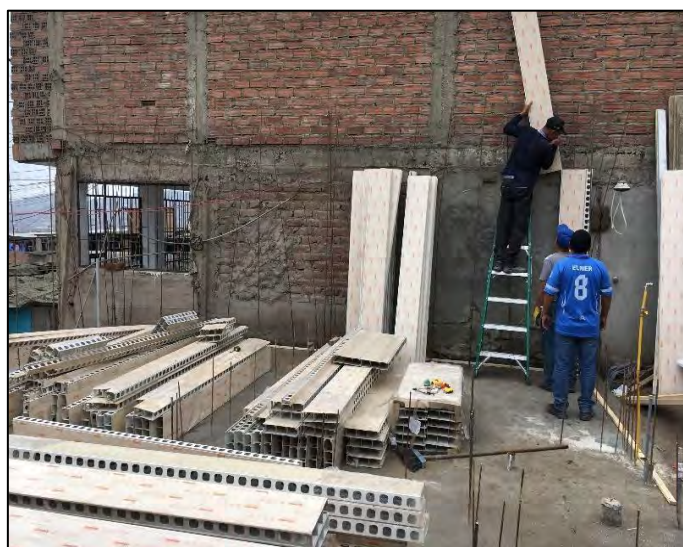


Nota. De Rosales, 2018.

3.2.5.3 Instalación de paneles. La instalación de los paneles de PVC se realizó colocando el panel desde la parte superior y deslizando la pieza una vez encajada. Para esto se requirió un operario que, subido en una escalera, manipula la pieza; un segundo operario que orienta sobre las posiciones de cada pieza, un tercero que suministra y un cuarto que transporta las piezas desde el almacén hasta la zona de trabajo. Se inició desde una esquina (Figura 34) y se avanzó sistemáticamente hacia ambos lados para brindar estabilidad a los muros. Cada pieza fue ensamblada, y durante este proceso, se fue realizando una verificación de la verticalidad de las juntas y evitar holguras que pudieran comprometer la integridad estructural.

Figura 34

Inicio de la instalación de los paneles de PVC para los muros RBS



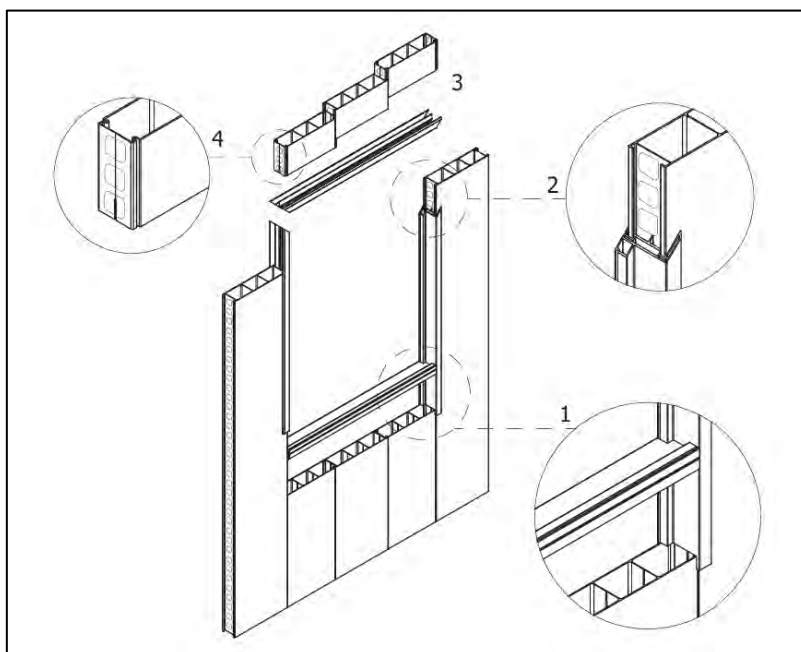
Nota. De Rosales, 2018.

3.2.5.4 Instalación de marcos. Luego de instalarse los paneles, se procedió con la instalación de los marcos en los vanos. Se inició con el marco andino en las áreas designadas para ventanas y puertas. El marco andino es la pieza intermedia que se coloca entre los vanos y los marcos de las ventanas y puertas. Para su instalación se siguió la secuencia que se muestra en la Figura 35.

1) A través de los conectores laterales se deslizó el marco horizontal hasta el alféizar de la ventana 2) A través de los conectores se deslizaron y ensamblaron los marcos verticales, hasta que quedó apoyado sobre el marco horizontal 3) Se deslizó y ensambló el marco horizontal superior sobre los marcos verticales. Luego se aplicó sellador entre las juntas de los marcos 4) A través de los conectores se deslizó el dintel de la ventana hasta que quedó apoyado sobre el marco horizontal superior.

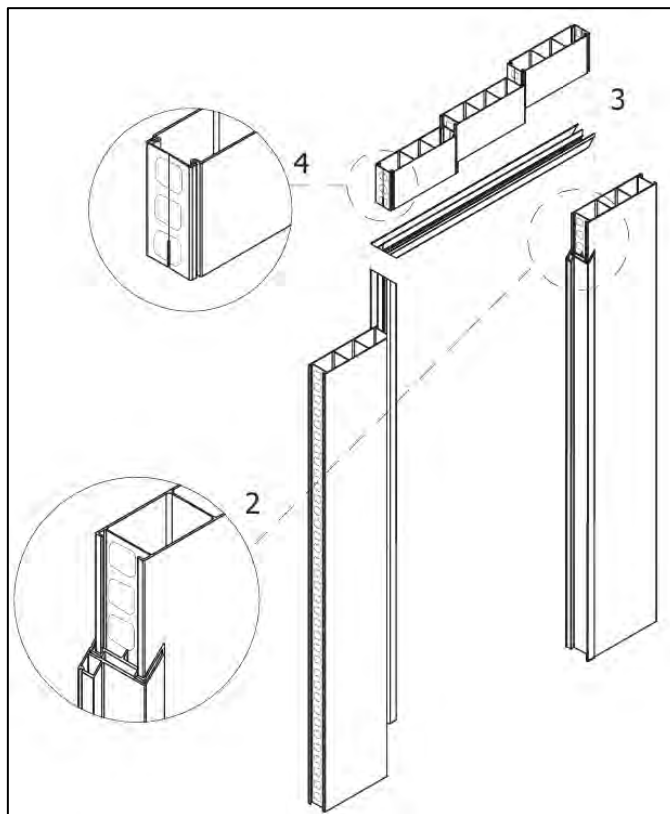
Figura 35

Instalación del marco andino para ventana



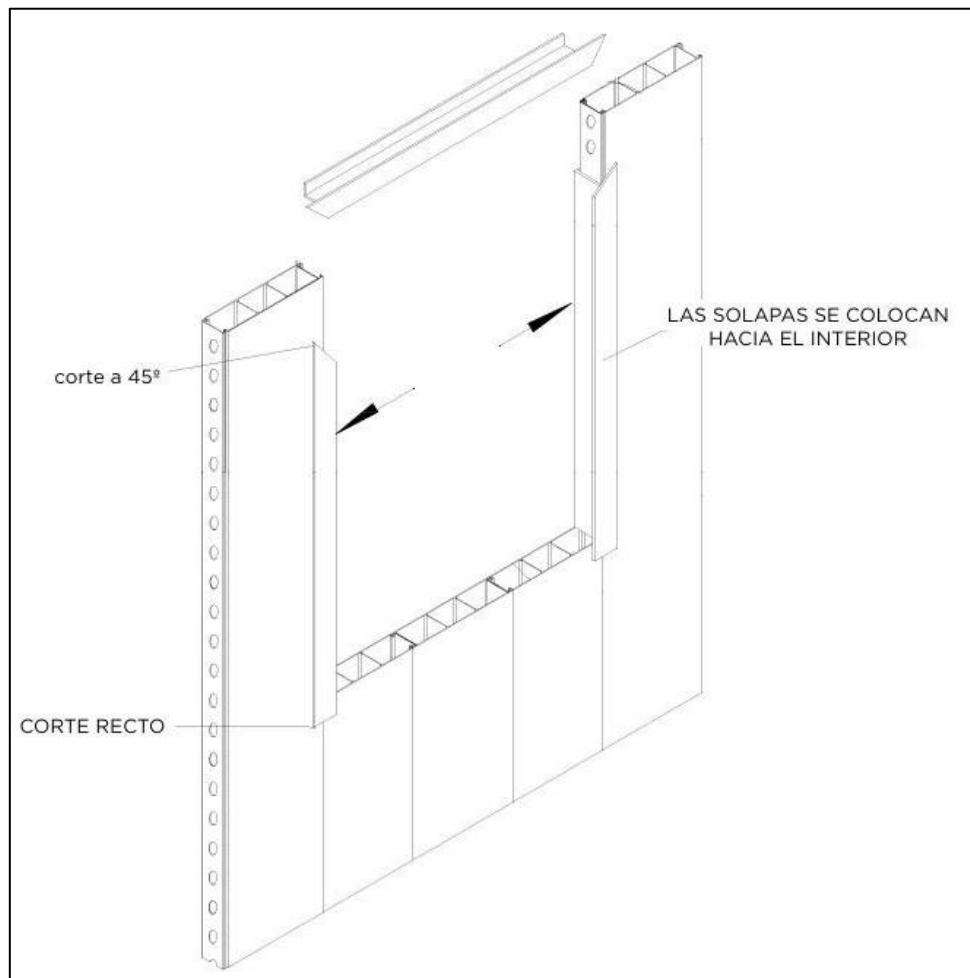
Nota. De “Guía de montaje: Sistema constructivo industrializado adaptable a todo proyecto”, por Royal Building System, s.f.

Para el caso de la instalación del marco andino en las puertas, el procedimiento fue similar (Figura 36), con la diferencia que no hay marco horizontal inferior y los marcos verticales quedan apoyados sobre la losa de piso.

Figura 36*Instalación del marco andino para puerta*

Nota. De “Guía de montaje: Sistema constructivo industrializado adaptable a todo proyecto”, por Royal Building System, s.f.

Luego, en cada abertura destinada para las puertas y ventanas, se requiere la colocación de un marco base especial. Este marco rodea el espacio designado para la instalación de estos elementos, asegurando un ajuste preciso y seguro. El marco base es una sola pieza en forma de U. Esta pieza debe cortarse en ángulos de 45° para obtener los lados necesarios (3 o 4) según el diseño de cada abertura. Una vez realizados los cortes, las piezas se ensamblan mediante presión en los vanos de los muros (Figura 37). Este proceso resultó en el contramarco perimetral exterior que proporciona un acabado limpio alrededor de las ventanas y puertas de la vivienda.

Figura 37*Montaje del marco base en una ventana*

Nota. De “Guía de montaje: Sistema constructivo industrializado adaptable a todo proyecto”, por Royal Building System, s.f.

3.2.5.5 Cortes en los paneles para salidas. Después de haber completado la instalación de todos los paneles de PVC, se procede a realizar los cortes necesarios en los lugares designados para las salidas de agua, desagüe y luz, según lo especificado en los planos de instalaciones sanitarias y eléctricas correspondientes. Cada corte se realiza utilizando un esmeril y después se instalan las cajas rectangulares para los puntos de luz y los codos para los puntos de agua. Para ambos casos, se completó la instalación con las tuberías que se habían colocado previamente dentro de los alvéolos de los paneles. Luego de ello, se aseguraron con piezas de madera y tecnopor dentro (Figura 38) para evitar que estos cedan y se llenen de concreto durante el vaciado.

Figura 38

Cortes realizados en los paneles para los puntos de salida de luz y rellenos con Tecnopor



Nota. De Rosales, 2018.

3.2.5.6 Instalaciones eléctricas y sanitarias. Las instalaciones eléctricas y sanitarias se ejecutaron desde el principio de la obra. Luego del vaciado de la losa de piso, se proyectaron las tuberías y se encajaron dentro de los alvéolos de los paneles de PVC hasta los puntos de salida definidos en el plano (Figura 39).

Figura 39

Tuberías de agua y desagüe siendo encajadas en los alveolos de los paneles de PVC.



Nota. De Rosales, 2018.

Luego, para las instalaciones eléctricas se realizó la instalación de las cajas octogonales y rectangulares, asegurándolas con piezas de madera (Figura 40) o con pedazos de tubo de 2” para evitar movimientos indeseados durante el vaciado del concreto, de tal forma que queden empotradas.

Figura 40

Caja octogonal asegurada con topes de madera en los paneles de PVC

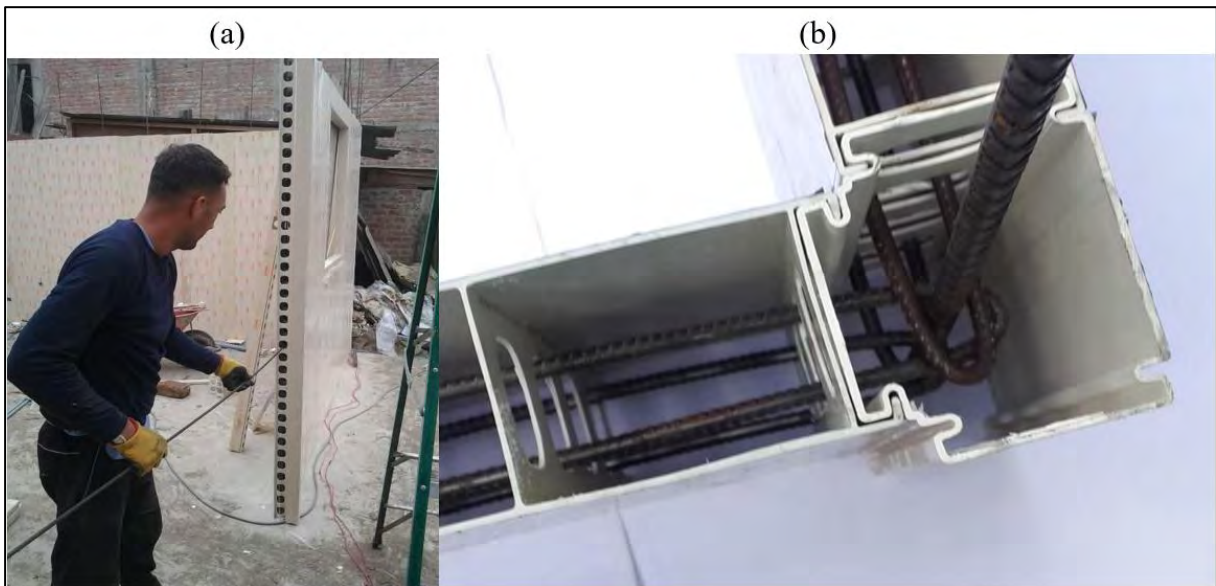


Nota. De Rosales, 2018.

3.2.5.7 Instalación de acero horizontal. Para la colocación del acero horizontal, los agujeros de los paneles facilitaron la colocación de las barras de acero de manera eficiente (Figura 41). Cada varilla horizontal fue colocada utilizando un sistema de anclaje que permitía un amarre mediante ganchos especializados. Estos ganchos aseguraron que las barras de acero quedaran firmemente fijadas dentro de los paneles.

Figura 41

Instalación de acero horizontal (a) a través de los alvéolos de los paneles y (b) detalle de los ganchos de anclaje.

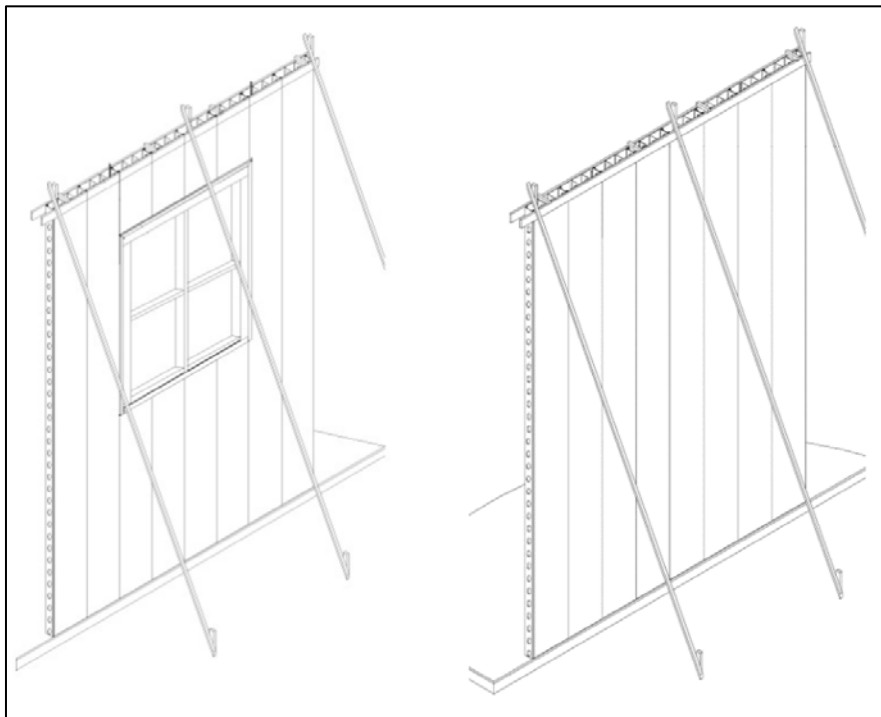


Nota. De Rosales, 2018.

3.2.5.8 Apuntalamiento temporal de muros. Antes de iniciar las labores relacionadas con la losa de entrepiso, es necesario colocar un apuntalamiento temporal con puntales de madera en todos los muros de paneles de PVC (Figura 42). Esto tiene como fin asegurar la estabilidad estructural y evitar posibles colapsos durante la construcción de la losa de entrepiso.

Figura 42

Apuntalamiento de los muros de paneles de PVC



Nota. De "Brochure corporativo", por Venture, s.f.

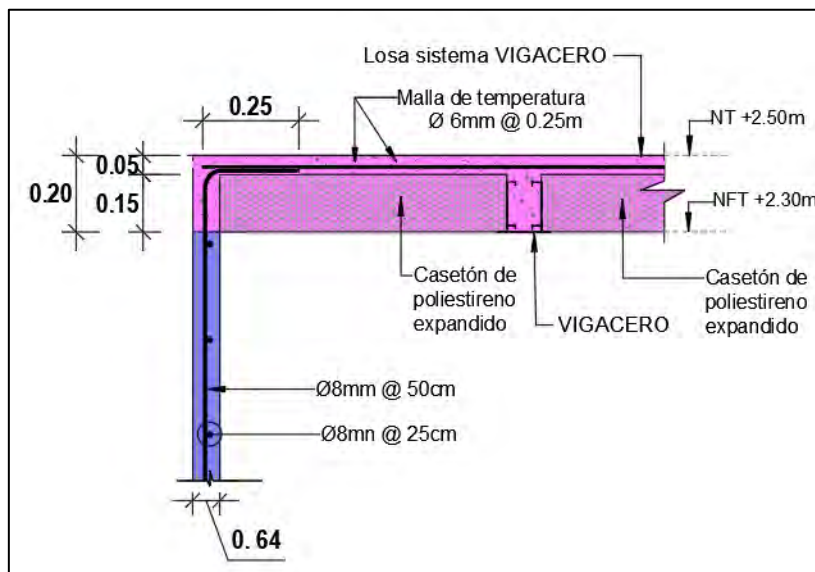
Las características del apuntalamiento (dimensión, distancia, ángulo) deben ser determinadas por un diseñador experimentado, con el fin de cumplir los requerimientos del proyecto y las condiciones del sitio de implantación de la obra.

3.2.6 Losa de entrepiso

Para esta vivienda se usó una losa de entrepiso tipo VIGACERO, que se integra fácilmente con el RBS (Figura 43).

Figura 43

Detalle de la unión entre los paneles de PVC y el techo VIGACERO



3.2.6.1 Colocación de viguetas de acero. Se hizo manualmente y se colocó a una distancia entre ejes de 84 cm (Figura 44) y para asegurar su correcto espaciamiento se hizo uso de los casetones estándar.

Figura 44

Viguetas de acero galvanizado apoyadas en los muros de paneles de PVC

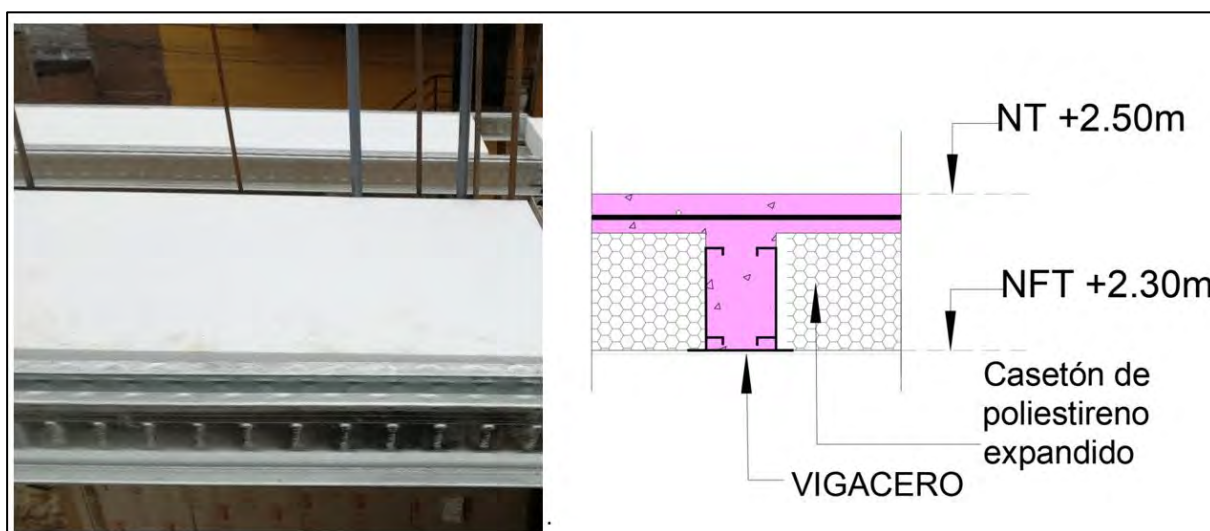


Nota. De Rosales, 2018.

3.2.6.2 Montaje de casetones de poliestireno expandido (EPS). En el montaje de los casetones se apoyó el casetón primero en una de las aletas de la vigueta y después se encajó en la aleta de la vigueta contigua (Figura 45). Luego de colocar los casetones en ambos extremos, para asegurar que se cumpla con el espaciamiento, se procedió a colocar el resto de casetones empujando y deslizando los casetones entre las viguetas.

Figura 45

Casetones de poliestireno expandido (EPS) ubicado entre las viguetas de acero galvanizado



Nota. De Rosales, 2018.

3.2.6.3 Colocación de malla electrosoldada. Luego se colocaron las tuberías de las instalaciones sanitarias y eléctricas, haciendo coincidir las salidas de techo con los bloques. Finalmente, se procedió con el armado de la malla electrosoldada con varillas de 6 mm cada 25 cm en ambas direcciones (Figura 46).

Figura 46

Tuberías de instalaciones sanitarias y eléctricas junto con la malla electrosoldada en la losa VIGACERO

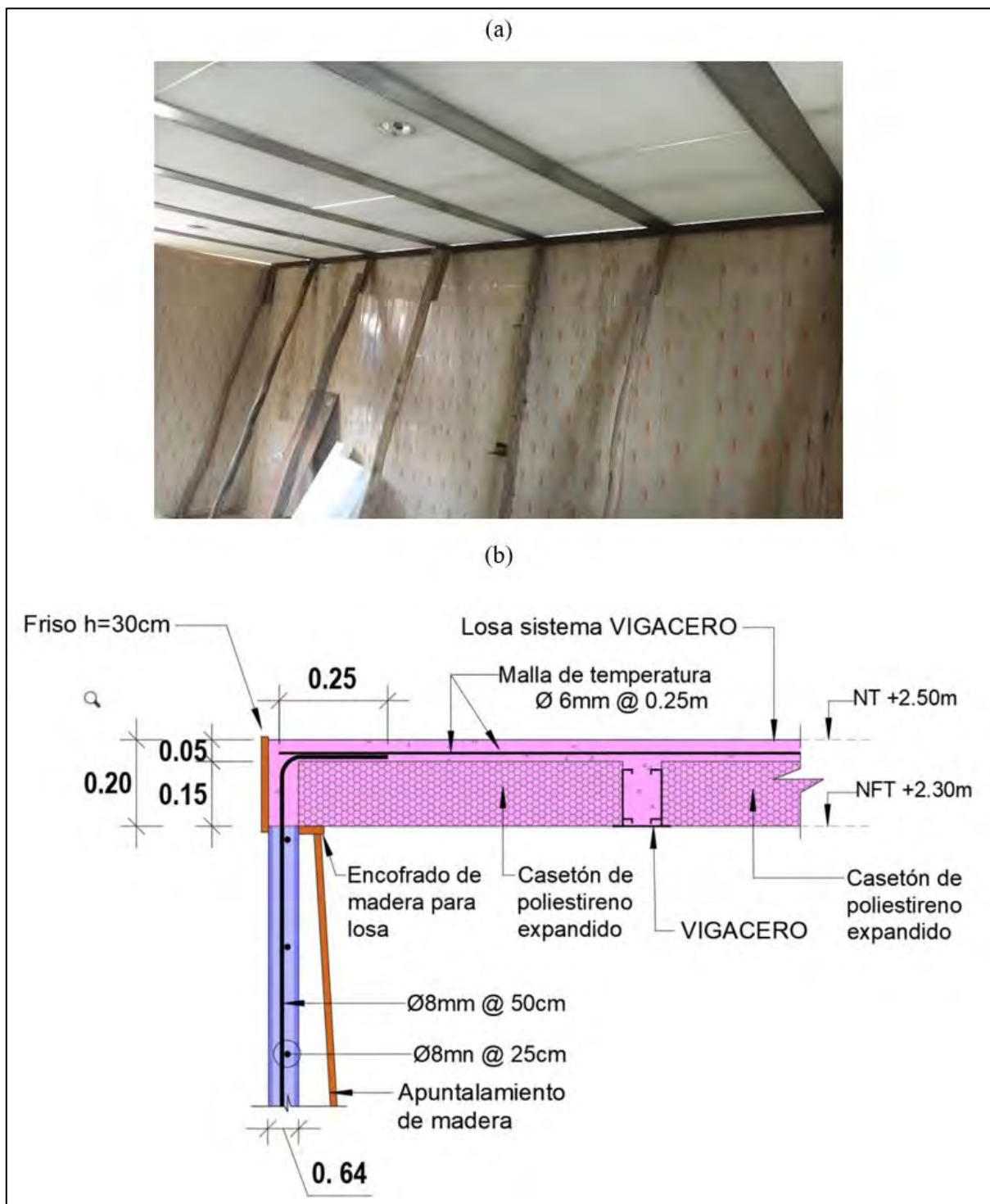


Nota. De Rosales, 2018.

3.2.6.4 Apuntalamiento y friso de techo aligerado. Luego se hizo un apuntalamiento en el perímetro interior de la vivienda. (Figura 47) para contener el concreto durante el vaciado. Esta configuración permitió sellar las juntas entre el VIGACERO y los muros, asegurando una unión monolítica y evitando filtraciones de concreto.

Figura 47

Aseguramiento del techo aligerado (a) Apuntalamiento del techo VIGACERO en el perímetro interior de la vivienda unifamiliar y (b) Detalle de encuentro de techo aligerado VIGACERO y muro RBS



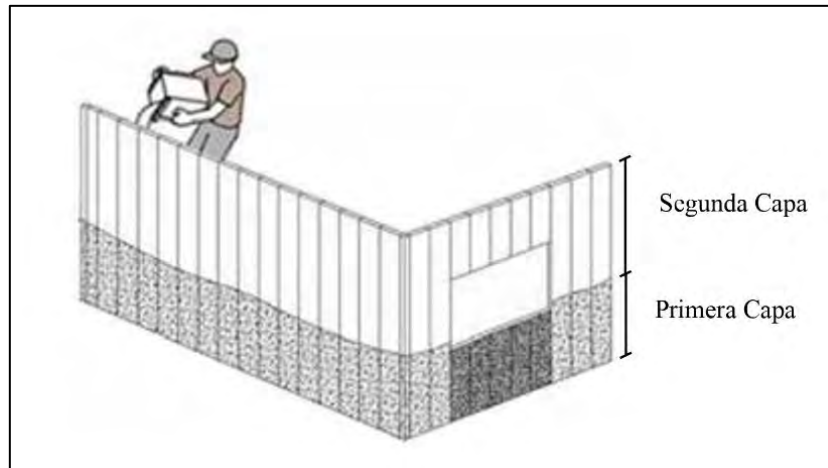
Nota. (a) De Rosales, 2018.

3.2.6.5 Vaciado de muros y losa de entrepiso. Una vez que se terminó de armar el techo aligerado VIGACERO se procedió con el vaciado del concreto de muros y losa en una sola operación. El vaciado de los muros se realizó en una primera capa hasta el alféizar (Figura

48). Como debía fraguar antes de pasar a la siguiente capa, fue necesario el uso de un aditivo acelerante. Durante todo este proceso hubo una persona encargada de ir dando leves golpes en los paneles con un martillo de goma para que el concreto fluya entre todos los alvéolos laterales.

Figura 48

Vaciado de concreto por capas en los paneles de PVC



Nota. De “Brochure corporativo”, por Venture, s.f.

Finalizado el vaciado de los muros se continuó con el vaciado del concreto en la losa de entrepiso (Figura 49).

Figura 49

Vaciado de concreto de muros y losa de entrepiso



Nota. De Rosales, 2018.

3.2.7 Instalaciones sanitarias y eléctricas

3.2.7.1 Instalaciones sanitarias. Se realizó la instalación de las montantes y ramales en la losa de entrepiso. Con ayuda de una pistola de aire caliente se realizaron los canales con la pendiente adecuada. Finalmente se colocaron topes de tecnopor en las tuberías y montantes para evitar que ingrese el concreto durante el vaciado.

3.2.7.2 Instalaciones eléctricas. Para colocar las instalaciones empotradas en la losa de entrepiso se usó una tarraja manual. Esta fue fabricada en obra usando una pieza de tubería de 4", una hoja de sierra y una varilla de fierro de aproximadamente 50 cm. Con la ayuda de una hoja de sierra se le hicieron unos "dientes" al tubo de 4" y del lado opuesto se le hicieron un par de agujeros para que pueda pasar la varilla de fierro que formaría al mango. Esta tarraja manual se usó para perforar girando directamente sobre la ubicación de los centros de luz y se hicieron surcos en los casetones para los pases de las tuberías eléctricas. Luego, se instalaron las cajas de paso y se aseguraron con un alambre N° 8 que se amarró a las varillas de la malla electrosoldada para que puedan quedar a la altura deseada (Figura 50). Finalmente se llenó de tecnopor la caja de luz para que durante el vaciado no pueda llenarse de concreto.

Figura 50

Caja octogonal amarrada a la malla electrosoldada con alambre N° 08



Nota. De Rosales, 2018.

Se realizó la prueba de presión hidrostática en el sistema de tuberías de agua (Figura 51). Durante este periodo se verificó visualmente las posibles fugas o la presencia de deformaciones en las tuberías.

Figura 51

Proceso de verificación de una tubería de desagüe



Nota. De Rosales, 2018.

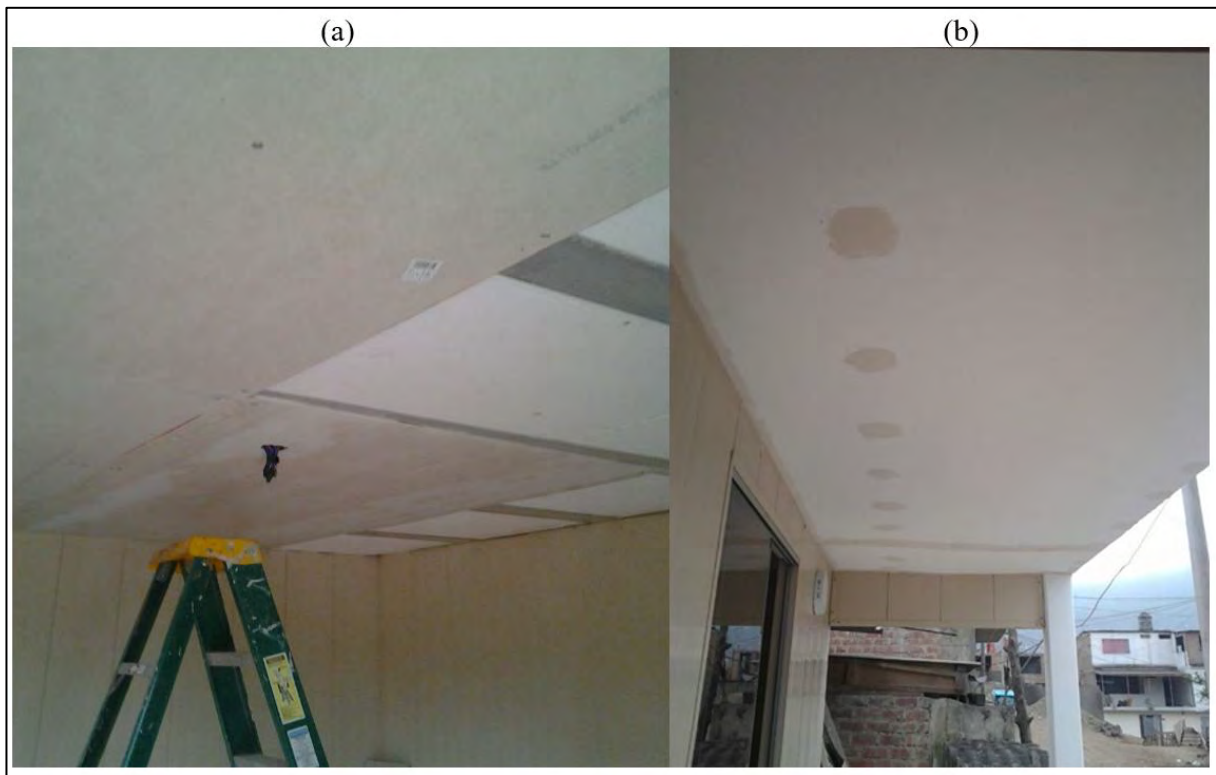
3.2.8 Acabados

Las partidas que se incluyen son falso cielo raso con plancha de fibrocemento, pintura de techo, piso, puertas y ventanas, aparatos sanitarios y eléctricos.

3.2.8.1 Falso cielo raso con plancha de fibrocemento. La instalación con las planchas de fibrocemento se llevó a cabo fijándolas directamente a la estructura VIGACERO mediante tornillos autoperforantes. Las planchas se colocaron perpendicularmente a la dirección de las vigas. Se respetaron las juntas de dilatación entre las planchas para permitir la expansión y contracción del material (Figura 52.a). Una vez instaladas todas las planchas, se procedió a realizar el acabado aplicando la cinta de papel en todas las juntas. Luego, se rellenaron las juntas con masilla (Figura 52.b), logrando así un acabado uniforme y estético.

Figura 52

Falso cielo raso con planchas de fibrocemento (a) Colocación de planchas de fibrocemento y (b) Masillado para el acabado



Nota. De Rosales, 2018.

3.2.8.2 Pintura para techo. Una vez finalizado el proceso de masillado, se aplicó una capa uniforme de imprimante en toda la superficie. Esto preparó la superficie para la recepción de dos capas de pintura (Figura 53).

Figura 53

Acabado con pintura del techo con sistema VIGACERO



Nota. De Rosales, 2018.

3.2.8.3 Piso cerámico. Luego de la pintura de techo, se realizó una limpieza general y se procedió a colocar el piso cerámico con su respectivo fraguado (Figura 54).

Figura 54

Colocación de piso cerámico

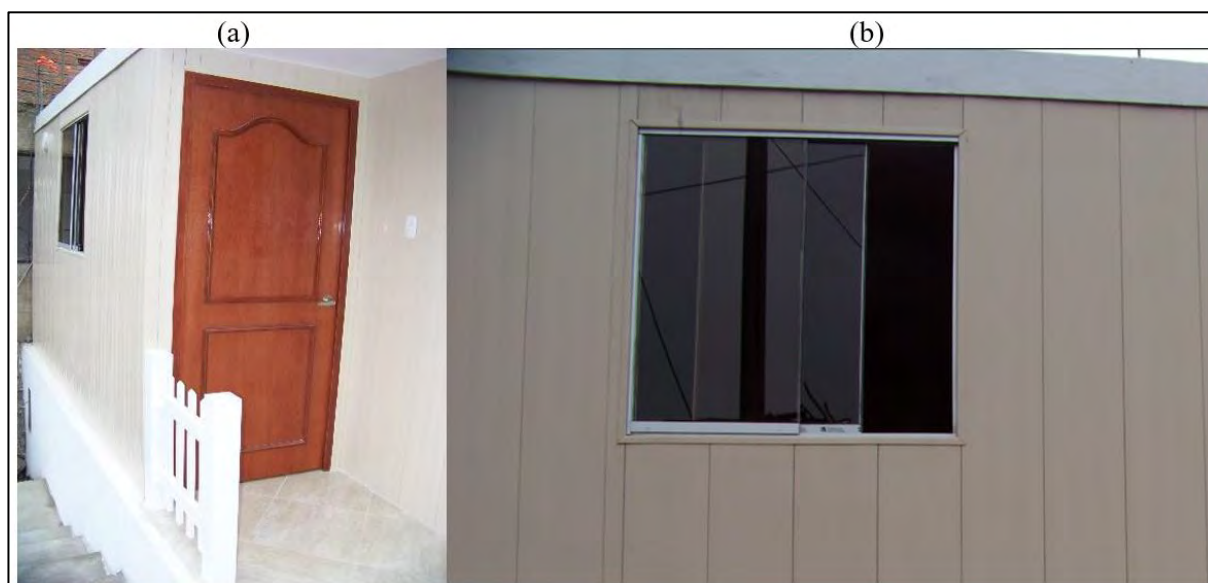


Nota. De Rosales, 2018.

3.2.8.4 Colocación de puertas y ventanas. Para la instalación de las puertas, se fijaron los marcos de madera directamente sobre los marcos andinos (ver Figura 34) para luego colocar la hoja de la puerta (Figura 55.a). Las ventanas de aluminio se colocaron mediante pernos (Figura 55.b) y se ajustaron las medidas y nivel de los marcos. Se verificó la alineación de las hojas de las ventanas con respecto a los marcos para garantizar un cierre suave y seguro.

Figura 55

Colocación de (a) Puerta de madera y (b) Ventana de aluminio



Nota. De Rosales, 2018.

3.2.8.5 Colocación de aparatos sanitarios y eléctricos. Se realizó la instalación de los aparatos sanitarios en los puntos de salida dejados previamente (Figura 56.a). Asimismo, se realizaron las conexiones eléctricas necesarias (Figura 56.b), según especificaciones de cada aparato eléctrico. Luego se colocaron los focos, interruptores y tomacorrientes según correspondía.

Figura 56

Instalación de (a) inodoro y (b) centro de luz en el techo.

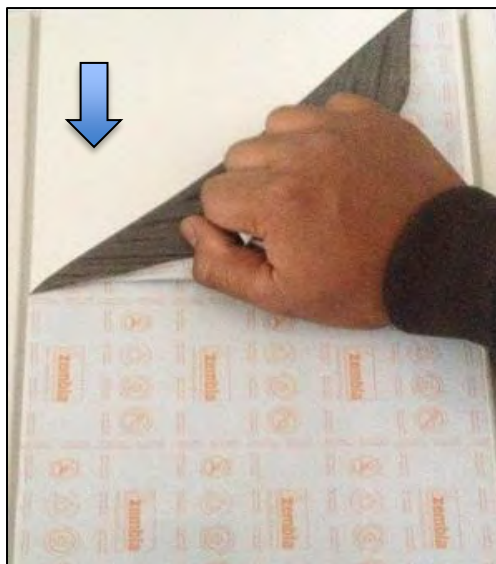


Nota. De Rosales, 2018.

3.2.8.6 Limpieza periódica y final de obra. Consiste en la limpieza general de toda el área intervenida. Además, hacia el final del proceso constructivo se removió el film de protección de arriba hacia abajo (Figura 57).

Figura 57

Remoción del film de protección de los paneles



Nota. De Rosales, 2018.

3.3 Recursos usados

Los recursos empleados en la Vivienda Unifamiliar de Villa María del Triunfo se han compilado en 3 grupos: la mano de obra, equipos y herramientas y materiales. Aunque los equipos y herramientas están directamente asociados a la mano de obra se ha preferido separarlos en apartados diferentes para mostrarlos con más claridad y no generar confusión.

3.3.1 Mano de Obra

Durante la ejecución del proyecto, se contó con una cuadrilla base de 4 trabajadores (1 operario, 1 oficial y 2 peones), todos ellos capacitados previamente en cuanto al RBS. Esta cuadrilla llevó a cabo diversas tareas de forma simultánea.

Aunque se ha hecho un detalle de las tareas que realiza cada categoría de mano de obra en función de su dificultad o grado de especialización, en la realidad los integrantes de la cuadrilla asumían las tareas en la medida en que podían para facilitar la ejecución del trabajo en conjunto, justamente porque las tareas eran suficientemente accesibles para cualquier categoría de trabajador. Por lo tanto, para la cuantificación de los costos, se ha mantenido la asignación de tareas por categorías de mano de obra inicialmente asumido.

Para el vaciado de concreto en los paneles de PVC y losa de entrecimso se requirió 2 peones más. El proyecto fue finalizado en un plazo de 9 días y los rendimientos medidos de la cuadrilla se presentan en la Tabla 14. Esta tabla muestra el tiempo en que se finalizó cada trabajo y la cuadrilla que se requirió para completarlas.

Tabla 14

Cuadrilla y rendimiento medido de las partidas del proceso constructivo del RBS

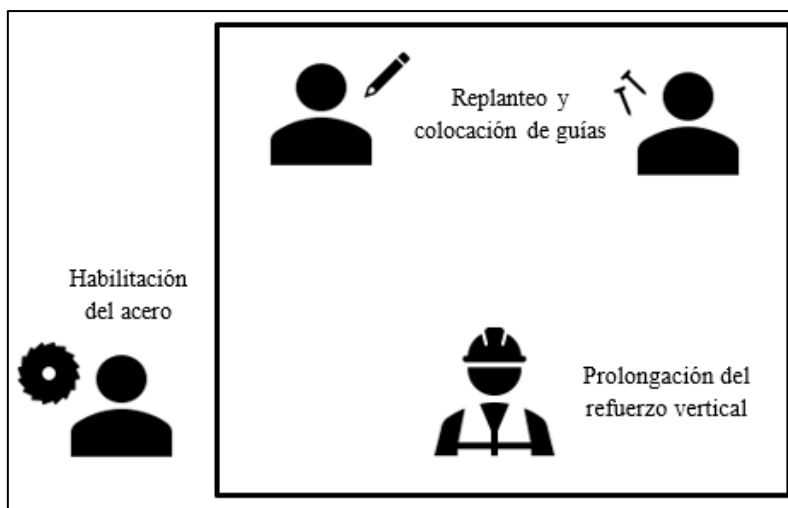
Partida	Tiempo		Cuadrilla			Rendimiento		Horas Hombre		
	Operario	Oficial	Peón	Operario	Oficial	Peón	Operario	Oficial	Peón	
Trabajos Preliminares										
Limpieza del terreno	1h	-	-	3		344m ² /día	-	-	-	0.07
Trazo y replanteo	1h	-	-	3		344m ² /día	-	-	-	0.07
Nivelación de terreno	3h	1	-	2		115m ² /día	0.07	-	-	0.14
Excavación para cimientos	11h	-	-	2		7 m ³ /día	-	-	-	2.29
Eliminación de material excedente	11h	-	-	1		7 m ³ /día	-	-	-	1.14
Cimentación										
Acero en cimiento corrido	2h	1	1	-		233kg/día	0.03	0.03	-	
Concreto en cimiento corrido 1:10+30% P.M	3.5h	1	1	2		22 m ³ /día	0.36	0.36	0.73	
Losa de Piso										
Encofrado y desencofrado de losa	2h	1	1	-		15 m ² /día	0.53	0.53	-	
Concreto de losa 1:12	3.5h	1	1	2		23 m ³ /día	0.35	0.35	0.7	
Muro RBS										
Replanteo y colocación de guías	2h	-	-	2		194m/día	-	-	-	0.08
Instalación de acero vertical	1.5h	1	1	-		237kg/día	0.03	0.03	-	
Instalación de paneles e=64mm	5h	-	-	4		116m ² /día	-	-	-	0.28
Instalación de marcos para puertas y ventanas	3h	-	-	2		94 m/día	-	-	-	0.17
Cortes en los paneles	1h	-	-	2		50 m/día	-	-	-	0.32
Instalación de acero horizontal.	4.5h	1	1	-		228kg/día	0.04	0.04	-	
Refuerzo temporal de muros	3h	1	1	-		96 m/día	0.08	0.08	-	
Losa de Entrecimso										
Apuntalamiento y friso de techo aligerado	5.5h	1	-	1		30 m ² /día	0.27	-	-	0.27
Colocación de viguetas prefabricadas de acero	2h	1	1	2		218m/día	0.04	0.04	0.07	

Montaje de casetones de polietileno expandido (EPS)	1.5h	1	1	2	277und/día	0.03	0.03	0.06
Colocación de malla electrosoldada	2.5h	1	-	2	269kg/día	0.03	-	0.06
Concreto de muros y de losa de entrepiso fc=210 kg/cm ²	6h	1	1	4	10 m ³ /día	0.8	0.8	3.2
Instalaciones sanitarias y eléctricas								
Instalaciones sanitarias-desagüe	3.5h	1	-	1	49 m/día	0.16	-	0.16
Instalaciones sanitarias-agua	2.5h	1	-	1	53 m/día	0.15	-	0.15
Instalaciones eléctricas	4.5h	1	-	1	101m/día	0.08	-	0.08
Acabados								
Falso cielo raso con plancha de fibrocemento	5.67h	1	-	0.5	58 m ² /día	0.14	-	0.07
Pintura de cieloraso	10h	1	-	-	35 m ² /día	0.23	-	-
Piso cerámico	8h	1	-	0.5	41 m ² /día	0.2	-	0.1
Suministro e instalación de puertas	3.5h	1	-	-	9 und/día	0.89	-	-
Suministro e instalación de ventanas	3.5h	1	-	-	9 und/día	0.89	-	-
Colocación de aparatos sanitarios	3.5h	2	-	1	9 piezas/día	1.78	-	0.89
Conexión y colocación de aparatos eléctricos	6.5h	2	-	1	20 pto/día	0.8	-	0.4
Limpieza periódica y final de obra	8h	1	-	-	43 m ² /día	0.19	-	-

En la etapa de muros, la cuadrilla se dividió en dos equipos. El primero de ellos compuesto por dos peones, estableció los puntos de referencia y delimitó el perímetro para la ubicación de los muros. Simultáneamente, un operario y un oficial se encargaron de la colocación del refuerzo vertical. El operario cortaba y doblaba el acero según las dimensiones requeridas, mientras el peón realizaba los amarres (Figura 58).

Figura 58

Distribución del trabajo de la cuadrilla para replanteo y colocación de guías y acero vertical



Para la instalación de paneles, un equipo de cuatro peones (Figura 59) se organizó de la siguiente manera: A colocaba los paneles, C orientaba a A sobre la posición de cada uno de ellos, B suministraba los paneles a C y D, que no aparece en la foto, transportó los paneles desde el almacén hasta la vivienda.

Figura 59

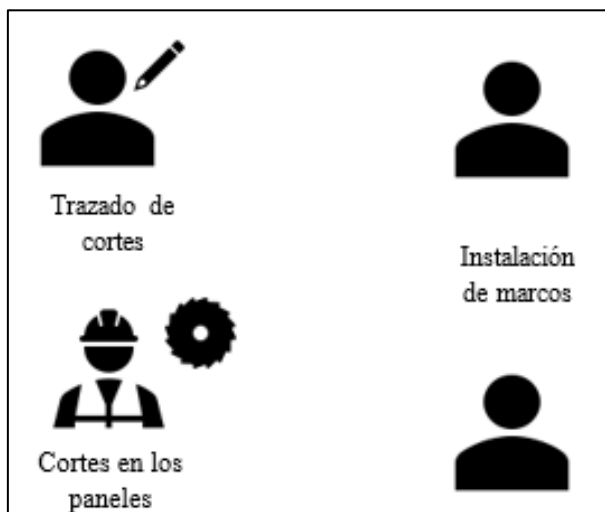
Cuadrilla para la instalación de paneles



En las siguientes tareas, la cuadrilla volvió a dividirse. Un grupo de 2 personas realizó los cortes en los paneles, marcando y cortando con esmeril, y posteriormente instaló los marcos de puertas y ventanas (Figura 60).

Figura 60

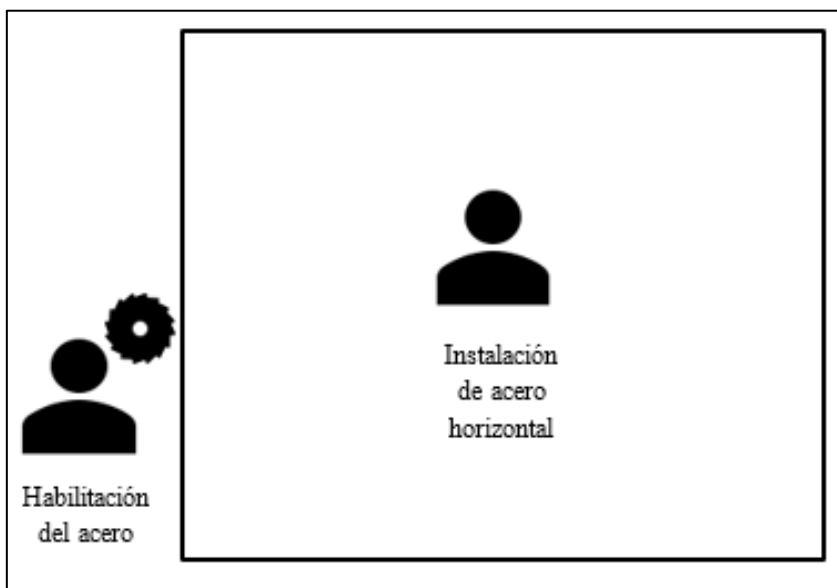
Distribución del trabajo de la cuadrilla para cortes en los paneles e instalación de marcos



Paralelamente, el otro grupo de dos personas completó la instalación del refuerzo horizontal, habilitando el acero y colocándolo en los alveolos correspondientes (Figura 61).

Figura 61

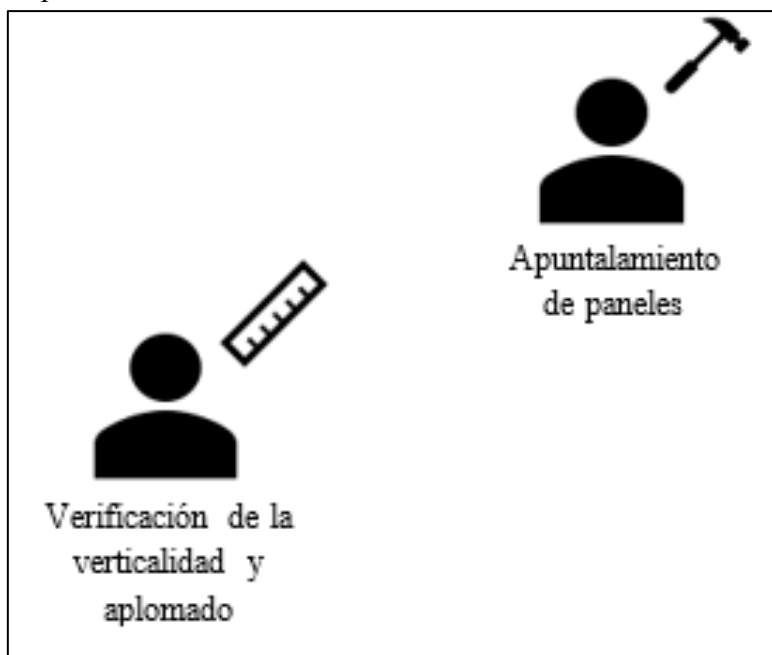
Distribución del trabajo de la cuadrilla para refuerzo horizontal



Finalmente, el primer grupo realizó el refuerzo temporal de muros con puntales de madera. Un oficial y un peón colocaron los puntales y verificaron la verticalidad de los paneles (Figura 62).

Figura 62

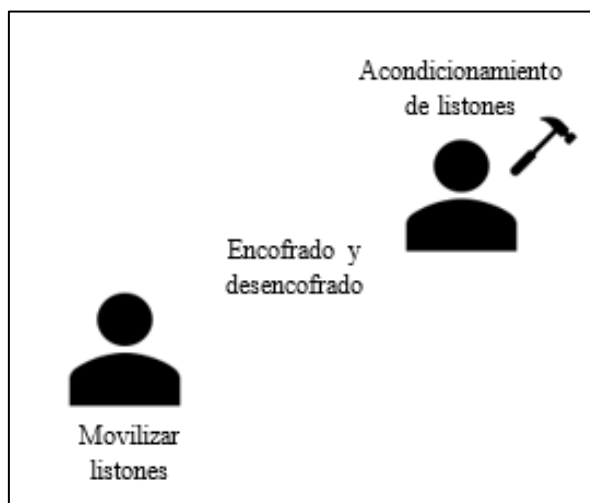
Distribución del trabajo de la cuadrilla para refuerzo temporal de muro



En la etapa de losa de entrepiso, la cuadrilla se organizó en dos grupos. El grupo que culminó la instalación del acero horizontal asumió la responsabilidad de construir el encofrado perimetral. El operario de este equipo se encargó de acondicionar los listones de madera para el friso, apuntalamiento y encofrado, mientras que el peón se encargaba de su movilización. Conjuntamente, realizaron el montaje del encofrado y desencofrado (Figura 63).

Figura 63

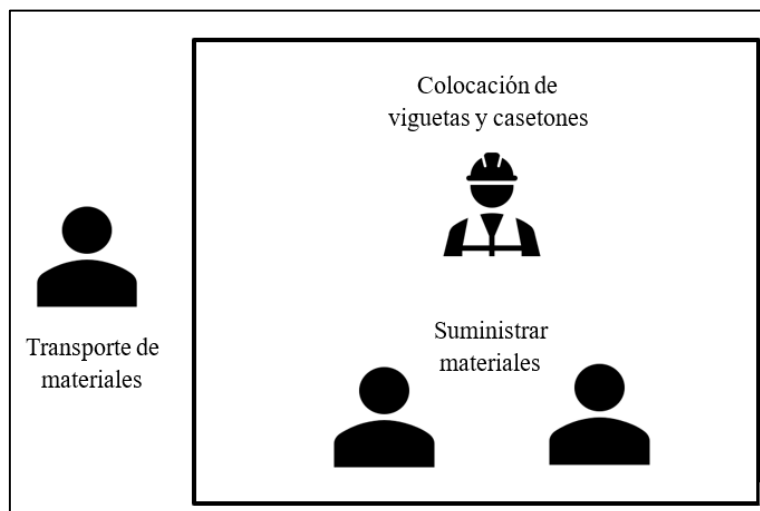
Distribución del trabajo de la cuadrilla para encofrado y desencofrado de losa de entrepiso



Para el montaje de la losa de entrepiso, se estableció una cadena de producción para optimizar el proceso. Un trabajador se encargó de la colocación de las viguetas y casetones, mientras que dos compañeros se dedicaron a suministrar los materiales y un cuarto trabajador los transportaba desde el almacén hasta el área de trabajo (Figura 64).

Figura 64

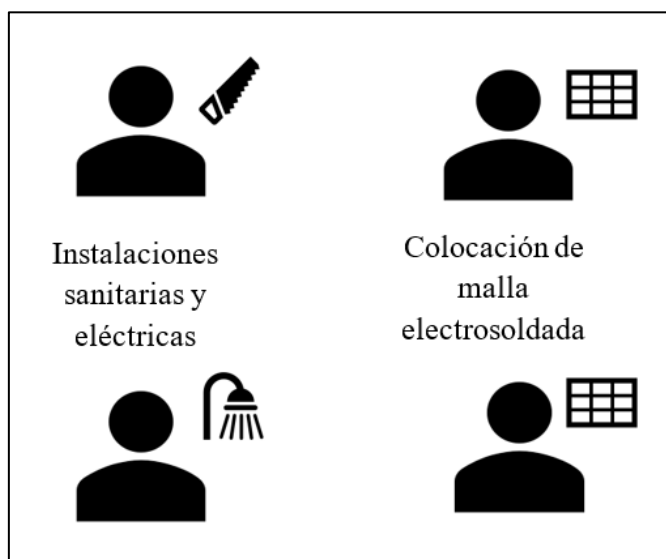
Distribución del trabajo de la cuadrilla para colocación de viguetas y casetones



Como última fase del montaje de la losa de entrepiso, la cuadrilla se organizó en dos grupos de trabajo. Un grupo, compuesto por un operario y un peón, realizaron las instalaciones sanitarias y eléctricas. Paralelamente, otro equipo, también formado por un operario y un peón, llevó a cabo la colocación de la malla electrosoldada (Figura 65).

Figura 65

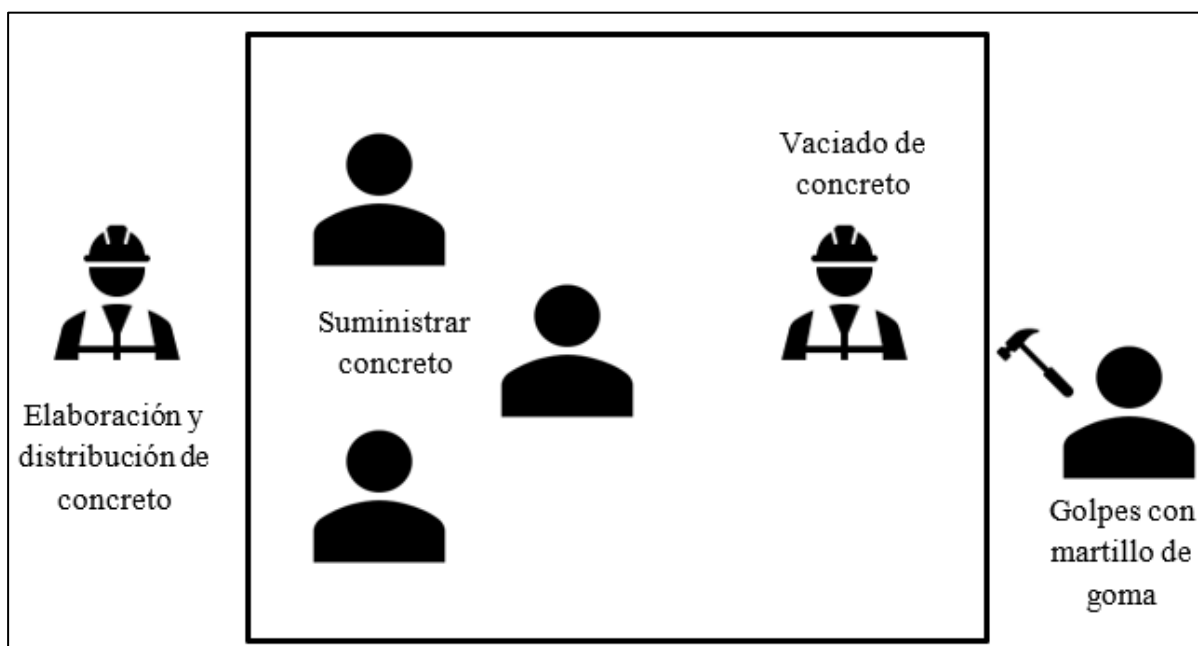
Distribución del trabajo de la cuadrilla para instalaciones sanitarias y eléctricas y colocación de malla electrosoldada



Finalmente, para el vaciado del concreto se amplió la cuadrilla con dos peones adicionales. Un operario se dedicó a la elaboración y a la distribución del concreto con una mezcladora de concreto de 11p3, mientras que un oficial llevó a cabo el vaciado en los paneles de PVC. De los cuatro peones, uno se encargó de utilizar el martillo de goma golpeando los paneles durante el vaciado de cada capa de concreto en los paneles, mientras que los otros tres suministraron el concreto al oficial para su distribución (Figura 66).

Figura 66

Distribución del trabajo de la cuadrilla para vaciado de concreto en muros y losa de entrepiso







3.3.2 Equipos y herramientas

Durante la ejecución de este proyecto se utilizaron los equipos convencionales en cualquier proyecto constructivo tradicional como lo son la mezcladora de concreto, un apisonador con motor y una tronzadora.

El equipo particularmente especial en el RBS es el esmeril angular, que es una herramienta eléctrica para el corte en los paneles (Tabla 15). Para operarlo primero se coloca el disco de corte multimaterial en el esmeril, utilizando la llave que viene incluida en el kit de la herramienta. Luego, el operario tomó la herramienta con ambas manos, manteniendo la protección siempre hacia arriba, lo posicionó a un lado de su cuerpo para mayor seguridad y lo encendió. Se realizó el corte utilizando el borde del disco manteniendo un ángulo de 45°. Finalizando el trabajo, alejó el esmeril del material y se procede a apagarlo. Durante su uso el operario debe usar EPP's tales como gafas, tampones de oído y guantes.

En la Tabla 15 se presenta mayor detalle de todos los equipos empleados a lo largo de todo el proyecto.









Tabla 15*Equipos utilizados durante el proceso constructivo con RBS*

Ítem	Descripción	Imagen
1	Mezcladora de concreto Capacidad: 11 P3 Giro tolva: 360° Revolución: 1740 rpm Producción: 5 - 6 m3/h	
2	Tronzadora Potencia: 2400W Velocidad: 3800 rpm Diámetro del disco: 35.5 cm	
3	Esmeril Angular Potencia: 1100W Diámetro de disco: 4 1/2"	
4	Apisonador con motor Potencia: 3 HP Fuerza de impacto: 13 KN Golpes por minuto: 695 ipm Amplitud del salto: 40 - 85 mm	




En cuanto a las herramientas, se utilizaron herramientas tradicionales de construcción como wincha, tiralíneas, nivel y tortol. Para este proyecto, debido al ancho de los paneles no era posible el uso de vibrador de concreto, por lo que se utilizó el martillo de goma en su reemplazo. La persona encargada del martillo de goma fue un peón, cuya función era dar leves golpes en las caras de los paneles para que el concreto fluya entre sus alvéolos de los paneles. La Tabla 16 presenta un inventario detallado de las herramientas empleadas durante todo el proceso constructivo.

Tabla 16*Herramientas empleadas durante el proceso constructivo con RBS*

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Imagen
1	Wincha	und	1	
2	Tiralíneas	und	1	
3	Nivel	und	1	
4	Bugui	und	3	
5	Palana	und	3	
6	Sierra	und	1	
7	Martillo	und	1	

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Imagen
8	Tortol	und	1	
9	Escalera tipo tijera	und	1	
10	Martillo de goma	und	1	
11	Serrucho	und	1	
12	Espátula	und	1	
13	Badilejo	und	1	
14	Atornillador	und	1	
15	Taladro	und	1	

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Imagen
16	Alicate	und	1	
16	Cortador de cerámica	und	1	
17	Cinta métrica	und	1	
18	Escuadra	und	1	
19	Plomada	und	1	
20	Pistola de calor	und	1	
21	Escoba	und	1	
22	Rodillo	und	1	

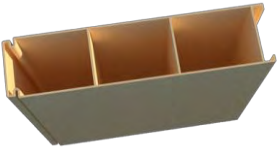


Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Imagen
23	Brocha	und	1	
24	Pincel	und	1	
25	Balde	und	3	

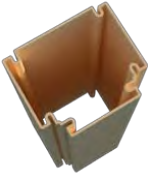
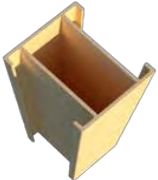

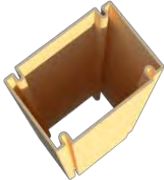




3.3.3 Materiales

La construcción de este proyecto se ha llevado a cabo mediante una combinación de materiales tradicionales como el acero, cemento y agregados como hormigón, arena gruesa, filler y los paneles de 64 mm. La Tabla 17 presenta un inventario detallado de los paneles, viguetas de acero galvanizado y casetones de poliestireno expandido utilizados en este proyecto.

Tabla 17

Materiales utilizados en la ejecución del proyecto

	Material	Cantidad
	RBS	
Panel conector		121 und
Conector 2 vías		5 und
Esquinero		7 und

Tee 64		6 und
Unión B		17 und
Starter		2 und
Unión A		7 und
Marco básico		34 m
Marco Andino		34 m
Vigueta de acero galvanizado		54.65m
Casetones de poliestireno expandido		94 und

3.4 Seguridad asociada al trabajo

Durante la ejecución de este proyecto, se identificaron diversos riesgos inherentes a cada etapa del proceso constructivo. Para mitigarlos, se priorizó el uso de equipos de protección personal (EPP) como cascos, gafas de seguridad, guantes y calzado de seguridad. Además, la incorporación de nuevas herramientas como el esmeril, introdujo riesgos adicionales. En la Tabla 18 se detallan los riesgos identificados en cada etapa del proceso constructivo de este proyecto y los equipos de protección personal que se priorizaron.

Tabla 18

Riesgos existentes en cada etapa del proceso constructivo con RBS

Proceso Constructivo	Nivel de riesgo	Riesgo existente	EPP's
Trabajos preliminares	Bajo	Pisadas sobre restos de construcción antigua	Cascos Zapatos de seguridad
	Medio	Tropezos con restos de construcción antigua	
Cimentación	Alto	Sepultamiento alrededor de zanjas para el cemento corrido	Cascos Zapatos de seguridad
Losa de piso	Medio	Caídas al mismo nivel por tropiezo con algún equipo o material	Cascos Zapatos de seguridad
	Medio	Resbalones	Guantes
	Medio	Pisadas sobre objetos como clavos, alambre, etc.	
Muros RBS	Alto	Cortes con el esmeril	Tampones de oído
	Alto	Caída de paneles por inestabilidad de la estructura	Gafas de seguridad Guantes
	Alto	Pérdida de audición inducida por el ruido	Zapatos de seguridad
Losa de entrepiso	Alto	Caída de objetos por desplome o por inestabilidad de la estructura.	Gafas de seguridad Guantes
	Medio	Caída de algún elemento en la construcción de la losa.	Zapatos de seguridad Cascos
Instalaciones sanitarias y eléctricas	Alto	Caídas a un nivel distinto y en un mismo nivel (tropezos, resbalones)	Cascos Guantes Zapatos de seguridad
Acabados	Medio	Resbalones	Cascos Zapatos de seguridad

3.5 Residuos generados en obra

Los residuos generados en el proyecto, incluyen el concreto del vaciado, las mermas de acero de ½", retazos de las tuberías de las instalaciones de 2", 4" y ¾" y los residuos de los paneles de PVC, y retazos de las viguetas de acero. Adicional a la cantidad de piezas que se calcula en el proceso de royalizado, el fabricante envía 3 piezas adicionales de cada tipo como precaución ante posibles inconvenientes, garantizando así una reserva de cada pieza. Sin embargo, como no se llegaron a utilizar, estas piezas se consideraron parte de los residuos generados por el RBS.

En la Tabla 19 se presentan las cantidades de residuos que se estimaron en base a las cantidades empleadas en obra de materiales.

Tabla 19*Estimación de residuos generados durante el proceso constructivo*

Material	Unidad	Total utilizado	Total residuos	%
Concreto	m3	21.5	0.8	3.7
Acero ½"	kg	259.2	13.0	5.02
Acero 8 mm	kg	83.5	6.0	7.19
Tubo de PVC ½"	m	16.7	1.8	5.99
Tubo de PVC 2"	m	6.2	0.6	7.48
Tubos de PVC 4"	m	18.0	1.4	7.78
Tubos de PVC ¾"	m	57.5	4.3	5.98
Cerámica 30 x 30	m2	42.8	1.8	5.98
Casetones	und	52	0	0
Panel RBS	m2	74.50	2.17	3
Viguetas de acero galvanizado	m	57.30	0.54	0.9

Como se puede observar, los aceros generan una cantidad considerable de residuos. Esto se debe a que solo se pudieron usar como refuerzos verticales y horizontales de dimensiones específicas, por lo que los recortes resultantes de cada barra, que fueron de longitudes no estándar, sumado a la presencia de pocos elementos estructurales, dificultaron su reutilización.

En cuanto a las tuberías de PVC, la mayor cantidad de residuos se concentró en las tuberías de PVC de ¾". Esta alta generación de residuos se atribuye principalmente a su uso extensivo en las instalaciones eléctricas distribuidas en múltiples ambientes de la vivienda. A diferencia de las tuberías sanitarias, cuyo recorrido es más concentrado en áreas específicas como baños y cocina, las líneas eléctricas requirieron mayor cantidad de tubería, lo que incrementó los recortes y con ello los sobrantes.

En la cerámica, las dimensiones de los ambientes, y las roturas durante la instalación contribuyeron significativamente a la generación de residuos. El concreto generó residuos debido a las pérdidas durante su transporte, dosificación y colocación. Estas pérdidas son inherentes al proceso constructivo y se incrementan por factores como la distancia de transporte, la eficiencia de los equipos y la mano de obra.

Los casetones utilizados en el proyecto fueron aprovechados en su totalidad para la construcción de la losa, generando cero residuos. Las vigas de acero también se suministraron con las medidas exactas, minimizando el desperdicio de material que serían los retazos de acero producto de los cortes que se realizan para adaptarlo a la dimensión de la losa. Para este proyecto como no hubo ningún defecto, ni fallo de fábrica en los paneles y conectores de PVC el único residuo que se generó fueron las piezas adicionales que envió el proveedor.

Capítulo 4

Análisis comparativo del RBS con el sistema tradicional de albañilería ACT

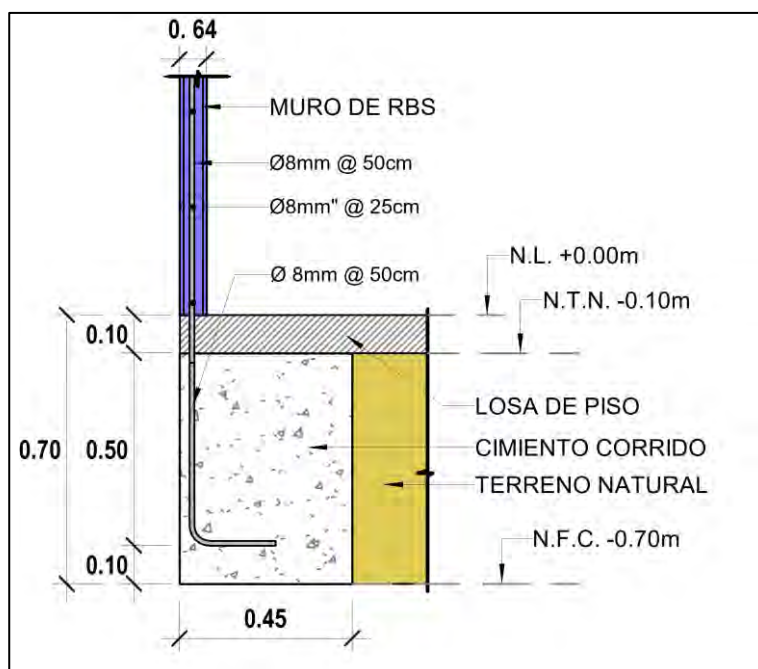
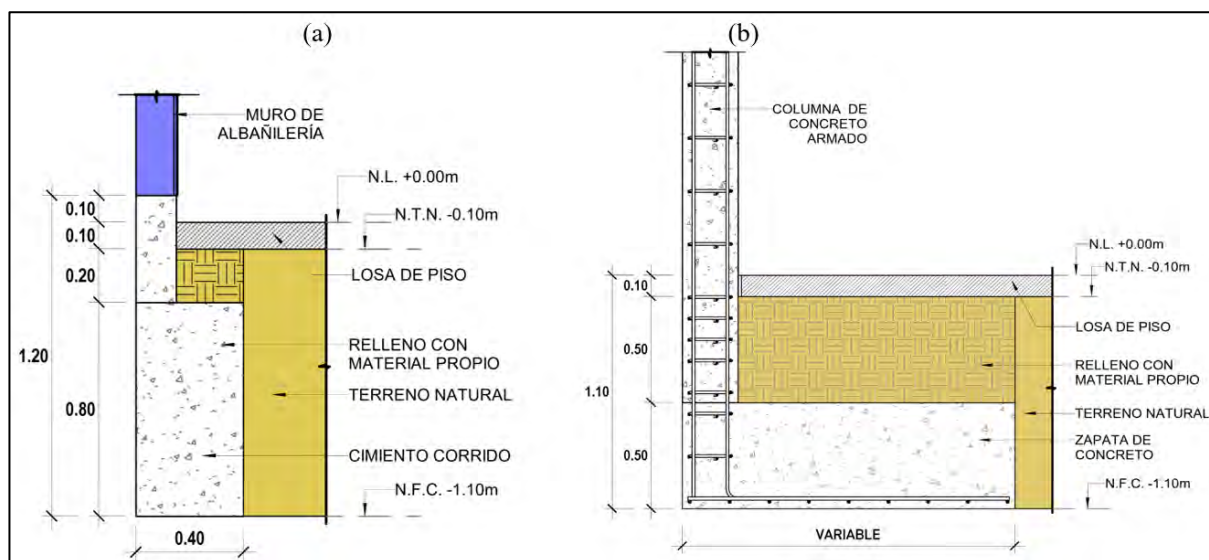
En este capítulo se presenta el análisis comparativo detallado entre el RBS y la albañilería confinada (ACT), enfocado en tres aspectos: el diseño, sus costos, los tiempos de ejecución los recursos. Para ello, se han analizado los presupuestos detallados para cada sistema y los cronogramas de obra, basados en datos reales del proyecto con RBS y en una estimación ajustada para la ACT, tomando en consideración el módulo típico de vivienda social en el Perú. Además de esta evaluación cuantitativa, se ha incluido un análisis cualitativo considerando complejidad, la facilidad o dificultad de los procesos y la calidad final de la vivienda.

4.1 Comparación de diseño

Al comparar el diseño de una vivienda utilizando sistemas RBS y ACT, se observan diferencias significativas en áreas, acabados y elementos estructurales fundamentales como la cimentación, los muros y el techo.

El área total de esta vivienda unifamiliar es 43.02 m². Si bien el área construida y la distribución de ambientes es el mismo para ambos sistemas constructivos, la eficiencia espacial de la vivienda construida con RBS presenta una ventaja significativa, ya que de los 43.02 m² construidos, 40.76 m² corresponden al área útil, y 2.26 m² están ocupados por los muros. Mientras que, en la ACT, los muros ocupan 5.06 m². Esta diferencia se debe al menor espesor de los muros de RBS (6.4 cm) en comparación con los muros de ACT (15.0 cm). Cuanto mayor sea el espesor del muro, menor será el área útil de la vivienda, por lo que, en ACT, el mayor espesor de los muros reduce el área habitable en un 7%.

Para trabajos preliminares, en ambos sistemas se ejecutan actividades similares para la preparación del terreno. En el RBS, la profundidad de excavación corresponde a la altura del cimiento corrido (H=60 cm) con un ancho de 40 cm, debido a que la parte superior del cimiento corrido está nivelado con el terreno natural (Figura 67); en la ACT, los cimientos corridos (H=80 cm) y las zapatas terminan a 10 cm y 30 cm respectivamente por debajo del terreno natural, por lo que necesitan de un relleno adicional (Figura 68).

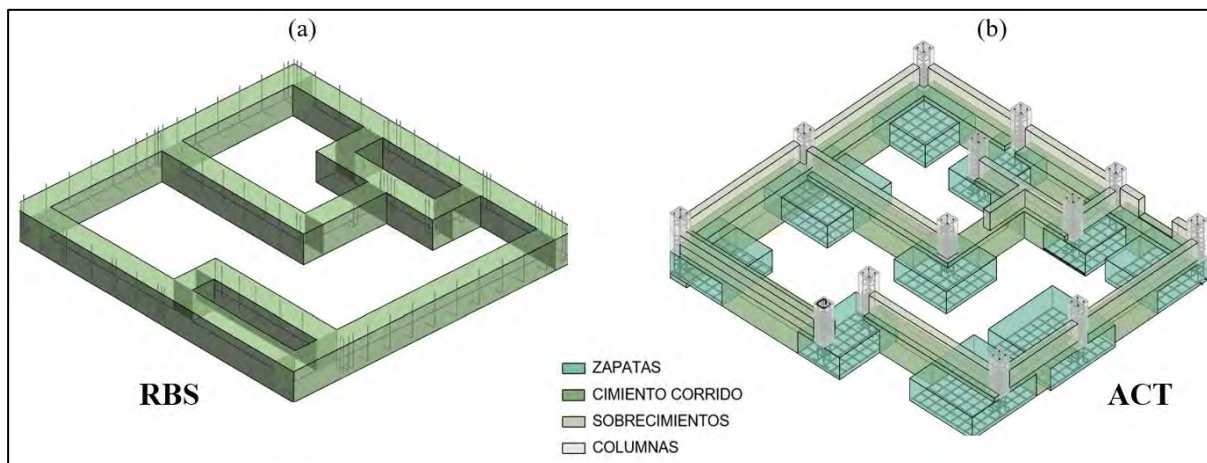
Figura 67*Sección de cimiento corrido del RBS***Figura 68***Sección (a) cimiento corrido y (b) zapata del sistema de albañilería confinada*

La cimentación de la ACT, requirió un mayor número de elementos estructurales, como zapatas, cimientos corridos, sobrecimientos y columnas cuyo sustento se encuentra en la memoria de cálculo (Apéndice I.2). Los sobrecimientos fueron necesarios según la Norma E.050 ya que se requiere distribuir las cargas que recibe del muro sobre la superficie del cimiento corrido, y por último las zapatas distribuyen las cargas que recibe de las columnas sobre una superficie más amplia del suelo.

En el caso de la cimentación del RBS, esta se reduce a los cimientos corridos debajo de la posición de los muros, distribuyendo los esfuerzos al suelo en un área relativamente menor. Estos cimientos actúan como apoyo y anclaje de todos los muros (Figura 69). El sustento se encuentra en la memoria de cálculo estructural (Apéndice I.1).

Figura 69

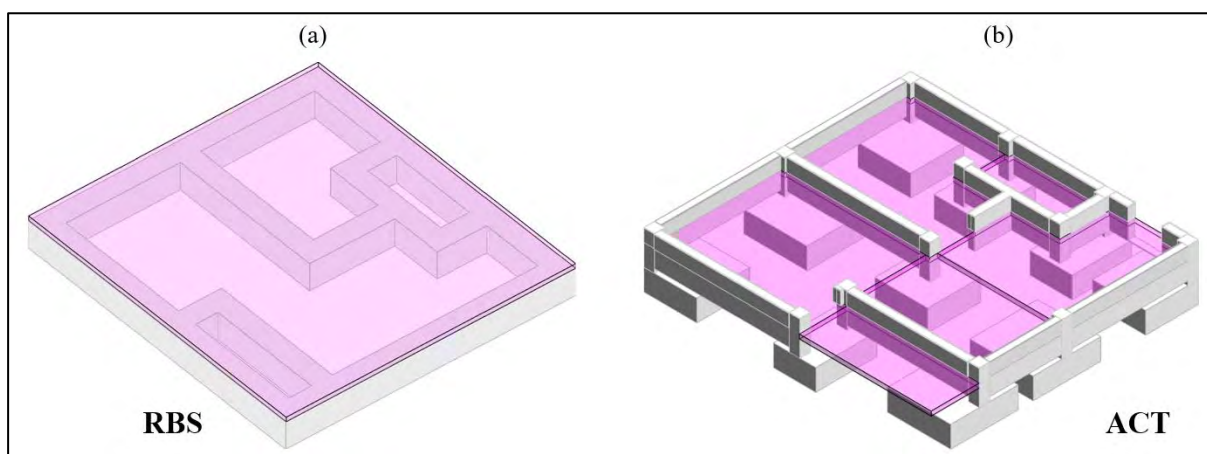
Comparación de la cimentación de los sistemas de (a) RBS y (b) Albañilería confinada



Para la *losa de piso* del RBS que se ejecuta luego de finalizados los cimientos, requiriendo un área de vaciado de 43.02 m² y un encofrado perimetral completo. Por el contrario, en la ACT, la losa se ejecuta finalizando el desencofrado de la losa de entresuelo, lo que reduce el área de vaciado a 37.90 m² y limita el encofrado a las zonas sin muros (Figura 70).

Figura 70

Losa de los sistemas (a) RBS y (b) Albañilería confinada

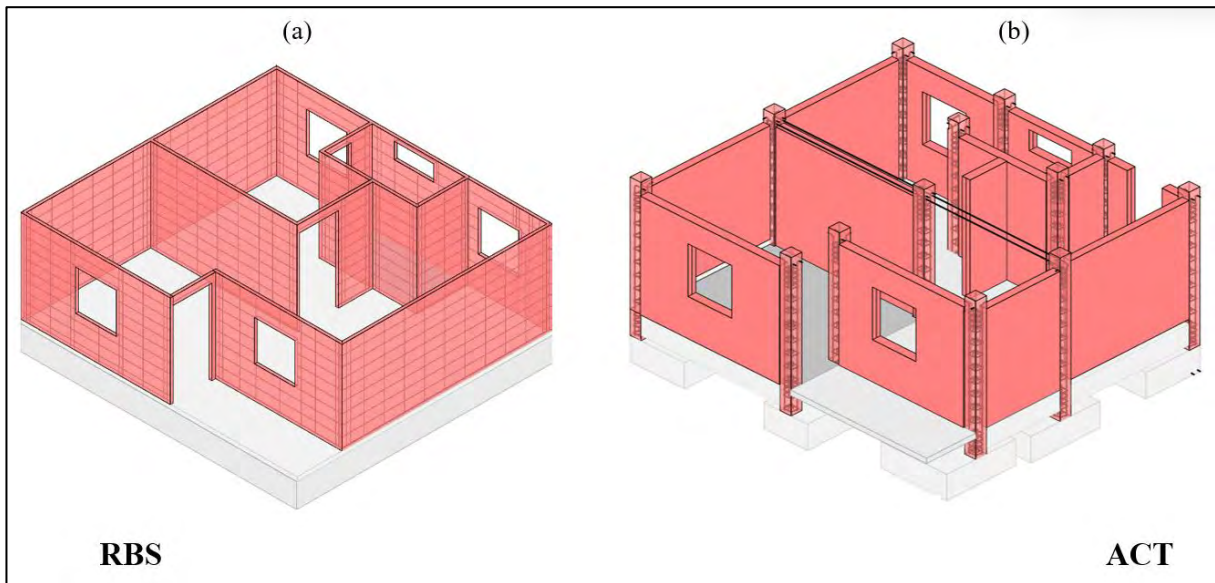


En cuanto al muro, el RBS usa paneles de PVC, con reforzamiento de acero, mientras que la ACT, el muro está compuesto de ladrillo de arcilla soporta cargas (Figura 70).

Además, el RBS tiene un acabado liso y con color, debido a las características de los paneles de PVC; por el contrario, en la ACT es necesario el tarrajeo y pintura de muros que están considerados en la etapa de acabados.

Figura 71

Muros del sistema (a) RBS y (b) Albañilería confinada

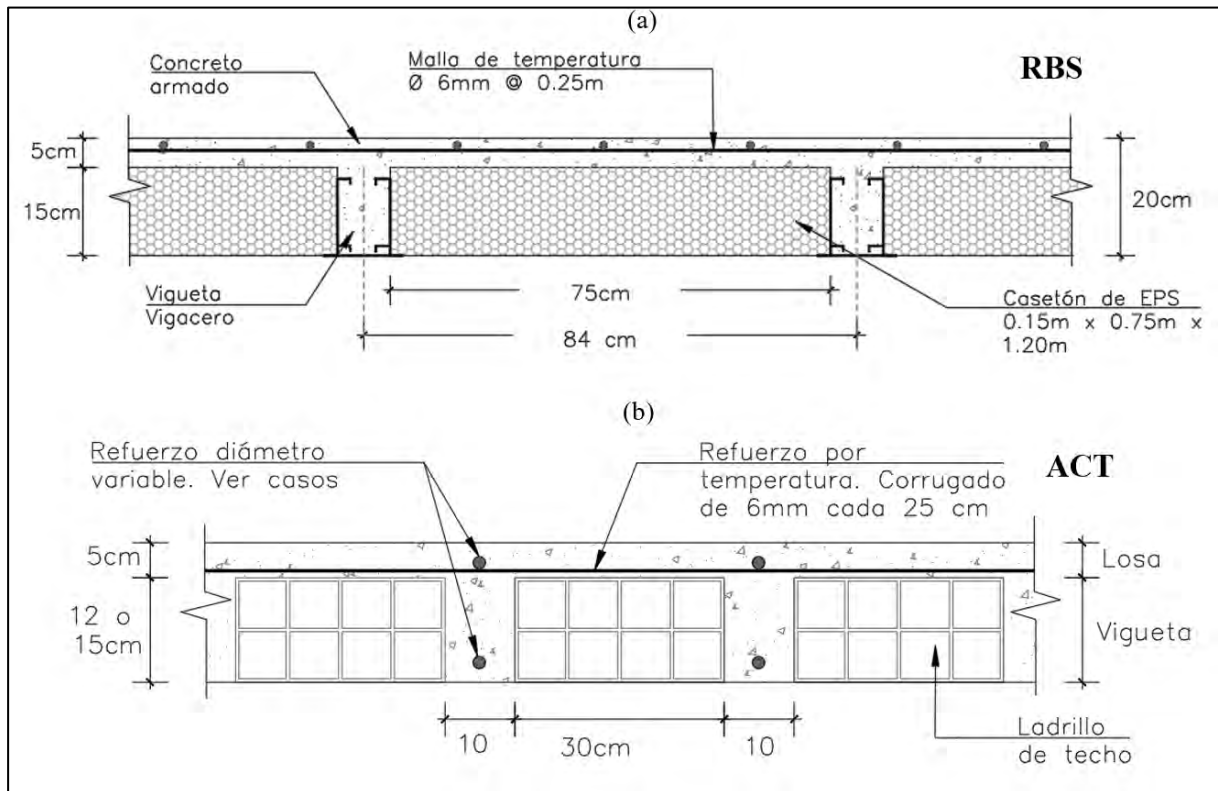


En la etapa de *losa de entrepiso*, para este proyecto el RBS y la ACT presentan sistemas que varían en proceso constructivo y elementos como se visualiza en la Figura 71.a y 71.b, ya que para la ACT se está trabajando en base a un módulo de techo propio. Sin embargo, cabe recalcar que el sistema de entrepiso VIGACERO, no es un sistema que se trabaje exclusivamente con el RBS.

En el VIGACERO los casetones ofrecen un rendimiento de 1.33 und/m² y un peso de 1.7 kg cada uno, reduciendo el peso de la losa a solo 155.30 kg/m², en comparación con los 300 kg/m² de una losa tradicional de ladrillo cuyo rendimiento es de 8 und/m² y un peso de 7.30 kg. Así mismo, las vigas de acero son más ligeras con un peso de 4.8 kg/m, pero con concreto suben a 7.76 kg/ml; además, pueden espaciarse cada 84 cm en lugar de los 40 cm tradicionales que ofrecen las viguetas de concreto con un peso de 15 kg/m. Esta configuración no solo reduce el peso de la carga muerta de la estructura, sino que también permite utilizar una vigueta de acero por cada dos viguetas de concreto, de modo que constituye una opción más eficiente y ligera para la construcción de losas.

Figura 72

Detalle típico de losa con sistema VIGACERO y de la losa aligerada típica



Es claro que el RBS implica la sustitución completa de ciertos materiales tradicionales. Por ejemplo, el ladrillo King Kong de 18 huecos es reemplazado por los paneles reforzados con concreto armado. Los ladrillos de techo son sustituidos por casetones de poliestireno, y las vigas y viguetas de concreto son reemplazadas por las viguetas de acero galvanizado en los techos. Aunque hay que considerar que la utilización de casetones en vez de ladrillos de arcilla no es exclusiva del sistema VIGACERO, siendo una práctica común en la industria de la construcción para aligerar el peso de las losas y optimizar el rendimiento estructural.

4.2 Comparación de costos

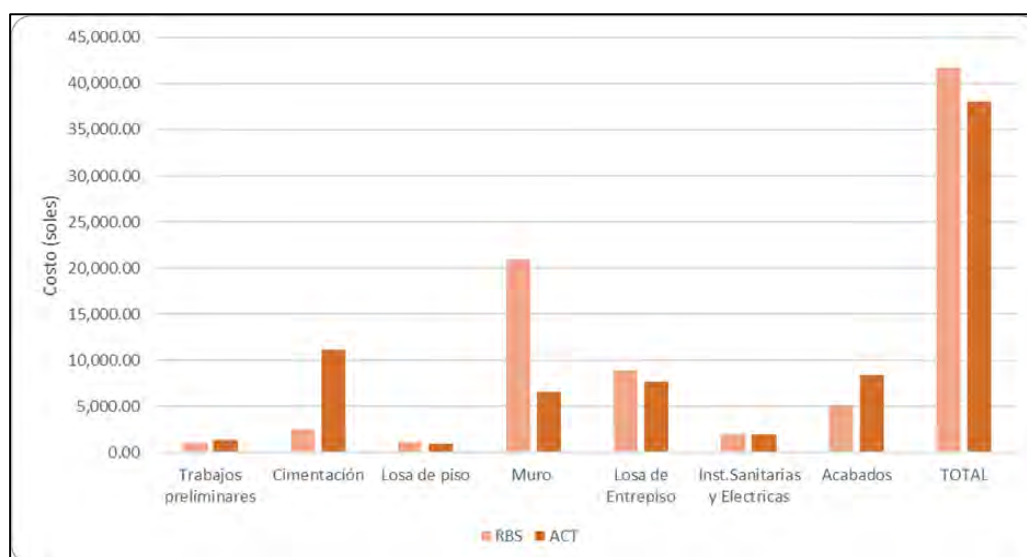
El presupuesto de cada sistema se obtuvo en base a los precios unitarios y metrados.

Respecto a los precios de mano de obra, se están considerando los valores vigentes de la tabla salarial que rige del 2024-2025 según el Fondo de Capacitación para los trabajadores de construcción civil (CAPECO) y la Federación de trabajadores de construcción civil (FTCCP). Asimismo, en cuanto a los costos de materiales y equipos, se ha optado por trabajar con los precios de la zona del proyecto.

En la Tabla 20, se muestra un resumen los costos de cada sistema para cada una de las siete etapas del proceso constructivo descritos en el capítulo 2. Además, en la Figura 73, se aprecia un gráfico de barras donde se puede visualizar mejor la diferencia de costos para cada etapa de ambos sistemas.

Tabla 20*Resumen del Presupuesto del RBS y de albañilería confinada*

ETAPAS	RBS			ACT		
	TOTAL	POR M2	%	TOTAL	POR M2	%
Trabajos Preliminares	1,093.23	25.41	2.62%	1,340.41	31.16	3.23%
Cimentación	2,480.50	57.66	5.95%	11,178.96	259.85	26.83%
Losa de Piso	1,155.82	26.87	2.77%	918.25	21.34	2.20%
Muro	20,893.22	485.66	50.14%	6,571.69	152.76	15.77%
Losa de Entrepiso	8,942.57	207.87	21.46%	7,632.86	177.43	18.32%
Inst. sanitarias y eléctricas	1,993.97	46.35	4.78%	1,993.97	46.35	4.78%
Acabados	5,114.00	118.87	12.27%	8,399.70	195.27	20.16%
TOTAL	41,673.31	968.70	100%	38,035.84	884.14	100%

Figura 73*Costo del RBS y de albañilería confinada por fases y total*

Como se observa, el costo de la vivienda con RBS es de S/.41,637.31, mientras que, con ACT es de S/. 38,035.84, lo cual indica que, como inversión inicial, la ACT resulta un 9.56 % más económico en comparación con el RBS. Esto representa un costo por m2 de la vivienda unifamiliar, S/ 968.70 para el RBS y de S/ 884.14 para la ACT.

Las diferencias de costos en cada una de las etapas del proceso constructivo, radican en la cimentación y los muros.

En la etapa de trabajos preliminares la ACT tiene un costo de S/.31.16/m2, lo que significa un aumento del 23% respecto del RBS, que tiene un costo de S/.25.41/m2. Sin embargo, el aumento se debe a partida de relleno con material propio.

En la etapa de cimentación, la ACT tiene un costo de S/.259.85 /m2, lo que significa un aumento del 350% respecto del RBS el cual tiene un costo de S/.57.66/m2. Esto se debe al

mayor número de elementos estructurales como las zapatas, cimientos corridos, sobrecimientos y columnas en la ACT, que implica un mayor consumo de materiales, a comparación de la cimentación del RBS que solo consiste en cimientos corridos.

En la etapa de losa de piso, el RBS tiene un costo de S/.26.87/m² lo que representa un costo mayor del 26% en comparación con la ACT, que tiene un costo de S/. 21.34/m² para esta etapa. Esta diferencia se explica principalmente por las particularidades de cada proceso y el área de vaciado que es mayor en el RBS.

En la etapa de muros, el RBS tiene un costo de S/. 485.66/m² lo que representa un costo mayor del 217% en comparación con la ACT, que tiene un alcance de S/. 152.76/m². Este aumento se debe principalmente al uso de paneles de PVC que son importados y la incorporación del refuerzo de acero en la estructura RBS, elevando su costo por metro cuadrado para esta fase, mientras que la ACT emplea materiales locales como ladrillo y el concreto de columnas.

El análisis de costos de la etapa de muros muestra que la elección de materiales tiene un impacto directo en el importe final. En el caso de RBS, el costo de esta etapa aumenta debido al uso de paneles de PVC, que es un material importado cuya fabricación es personalizada para cada proyecto, y se manufactura fuera del Perú, por lo que es necesario realizar una importación, ello se ve reflejado en su costo final de S/. 227.05/m² como se evidencia en el Apéndice J.

En la etapa de losa de entrepiso, el RBS con un costo de S/.207.87 /m² superior en un 64% en relación a ACT cuyo costo es de S/.177.43/m². Esto se explica porque el RBS, tiene un vaciado de concreto monolítico e incluye losa (2.82 m³) y muros (4.41 m³). Sin embargo, el uso de sistema viga acero compensa el costo elevado, resultando en un monto de S/.158.64/m², excluyendo el costo del vaciado de los muros mientras que la losa de entrepiso de ACT es de S/.177.43/m². Es importante notar que las partidas del sistema VIGACERO son únicas y se ajustan a las características específicas de este sistema, lo que explica las diferencias en los costos respecto a la ACT.

En la etapa de instalaciones eléctricas y sanitarias, el costo unitario y el metrado fue el mismo para ambos sistemas.

Finalmente, en la etapa de acabados, la ACT presentó un costo de S/.195.25/m² debido a la necesidad de realizar trabajos de tarrajeo y pintura en una mayor superficie, lo que indica un incremento del 64% en relación al RBS cuyos acabados se limitan al techo considerando las actividades comunes a ambos sistemas, por el cual su costo ascendió a S/ 118.87 /m².

4.3 Comparación de costos por recursos requeridos

La estimación de cantidades de ambos sistemas se hizo luego de desglosar actividades, identificar recursos necesarios y calcular cantidades requeridas. Para el RBS se usó la información del proyecto y para el sistema de la ACT se ha considerado el mismo proyecto asumiendo los recursos y materiales propios de este sistema con datos históricos de la zona, con lo cual se ajustan y se revisan las estimaciones para garantizar la precisión y eficacia del plan de ejecución.

4.3.1 Herramientas y equipos

Las herramientas empleadas en el proyecto Vivienda Unifamiliar VMT con RBS y del ACT son prácticamente los mismos, pero en el RBS hay un menor número de elementos requeridos, como el buggie, la palana y el aceite para el encofrado, debido a la menor cantidad de personal.

Como se puede apreciar en la Tabla 21, durante el proceso constructivo de una vivienda con RBS se trabaja con las mismas herramientas usadas en la construcción de una vivienda con ACT. Sin embargo, hay algún menor número requerido para el RBS por la menor cantidad de personal involucrado.

Tabla 21

Herramientas del RBS y Sistema de albañilería confinada

Ítem	Descripción	Unidad	RBS	ACT
			Cantidad	Cantidad
1	Wincha	und	1	1
2	Tiralíneas	und	1	1
3	Nivel	und	1	1
4	Bugui	und	3	4
5	Palana	und	3	4
6	Sierra	und	1	1
7	Martillo	und	1	1
8	Tortol	und	1	1
9	Escalera tipo tijera	und	1	1
10	Martillo de goma	und	1	1
11	SERRUCHO	und	1	1
12	Espatula	und	1	1
13	Badilejo	und	1	1
14	Atornillador	und	1	1
15	Taladro	und	1	1
16	Alicate	und	1	1
17	Cortador de cerámica	und	1	1
18	Cinta métrica	und	1	1
19	Escuadra	und	1	-
20	Plomada	und	1	1
21	Pistola de agua caliente	und	1	-
22	Escoba	und	1	1
23	Rodillo	und	1	2
24	Brocha	und	1	1
25	Pincel	und	1	1
26	Lata aceitera	und	3	5
27	Escoba	und	1	1

En cuanto a los equipos empleados en el proyecto con RBS y con ACT (Tabla 22), se puede decir que son muy similares, existen equipos que se usan para la ejecución de ambos sistemas tales como: el apisonador con motor, la tronadora y la mezcladora. No obstante, el RBS incorpora equipos específicos como el esmeril, utilizado para realizar cortes en los paneles de PVC, y a la vez usado para cortar y obtener dimensiones precisas en las planchas de fibrocemento, optimizando así los tiempos de ejecución.

Tabla 22*Equipos del RBS y sistema de albañilería confinada*

Ítem	Descripción	Unidad	RBS	Cantidad	ACT
1	Vibrador de Concreto Encastre: 8 mm Diámetro: 35 mm Potencia: 4 HP Velocidad de vibración: 16000 vpm	hm	0		6.23
2	Mezcladora de concreto Capacidad: 11 P3 Giro tolva: 360° Revolución: 1740 rpm Producción: 5 - 6 m3/h	hm	7.45		10.09
3	Tronzadora Potencia: 2400W Velocidad: 3800 rpm Diámetro del disco: 35.5 cm	hm	10.25		35.78
4	Esmeril Angular Potencia: 710W Velocidad: 12000 Diámetro de disco: 115 mm	hm	9.99		0
5	Apisonador con motor Potencia: 3 HP Fuerza de impacto: 13 KN Golpes por minuto: 695 ipm Amplitud del salto: 40 - 85 mm	hm	2.87		2.87

El apisonador con motor, usado para la preparación del terreno, no varía en las horas de uso para ambos sistemas ya que tienen la misma área a intervenir.

La mezcladora de concreto, sirve para preparar un concreto de acuerdo a la resistencia y dosificación establecida según diseño. El índice de uso de la mezcladora para ACT es mayor en horas máquina respecto al RBS, debido a la cantidad de elementos estructurales a ejecutar.

El vibrador sirve para eliminar restos de aire en forma de burbuja que se generan en el proceso de secado y de esa manera, evitar la formación de cangrejeras. En ACT, su uso es puntual y se concentra en elementos estructurales específicos, como las columnas o el techo, reduciendo el tiempo de operación en comparación con la mezcladora. Por otro lado, en el RBS, el uso de la vibradora no es viable debido al espesor reducido de los muros y a la disposición de los aceros horizontales y verticales dentro de ellos, lo que impide su adecuado funcionamiento.

La tronzadora, usada para seccionar las varillas de acero en el largo definido de acuerdo al diseño, tiene un índice de uso mayor para ACT debido a que cuenta con una mayor cuantía de acero por el número de elementos estructurales presentes.

4.3.2 Materiales

La Tabla 23 detalla las cantidades de cada material del sistema constructivo, obtenidas a partir del metrado y los datos proporcionados por el software S10.

Tabla 23*Materiales del RBS y Sistema de albañilería confinada*

Ítem	Descripción	Unidad	RBS	ACT
1	Cemento Portland tipo I	bls	106,00	197,00
2	Arena gruesa	m3	3,76	9,74
3	Hormigón	m3	13,54	9,32 0
4	Piedra chancada	m3	3,62	8,02
5	Piedra mediana	m3	4,77	2,55
6	Filler	kg	7,97	-
7	Arena fina	m3	-	2,60
8	Crucetas de plástico 3mm - 200 und	bls	1,00	1,00
9	Fragua 1 Kg	bls	11,00	10,00
10	Pegamento en polvo 25 Kg	bls	7,00	7,00
11	Yeso 2 kg	bls	2,58	2,58
12	Malla de acero 6 mm	kg	127,34	-
13	Acero corrugado ½"	kg	83,13	497,95
14	Acero corrugado 8 mm	kg	259,49	-
15	Acero corrugado ⅝"	kg	-	325,24
16	Acero corrugado 1/4"	kg	-	40,21
17	Acero corrugado 3/8"	kg	-	319,4
18	Alambre N° 16	kg	36,03	69,63
19	Alambre N° 8	kg	-	13,78
20	Clavos de 3"	kg	8,30	18,17
21	Cordel	m	2,58	2,58
22	Tubería PVC - SAP Ø20mm	m	57,53	57,53
23	Tubo 2" PVC	m	6,20	6,20
24	Tubo 4" PVC	m	17,96	17,96
25	Tubo PVC Ø1/2"	m	16,71	16,71
26	Viguetas de acero galvanizado	m	57,35	-
27	Piso cerámico 30x30 cm	m2	42,80	39,86
28	Ladrillo de arcilla hueco 15x30x30 cm	pz	-	260,40
29	Ladrillo King Kong 24x13x9 cm	pz	-	2.228,07
30	Cajas cuadradas de 100x100x50mm	und	3,00	3,00
31	Cajas octogonales 4x4"	und	5,00	5,00
32	Cajas rectangulares 4x2"	und	11,00	11,00
33	Casetones de poliestireno expandido	und	52,00	-
34	Cinta aislante	und	2,00	2,00
35	Codo 45° PVC Ø2"	und	2,00	2,00
36	Codo 90° PVC Ø1/2"	und	13,00	13,00
37	Codo 90° PVC Ø2"	und	4,00	4,00
38	Codo 90° PVC Ø4"	und	1,00	1,00
39	Curva PVC - SAP Ø20mm	und	49,00	49,00
40	Focos ahorradores	und	5,00	5,00
41	Inodoro One Piece	und	1,00	1,00
42	Interruptores	und	5,00	5,00
43	Lavadero universal	und	1,00	1,00

44	Puerta de madera	und	4,00	4,00
45	Reducción PVC Ø4"-Ø2"	und	2,00	2,00
47	Tablero 12 polos	und	1,00	1,00
48	Tee PVC Ø1/2"	und	2,00	2,00
49	Tee PVC Ø2"	und	2,00	2,00
50	Teflón	und	2,00	2,00
51	Tiza	und	4,00	4,00
52	Tomacorrientes	und	6,00	6,00
53	Trampa PVC P Ø 2" con registro	und	1,00	1,00
54	Unión universal PVC Ø1/2"	und	2,00	2,00
55	Válvula esférica de bronce Ø1/2"	und	1,00	1,00
56	Ventana de aluminio	und	4,00	4,00
57	Yee con reducción PVC Ø4"-Ø2"	und	2,00	2,00
58	Yee PVC Ø 4"	und	2,00	2,00
59	Yee PVC Ø2"	und	3,00	3,00
60	Tornillo autopercutor punta broca	mll	0,20	-
61	Fibrocemento 6mm (1.22mx2.44)	und	14,00	-
62	Masilla para juntas (5 kg)	und	2,00	-
63	RBS - Panel conector	und	121,00	-
64	RBS - Conector 2 vías	und	5,00	-
65	RBS - Esquinero	und	7,00	-
66	RBS - Tee 64	und	6,00	-
67	RBS - Unión B	und	17,00	-
68	RBS - Starter	und	2,00	-
69	RBS - Unión A	und	7,00	-
70	RBS - Marco básico	m	35,45	-
71	RBS - Marco andino	m	35,45	-
72	Madera Tornillo	pie2	176,54	675,63
73	Pintura látex interiores	gal	1,63	6,31
74	Pintura imprimante blanca	gal	1,63	6,31
75	Cinta de papel (75 m)	und	2,00	-
76	Cable THW # 12 AWG	m	57,52	57,53

De acuerdo con estos datos, la ACT exhibe un inventario de materiales más extenso y a la vez cantidad unitaria mayor en comparación con el RBS. Es importante señalar que los componentes vinculados a las instalaciones mantienen una paridad cuantitativa, dado que ambos sistemas comparten una configuración de diseño y un metrado idénticos.

El análisis comparativo de cantidades mostrado en la Tabla 24 revela una significativa diferencia en el consumo de *cemento, acero y agregados*, respecto a materiales que son usados en ambos sistemas.

Tabla 24

Comparación de cemento, acero y agregados del RBS y de albañilería confinada para cada etapa

ETAPAS	Cemento bls		Agregados m3		Acero Kg	
	RBS	ACT	RBS	ACT	RBS	ACT
Cimentación	29	98	13.02	16.47	62.4	663.67
Losa de Piso	16	14	5.29	4.67	0	0
Muro	37	34	4.63	4.43	280.23	0
Losa de Entrepiso	24	32	2.96	04.04	351.96	519.13
Acabados	0	19	0	2.6	0	0
Total	106	197	25.91	30.38	694.59	1182.8

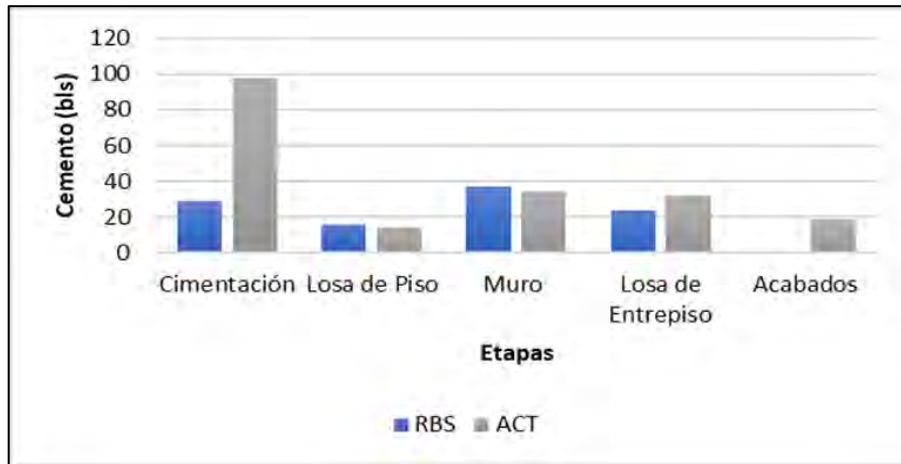
En la Figura 74 se observan las variaciones de cemento respecto a ambos sistemas. En la etapa de cimentación, el RBS estas variaciones se atribuyen principalmente a que el diseño solo contempla el uso de cimientos corridos, mientras que, en la ACT, considera zapatas, cimientos corridos y sobrecimientos, lo que aumenta el uso del cemento en un 217%.

En la losa de piso, el uso de cemento es mayor en un 14% para RBS, por abarcar el área total, como se observa en la Figura 70, donde se muestran las superficies correspondientes a cada caso: 43.02 m² para RBS y 37.90 m² para ACT.

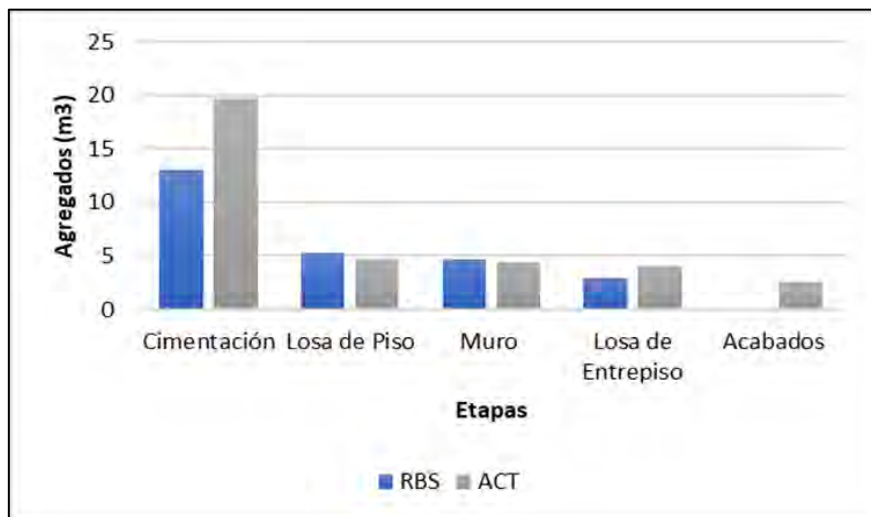
En los muros, se considera el concreto del panel RBS, con un volumen de 4.41 m³, cuyo gasto de material es mayor en este sistema, en un 9% en comparación con ACT cuyo destino de cemento va al mortero empleado para el asentado de ladrillos (1.39 m³) y a las columnas (2.44 m²).

En la losa de entrepiso, el uso de cemento también significa una diferencia. Debido al sistema VIGACERO hay una reducción en el número de viguetas del techo aligerado a causa del mayor tamaño de los casetones que se emplean, por lo tanto, menor espacio que llenar con el concreto y una reducción de 33% en el número de bolsas de cemento.

En los acabados, al emplear el RBS que funciona como un encofrado permanente, no se necesita de un tarrajeo adicional para los muros por lo cual no se consume cemento, mientras que, para la losa de entrepiso, al emplear el sistema VIGACERO, el tarrajeo convencional fue reemplazado por el uso de la plancha de fibrocemento (40.76 m²).

Figura 74*Cantidad de cemento del RBS y ACT*

En la Figura 75, se muestra el consumo total de agregados a lo largo de las diferentes etapas constructivas. Este valor, que incluye arena fina, arena gruesa, filler, piedra mediana y piedra chancada, varía según la dosificación específica de cada partida de concreto. Es decir, a mayor cantidad de concreto, mayor será el consumo de agregados. Sin embargo, en términos generales, el RBS tiene un consumo de agregados del 25% menor al ACT.

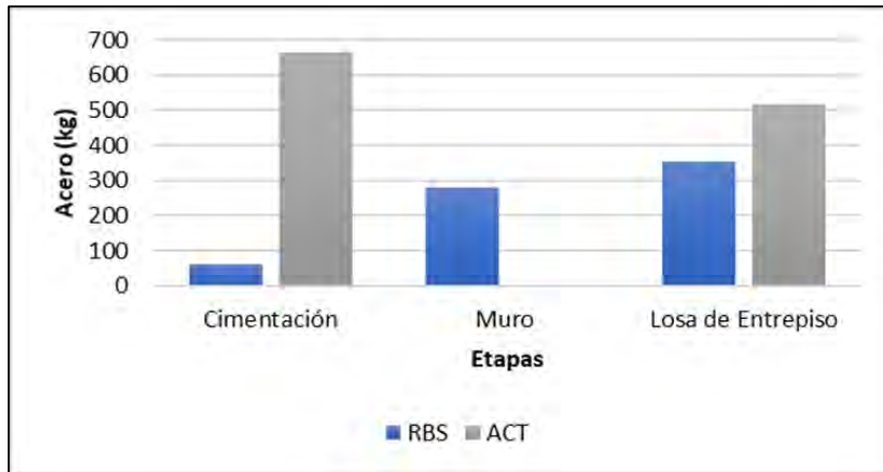
Figura 75*Cantidad de agregado del RBS y ACT*

La Figura 76 presenta la evolución del consumo de acero para las siete etapas. Se observa un consumo significativamente mayor de acero en la etapa de cimentación de la ACT debido a la necesidad de armar las zapatas individuales, cada una de las cuales requiere una malla de refuerzo completa. En contraste, el RBS presenta un consumo menor en un 963% respecto a la ACT, ya que el cimiento corrido utiliza principalmente anclajes para la proyección del acero vertical. Esta proyección se ejecuta en la etapa de muros donde también se requiere

acero horizontal. Por otro lado, las varillas de acero de refuerzo que se encuentran en las viguetas de concreto no se usan en el sistema VIGACERO debido a que se consideran viguetas de acero galvanizado. Estas viguetas, consideradas en la sumatoria reflejada en la Tabla 24, junto con la malla de temperatura de acero de 6 mm permiten una optimización en el consumo de acero, alcanzando una reducción del 47%.

Figura 76

Cantidad de acero del RBS y ACT



La comparación de los materiales y su disposición para la losa de entrepiso revela diferencias significativas según las comparaciones mostrada en la Tabla 25.

Tabla 25

Comparación de elementos de la losa del Sistema VIGACERO y de albañilería confinada

	Losa e=20 cm	
	SISTEMA VIGACERO	ACT
Concreto (m ³ /m ²)	0.062	0.09
Ladrillo/Casetón (und/m ²)	1.33	8
Acero (kg/m ²)	8.18	12.07
TOTAL (Kg/m ²)	155.30	300.00

En términos de volumen, la ACT requiere un 31% más de concreto debido a su mayor área de vaciado. El RBS, al emplear casetones de mayor tamaño ocupa un 83.37% más de área comparado con el ladrillo. Respecto al acero, la ACT presenta un incremento del 32% en su consumo debido a la presencia de losas, vigas y las viguetas de concreto reforzadas con acero. En contraste, el acero en el sistema VIGACERO se concentra principalmente en las viguetas prefabricadas y en la malla electrosoldada.

El RBS también presenta una reducción significativa en el consumo de madera tornillo. La eliminación de elementos estructurales como sobrecimientos y zapatas disminuye el uso de encofrado y el gasto en madera tornillo. La madera para el apuntalamiento de los muros, reduce

el consumo total de madera tornillo, debido a la simplificación del encofrado de la losa de entepiso, donde solo se utilizan tablonces perimetrales y algunos puntales.

Otro aspecto diferenciador radica en los acabados. El uso de la pintura bajó un 74% en el RBS, que cuenta con un acabado propio que elimina la necesidad de aplicar pintura en las paredes, a diferencia de la ACT. En el caso del techo, aunque la aplicación de pintura en el sistema VIGACERO sea opcional, se utilizó principalmente para mejorar la estética final luego de la instalación de las planchas de fibrocemento.

4.3.3 Mano de obra

Para la ejecución de la vivienda de RBS, se contó con una cuadrilla base de 4 trabajadores (1 operario, 1 oficial y 2 peones). Esta cuadrilla se encargó de desarrollar diversas tareas de manera simultánea durante todo el proceso constructivo. Para el vaciado de muros y losa de RBS se requirió de 2 peones más. Para la vivienda de ACT se estimó la misma cuadrilla con el objetivo de comparar el rendimiento de ambos sistemas mostrados en la Tabla 26.

Tabla 26

Rendimientos del RBS y albañilería confinada

Partida	Rendimiento (Unidad/ Jornal)			
	RBS		ACT	
Trabajos preliminares				
Limpieza del terreno	344	m2/día	344	m2/día
Trazo y replanteo	344	m2/día	344	m2/día
Nivelación de terreno	115	m2/día	115	m2/día
Excavación para cimientos	7	m3/día	7	m3/día
Relleno con material propio			27	m3/día
Eliminación de material excedente	7	m3/día	7	m3/día
Cimentación				
Acero en zapata			608	kg/día
Acero en columnas			253	kg/día
Encofrado y desencofrado de zapata			25	m2/día
Concreto en zapata f'c=210 kg/cm ²			24	m2/día
Acero en cimiento corrido	233	kg/día		
Concreto en cimiento corrido 1:10+30% P.M	22	m3/día	33	m3/día
Encofrado y desencofrado de sobrecimiento			19	m3/día
Concreto en sobrecimiento 1:8+25% P.M e=0.15			7	m2/día
Losa de Piso				
Encofrado y desencofrado de losa	15	m2/día	15	m2/día
Concreto de losa 1:12	23	m3/día	23	m3/día
Muros				
Replanteo y colocación de guías	194	m/día		
Instalación de acero vertical	237	kg/día		
Instalación de paneles e=64mm	116	m2/día		
Muro de albañilería			11	m2/día
Instalación de marcos	94	m/día		
Cortes en los paneles	50	m/día		
Instalación de acero horizontal	228	kg/día		
Refuerzo temporal de muros	96	m/día		
Encofrado y desencofrado de columna			20	m2/día
Concreto en columnas f'c= 210 Kg/cm			8	m3/día
Losa de entepiso				

Apuntamiento y friso de techo aligerado	30	m2/día		
Encofrado y desencofrado de techo aligerado			20	m2/día
Colocación de viguetas prefabricadas de acero	218	m/día		
Encofrado y desencofrado de vigas			21	m2/día
Montaje de casetones de polietileno expandido (EPS)	277	und/día		
Ladrillo de techo			1323	pz/día
Colocación de malla electrosoldada	407	kg/día		
Acero en vigas			248	kg/día
Armadura de techo			255	kg/día
Concreto de muros y losa de entrepiso $f'c=210$ kg/cm2	10	m3/día		
Concreto de vigas y losa de entrepiso $f'c=210$ kg/cm2			8	m3/día
Instalaciones sanitarias y eléctricas				
Instalaciones sanitarias - desagüe	49	m/día	49	m/día
Instalaciones sanitarias - agua	53	m/día	53	m/día
Instalaciones eléctricas	101	m/día	101	m/día
Acabados				
Tarrajeo en interiores y exteriores			32	m2/día
Vestidura de derrames			18	m2/día
Falso cielo raso con plancha de fibrocemento	58	m2/día		
Pintura de cieloraso	33	m2/día	33	m2/día
Pintura de muros			38	m2/día
Piso cerámico	41	m2/día	41	m2/día
Suministro e instalación de puertas	9	und/día	9	und/día
Suministro e instalación de ventanas	9	und/día	9	und/día
Colocación de aparatos sanitarios	9	pz/día	9	pz/día
Conexión y colocación de aparatos eléctricos	20	ptos/día	20	ptos/día
Limpieza periódica y final de obra	43	ptos/día	43	ptos/día

Los rendimientos para cada partida del RBS se calcularon de lo observado en obra, mientras que los de ACT se estimaron a partir de un proyecto similar. En las partidas comunes a ambos sistemas se mantuvieron los rendimientos medidos en campo para el RBS

El horario laboral fue de 48 horas semanales, 8 horas de lunes a sábado dando como resultados, los que se muestran en la Tabla 27.

Tabla 27

Horas hombre de la mano de obra del RBS y albañilería confinada

Mano de obra	RBS (hh)	ACT (hh)
Operario	98.51	215.59
Oficial	35.24	172.09
Peón	133.94	178.56
Total	267.68	566.44

En líneas generales y considerando las diferencias y similitudes, el RBS supone así la mitad de las horas hombre invertidas en la ACT. Esta mayor eficiencia se traduce en ahorros económicos directos, al disminuir los costos laborales del proyecto, así como una mayor producción en un mismo periodo

En la siguiente Tabla 28 se detalla el costo directo que se tuvo por recurso requerido de mano de obra, materiales y equipos para cada uno de los sistemas. Estos datos, obtenidos a partir del programa S10 (Apéndice F), para una visión precisa de los gastos incurridos en cada componente.

Tabla 28

Resumen de precios de los recursos requeridos

	RBS	ACT
Mano de obra	S/.6,248.63	S/.13,482.05
Materiales	S/.35,016.71	S/.23,678.19
Equipos	S/.407.97	S/.875.72
Total	S/.41,673.31	S/.38,035.84

Respecto a la mano de obra, se observa que representa un 15% y 36% para el RBS y la ACT, respectivamente. El RBS al tener menor tiempo de ejecución, las horas de trabajo de mano de obra son menores y por tanto los costos se reducen. En cambio, en la ACT sucede lo contrario, pues, más tiempo, más horas de trabajo y finalmente mayores costos.

En cuanto a materiales en el RBS representa el 84% del costo total en comparación con el 62% de su equivalente en la ACT. Estos índices están relacionados con el hecho que ACT requiere un mayor porcentaje en mano de obra calificada, por ser de mayor complejidad y tiempo de ejecución como se mencionó anteriormente. También los materiales de RBS indican un mayor presupuesto debido a los paneles de PVC que son importados e impacta directamente en los costos, mientras que los materiales de la ACT son de alcance local.

Para los equipos y herramientas, el porcentaje representa el 2% del total en ACT, contra un 1% del RBS. Esto se debe a que las actividades requerían una mayor manipulación de materiales: concreto y acero, lo que implica un uso continuo de equipos específicos, como es el caso del vibrador y la mezcladora, lo que incluye un mayor costo, mientras que en RBS, al no requerir el vibrador e incorporar equipos como el esmeril, otorga una eficiencia en las actividades, agiliza tareas, reducen tiempos y por ende costos.

4.4 Comparación de tiempo de ejecución de las actividades del proyecto

Usando los rendimientos calculados a partir de los tiempos (días) observados en obra para cada partida del RBS (Tabla 26), se elaboró con MS Project el cronograma detallado (Apéndice H.1). Para el cronograma de ACT (Apéndice H.2), se utilizaron los rendimientos del sistema tradicional. En las partidas comunes a ambos sistemas se mantuvieron los valores medidos en campo para el RBS. En la Tabla 29 está el resumen del tiempo en días.

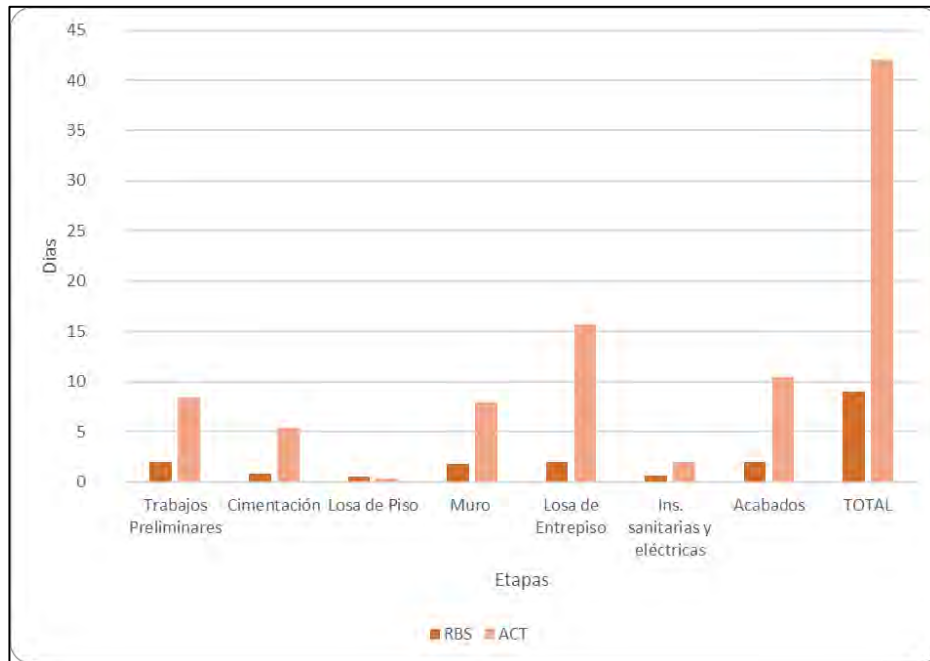
Tabla 29*Programación de obra en base a días del RBS y sistema de albañilería confinada*

Partida	Días	
	RBS	ACT
Trabajos preliminares	2.0	8.4
Limpieza del terreno	0.1	0.1
Trazo y replanteo	0.1	0.1
Nivelación de terreno	0.4	0.4
Excavación para cimientos	1.4	2.0
Relleno con material propio		0.4
Eliminación de material excedente	1.4	0.8
Cimentación	0.8	5.4
Acero en zapata		0.5
Acero en columnas		1.3
Encofrado y desencofrado de zapata		1.1
Concreto en zapata f'c=210 kg/cm2		0.4
Acero en cimiento corrido	0.3	
Concreto en cimiento corrido 1:10+30% P.M	0.5	0.2
Encofrado y desencofrado de sobrecimiento		0.6
Concreto en sobrecimiento 1:8+25% P.M e=0.15		0.3
Losa de Piso	0.5	0.3
Encofrado y desencofrado de losa	0.3	0.1
Concreto de losa 1:12	0.2	0.2
Instalación de paneles e=64mm	0.6	
Replanteo y colocación de guías	0.2	
Instalación de acero vertical	0.6	
Muro de albañilería		5.0
Instalación de marcos	0.4	
Cortes en los paneles	0.1	
Instalación de acero horizontal	0.6	
Refuerzo temporal de muros	0.4	
Encofrado y desencofrado de columna		1.8
Concreto en columnas f'c= 210 Kg/cm		0.3
Losa de entrepiso	2.0	15.7
Apuntalamiento y friso de techo aligerado	0.7	
Encofrado y desencofrado de techo aligerado		1.5
Colocación de viguetas prefabricadas de acero	0.3	
Encofrado y desencofrado de vigas		0.1
Montaje de casetones de polietileno expandido (EPS)	0.2	
Ladrillo de techo		0.2
Colocación de malla electrosoldada	0.3	
Acero en vigas		1.4
Armadura de techo		0.6
Concreto de muros y losa de entrepiso f'c=210 kg/cm2	0.8	
Concreto de vigas y losa de entrepiso f'c=210 kg/cm2		0.5
Instalaciones sanitarias y eléctricas	0.6	2.0
Instalaciones sanitarias - desagüe	0.4	0.4
Instalaciones sanitarias - agua	0.3	0.3
Instalaciones eléctricas	0.6	0.6
Acabados	2.0	10.5
Tarrajeo en interiores y exteriores		5.1
Vestidura de derrames		2.1
Falso cielo raso con plancha de fibrocemento	0.7	
Pintura de cieloraso	1.3	2.4
Pintura de muros		2.4
Piso cerámico	1.0	1.0
Suministro e instalación de puertas	0.4	0.4
Suministro e instalación de ventanas	0.4	0.4
Colocación de aparatos sanitarios	0.4	0.4
Conexión y colocación de aparatos eléctricos	0.8	0.8
Limpieza periódica y final de obra	1.0	1.0

Para una comparación detallada, se descompondrá el proceso constructivo en etapas, evaluando el tiempo empleado en cada una como se visualiza Figura 77.

Figura 77

Tiempo de ejecución RBS y de la albañilería confinada



En la etapa de *Trabajos Preliminares*, ambos sistemas comparten la mayoría de las actividades y la misma duración puesto que corresponden a tareas genéricas del proyecto constructivo. En este caso en particular, el RBS elimina la partida de relleno con material propio, debido a los niveles del cimiento y la losa de piso; mientras que para la ACT el relleno cuenta con una duración estimada de 0.4 días y se realiza después del vaciado de concreto del sobrecimiento. Sin embargo, la diferencia es de 0.6 días por lo que no se considera significativa.

En la etapa de *cimentación*, el RBS presenta un plazo de ejecución de 0.8 días, mientras que la ACT demanda un tiempo considerablemente mayor debido al aumento del número de partidas por cada elemento estructural. El RBS se limita a la construcción del cimiento corrido, mientras que, la ACT, al requerir de sobrecimientos, zapatas y cimientos corridos, demanda una ejecución más compleja, ya que cada uno de estos elementos implica procesos independientes de armado, encofrado y vaciado, lo que se traduce en un aumento de 5.4 días en la ejecución de esta etapa.

En lo que respecta a la etapa de *losa de piso*, ambos sistemas presentan una duración aproximada de 0.5 días para RBS y 0.3 para ACT, dado que el proceso constructivo en sí es prácticamente idéntico. La principal diferencia radica en la secuencia constructiva general. En el RBS, la losa se construye después de finalizada la cimentación, mientras que en la ACT esta etapa se programa después del desencofrado de la losa de techo.

En la etapa de *muros*, el RBS presenta un plazo de ejecución de 2 días, mientras que la ACT demanda 7.9 días. Esta diferencia se explica por la naturaleza de las actividades

involucradas. El RBS, al utilizar paneles prefabricados de PVC y refuerzos, simplifica el proceso constructivo y reduce el tiempo de la mano de obra. Por su parte, la ACT implica tareas más laboriosas como el mezclado de mortero, el asentado de ladrillos y la colocación de refuerzos, lo que se traduce en un mayor tiempo de ejecución. Adicionalmente, la inclusión de columnas y encofrado en este sistema incrementa la complejidad y duración de esta etapa.

La etapa de la *losa de entrepiso* evidencia una clara diferencia en los tiempos de ejecución entre ambos sistemas. El sistema VIGACERO, con un tiempo de ejecución de 2 días, es 8 veces más rápido en comparación con el ACT, que demanda aproximadamente 15.56 días. La ACT, con un tiempo de ejecución significativamente mayor, requiere de un encofrado más elaborado, con la colocación de tablonos y pies derechos para cada vigueta, además del tiempo para curar y desencofrar la losa. Además, el uso de ladrillos para aligerar la losa añade complejidad al proceso. El tiempo de curado y desencofrado del concreto en este sistema es considerablemente más prolongado, lo que retrasa las siguientes etapas constructivas. Para el proyecto de vivienda en estudio se ha considerado el sistema VIGACERO como solución sin que eso signifique que sea exclusivo de este sistema, pudiendo ejecutarse en conjunto a otros sistemas constructivos como la ACT.

La etapa de *instalaciones sanitarias y eléctricas*, si bien presenta duraciones similares en ambos sistemas, revela diferencias en la flexibilidad de ejecución. En el RBS, la secuencia constructiva permite una mayor adaptabilidad porque las tuberías se instalan en los alvéolos que conforman el panel RBS en etapas tempranas antes del vaciado de concreto en muros y de la losa de entrepiso, lo que da como resultado una duración de 0.6 días, mientras que en la ACT, con una duración de 2 días, se dejan espacios libres en el muro de ladrillo para posteriormente colocar las tuberías de las instalaciones y luego ser vaciadas con concreto inicialmente, dejando los pases de las tuberías a nivel de la losa aligerada para continuar con las instalaciones en la losa aligerada previo al vaciado.

En la fase de *acabados*, el RBS demostró una mayor eficiencia, con una duración de 2 días. Consistió en la instalación de planchas de fibrocemento, el pintado de cielos rasos y trabajos de piso cerámico. Por su parte, el ACT requirió 10.5 días para completar la etapa de acabados. Las tareas se iniciaron con el tarrajeo de muros interiores y exteriores, seguido de la pintura. La necesidad de realizar estos trabajos previos a la instalación de puertas, ventanas y equipos sanitarios ralentiza el proceso constructivo.

Basados en los datos de rendimiento, recopilados en obra y tabulados (Tabla 28) se elaboraron los cronogramas (Apéndice H) cuyo Diagramas de Gantt se presenta en la Figura 78 y 79. Estas figuras ofrecen una representación visual del cronograma del proyecto, indicando la duración de cada actividad en días. Tomando como referencia el 3 de agosto de 2018 como fecha de inicio, los diagramas muestran tanto la fecha de inicio como la fecha de finalización estimada para cada tarea.

Figura 78

Diagrama Gantt de las actividades del RBS en días

SISTEMA RBS					Semana 1					Semana 2						
					03-Sep-18	04-Sep-18	05-Sep-18	06-Sep-18	07-Sep-18	08-Sep-18	10-Sep-18	11-Sep-18	12-Sep-18	13-Sep-18	14-Sep-18	15-Sep-18
ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	DIAS	COMIENZO	FIN	l	m	m	j	v	s	l	m	m	j	v	s
1 Trabajos Preliminares		2.0														
1.01	Limpieza del terreno	0.1	3-Set-18	3-Set-18	█											
1.02	Trazo y replanteo	0.1	3-Set-18	3-Set-18	█											
1.03	Nivelación del terreno	0.4	3-Set-18	3-Set-18	█	█										
1.04	Excavación para cimientos	1.4	3-Set-18	4-Set-18	█	█	█									
1.05	Eliminación de material excedente	1.4	3-Set-18	4-Set-18	█	█	█									
2 Cimentación		0.8														
2.01	Acero en cimiento corrido	0.3	5-Set-18	5-Set-18			█									
2.02	Concreto en cimiento corrido 1:10+30% P.M.	0.5	5-Set-18	5-Set-18			█									
3 Losa de Piso		0.5														
3.01	Encofrado y desencofrado de losa	0.3	5-Set-18	5-Set-18			█									
3.02	Concreto de losa 1.12	0.2	5-Set-18	5-Set-18			█									
4 Muro de RBS		1.8														
4.01	Replanteo y colocación de guías	0.2	6-Set-18	6-Set-18				█								
4.02	Instalación de acero vertical	0.6	6-Set-18	6-Set-18				█	█							
4.03	Instalación de paneles e=64mm	0.6	6-Set-18	7-Set-18				█	█							
4.04	Instalación de marcos RBS	0.4	7-Set-18	7-Set-18				█	█							
4.05	Cortes en los paneles	0.1	7-Set-18	7-Set-18				█	█							
4.06	Instalación de acero horizontal	0.6	6-Set-18	7-Set-18				█	█							
4.07	Refuerzo temporal de muros	0.4	7-Set-18	7-Set-18				█	█							
5 Losa de Entrepiso		2.0														
5.01	Apuntalamiento y friso de techo aligerado	0.7	7-Set-18	10-Set-18				█	█	█						
5.02	Colocación de viguetas prefabricadas de acero	0.3	10-Set-18	10-Set-18					█	█						
5.03	Montaje de casetones de poliestireno expandido (EPS)	0.2	10-Set-18	10-Set-18					█	█						
5.04	Colocación de malla electrosoldada	0.3	10-Set-18	10-Set-18						█	█					
5.05	Concreto de muros y de losa de entrepiso fc=210 kg/cm2	0.8	11-Set-18	11-Set-18							█	█				
6 Instalaciones sanitarias y eléctricas		0.6														
6.01	Instalaciones Sanitarias-Desagüe	0.4	3-Set-18	8-Set-18	█	█	█	█	█							
6.02	Instalaciones sanitarias-Agua	0.3	3-Set-18	10-Set-18	█	█	█	█	█							
6.03	Instalaciones eléctricas	0.6	3-Set-18	10-Set-18	█	█	█	█	█							
7 Acabados		2.0														
7.01	Falso cielo raso con plancha de fibrocemento	0.7	11-Set-18	11-Set-18							█	█				
7.02	Pintura para cielorrasos	1.3	11-Set-18	12-Set-18								█	█			
7.03	Piso cerámico	1.0	11-Set-18	11-Set-18							█	█				
7.04	Suministro e Instalacion de puertas	0.4	12-Set-18	12-Set-18									█	█		
7.05	Suministro e Instalacion de ventanas	0.4	12-Set-18	12-Set-18										█	█	
7.06	Colocación de aparatos sanitarios	0.4	12-Set-18	12-Set-18											█	█
7.07	Conexión y colocación de aparatos eléctricos	0.8	11-Set-18	11-Set-18							█	█				
7.08	Limpieza periódica y final de obra	1.0	11-Set-18	11-Set-18							█	█				

El análisis del cronograma revela una diferencia significativa en la duración de los procesos constructivos entre el RBS y la ACT. El primero, presenta un plazo de ejecución de 9 días, mientras que el segundo se extiende a 42 días, la cual representa una gran ventaja del RBS sobre la ACT, y podrá justificar el mayor costo de inversión.

4.5 Comparación cualitativa del proceso constructivo.

La comparación cualitativa entre ambos sistemas toma en cuenta el número o complejidad de las actividades, facilidad o dificultad de los procesos y la calidad final de la vivienda.

Para facilitar la comparación entre ambos sistemas se ha elaborado un cuadro donde se asigna un valor numérico a cada una de las partidas en cuanto al nivel de dificultad y la duración de las actividades involucradas en el proceso constructivo. Cada uno de los valores han sido asignados por los trabajadores mediante encuestas (Apéndice L). La Tabla 30 resume los resultados asignando una puntuación del 1 al 10, siendo 1 la menor dificultad y 10 la mayor.

Para determinar la dificultad de cada actividad, se consideró tanto la cantidad de mano de obra requerida como el rendimiento obtenido. La actividad que requirió la mayor cantidad de trabajadores y presentó un menor rendimiento, independientemente del sistema constructivo, recibió la puntuación máxima. Para determinar la puntuación en base al tiempo, se le asignó la máxima puntuación a la actividad de mayor duración entre ambos sistemas, y el resto de actividades se han puntuado de forma relativa, lo que permite una comparación directa de la duración de cada tarea.

Tabla 30

Grado de dificultad en las partidas del RBS y albañilería confinada

Partida	Grado de dificultad	
	RBS	ACT
Trabajos preliminares		
Limpieza del terreno	1	1
Trazo y replanteo	1	1
Nivelación de terreno	1	1
Excavación para cimientos	4	5
Relleno con material propio	-	2
Eliminación de material excedente	2	3
Cimentación		
Encofrado y desencofrado de zapata	-	5
Acero en zapata	-	4
Concreto en zapata	-	4
Acero en cimiento corrido	3	-
Concreto en cimiento corrido 1:10+30% P.M.	4	4
Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	-	5
Concreto en sobrecimiento	-	4
Losa de piso		
Encofrado y desencofrado de losa	3	3
Concreto de losa	4	4
Muros		
Replanteo y colocación de guías	2	-
Instalación de acero vertical	5	-
Instalación de paneles e=64mm	3	-

Muro de albañilería	-	5
Instalación de marcos	1	-
Cortes en los paneles	6	-
Instalación de acero horizontal	5	-
Refuerzo temporal de muros	4	-
Encofrado y desencofrado de columna	-	8
Concreto en columna	-	7
Losa de entrepiso		
Encofrado y desencofrado de techo aligerado	6	10
Colocación de viguetas prefabricadas de acero	3	-
Encofrado y desencofrado de vigas	-	8
Montaje de casetones de polietileno expandido (EPS)	3	-
Ladrillo de techo	-	6
Colocación de malla electrosoldada	4	-
Armadura de techo	-	4
Concreto de muros y losa de entrepiso	9	-
Concreto de vigas y losa de entrepiso $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	-	7
Instalaciones sanitarias y eléctricas		
Instalaciones sanitarias - desagüe	2	2
Instalaciones sanitarias - agua	2	2
Instalaciones eléctricas	2	2
Acabados		
Tarrajeo en interiores y exteriores	-	4
Vestidura de derrames	-	0
Falso cielo raso con plancha de fibrocemento	4	-
Pintura de cieloraso	3	3
Pintura de muros	-	4
Piso cerámico	3	3
Suministro e instalación de puertas	1	1
Suministro e instalación de ventanas	1	1
Colocación de aparatos sanitarios	1	1
Conexión y colocación de aparatos eléctricos	1	1

Se aprecia que, en la etapa de trabajos preliminares, la mayoría de actividades son similares en ambos sistemas. La diferencia radica principalmente en 2 partidas: excavación de cimientos y relleno con material propio. Esto es consecuencia del diseño de la cimentación con cada sistema. Para el caso del RBS la excavación para cimientos es de 0.70 m de altura, en tanto que para la ACT es de 1.00 m. Esta diferencia de profundidades implica mayor riesgo, ya que a medida que se aumenta la profundidad, se incrementa la posibilidad de derrumbes, además se requiere más 5HH adicionales. Por otro lado, los cimientos en RBS tienen una altura de 0.70 m de altura, lo que significa que los cimientos corridos llegan hasta el NTN +0.00, mientras que en la ACT los cimientos y zapatas tienen una altura de 0.70 m y 0.60 m respectivamente, y esto implica un relleno en las zanjas después del vaciado de cimientos para llegar al NTN +0.00. Esto implica un tiempo con zanjas abiertas hasta terminar el vaciado de los sobrecimientos, con el riesgo de accidentes o las limitaciones en el espacio de circulación del personal de trabajo.

En cuanto a la cimentación, como ya se mencionó anteriormente, existe un mayor número de elementos estructurales en la ACT como lo son las columnas, zapatas, cimientos corridos y sobrecimientos, en tanto que en el RBS solo existe el cimiento corrido. Esta disminución de elementos estructurales significa una reducción de 28.5 HH de trabajo, en el que están incluidas las diferentes actividades asociadas a cada uno de los elementos estructurales.

Aunque la etapa de losa de entrepiso se ejecuta en diferentes momentos del proceso constructivo, las actividades involucradas son esencialmente las mismas y presentan un nivel de dificultad similar. La principal diferencia radica en el área de trabajo, siendo menor en la ACT, por la presencia de los muros. Debido a esto, el encofrado y vaciado de concreto se realiza por cada ambiente de la vivienda. Sin embargo, esta diferencia no impacta significativamente las horas hombre invertidas. Por tanto, a pesar de las diferencias en el alcance de las labores, la dificultad intrínseca de la etapa de losa de piso es comparable en ambos sistemas.

En la etapa de muros es donde se encuentran las mayores diferencias entre ambos sistemas. El RBS implica una mayor cantidad de actividades, pero con menos horas hombre, a diferencia de la ACT que tiene menos actividades, pero con una mayor cantidad de horas hombre. La diferencia en el tiempo de ejecución se debe principalmente al rendimiento de la cuadrilla del RBS, que realiza un trabajo más mecanizado por tratarse de paneles prefabricados que se ensamblan en el sitio. En contraste, la ACT implica un trabajo más manual y artesanal, con tareas como el mezclado del mortero y el asentado de ladrillos, que requieren mayor tiempo. Esta diferencia implica una reducción de aproximadamente 0.60 HH/m². En cuanto a la dificultad, ambos sistemas presentan riesgos inherentes a la ejecución de los muros. Si bien la Tabla 30 detalla que el RBS conlleva el riesgo de caída de paneles por una instalación inadecuada, la ACT no está exenta de riesgos, como los derrumbes parciales de muros o accidentes por el manejo de cargas pesadas. Además, el uso del esmeril en el RBS introduce un riesgo adicional relacionado con las lesiones por cortes o proyección de partículas.

En la etapa de losa de entrepiso, las actividades que se llevan a cabo son similares, pero con diferentes materiales. En la ACT, el encofrado total de la losa incrementa la dificultad y el tiempo de ejecución. Por otro lado, el uso de elementos prefabricados en el RBS agiliza el proceso constructivo en un 50%, pero requiere de mayor precisión en la colocación. La implementación del sistema VIGACERO se puede dar también en un proyecto de ACT, con lo que los tiempos se verán reducidos y la productividad de la cuadrilla será mayor debido a la presencia de materiales prefabricados que sustituyen el trabajo manual y artesanal.

En cuanto a las instalaciones sanitarias y eléctricas, no existe ninguna diferencia entre ambos sistemas, debido a que el proceso que se sigue es similar. Tanto para el RBS como para ACT, estas actividades se integran en el proceso constructivo desde las primeras etapas y se van proyectando conforme avanza la ejecución.

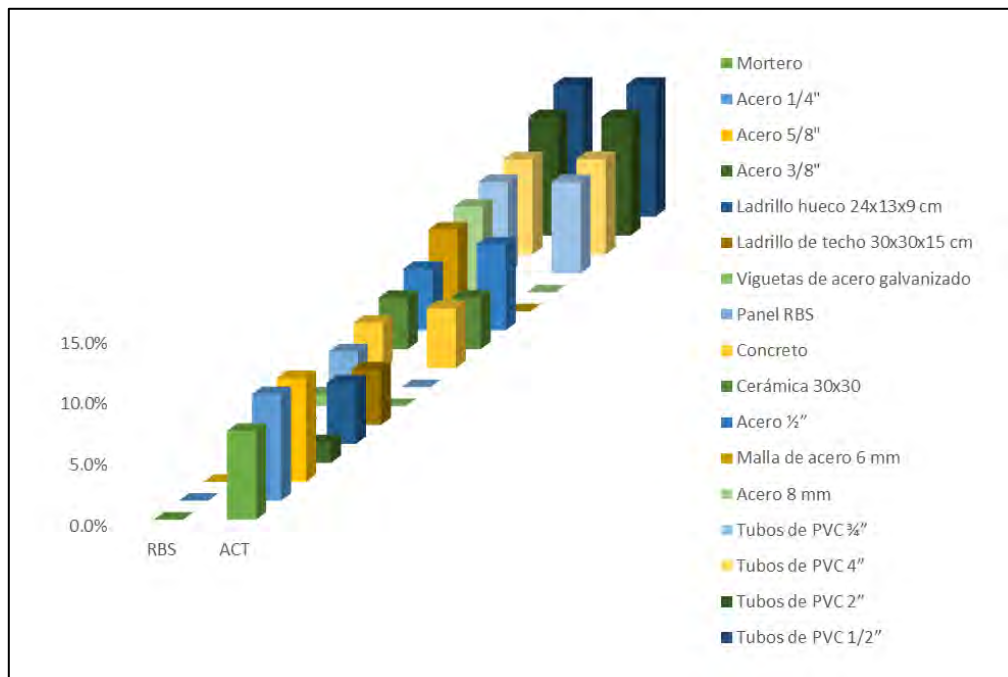
Finalmente, en la etapa de acabados, la diferencia radica principalmente en el acabado de muro, ya que como se indicó anteriormente, los paneles de PVC tienen un acabado liso y con color, mientras que en ACT es necesario llevar a cabo las actividades de tarrajeo y pintura, lo que significa un incremento de 8 horas hombre. Para las demás partidas, la ejecución se realiza de la misma forma en ambos sistemas.

4.6 Comparación cualitativa de los residuos generados

La Figura 80 presenta los desperdicios de ambos sistemas para diferentes materiales, utilizando la información del ítem 3.5 que presenta las cantidades de residuos que se calcularon a partir de las cantidades empleadas en obra en el RBS. Para la ACT, se usaron los porcentajes que se sugieren en los manuales para la estimación del desperdicio. El detalle se encuentra en el Apéndice K.

Figura 80

Desperdicios del RBS y ACT en %



La comparación de residuos en cada sistema evidencia que en la ACT se genera mayor cantidad de residuos de los materiales empleados a comparación del RBS. En primer lugar, en el caso del concreto, se observa que el residuo generado es mayor en la ACT ya que cuenta con mayor volumen, como se detalla en el ítem 4.3.3 referente a materiales. Los residuos de concreto se dan por las pérdidas durante su transporte, dosificación y colocación.

Asimismo, la ACT produce residuos de mortero y ladrillo que se utiliza en el armado de muros, mientras que el RBS minimiza estos desechos gracias al uso de paneles prefabricados.

Los paneles de RBS generan residuos de apenas 2%, este porcentaje se debe al proceso de "royalizado", que optimiza el uso del material PVC. El área de residuos del material excedente enviado es de 1.2 m².

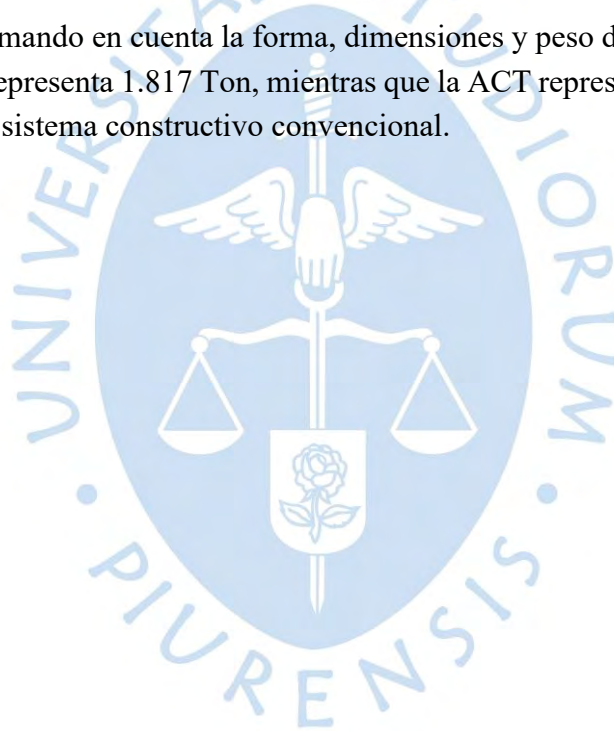
En cuanto al desperdicio de acero, es menor para el RBS, ya que se usan aceros de dimensiones específicas, por lo que los recortes de cada barra, no estándar, sumado a la presencia de pocos elementos estructurales disminuye su desperdicio. Mientras que, para la ACT, se cuenta con más elementos estructurales, y se usa hasta 4 tipos de diámetro lo que aumenta los residuos.

Para la cimentación y los muros, el RBS usa aceros de 8 mm y ½” con un desperdicio de ambos de 23.98kg. Mientras que, en la ACT, acero de zapatas y columnas tienen un desperdicio de 53.20 kg. En el caso de la malla de acero de 6 mm de RBS y el acero de ¼” para ACT, ambos usados en la losa como acero de temperatura tienen un residuo de 6.29 kg y 2.81 kg respectivamente.

En cuanto a las tuberías, las diferencias son menos marcadas, aunque se observa un mayor desperdicio de tuberías de eléctricas (¾”) con 4.31m de largo. Mientras que, para sanitarias, las tuberías de desagüe (2” y 4”) presentan un desperdicio de 1.75 m, y la tubería de agua (½”), de 1 m. Todos los desperdicios en especialidades son iguales para ambos sistemas debido a que se maneja un solo diseño.

Para la cerámica del piso, hay residuo debido al despiece y cartaboneo, junto con la rotura durante la instalación. Para el RBS es mayor el desperdicio porque considera un mayor metrado del área que debe colocar cerámica.

Finalmente, tomando en cuenta la forma, dimensiones y peso de cada elemento, el total de residuos del RBS representa 1.817 Ton, mientras que la ACT representa 4.395 Ton, es decir, menos del 50% de un sistema constructivo convencional.



Conclusiones

1. La construcción de la vivienda unifamiliar con el RBS presenta una ventaja en términos de eficiencia espacial en comparación con la ACT. A pesar de que ambas técnicas comparten el mismo diseño y distribución de ambientes, el RBS logra optimizar el espacio habitable en un 7% gracias al menor espesor de sus muros (6.4 cm en comparación con los 15.0 cm del ACT).
2. Los resultados del análisis comparativo entre el RBS y la ACT revelan un mayor costo unitario del 9.56% del RBS sobre la ACT, que es un factor determinante a considerar en proyectos de vivienda social, debido fundamentalmente a los elementos constructivos importados, lo cual introduce mayores riesgos en los costos debidos a las fluctuaciones en los tipos de cambio, costos de transporte y tiempos de entrega más prolongados, lo que puede generar incrementos en los costos totales del proyecto y potencialmente retrasar su ejecución.
3. En términos de tiempo, el RBS presenta una ventaja al reducir el tiempo de ejecución en un 78% respecto al ACT, lo que implica una disminución considerable de los costos asociados en los gastos indirectos y/o gastos generales.
4. El análisis de riesgos reveló que los peligros durante la construcción se relacionan con caídas, cortes y exposición a ruido. Sin embargo, su mitigación es accesible, y se puede lograr con el uso de EPP's y un seguimiento de las medidas de seguridad en cada etapa de ejecución.
5. El RBS genera 0.042 toneladas de residuos por m², lo cual representa un 58% menos que el total de residuos generados por la ACT. Esta diferencia en la generación de residuos se traduce en un menor impacto ambiental y en menores costos de gestión de residuos.
6. Al reducir la generación de residuos y limitar el consumo de agregados y ladrillos, el RBS minimiza el impacto ambiental y ofrece una ventaja competitiva en términos de costos y eficiencia.
7. El RBS, a pesar de requerir una inversión inicial mayor, compensa esta inversión al reducir de manera significativa los tiempos de construcción, facilitando el mantenimiento y asegurando una mayor durabilidad de las edificaciones. Su aplicación en proyectos de vivienda social permitiría cerrar las brechas habitacionales de manera más rápida y eficiente, contribuyendo a una construcción más sostenible y adaptada a las necesidades actuales.

Recomendaciones

Se recomienda realizar un análisis comparativo exhaustivo del sistema constructivo RBS con otros sistemas alternativos disponibles en el mercado. Este análisis permitirá evaluar criterios como costo, tiempo de construcción, sostenibilidad, resistencia sísmica y adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas, así como las mejores prácticas en la industria. Al comparar diferentes enfoques, se podrán identificar oportunidades de mejora y optimizar el desempeño del sistema en estudio.



Referencias

- Acero, E. A., & Mayorga, S. A. (2014). *Porque el sistema Royal Building System para vivienda de interés social*. Universidad Católica de Colombia.
- Aceros Comerciales. (2018). *Mallas electrosoldadas para construcción* (Ficha técnica s.n.). <https://aceroscomerciales.com.pe/wp-content/uploads/2018/02/MALLAS.pdf>
- Andrade, M., & Callealta, F. (2009). Evaluación y comparación de la calidad de la materialidad del Sistema Royal Building versus albañilería confinada de ladrillos hechos a máquina utilizados en la construcción de viviendas sociales en la comuna de Colina. *Revista de la Construcción*, 8(1), 36-45. <https://drive.google.com/file/d/1dQLVZujqnScWwy9VBRt1z9TWAU5ZD1z/view?usp=sharing>
- Azembla. (s.f.). *Procedimiento para realizar resanes o reparaciones sobre la superficie del sistema Azembla* (Boletín técnico N° 6). <https://azembla.com.co/wp-content/uploads/2022/04/Boletin-tecnico-6-Resanes-y-reparaciones-en-el-sistema-Azembla.pdf>
- Beltrán, M., & Marcilla, A. (2012). *Tecnología de polímeros: Procesado y propiedades*. Universidad de Alicante. https://books.google.es/books?hl=es&lr&id=jxilUUn4_QAC&oi=fnd&pg=PA7&dq=Son+compuestos+org%C3%A1nicos+que+se+utilizan+para+disminuir+la+fricci%C3%B3n+entre+dos+cuerpos+que+rozán+entre+s%C3%AD.+Est%C3%A1n+los+lubricantes+internos,+que+disminuyen+la+fricci%C3%B3n+de+las+mol%C3%A9culas+de+l+pol%C3%ADmero,+con+lo+que+mejora+el+flujo+del+material,+y+los+lubricantes+externos+que+reducen+la+adhesi%C3%B3n+entre+el+pol%C3%ADmero+y+las+partes+met%C3%A1licas+de+los+equipos+de+transformaci%C3%B3n.&ots=eDMr4ygtvH&sig=cq1QSnN6J5ttUjvuQYNr9XVw7wc&pli=1#v=onepage&q&f=false
- CAPECO & FTCCP. (2024). *Tablas salariales: Convención colectiva 2024-2025 del sector construcción*.
- CAPECO. (2003). *Costos y presupuestos en edificación*. <https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/10/Costos-y-Presupuestos-en-Edificacion-CAPECO.pdf>
- CAPECO. (2018). Construyendo formalidad: Nueva iniciativa de CAPECO por la construcción responsable. *Construcción e Industria: La revista de la Cámara Peruana de la Construcción*, 53(344-345).
- CAPECO. (2024). *Boletín técnico alquiler equipos maquinarias: Tarifa de alquiler de equipos y maquinarias para la industria de la construcción* (Boletín técnico s.n.). <https://es.scribd.com/document/735176295/Capeco-Boletin-Tecnico-Alquiler-Equipos-Maquinarias-Marzo-2024>
- Chahrour, A. H., & Soudki, K. A. (2006). RBS polymer encased concrete wall. Part II: Experimental study and theoretical provisions for combined axial compression and

- flexure. *Construction and Building Materials*, 20(10), 1016-1027. <https://drive.google.com/file/d/1fls7hWym7WpKlnCSJKetHsneJIM1bWRB/view?usp=sharing>
- Chahrour, A. H., Soudki, K. A., & Straube, J. (2005). Muro de hormigón revestido de polímero RBS parte I: estudio experimental y disposiciones teóricas para flexión y cizallamiento. *Construcción y materiales de construcción*, 19(6), 550-563. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.01.013>
- Cremaschi, G., Marsili, L., & Saenz, A. (2010). *Procesos Constructivos: Sistema Royal Building* [Ficha N°23]. UNLP.
- Cremaschi, M., Marsili, L., & Saenz, D. (2011). *Procesos constructivos: Sistema Royal Building*. (Ficha técnica N°23). Universidad Nacional de La Plata. <https://drive.google.com/file/d/1GCALOKXs8xDQBpZTEaafgnoNcc8qLWLL/view?usp=sharing>
- Herrera, F., & Santos, J. (2012). Diseño de un sistema constructivo en serie basado en el desarrollo de un kit de vivienda unifamiliar que permita crecimiento horizontal y vertical por etapas [Tesis de licenciatura, Universidad Nueva Esparta]. Repositorio Institucional UNE. https://drive.google.com/file/d/1k06L2tNzbCBFgQM6UlwZD_8TGu8ZnV2P/view?usp=sharing
- Iberico, J. (2018). Vivienda social en Lima Metropolitana: El problema de escasez de terrenos. *Moneda*, (173), 42-45. <https://ideas.repec.org/a/rbp/moneda/moneda-173-08.html>
- INNOVAPUCP. (2018). Informe de Laboratorio de Análisis Físicos: Informe de resultados de conductividad térmica. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- INNOVAPUCP. (2018). Informe de Laboratorio de Estructuras Antisísmicas: Ensayo dinámico de simulación sísmica de un modulo de dos pisos, hecho de paneles de PVC, rellenos de concreto armado-Sistema constructivo RBS AZEMBLA. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Instituto Nacional de Normalización (INN). (1997). Norma Chilena Oficial NCh935/1.Of97: Prevención de incendio en edificios - Ensayo de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción en general. Instituto Nacional de Normalización (INN). <https://es.scribd.com/doc/269818310/Nch-935-1-of-1997-Prevencion-de-Incendio-en-Edificios-Ensayo-de-Resistencia-Al-Fuego-Parte-1-Elementos-de-Construccion-en-General>
- Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (IDIEM). (2016). *Informe de ensayo N.º 1.068.619: Muro estructural (tabique perimetral o divisorio)*. https://drive.google.com/file/d/1WilqsZwsx-hRHkh_tkeww0Dx5Nvp6PIt/view

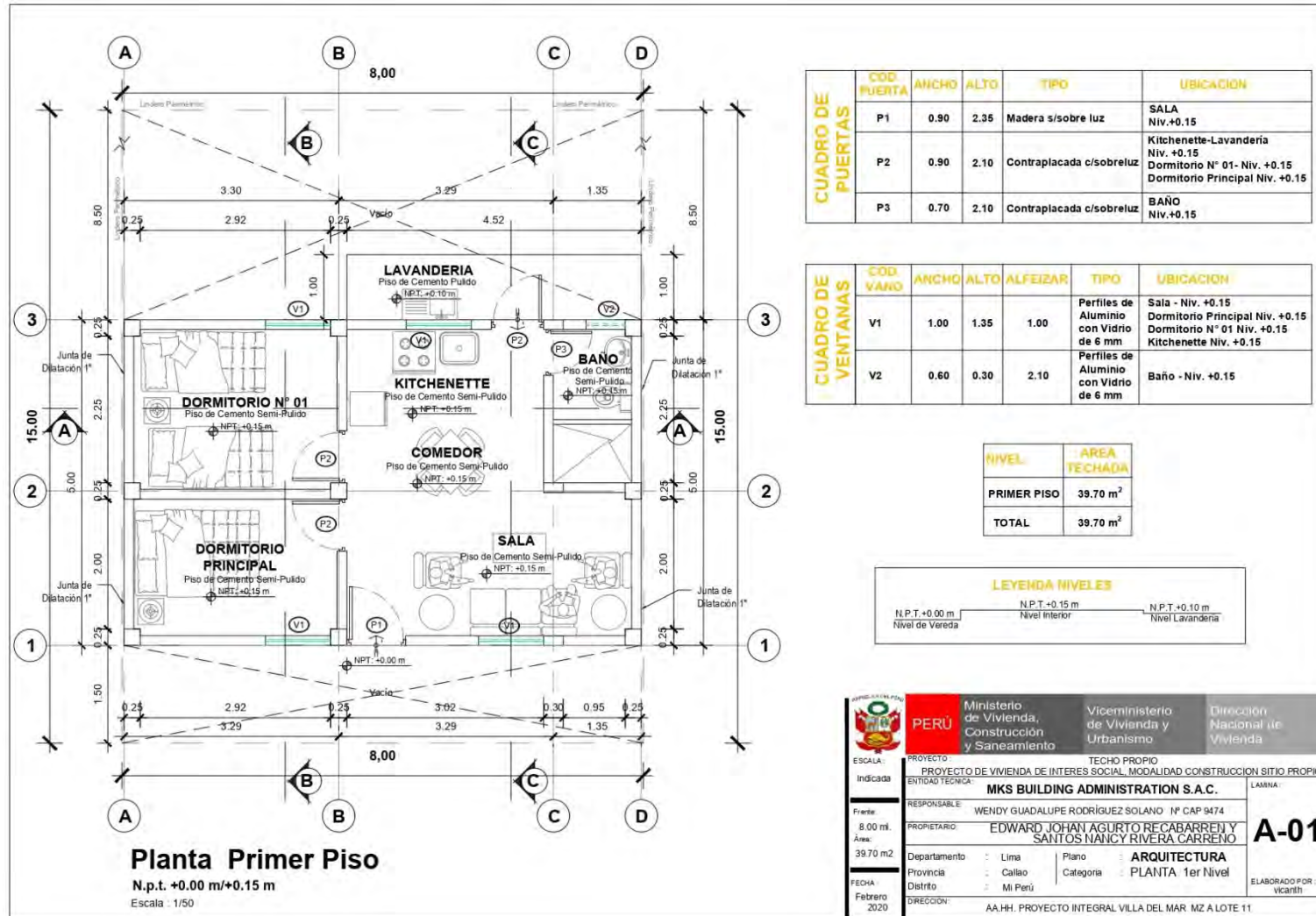
- Kamali, M., Hewage, K., & Sadiq, R. (2019). Métodos de construcción convencionales versus modulares: un LCA comparativo de principio a fin para edificios residenciales. *Energía y Edificios*, (204), 419-435. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.11.033>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento & Fondo Mi Vivienda S.A. (2016, octubre). Vivienda social sostenible. *Mi Vivienda: La revista inmobiliaria del Perú*, 12(106). www.mivivienda.com.pe
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019, 29 de junio). *Resolución Ministerial N.º 214-2019-VIVIENDA. Sistema constructivo no convencional "Sistema Constructivo RBS AZEMBLA"*. Gob.pe. Recuperado el 04 de junio de 2024, de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/282109-214-2019-vivienda>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Ley N° 31313 - Ley de Desarrollo Urbano Sostenible y Exposición de Motivos: Política Nacional de Vivienda y Urbanismo*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2262482/Ley%20N%C2%B0%2031313.pdf>
- Orta, B., Bustamante, R., & Adell, J. M. (2012). Estudio experimental del Sistema de Albañilería Integral en la construcción de viviendas sismorresistentes. *Materiales de Construcción*, 62(305), 67-77. <https://doi.org/10.3989/mc.2012.63810>
- Pickands, S. (2003). Uso del sistema de construcción real en construcción de teatro. *El Ingeniero*, 22-26.
- Porras, A. J. (2023). *Conjunto residencial en San Juan de Miraflores* [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional URP. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4132?show=full>
- Royal Building System Uruguay S.A. (2013). *Guía de montaje: Sistema constructivo industrializado adaptable a todo proyecto* (Manual técnico s.n.). https://drive.google.com/file/d/1RPcCnlZrp_kI-JK64e6Y3lfKToWgoWu-/view?usp=sharing
- Royalco S. A. (s.f.). *Guía técnica: Componentes del Royal Building System* (Manual técnico s.n.).
- Santana, G. (1990). *Construcción: Características y propiedades de un sistema*. *Revista Ingeniería de Construcción*, (8), 34-45. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9413886>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020). *Suelos y cimentaciones* (Norma Técnica de Edificación E.050). <https://es.slideshare.net/slideshow/norma-e050-suelos-y-cimentacionespdf-254560744/254560744>

- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2020a). *Norma E.020 Cargas: Reglamento Nacional de Edificaciones*. <https://drive.google.com/file/d/15atg-9w0OEXjR5C1m6IXUFihwYeUh1aN/view>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2020b). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente: Reglamento Nacional de Edificaciones*.
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2019). *Norma E.060 Concreto armado: Reglamento Nacional de Edificaciones*. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2018). *Acta de Sesión XXIV: Comisión de Evaluación Técnica de Sistemas Constructivos No Convencionales* [Acta de reunión]. Mivienda. <https://drive.google.com/file/d/1O6HzXmpgg3zJcajGhbSXtbL0p5iggRuK/view?usp=sharing>
- Universidad Católica de Colombia. (2010). *Arquitectura: Revista de arquitectura*, 12(1), 1-120. <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/issue/view/20>
- Universidad de Chile. (2016). Expediente para la aprobación sistema constructivo no convencional.
- Universidad de los Andes. (2002). *Informe resultados obtenidos en los ensayos de aislamiento acústico sistema constructivo Azembla* (Informe técnico s.n.). Azembla. https://drive.google.com/file/d/1oy4xoaPPRqvy9ga3cJB_zHosbxnA0c9/view?usp=sharing
- Venture. (s.f.). *Brochure corporativo*. (Folleto s.n.). https://drive.google.com/file/d/1MLMH_T0jMtoW0rXaGgZT0Auh5CainZHi/view?usp=sharing
- Warthon, J. (2017, 11 de agosto). *Informe Warthon Ladrilleras* [Carta a Alejandrina Sulla Tarifa]. Instituto de Energía y Atmósfera, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Apéndices



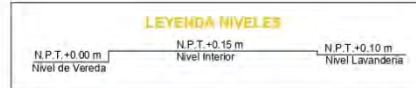
Apéndice A: Proyecto de vivienda de interés social



CUADRO DE PUERTAS	COD. PUERTA	ANCHO	ALTO	TIPO	UBICACION
	P1	0.90	2.35	Madera s/sobre luz	SALA Niv.+0.15
	P2	0.90	2.10	Contraplacada c/sobreluz	Kitchenette-Lavanderia Niv. +0.15 Dormitorio N° 01- Niv. +0.15 Dormitorio Principal Niv. +0.15
	P3	0.70	2.10	Contraplacada c/sobreluz	BAÑO Niv.+0.15

CUADRO DE VENTANAS	COD. VANO	ANCHO	ALTO	ALFEIZAR	TIPO	UBICACION
	V1	1.00	1.35	1.00	Perfiles de Aluminio con Vidrio de 6 mm	Sala - Niv. +0.15 Dormitorio Principal Niv. +0.15 Dormitorio N° 01 Niv. +0.15 Kitchenette Niv. +0.15
	V2	0.60	0.30	2.10	Perfiles de Aluminio con Vidrio de 6 mm	Baño - Niv. +0.15

NIVEL	AREA TECHADA
PRIMER PISO	39.70 m ²
TOTAL	39.70 m ²



<p>PERÚ</p>	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Viceministerio de Vivienda y Urbanismo	Dirección Nacional de Vivienda
ENTIDAD TECNICA:	MKS BUILDING ADMINISTRATION S.A.C.		
RESPONSABLE:	WENDY GUADALUPE RODRIGUEZ SOLANO I ^o CAP 9474		
PROPIETARIO:	EDWARD JOHAN AGURTO RE CABARREJ Y SANTOS NANCY RIVERA CARRENO		
DEPARTAMENTO:	Lima	PLANO:	ARQUITECTURA
PROVINCIA:	Callao	CATEGORIA:	PLANTA 1er Nivel
DISTRITO:	Mi Perú		
FECHA:	FEBRERO 2020		
DIRECCION:	AA.HH. PROYECTO INTEGRAL VILLA DEL MAR MZ A LOTE 11		

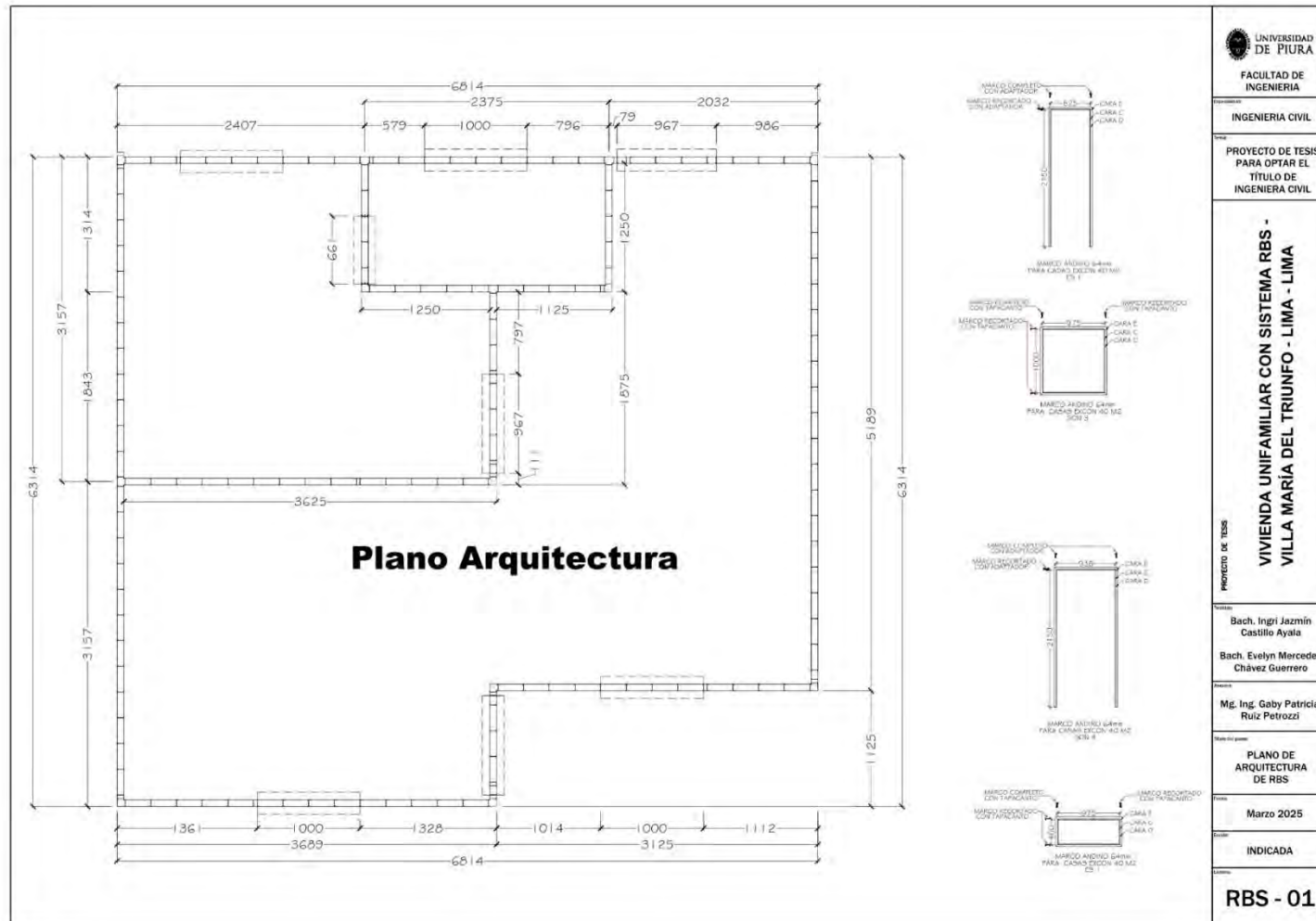
A-01

ELABORADO POR vicarh

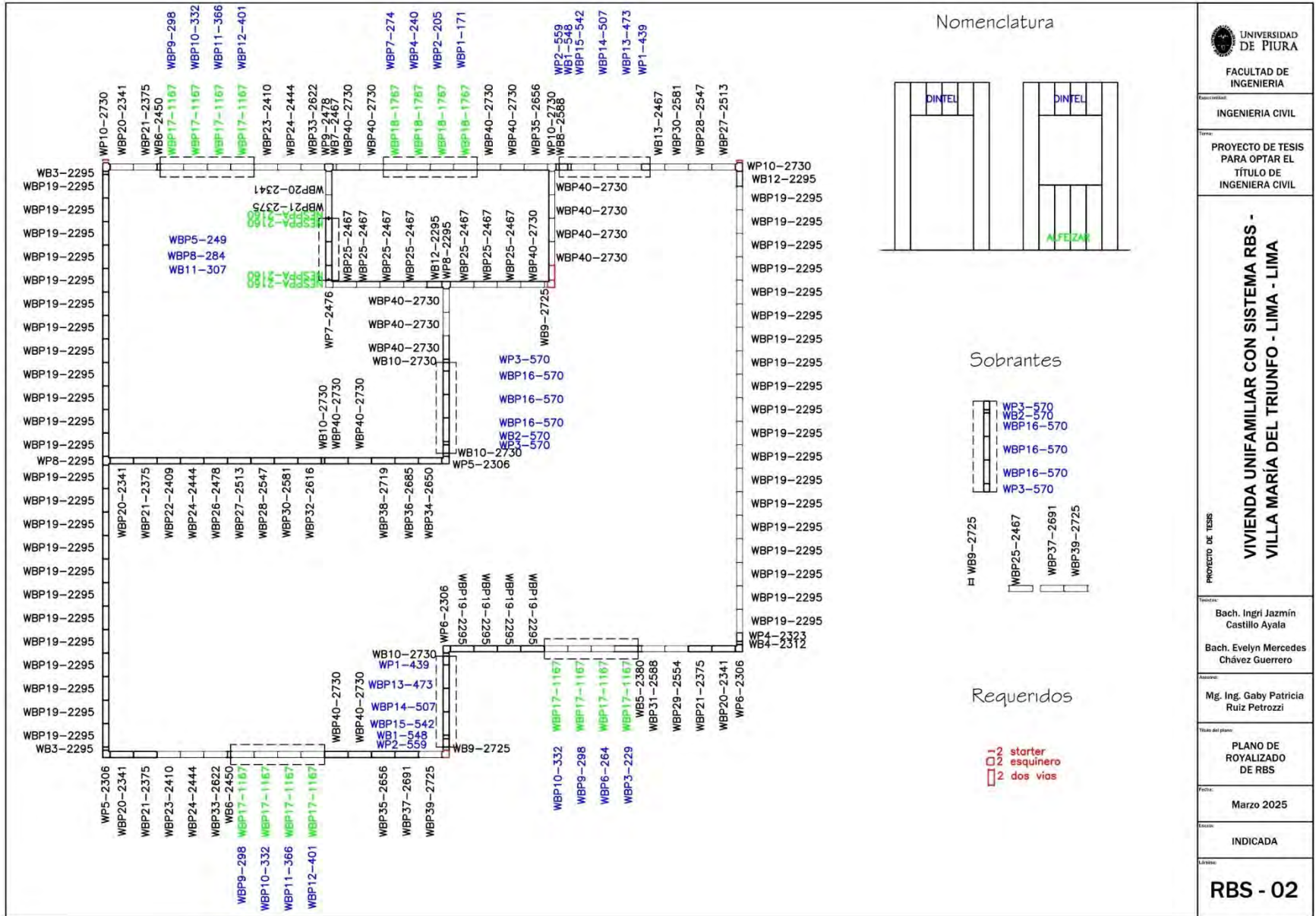
Apéndice B: Planos del RBS Y ACT



B.1. Planos del RBS



<p>UNIVERSIDAD DE PIURA FACULTAD DE INGENIERIA</p>	INGENIERIA CIVIL
	<p>PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERA CIVIL</p> <p>VIVIENDA UNIFAMILIAR CON SISTEMA RBS - VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA - LIMA</p>
<p>Bach. Ingrid Jazmin Castillo Ayala</p> <p>Bach. Evelyn Mercedes Chavez Guerrero</p>	<p>Mg. Ing. Gaby Patricia Ruiz Petrozzi</p>
<p>PLANO DE ARQUITECTURA DE RBS</p>	<p>Marzo 2025</p>
<p>INDICADA</p>	<p>RBS - 01</p>



UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DE TESIS
PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

VIVIENDA UNIFAMILIAR CON SISTEMA RBS - VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA - LIMA

Bach. Ingrí Jazmín Castillo Ayala
Bach. Evelyn Mercedes Chávez Guerrero

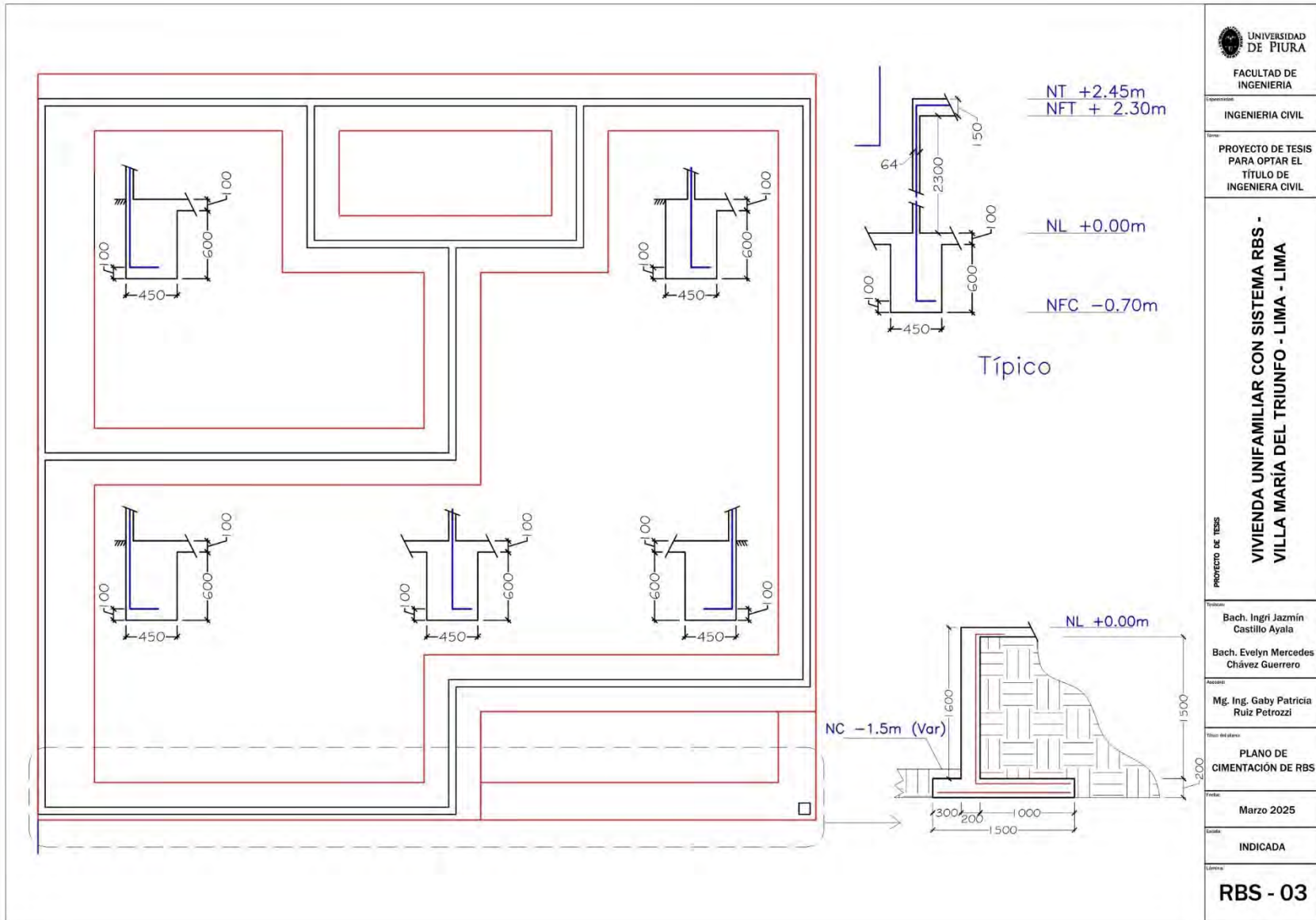
Mg. Ing. Gaby Patricia Ruiz Petrozzi

PLANO DE ROYALIZADO DE RBS

Marzo 2025

INDICADA

RBS - 02



UNIVERSIDAD
DE PIURA
FACULTAD DE
INGENIERIA

INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS
PARA OPTAR EL
TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL

PROYECTO DE TESIS
**VIVIENDA UNIFAMILIAR CON SISTEMA RBS -
VILLA MARÍA DEL TRIUNFO - LIMA - LIMA**

Bach. Ingri Jazmin
Castillo Ayala

Bach. Evelyn Mercedes
Chávez Guerrero

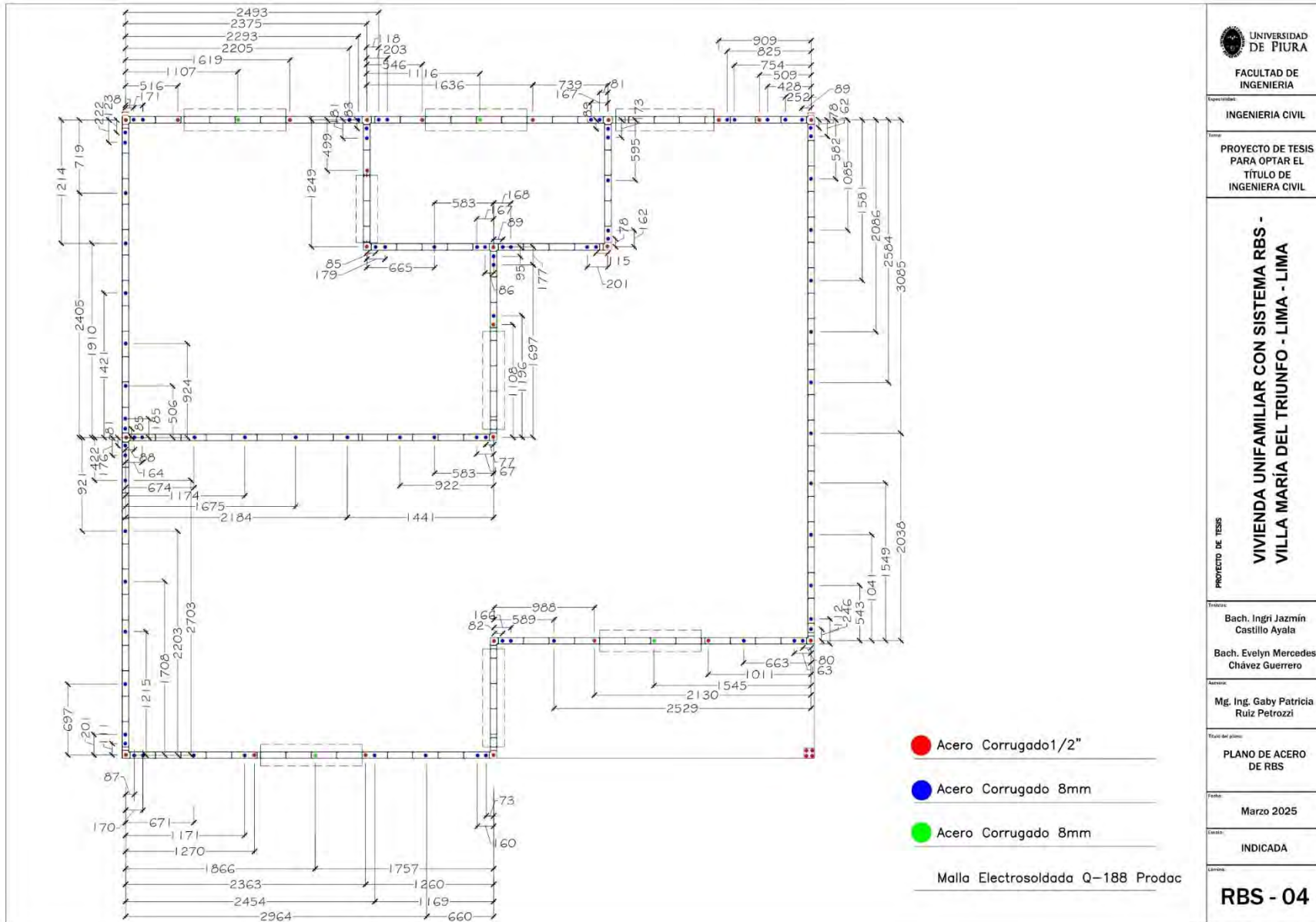
Mg. Ing. Gaby Patricia
Ruiz Petrozzi

PLANO DE
CIMENTACIÓN DE RBS

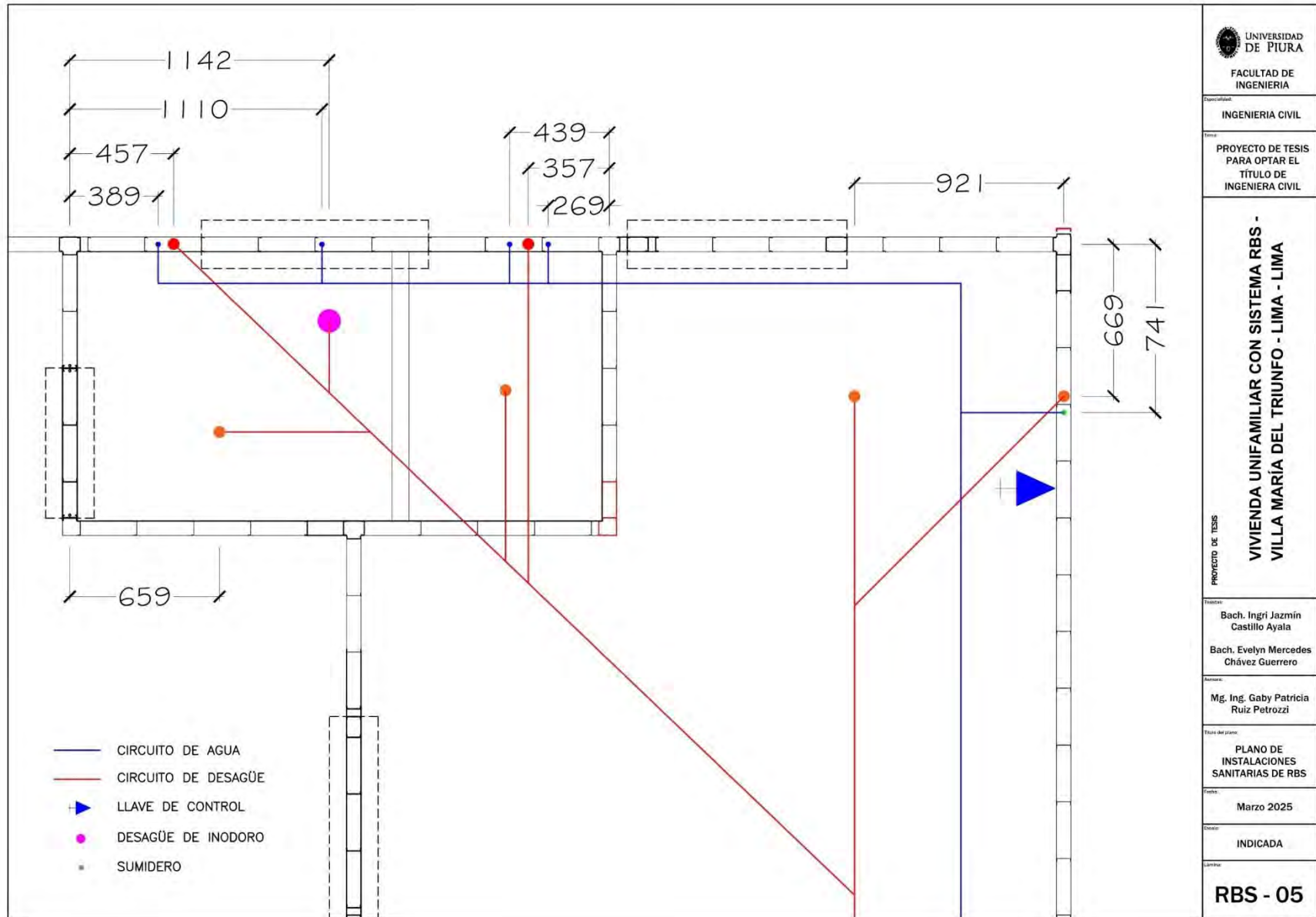
Fecha: Marzo 2025

INDICADA

RBS - 03



 UNIVERSIDAD DE PIURA FACULTAD DE INGENIERIA	INGENIERIA CIVIL
	PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL
PROYECTO DE TESIS VIVIENDA UNIFAMILIAR CON SISTEMA RBS - VILLA MARÍA DEL TRIUNFO - LIMA - LIMA	
TITULADA: Bach. Ingri Jazmin Castillo Ayala Bach. Evelyn Mercedes Chávez Guerrero	ASESORA: Mg. Ing. Gaby Patricia Ruiz Petrozzi
TÍTULO DEL PLANO: PLANO DE ACERO DE RBS	
FECHA: Marzo 2025	
ESTADO: INDICADA	
RBS - 04	



UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL

PROYECTO DE TESIS
VIVIENDA UNIFAMILIAR CON SISTEMA RBS - VILLA MARIA DEL TRIUNFO - LIMA - LIMA

Bach. Ingri Jazmín Castillo Ayala

Bach. Evelyn Mercedes Chávez Guerrero

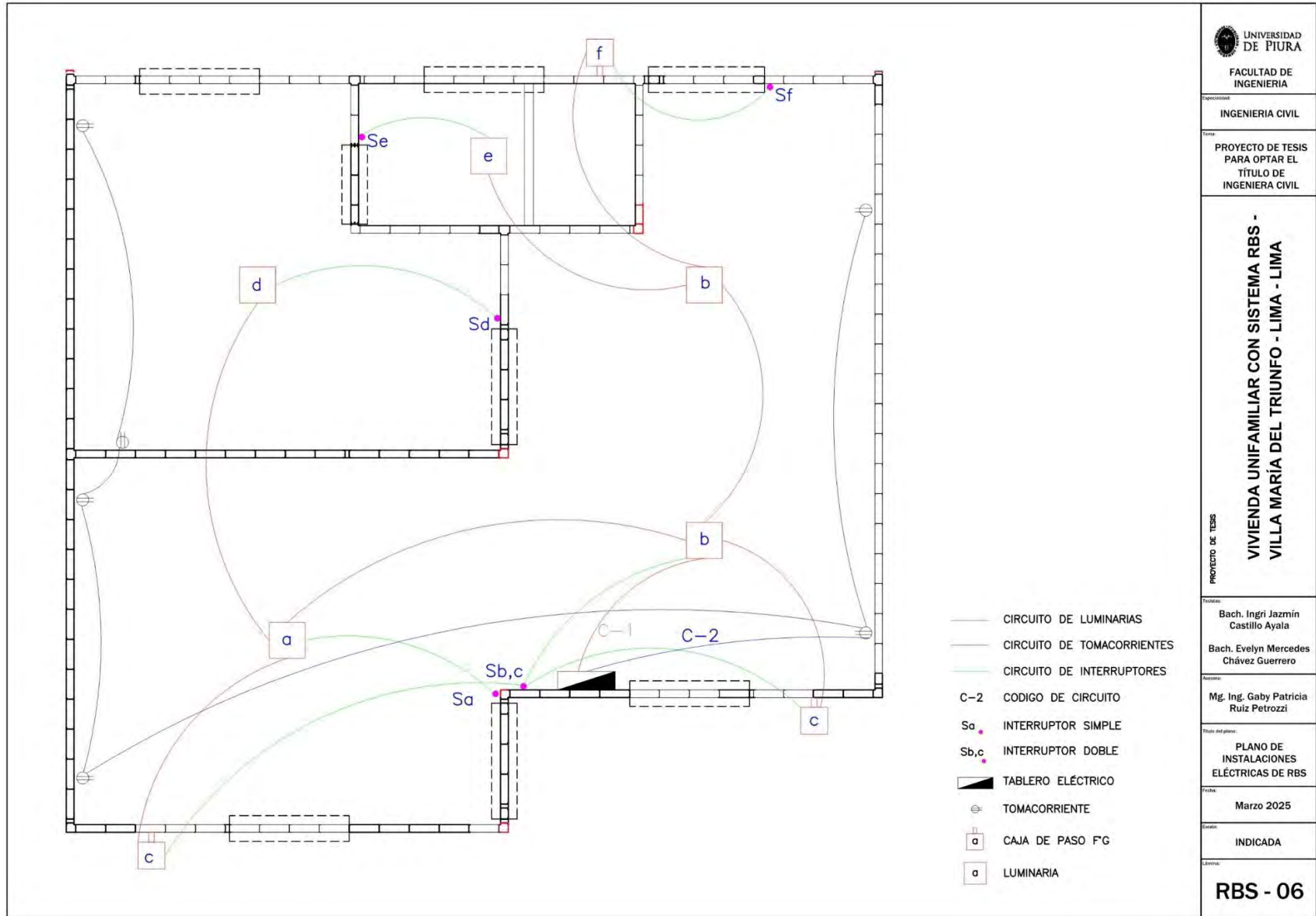
Mg. Ing. Gaby Patricia Ruiz Petrozzi

PLANO DE INSTALACIONES SANITARIAS DE RBS

Marzo 2025

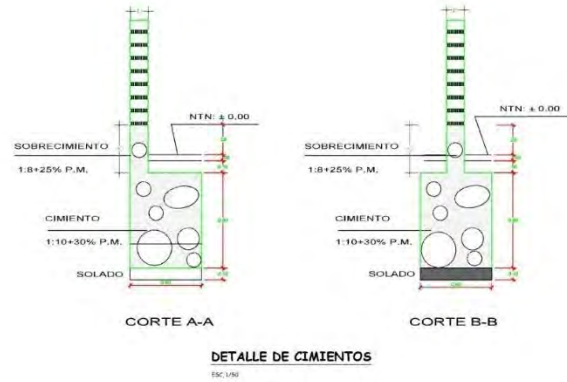
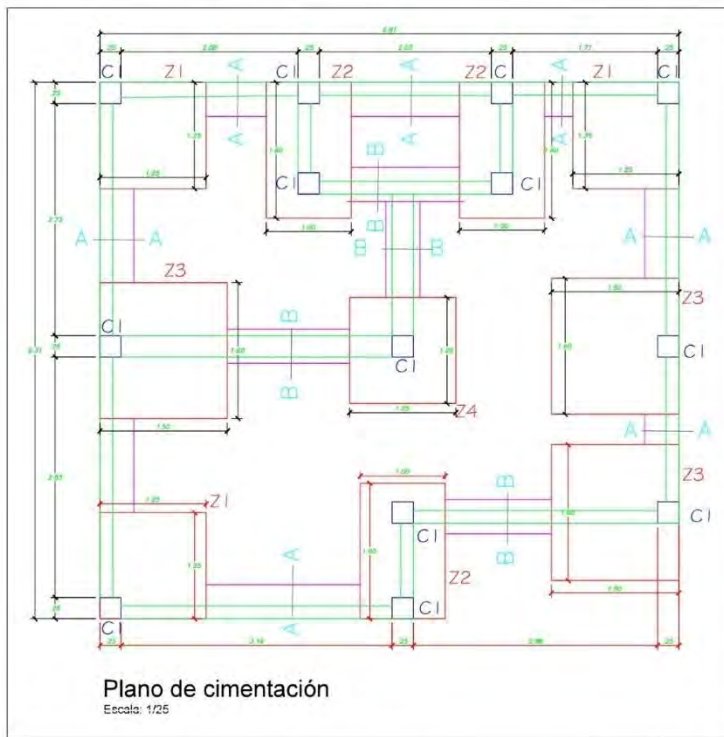
INDICADA

RBS - 05



B.2. PLANOS DEL ACT

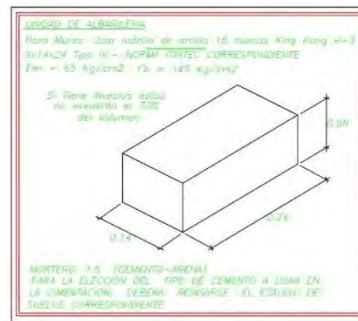
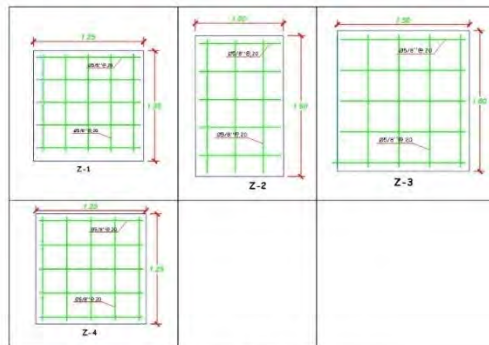




ANCLAJE DE BARRAS DE REFUERZO

Longitud de desarrollo			
Ø	f _y	f _c	l _d (cm)
3/8"	4200	210	30
1/2"	4200	210	35
5/8"	4200	210	40
1/4"	4200	210	47

LONGITUDES DE ANLAJE



CONTROL DE CALIDAD PARA LAS ESTRUCTURAS

AGUA:
EL AGUA EMPLEADA EN LA PREPARACION Y CURADO DEL CONCRETO, DEBERA SER POTABLE.
a. EL AGUA NO CONTENDRA ACEITES, GRASAS, NI SUSTANCIAS QUE PUEDAN PERJUDICAR AL CONCRETO O A LAS ARMADURAS.
b. CUMPLIRA CON LAS EXIGENCIAS DE CONTENIDO MAXIMO DE ION CLORURO, ESPECIFICADO EN LA NORMA E-080 PARA CONCRETO ARMADO.
c. EL TERRENO DEBE COLOCARBELES BASTANTE AGUA.

COMPACTACION:
- LA COMPACTACION DEL CONCRETO SE REALIZARA POR MEDIOS MECANICOS, UTILIZANDO VIBRADORES DE CONCRETO ELECTRICOS Y/O MECANICOS.
- ASI MISMO LA COMPACTACION DEL TERRENO NATURAL DEBE COMPACTARSE CON MEDIOS MECANICOS.

ASENTAMIENTO:
EL CONCRETO TENDRA UN ASENTAMIENTO MAXIMO DE:
- EN GENERAL: s = 7.5 cm.
- EN SECCIONES DE DIFICIL COLOCACION: 4" = 10 cm.
LA TOLERANCIA ADMITIDA EN LOS ASENTAMIENTOS SERA DE 2.00 cm. SE VERIFICARA LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO, POR MEDIO DEL ENSAYO DEL CONO DE ABRAMS.
- CADA VEZ QUE SE MOLDEN PROBETAS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA.

FRECUENCIA DE CONFECCION DE PROBETAS Y ENSAYOS:
a. DEBERAN CONFECCIONARSE UN MINIMO DE 3 PROBETAS POR CADA DIA DE VACIADO DE CONCRETO, Y POR CADA TIPO DE ESTRUCTURA.
b. UN PROBETA SERA ENSAYADA A LOS 7 DIAS, Y LAS OTRAS 2 A LOS 28 DIAS.

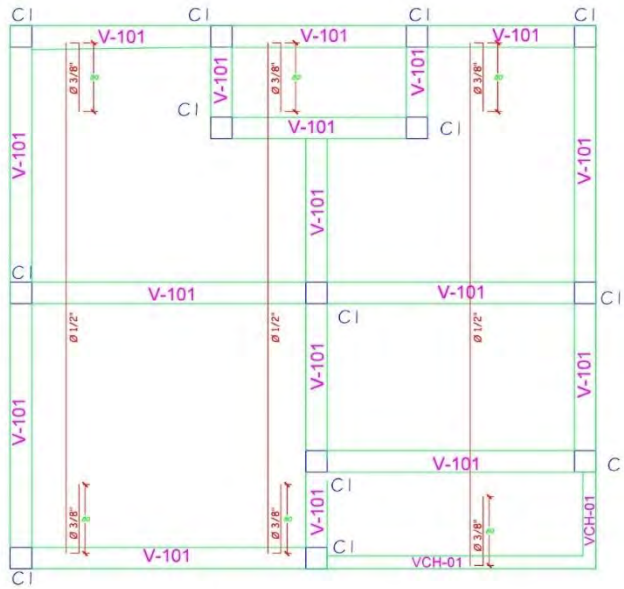
CURADO:
EL CONCRETO DEBERA SER CURADO, POR LO MENOS LOS 7 PRIMEROS DIAS DESPUES DE SU COLOCACION.
SE MANTENDRAN LOS ENCOFRADOS HUMEDOS HASTA QUE ELLOS PUEDAN SER RETIRADOS SIN PELIGRO PARA EL CONCRETO.

PARAMETROS SISMO-RESISTENTES

a) SISTEMA ESTRUCTURAL SISMO-RESISTENTE:
DUAL: PORTICOS DE COLUMNAS, PLACAS, MUROS DE ALBAÑERIA Y VIGAS DE CONCRETO ARMADO.

b) PARAMETROS PARA DEFINIR FUERZA SISMICA A ESPECTRO DE DISEÑO:
- FACTOR DE ZONA (ZONA 4): Z=0.45
- FACTOR DE SUELO (TIPO S2): S=1.05 T_p = 0.0 seg.
- FACTOR DE CATEGORIA (CAT. C): U=1 TL = 2.00 seg.
- FACTOR DE REDUCCION: R=x=3 R=y=3
- COEFICIENTE DE AMPLIFICACION SISMICA: C=2.5

UNIVERSIDAD DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL
VIVIENDA UNIFAMILIAR CON SISTEMA RBS - VILLA MARÍA DEL TRIUNFO - LIMA - LIMA
Bach. Ingrid Jazmin Castillo Ayala
Bach. Evelyn Mercedes Chávez Guerrero
Mg. Ing. Gaby Patricia Ruiz Petrozzi
PLANO DE CIMIENTACIÓN DE APT
Marzo 2025
INDICADA
ACT - 01



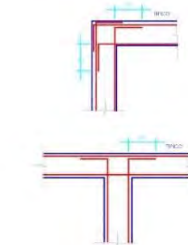
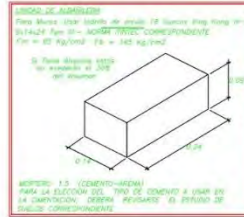
Plano de aligerado
Escala: 1/25

CUADRO DE VIGAS

TIPO	SECCION (cm x cm)	FORMA Y REFUERZO (ENCUENTRO)	DISTRIBUCION DE ESTADOS (0.5)
V-101	25X25		4Ø 1/2" 1Ø 1/2" + Ø 1/2" + Ø 1/2"
VCH-01	15X20		4Ø 3/8" 1Ø 0.5" + Ø 1/2" + Ø 1/2"

CUADRO DE COLUMNAS

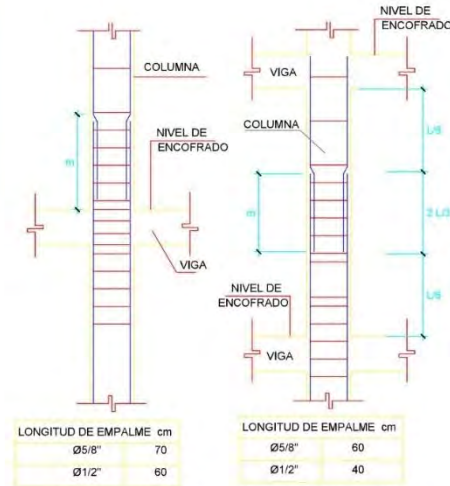
TIPO	SECCION (cm x cm)	FORMA Y REFUERZO (ENCUENTRO)	DISTRIBUCION DE ESTADOS (0.5)
C-O I	25X25		4Ø 1/2" 1Ø 1/2" + Ø 1/2" + Ø 1/2"



DETALLE DE ENCUENTRO DE VIGAS EN PLANTA

ESPECIFICACIONES TECNICAS

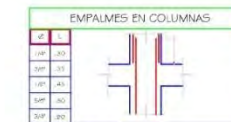
- CONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**
Según el Estudio de Suelos recomendar denotar el terreno de fundación como sigue:
a) Denotar el fondo de cimentación (nivel de desahogado/terreno natural) con abundante agua que permea como máximo 0.60 m de profundidad.
b) Caso de dar de tamaño de 3' a 6' de 0.30 m de espesor como reemplazo del terreno natural en pilotes y zapatas, debiendo cumplir con las especificaciones técnicas y compactado.
c) Caso de afirmado preparado de 0.30m de espesor en pilotes y zapatas (colocados en 2 capas de 0.15m), debiendo cumplir con las especificaciones técnicas y compactado al 98% proctor modificado.
d) Caso de afirmado preparado de 0.30m de espesor en zapatas y armellas corridas debiendo cumplir con las especificaciones técnicas y compactado al 98% proctor modificado.
e) Suelo, según se indica el Plano.
f) Compactado.
g) Capacidad portante Según estudio de suelos.
h) Nivel Freático No se Encuentra.
- CONCRETO**
a) Zapatas, pilotes y vigas de cimentación $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
b) Columnas y placas $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
c) Vigas, losa aligerada y losa maciza $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
d) Subcimientos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
e) Concreto Curado $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$
f) $f'c = 30 \text{ kg}$
- ACERO**
Corrosión Grado 80 $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
- ALIGERADO**
Ladrillo Industrial Tipo IV $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- RESISTENCIA A LA COMPRESION $f'm = 85 \text{ kg/cm}^2$**
Solo para muros peraltados ubicados en planta de cimentación.
Ladrillo Estándar 8x8 huecos (resto de tabiquería).
Mortero 1:4 C-cemento:arena gruesa
- RECUENTROS**
Zapatas, pilotes y vigas de cimentación 5.0m
Columnas de confinamiento 2.5 cm
Placas, Columnas y vigas peraltadas 4.0m
Aligerados, losas y acederos 2.5 cm
- COBERTURAS**
a) Azule 200 kg/m²
c) Laberintos 300 kg/m²
c) Góndolas y Escaleras 400 kg/m²
d) Azule 100 kg/m²
- NORMAS**
NTE-200 CARGAS
NTE-050 DISEÑO SISMORRESISTENTE
NTE-060 CONCRETO ARMADO
NTE-070 ALUMBRADO
NTE-080 ESTRUCTURAS METALICAS
- PANAMIENTOS SISMORRESISTENTES**
Ver croquis Adjunto
- NOTAS**
Las Vigas Cuales en muros de aligerado portantes, son vigas que descansan sobre muros, que así sea son resistentes, por lo tanto son elementos que no pueden ser modificados, sin la aprobación de un especialista.
- TIPO DE CEMENTO**
Tipo M5
- ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**
Los datos para el presente diseño de la cimentación se han determinado de zonas cercanas al proyecto dado que no se ha realizado un S.M.E. Se recomienda en caso de profundizar las zonas, realizar el terreno con otro de 2 a 6' en una capa de 15 cm.



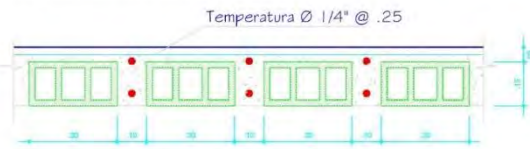
LONGITUD DE EMPALME cm	Ø 5/8"	Ø 1/2"
70	60	60

SE EMPALMAN MENOS DEL 50% DE LAS VARILLAS

TRASLAPES EN COLUMNAS
DETALLE GENERAL



DETALLE TIPICO DE ALIGERADO



Apéndice C: Resumen de metrados**C.1. Resumen de metrados de RBS**

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	UNIDAD	METRADO
01	Trabajos Preliminares		
01.01	Limpieza del terreno	m2	43,02
01.02	Trazo y replanteo	m2	43,02
01.03	Nivelación del terreno	m2	43,02
01.04	Excavación para cimientos	m3	9,94
01.05	Eliminación de material excedente	m3	9,94
02	Cimentación		
02.01	Acero en cimiento corrido	Kg	58,32
02.02	Concreto en cimiento corrido 1:10+30% P.M.	m3	9,94
03	Losa de Piso		
03.01	Encofrado y desencofrado de losa	m2	3,79
03.02	Concreto de losa 1.12	m3	4,30
04	Muro de RBS		
04.01	Replanteo y colocación de guías	m	36,34
04.02	Instalación de acero vertical	kg	133,55
04.03	Instalación de paneles e=64mm	m2	72,36
04.04	Instalación de marcos RBS	m	35,10
04.05	Cortes en los paneles	m	6,28
04.06	Instalación de acero horizontal	kg	128,34
04.07	Refuerzo temporal de muros	m	36,00
05	Losa de Entrepiso		
05.01	Apuntalamiento y friso de techo aligerado	m2	20,72
05.02	Colocación de viguetas prefabricadas de acero	m	54,62
05.03	Montaje de casetones de poliestireno expandido (EPS)	und	52,00
05.04	Colocación de malla electrosoldada	kg	127,34
05.05	Concreto de muros y de losa de entrepiso $f_c=210$ kg/cm ²	m3	7,23
06	Instalaciones sanitarias y eléctricas		
06.01	Instalaciones Sanitarias-Desagüe	m	21,38
06.02	Instalaciones sanitarias-Agua	m	16,54
06.03	Instalaciones eléctricas	m	56,96
07	Acabados		
07.01	Falso cielo raso con plancha de fibrocemento	m2	40,76
07.02	Pintura para cielorrasos	m2	43,71
07.03	Piso cerámico	m2	40,76
07.04	Suministro e Instalación de puertas	und	4,00
07.05	Suministro e Instalación de ventanas	und	4,00
07.06	Colocación de aparatos sanitarios	pza	4,00
07.07	Conexión y colocación de aparatos eléctricos	pto	16,00
07.08	Limpieza periódica y final de obra	m2	43,02

C.2. RESUMEN DE METRADOS DEL ACT

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	UNIDAD	METRADO
01	Trabajos Preliminares		
01.01	Limpieza del terreno	m2	43,02
01.02	Trazo y replanteo	m2	43,02
01.03	Nivelación de terreno	m2	43,02
01.04	Excavación para cimientos	m3	14,40
01.05	Relleno con material propio	m3	10,06
01.06	Eliminación de material excedente	m3	4,34
02	Cimentación		
02.01	Acero en zapatas	Kg	303,96
02.02	Acero en columnas	Kg	316,29
02.03	Encofrado y desencofrado de zapata	m2	26,55
02.04	Concreto en zapata $f'c=210$ kg/cm ²	m3	8,85
02.05	Concreto en cimiento corrido 1:10+30% P.M	m3	6,15
02.06	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	m2	12,18
02.07	Concreto en sobrecimiento 1:8+25% P.M $e=0.15$	m3	1,82
03	Losa de Piso		
03.01	Encofrado y Desencofrado de losa	m2	1,27
03.02	Concreto de Losa 1:12	m3	3,80
04	Muro de Albañilería		
04.01	Muro de albañilería	m2	57,13
04.02	Encofrado y desencofrado de columnas	m2	34,50
04.03	Concreto en columnas $f'c= 210$ Kg/cm	m3	2,44
05	Losa de Entrepiso		
05.01	Encofrado y desencofrado de techo aligerado	m2	29,75
05.02	Encofrado y desencofrado de vigas	m2	12,71
05.03	Ladrillo de techo	pza	248,00
05.04	Acero en vigas	Kg	341,56
05.05	Armadura de acero en el techo	Kg	144,60
05.06	Concreto de vigas y de losa de entrepiso $f'c=210$ kg/cm ²	m3	3,85
06	Instalaciones sanitarias y eléctricas		
06.01	Instalaciones sanitarias-desagüe	m	21,38
06.02	Instalaciones sanitarias-agua	m	16,54
06.03	Instalaciones eléctricas	m	56,96
07	Acabados		
07.01	Tarrajeo en interiores y exteriores	m2	158,02
07.02	Vestidura de derrames	m	36,74
07.03	Pintura de cielorrasos	m2	42,69
07.04	Pintura de muros	m2	115,33
07.05	Piso cerámico	m2	37,96
07.06	Suministro e instalación de puertas	und	4,00
07.07	Suministro e instalación de ventanas	und	4,00
07.08	Colocación de aparatos sanitarios	pza	4,00
07.09	Conexión y colocación de aparatos eléctricos	pto	16,00
07.10	Limpieza periódica y final de obra	m2	43,02

Apéndice D: Planilla de metrados

D.1. Planilla de metrados de RBS

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	UNIDAD	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	FACTOR	LONGITUD	AREA	VOLUMEN	METRADO
01	Trabajos Preliminares										
01.01	Limpieza del terreno	m2	1	6,31	6,81				43,02		43,02
01.02	Trazo y replanteo	m2	1	6,31	6,81				43,02		43,02
01.03	Nivelación del terreno	m2	1	6,31	6,81				43,02		43,02
01.04	Excavación para cimientos	m3									9,94
	Cimiento corrido		1	36,81	0,45	0,60				9,94	
01.05	Eliminación de material excedente	m3	1	36,81	0,45	0,60				9,94	9,94
02	Cimentación										
02.01	Acero en cimiento corrido	Kg	1								58,32
02.02	Concreto en cimiento corrido 1:10+30% P.M.	m3	1	36,81	0,45	0,60				9,94	9,94
03	Losa de Piso										
03.01	Encofrado y desencofrado de losa	m2	1	12,63		0,30			3,79		3,79
03.02	Concreto de losa 1.12	m3	1	6,31	6,81	0,10				4,30	4,30
04	Muro de RBS										
04.01	Replanteo y colocación de guías	m	1	36,34							36,34
04.02	Instalación de acero vertical	kg									133,55
04.03	Instalación de paneles e=64mm	m2									72,36
	1/A-C								14,54		
	3/A'-C								11,96		
	1-2/A								7,33		
	1-2/B								8,33		
	2-3/A'								6,19		
	A-A'/2								0,40		
	B-B'/2								2,13		
	1'-2'/B'								5,58		
	B'-C/1'								1,28		
	B'-C/2'								2,71		
	3/A-C								11,91		
04.04	Instalación de marcos RBS	m									35,10
	Puerta		1		0,66	2,10		4,86			

06.03	Instalaciones eléctricas	m											56,96
	Red de alimentación		1	2,95					2,95				
	Sistema de tomacorriente		1	22,84					22,84				
	Sistema de Alumbrado		1	31,17					31,17				
07	Acabados												
07.01	Falso cielo raso con plancha de fibrocemento	m2								40,76			40,76
	Dormitorio				9,31								
	Baño				2,69								
	Sala/comedor				25,19								
	Recibo				3,57								
07.02	Pintura para cielorrasos	m2											43,71
	Habitaciones									40,76			
	Al friso									2,946			
07.03	Piso cerámico	m2								40,76			40,76
07.04	Suministro e Instalación de puertas	und	4										4,00
07.05	Suministro e Instalación de ventanas	und	4										4,00
07.06	Colocación de aparatos sanitarios	pza	4										4,00
07.07	Conexión y colocación de aparatos eléctricos	pto	16										16,00
07.08	Limpieza periódica y final de obra	m2									43,02		43,02

No. de Partida	Descripción	Ø	# de Eltos iguales	N° de piezas x elemento	Long. Por pieza	Longitud por Ø (m)							Total (kg)
						6mm	8mm	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	
	ACERO CORRUGADO fy=4,200 KG/CM2 GRADO 60, CIMIENTO CORRIDO												
		1/2"	23,00		1,00					23,00			
		8mm	90,00		1,00		90,00						
		ml			Total (ml)	0,00	90,00	0,00	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00
					Peso kg/ml	0,22	0,395	0,25	0,56	0,99	1,55	2,24	
					Total (kg)	0,00	35,55	0,00	0,00	22,77	0,00	0,00	58,32
	ACERO CORRUGADO fy=4,200 KG/CM2 GRADO 60, ACERO VERTICAL DE MURO RBS												
		1/2"	23,00		2,40					55,20			
		8mm	78,00		2,40		187,20						
		8mm	12,00		0,50		6,00						
		8mm	12,00		0,50		6,00						
		ml			Total (ml)	0,00	199,20	0,00	0,00	55,20	0,00	0,00	0,00

				Peso kg/ml	0,22	0,395	0,25	0,56	0,99	1,55	2,24	
				Total (kg)	0,00	78,68	0,00	0,00	54,87	0,00	0,00	133,55
ACERO CORRUGADO fy=4,200 KG/CM2 GRADO 60, ACERO HORIZONTAL DE MURO RBS												
		8mm	1,00		324,92		324,92					
		ml		Total (ml)	0,00	324,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Peso kg/ml	0,22	0,395	0,25	0,56	0,99	1,55	2,24	
				Total (kg)	0,00	128,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	128,34
ACERO CORRUGADO fy=4,200 KG/CM2 GRADO 60, LOSA DE ENTREPISO												
	Q-188 (2.40x6.00m)	6mm	1,00		578,81							
		ml		Total (ml)	578,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
				Peso kg/ml	0,22	0,395	0,25	0,56	0,99	1,55	2,24	
				Total (kg)	127,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	127,34

D.2. Planilla de metrados del ACT

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDA	UNIDAD	CANTIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	FACTOR	LONGITUD	AREA	VOLUMEN	METRADO
01	Trabajos Preliminares										
01.01	Limpieza del terreno	m2	1	6,31	6,81				43,02		43,02
01.02	Trazo y replanteo	m2	1	6,31	6,81				43,02		43,02
01.03	Nivelación de terreno	m2	1	6,31	6,81				43,02		43,02
01.04	Excavación para cimientos	m3									14,40
	Cimiento corrido		1							3,73	
	Zapata		1							8,85	
	Sobrecimiento		1							1,82	
01.05	Relleno con material propio	m3									10,06
	1A-1B Zapata			1,72	1,13	0,50				0,97	
	1A-1B Cimiento corrido			1,11	1,13	0,20				0,25	
	1A-1B Zapata			1,62	1,13	0,50				0,91	
	1A-1B Cimiento corrido			1,11	1,13	0,20				0,25	
	1C-3C Zapata			1,37	1,08	0,50				0,74	
	1C-3C Cimiento corrido			0,71	1,08	0,20				0,15	
	1C-3C Zapata			0,75	0,90	0,50				0,34	
	1C-3C Cimiento corrido			1,28	0,90	0,20				0,23	
	1C-3C Zapata			1,37	1,08	0,50				0,74	
	1C-3C Cimiento corrido			0,71	1,08	0,20				0,15	

	3C-3B Zapata			1,62	1,13	0,50			0,91	
	3C-3B Cimiento corrido			1,11	1,13	0,20			0,25	
	3B-3A Zapata			1,35	1,60	0,50			1,08	
	3B-3A Cimiento corrido			0,36	1,60	0,20			0,12	
	1A-2A Zapata			1,38	1,10	0,50			0,76	
	1A-2A Cimiento corrido			1,81	1,10	0,20			0,40	
	1B-2B Zapata			1,75	1,18	0,50			1,03	
	1B-2B Cimiento corrido			1,44	1,18	0,20			0,34	
	2B-2C Zapata			0,45	1,00	0,50			0,23	
	2B-2C Cimiento corrido			1,13	1,00	0,20			0,23	
01.06	Eliminación de material excedente	m3							14,40	4,34
									-10,06	
02	Cimentación									
02.01	Acero en zapatas	Kg	1							303,96
02.02	Acero en columnas	Kg	1							316,29
02.03	Encofrado y desencofrado de zapata	m2								26,55
	Z1		3	5,00	0,50			7,50		
	Z2		2	4,80	0,50			4,80		
	Z3		3	6,20	0,50			9,30		
	Z4		1	5,00	0,50			2,50		
	Z5		1	4,90	0,50			2,45		
02.04	Concreto en zapata f'c=210 kg/cm2	m3								8,85
	Z1		3	1,25	1,25	0,50			2,34	
	Z2		2	1,40	1,00	0,50			1,40	
	Z3		3	1,60	1,50	0,50			3,60	
	Z4		1	1,25	1,25	0,50			0,78	
	Z5		1	1,00	1,45	0,50			0,73	
02.05	Concreto en cimiento corrido 1:10+30% P.M	m3								6,15
	Cimiento corrido		1	30,28	0,40	0,80			9,69	
			-1	17,70	0,40	0,50			-3,54	
02.06	Encofrado y desencofrado de sobrecimiento	m2	1	30,45	0,40			12,18		12,18
02.07	Concreto en sobrecimiento 1:8+25% P.M e=0.15	m3								1,82
			1	2,73	0,15	0,40			0,16	
			1	2,83	0,15	0,40			0,17	
			1	2,73	0,15	0,40			0,16	

	A1- Fachada principal			7,92		0,3			2,38		
	A2- Fachada trasera			6,81		0,3			2,04		
05.03	Ladrillo de techo	Pza					8,33		29,75		248,00
05.04	Acero en vigas	Kg	1								341,56
05.05	Armadura de acero en el techo	Kg									144,60
05.06	Concreto de vigas y de losa de entrepiso fc=210 kg/cm2	m3	1								3,85
	losa									5,95	
				3,19	2,83	0,20			9,03	1,81	
				1,71	2,88	0,20			4,92	0,98	
				1,67	1,17	0,20			1,95	0,39	
				2,73	1,71	0,20			4,67	0,93	
				2,03	0,81	0,20			1,64	0,33	
				2,73	2,08	0,20			5,68	1,14	
				1,67	1,11	0,20			1,85	0,37	
	Volumen de ladrillo									4,46	
	cantidad de ladrillo								248	0,018	
	factor	ldr/m2	8,33								
	vigas									0,12	
										2,24	
06	Instalaciones sanitarias y eléctricas										
06.01	Instalaciones sanitarias-desagüe	m									21,38
	Tubería de 2" redes interiores							5,89			
	Tubería de 2" ventilación							5,80			
	Tubería de 4" redes interiores							9,69			
06.02	Instalaciones sanitarias-agua	m	1								16,54
06.03	Instalaciones eléctricas	m									56,96
	Red de alimentación		1	2,95				2,95			
	Sistema de tomacorriente		1	22,84				22,84			
	sistema de Alumbrado		1	31,17				31,17			
07	Acabados										
07.01	Tarrajeo en interiores y exteriores	m2									158,02
	Cielorrasos/vigas								42,69		
	Muro (Dos caras)								75,48		
	Muro (Una cara)								22,51		
	columnas								17,34		

07.02	Vestidura de derrames	m									36,74
	Puerta		1	0,66	2,30		5,26				
			3	0,96	2,30		16,68				
	ventana		1	1,00	0,40		2,80				
			3	1,00	1,00		12,00				
07.03	Pintura de cielorrasos	m2									42,69
	Cielorrasos								40,76		
	vigas								1,93		
07.04	Pintura de muros	m2									115,33
	Muros								97,99		
	columnas								17,34		
07.05	Piso cerámico	m2							37,96		37,96
07.06	Suministro e instalación de puertas	und	4								4,00
07.07	Suministro e instalación de ventanas	und	4								4,00
07.08	Colocación de aparatos sanitarios	pza	4								4,00
07.09	Conexión y colocación de aparatos eléctricos	pto	16								16,00
07.10	Limpieza periódica y final de obra	m2							43,02		43,02

No. de Partida	Descripción	Ø	# de Eltos iguales	N° de piezas x elemento	Long. Por pieza	Longitud por Ø (m)						Total (kg)
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
ACERO CORRUGADO fy=4,200 KG/CM2 GRADO 60, ZAPATA												
	Z1	1,25x1,25m	3,00		16,80				50,40			
	Z2	1,00x1,40m	2,00		15,70				31,40			
	Z3	1,50x1,60m	3,00		27,00				81,00			
	Z4	1,25x1,25m	1,00		16,80				16,80			
	Z5	1,00x1,45m	1,00		16,25				16,25			
		ml			Total (ml)	0,00	0,00	0,00	195,85	0,00	0,00	0,00
					Peso kg/ml	0,25	0,56	0,99	1,55	2,24	3,97	
					Total (kg)	0,00	0,00	0,00	303,96	0,00	0,00	303,96
ACERO CORRUGADO fy=4,200 KG/CM2 GRADO 60, COLUMNAS												
	C1		13,00		13,95			181,35				
	Estribos		13,00		18,82		244,66					
		ml			Total (ml)	0,00	244,66	181,35	0,00	0,00	0,00	0,00
					Peso kg/ml	0,25	0,56	0,99	1,55	2,24	3,97	

					Total (kg)	0,00	136,03	180,26	0,00	0,00	0,00	316,29
	ACERO CORRUGADO fy=4,200 KG/CM2 GRADO 60, VIGAS											
		V-101		1,00		177,43			177,43			
		Estribos		1,00		242,95		242,95				
		VCH-01		1,00		19,61			19,61			
		Estribos		1,00		19,10		19,10				
			ml			Total (ml)	0,00	262,05	197,04	0,00	0,00	0,00
						Peso kg/ml	0,25	0,56	0,99	1,55	2,24	3,97
						Total (kg)	0,00	145,70	195,86	0,00	0,00	0,00
	ACERO CORRUGADO fy=4,200 KG/CM2 GRADO 60, LOSA											
		A, T°	1/4			12,00	3,74	44,88				
		A, T°	1/4			7,00	3,74	26,18				
						4,00	2,53	10,12				
						7,00	3,33	23,31				
						7,00	3,33	23,31				
						4,00	2,16	8,64				
						4,00	2,48	9,92				
						4,00	0,99	3,96				
	1er parte	N° Viguetas	8									
		Sup.	1/2			8,00	6,26		50,08			
		Inf.	3/8	2,00		8,00	0,92	14,72				
	2da parte	N° Viguetas	8									
		Sup.	1/2			8,00	5,14		41,12			
		Inf.	3/8	2,00		8,00	0,92	14,72				
			ml			Total (ml)	150,32	29,44	91,20	0,00	0,00	0,00
						Peso kg/ml	0,25	0,56	0,99	1,55	2,24	3,97
						Total (kg)	37,58	16,37	90,65	0,00	0,00	0,00

Apéndice E: Presupuestos

E.1. Presupuesto de RBS

Presupuesto

Presupuesto 0103003 SISTEMA RBS
 Subpresupuesto 001 SISTEMA RBS
 Cliente CLIENTE GENERICO Costo al 01/06/2024
 Lugar LIMA - LIMA - VILLA MARIA DEL TRIUNFO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,093.23
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	43.02	1.00	43.02
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	43.02	2.39	102.82
01.03	NIVELACION DEL TERRENO	m2	43.02	5.49	236.18
01.04	EXCAVACION PARA CIMIENTOS	m3	9.94	47.70	474.14
01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9.94	23.85	237.07
02	CIMENTACION				2,480.50
02.01	ACERO EN CIMIENTO CORRIDO	kg	58.32	7.25	422.82
02.02	CONCRETO EN CIMIENTO CORRIDO 1:10 + 30% P.M	m3	9.94	207.01	2,057.68
03	LOSA DE PISO				1,155.82
03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	m2	3.79	49.62	188.06
03.02	CONCRETO DE LOSA 1:12	m3	4.30	225.06	967.76
04	MURO RBS				20,893.22
04.01	REPLANTEO Y COLOCACION DE GUIAS	m	36.34	4.52	164.26
04.02	INSTALACION DE ACERO VERTICAL	kg	133.55	7.25	968.24
04.03	INSTALACION DE PANELES e=64mm	m2	72.36	232.61	16,831.66
04.04	INSTALACION DE MARCOS RBS	m	35.10	42.84	1,503.68
04.05	CORTES EN LOS PANELES	m	6.28	3.54	22.23
04.06	INSTALACION DE ACERO HORIZONTAL	kg	128.34	7.25	930.47
04.07	REFUERZO TEMPORAL DE MUROS	m	36.00	13.13	472.68
05	LOSA DE ENTREPISO				8,942.57
05.01	APUNTAMIENTO Y FRISO DE TECHO ALIGERADO	m2	20.72	41.11	851.80
05.02	COLOCACION DE VIGUETAS PREFABRICADAS DE ACERO	m	54.62	53.93	2,945.66
05.03	MONTAJE DE CASETONES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	und	52.00	32.67	1,698.84
05.04	COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA	kg	127.34	7.04	896.47
05.05	CONCRETO DE MUROS Y DE LOSA DE ENTREPISO fc=210 Kg/cm2	m3	7.23	352.67	2,549.80
06	INSTALACIONES SANITARIAS Y ELECTRICAS				1,993.97
06.01	INSTALACIONES SANITARIAS- DESAGÜE	m	21.38	28.60	611.47
06.02	INSTALACIONES SANITARIAS- AGUA	m	16.54	15.02	248.43
06.03	INSTALACIONES ELECTRICAS	m	56.96	19.91	1,134.07
07	ACABADOS				5,114.00
07.01	FALSO CIELORASO CON PLANCHA DE FIBROCEMENTO	m2	40.76	26.50	1,080.14
07.02	PINTURA PARA CIELORRASOS	m2	43.71	10.96	479.06
07.03	PISO CERAMICO	m2	40.76	29.65	1,208.53
07.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE PUERTAS	und	4.00	123.87	495.48
07.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE VENTANAS	und	4.00	93.67	374.68
07.06	COLOCACION DE APARATOS SANITARIOS	pza	4.00	154.50	618.00
07.07	CONEXION Y COLOCACION DE APARATOS ELECTRICOS	pto	16.00	42.42	678.72
07.08	LIMPIEZA PERIODICA Y FINAL DE OBRA	m2	43.02	4.17	179.39
	Costo Directo				41,673.31

SON : CUARENTIUN MIL SEISCIENTOS SETENTITRES Y 31/100 NUEVOS SOLES

E.2. Presupuesto del ACT

Presupuesto

Presupuesto **0103004 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA**
 Subpresupuesto **001 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA**
 Cliente **CLIENTE GENERICO** Costo al **01/06/2024**
 Lugar **LIMA - LIMA - VILLA MARIA DEL TRIUNFO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	TRABAJOS PRELIMINARES				1,340.41
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	43.02	1.00	43.02
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	43.02	2.39	102.82
01.03	NIVELACION DEL TERRENO	m2	43.02	5.49	236.18
01.04	EXCAVACION PARA CIMIENTOS	m3	14.40	47.70	686.88
01.05	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	10.06	16.70	168.00
01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	4.34	23.85	103.51
02	CIMENTACION				11,178.96
02.01	ACERO EN ZAPATAS	kg	303.96	7.25	2,203.71
02.02	ACERO EN COLUMNAS	kg	316.29	7.32	2,315.24
02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATA	m2	26.55	52.78	1,401.31
02.04	CONCRETO EN ZAPATAS f'c=210Kg/cm2	m2	8.85	331.74	2,935.90
02.05	CONCRETO EN CIMENTO CORRIDO 1:10 + 30% P.M	m3	6.15	207.01	1,273.11
02.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	m2	12.18	44.74	544.93
02.07	CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M. e=0.15	m3	1.82	277.34	504.76
03	LOSA DE PISO				918.25
03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	m2	1.27	49.62	63.02
03.02	CONCRETO DE LOSA 1:12	m3	3.80	225.06	855.23
04	MURO DE ALBAÑILERIA				6,571.69
04.01	MURO DE ALBAÑILERIA	m2	57.13	68.27	3,900.27
04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	34.50	46.67	1,610.12
04.03	CONCRETO EN COLUMNAS f'c=210 kg/cm2	m3	2.44	434.96	1,061.30
05	LOSA DE ENTREPISO				7,632.86
05.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE TECHO ALIGERADO	m2	29.75	45.25	1,346.19
05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	12.71	45.05	572.59
05.03	LADRILLO DE TECHO	pza	248.00	3.50	868.00
05.04	ACERO EN VIGAS	kg	341.56	7.25	2,476.31
05.05	ARMADURA DE ACERO EN EL TECHO	kg	143.61	7.25	1,041.17
05.06	CONCRETO DE VIGAS Y DE LOSA DE ENTREPISO f'c= 210Kg/cm2	m3	3.85	345.09	1,328.60
06	INSTALACIONES SANITARIAS Y ELECTRICAS				1,993.97
06.01	INSTALACIONES SANITARIAS-DESAGUE	m	21.38	28.60	611.47
06.02	INSTALACIONES SANITARIAS-AGUA	m	16.54	15.02	248.43
06.03	INSTALACIONES ELECTRICAS	m	56.96	19.91	1,134.07
07	ACABADOS				8,399.70
07.01	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES	m2	158.02	17.73	2,801.69
07.02	VESTIDURA DE DERRAMES	m	36.74	10.82	397.53
07.03	PINTURA DE CIELORRASOS	m2	42.69	10.96	467.88
07.04	PINTURA DE MUROS	m2	115.13	10.96	1,261.82
07.05	PISO CERAMICO	m2	37.96	29.65	1,125.51
07.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE PUERTAS	und	4.00	123.87	495.48
07.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE VENTANAS	und	4.00	93.67	374.68
07.08	COLOCACION DE APARATOS SANITARIOS	pza	4.00	154.25	617.00
07.09	CONEXION Y COLOCACION DE APARATOS ELECTRICOS	plb	16.00	42.42	678.72
07.10	LIMPIEZA PERIODICA Y FINAL DE OBRA	m2	43.02	4.17	179.39
	Costo Directo				38,035.84

SON : TRENTIOCHO MIL TRENTICINCO Y 84/100 NUEVOS SOLES

Apéndice F: Análisis de precios unitarios



F.1. Análisis de precios unitarios del RBS

S10

Página: 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103003 SISTEMA RBS

Subpresupuesto 001 SISTEMA RBS

Partida	01.01	(010101030204-0103003-01)	LIMPIEZA DEL TERRENO	Costo unitario directo por:			m2	1.00
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			Mano de Obra					
0101010005	PEON			hh	0.0480	20.26	0.97	
							0.97	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.03	0.03	
							0.03	
Partida	01.02	(010101020106-0103003-01)	TRAZO NIVEL Y REPLANTEO	Costo unitario directo por:			m2	2.39
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			Mano de Obra					
0101010005	PEON			hh	0.0480	20.26	0.97	
							0.97	
			Materiales					
0204120006	CLAVOS DE 3"			kg	0.0700	4.70	0.33	
0213030003	YESO 2 Kg			bol	0.0600	11.90	0.71	
0231010001	MADERA TORNILLO			p2	0.0760	4.50	0.34	
0292010001	CORDEL			m	0.0600	0.15	0.01	
							1.39	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.03	0.03	
							0.03	
Partida	01.03	(010104040103-0103003-01)	NIVELACION DEL TERRENO	Costo unitario directo por:			m2	5.49
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO			hh	0.0667	27.88	1.86	
0101010005	PEON			hh	0.1333	20.26	2.70	
							4.56	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.14	0.14	
0301240009	APISONADOR CON MOTOR 3HP			hm	0.0667	11.82	0.79	
							0.93	
Partida	01.04	(010104010005-0103003-01)	EXCAVACION PARA CIMIENTOS	Costo unitario directo por:			m3	47.70
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			Mano de Obra					
0101010005	PEON			hh	2.2857	20.26	46.31	
							46.31	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.39	1.39	
							1.39	
Partida	01.05	(010104030603-0103003-01)	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	Costo unitario directo por:			m3	23.85
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
			Mano de Obra					
0101010005	PEON			hh	1.1429	20.26	23.16	
							23.16	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.69	0.69	
							0.69	

Fecha : 09/07/2025 14:26:46

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103003 SISTEMA RBS
Subpresupuesto 001 SISTEMA RBS

Partida	02.01	(010107010114-0103003-01)	ACERO EN CIMIENTO CORRIDO	Costo unitario directo por:			kg	7.25
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO			hh	0.0320	27.88	0.89	
0101010004	OFICIAL			hh	0.0320	22.37	0.72	
							1.61	
			Materiales					
0204010008	ALAMBRE N°16			kg	0.0600	8.50	0.51	
0272040054	VARILLA CORRUGADA DE 1/2"			kg	0.4180	4.55	1.90	
0272040057	VARILLA CORRUGADA DE 8mm			kg	0.6520	4.55	2.97	
							5.38	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.05	0.05	
0301180003	TRONZADORA 2400W			hm	0.0320	6.50	0.21	
							0.26	

Partida	02.02	(010105010112-0103003-01)	CONCRETO EN CIMIENTO CORRIDO 1:10 + 30% P.M	Costo unitario directo por:			m3	207.01
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO			hh	0.3200	27.88	8.92	
0101010004	OFICIAL			hh	0.3200	22.37	7.16	
0101010005	PEON			hh	0.6400	20.26	12.97	
							29.05	
			Materiales					
0207010005	PIEDRA MEDIANA			m3	0.4800	65.00	31.20	
0207030001	HORMIGON			m3	0.8300	75.00	62.25	
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I			bol	2.9000	27.50	79.75	
							173.20	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.87	0.87	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 (18HP)			hm	0.3200	12.17	3.89	
							4.76	

Partida	03.01	(010106020105-0103003-01)	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE LOSA	Costo unitario directo por:			m2	49.62
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO			hh	0.4000	27.88	11.15	
0101010004	OFICIAL			hh	0.4000	22.37	8.95	
							20.10	
			Materiales					
0204010008	ALAMBRE N°16			kg	0.2600	8.50	2.21	
0204120006	CLAVOS DE 3"			kg	0.1300	4.70	0.61	
0231010001	MADERA TORNILLO			m2	5.8000	4.50	26.10	
							28.92	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.60	0.60	
							0.60	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103003 SISTEMA RBS

Subpresupuesto 001 SISTEMA RBS

Partida 03.02 (010105010113-0103003-01) CONCRETO DE LOSA 1:12 Costo unitario directo por: m3 225.06

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.3200	27.88	8.92
0101010004	OFICIAL	hh	0.3200	22.37	7.16
0101010005	PEON	hh	0.6400	20.26	12.97
					29.05
Materiales					
0207030001	HORMIGON	m3	1.2300	75.00	92.25
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol	3.6000	27.50	99.00
					191.25
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.87	0.87
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 (18HP)	hm	0.3200	12.17	3.89
					4.76

Partida 04.01 (010151010402-0103003-01) REPLANTEO Y COLOCACION DE GUIAS Costo unitario directo por: m 4.52

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	0.0800	20.26	1.62
					1.62
Materiales					
0204010008	ALAMBRE N°16	kg	0.0200	8.50	0.17
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	0.5900	4.50	2.66
0290080005	TIZAS	und	0.1000	0.23	0.02
					2.85
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.05	0.05
					0.05

Partida 04.02 (010151010403-0103003-01) INSTALACION DE ACERO VERTICAL Costo unitario directo por: kg 7.25

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.0320	27.88	0.89
0101010004	OFICIAL	hh	0.0320	22.37	0.72
					1.61
Materiales					
0204010008	ALAMBRE N°16	kg	0.0600	8.50	0.51
0272040054	VARILLA CORRUGADA DE 1/2"	kg	0.4400	4.55	2.00
0272040057	VARILLA CORRUGADA DE 8mm	kg	0.6300	4.55	2.87
					5.38
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.05	0.05
0301180003	TRONZADORA 2400W	hm	0.0320	6.50	0.21
					0.26

Partida 04.03 (010151010404-0103003-01) INSTALACION DE PANELES e=64mm Costo unitario directo por: m2 232.61

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	0.2667	20.26	5.40
					5.40
Materiales					
0231220002	PANEL RBS	m2	1.0000	227.05	227.05
					227.05
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.16	0.16
					0.16

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103003 SISTEMA RBS

Subpresupuesto 001 SISTEMA RBS

Partida	04.04	(010151010411-0103003-01)	INSTALACION DE MARCOS RBS	Costo unitario directo por:		m	42.84
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
			Mano de Obra				
0101010005		PEON		hh	0.1600	20.26	3.24
							3.24
			Materiales				
0231220005		MARCO ANDINO		m	1.0100	26.41	26.67
0231220006		MARCO BASE		m	1.0100	12.50	12.63
							39.30
			Equipos				
0301010006		HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.10	0.10
0301330008		ESMERIL 710W		hm	0.0800	2.46	0.20
							0.30
Partida	04.05	(010151010408-0103003-01)	CORTES EN LOS PANELES	Costo unitario directo por:		m	3.54
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
			Mano de Obra				
0101010005		PEON		hh	0.1600	20.26	3.24
							3.24
			Equipos				
0301010006		HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.10	0.10
0301330008		ESMERIL 710W		hm	0.0800	2.46	0.20
							0.30
Partida	04.06	(010151010410-0103003-01)	INSTALACION DE ACERO HORIZONTAL	Costo unitario directo por:		kg	7.25
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
			Mano de Obra				
0101010003		OPERARIO		hh	0.0320	27.88	0.89
0101010004		OFICIAL		hh	0.0320	22.37	0.72
							1.61
			Materiales				
0204010008		ALAMBRE N°16		kg	0.0600	8.50	0.51
0272040057		VARILLA CORRUGADA DE 8mm		kg	1.0700	4.55	4.87
							5.38
			Equipos				
0301010006		HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.05	0.05
0301180003		TRONZADORA 2400W		hm	0.0320	6.50	0.21
							0.26
Partida	04.07	(010151010408-0103003-01)	REFUERZO TEMPORAL DE MUROS	Costo unitario directo por:		m	13.13
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
			Mano de Obra				
0101010003		OPERARIO		hh	0.0800	27.88	2.23
0101010004		OFICIAL		hh	0.0800	22.37	1.79
							4.02
			Materiales				
0204010008		ALAMBRE N°16		kg	0.1500	8.50	1.28
0204120006		CLAVOS DE 3"		kg	0.0700	4.70	0.33
0231010001		MADERA TORNILLO		p2	1.6400	4.50	7.38
							8.99
			Equipos				
0301010006		HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.12	0.12
							0.12

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103003 SISTEMA RBS

Subpresupuesto 001 SISTEMA RBS

Partida	05.01	(010106020106-0103003-01)	APUNTALAMIENTO Y FRISO DE TECHO ALIGERADO	Costo unitario directo por:			m2	41.11
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO			hh	0.3200	27.88	8.92	
0101010004	OFICIAL			hh	0.3200	22.37	7.16	
							16.08	
			Materiales					
0204010008	ALAMBRE N°16			kg	0.1000	8.50	0.85	
0204120006	CLAVOS DE 3"			kg	0.1100	4.70	0.52	
0231010001	MADERA TORNILLO			m2	5.1500	4.50	23.18	
							24.55	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.48	0.48	
							0.48	
Partida	05.02	(010112070204-0103003-01)	COLOCACION DE VIGUETAS PREFABRICADAS DE ACERO	Costo unitario directo por:			m	53.93
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO			hh	0.0229	27.88	0.64	
0101010004	OFICIAL			hh	0.0229	22.37	0.51	
0101010005	PEON			hh	0.0457	20.26	0.93	
							2.08	
			Materiales					
0216020014	VIGUETAS DE ACERO GALVANIZADO			m	1.0500	49.27	51.73	
							51.73	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.06	0.06	
0301330008	ESMERIL 710W			hm	0.0229	2.46	0.06	
							0.12	
Partida	05.03	(010151010409-0103003-01)	MONTAJE DE CASETONES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	Costo unitario directo por:			und	32.67
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO			hh	0.0229	27.88	0.64	
0101010004	OFICIAL			hh	0.0229	22.37	0.51	
0101010005	PEON			hh	0.0457	20.26	0.93	
							2.08	
			Materiales					
0231220004	CASETONES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO			und	1.0000	30.53	30.53	
							30.53	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.06	0.06	
							0.06	
Partida	05.04	(010112030102-0103003-01)	COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA	Costo unitario directo por:			kg	7.04
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
			Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO			hh	0.0320	27.88	0.89	
0101010004	OFICIAL			hh	0.0320	22.37	0.72	
							1.61	
			Materiales					
0204010008	ALAMBRE N°16			kg	0.0600	8.50	0.51	
0272040055	MALLA DE ACERO DE 6mm (Q-188)			kg	1.0700	4.55	4.87	
							5.38	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.05	0.05	
							0.05	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103003 SISTEMA RBS

Subpresupuesto 001 SISTEMA RBS

Partida	05.05	(010105010301-0103003-01)	CONCRETO DE MUROS Y DE LOSA DE ENTREPISO $f_c=210$ Kg/cm ²	Costo unitario directo por:			m ³	352.67
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	27.88	11.15		
0101010004	OFICIAL		hh	0.4000	22.37	8.95		
0101010005	PEON		hh	1.6000	20.26	32.42		
52.52								
Materiales								
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 3/8"		m ³	0.5000	45.00	22.50		
02070200010002	ARENA GRUESA		m ³	0.5200	58.00	30.16		
0207020002	FILLER		kg	1.1030	3.80	4.19		
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol	8.4000	27.50	231.00		
0213070002	ACELERANTE DE FRAGUA		l	1.5000	3.90	5.85		
293.70								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1.58	1.58		
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 (18HP)		hm	0.4000	12.17	4.87		
6.45								
Partida	06.01	(010151010501-0103003-01)	INSTALACIONES SANITARIAS- DESAGÜE	Costo unitario directo por:			m	28.60
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1600	27.88	4.46		
0101010005	PEON		hh	0.1600	20.26	3.24		
7.70								
Materiales								
0206020004	CODDO 90° PVC Ø 2"		und	0.1600	2.30	0.37		
0206020005	CODDO 45° PVC Ø 2"		und	0.0900	2.20	0.20		
0206020006	REDUCCION PVC 4"-2"		und	0.0900	5.80	0.52		
0206020008	CODDO 90° PVC Ø4"		und	0.0500	2.30	0.12		
0206070002	TEE PVC 2"		und	0.0900	4.40	0.40		
0206110002	YEE PVC 2"		und	0.1400	5.30	0.74		
0206110003	YEE CON REDUCCION 4"-2"		und	0.0500	11.20	0.56		
0206110005	YEE PVC Ø4"		und	0.0900	4.90	0.44		
0206150003	TRAMPA PVC "P" Ø 2" CON REGISTRO		und	0.0500	12.90	0.65		
0246030002	TUBO 2" PVC		m	0.2900	9.84	2.85		
0246030004	TUBO PVC Ø4"		m	0.8400	16.40	13.78		
0250030001	TEFLON		und	0.0200	2.00	0.04		
20.67								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.23	0.23		
0.23								
Partida	06.02	(010151010502-0103003-01)	INSTALACIONES SANITARIAS- AGUA	Costo unitario directo por:			m	15.02
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.1600	27.88	4.46		
0101010005	PEON		hh	0.1600	20.26	3.24		
7.70								
Materiales								
0206020007	CODDO 90° PVC Ø1/2"		und	0.7900	1.30	1.03		
0206090002	TEE PVC Ø1/2"		und	0.1200	2.80	0.34		
02150500020001	UNION UNIVERSAL PVC Ø 1/2"		und	0.1200	6.50	0.78		
0246030003	TUBO PVC Ø1/2"		und	1.0100	2.40	2.42		
0250030001	TEFLON		und	0.0600	2.00	0.12		
0253100002	VALVULA ESFERICA DE BRONCE Ø1/2"		und	0.0600	40.00	2.40		
7.09								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.23	0.23		
0.23								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103003 SISTEMA RBS

Subpresupuesto 001 SISTEMA RBS

Partida	06.03	(010151010503-0103003-01)	INSTALACIONES ELECTRICAS	Costo unitario directo por:		m	19.91
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	0.0800	27.88	2.23
0101010005	PEON			hh	0.0800	20.26	1.62
3.85							
Materiales							
0205170002	CURVA PVC - SAP Ø20mm			und	0.8600	3.70	3.18
0215010003	TUBERIA PVC - SAP Ø20mm			m	1.0100	9.00	9.09
0241020004	CINTA AISLANTE			und	0.0200	6.00	0.12
0268030002	CAJAS OCTOGONALES 4x4"			und	0.0900	1.60	0.14
0268070002	CAJAS RECTANGULARES 4x2"			und	0.1900	2.00	0.38
0268070003	CAJAS CUADRADAS 100x100x50mm			und	0.0500	10.70	0.54
0270000020003	CABLE THW # 12 AWG			m	1.0100	1.55	1.57
0274010003	TABLERO DE 12 POLOS			und	0.0200	45.90	0.92
15.94							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.12	0.12
0.12							

Partida	07.01	(010110090506-0103003-01)	FALSO CIELORASO CON PLANCHA DE FIBROCEMENTO	Costo unitario directo por:		m2	26.50
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	0.1333	27.88	3.72
0101010005	PEON			hh	0.0667	20.26	1.35
5.07							
Materiales							
0222160010	MASILLA PARA JUNTAS (5Kg)			und	0.0490	15.90	0.78
0241010003	CINTA DE PAPEL (75m)			und	0.0500	13.10	0.66
0251030002	TORNILLO AUTOOPERFORANTE TIPO BROCA PARA METAL			mil	0.0050	16.80	0.08
0290230060	FIBROCEMENTO 6mm			und	0.3500	55.50	19.43
20.95							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.15	0.15
0301330008	ESMERIL 710W			hm	0.1333	2.46	0.33
0.48							

Partida	07.02	(010114010216-0103003-01)	PINTURA PARA CIELORRASOS	Costo unitario directo por:		m2	10.96
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO			hh	0.2424	27.88	6.76
6.76							
Materiales							
0240010001	PINTURA LATEX			gal	0.0400	71.90	2.88
02400100140001	PINTURA IMPRIMANTE BLANCA			gal	0.0400	28.00	1.12
4.00							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.20	0.20
0.20							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103003 SISTEMA RBS

Subpresupuesto 001 SISTEMA RBS

Partida	07.03	(010110010214-0103003-01)	PISO CERAMICO	Costo unitario directo por:			m2	29.65
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	0.2000	27.88	5.58	
0101010005	PEON			hh	0.1000	20.26	2.03	
7.61								
Materiales								
0222080018	PEGAMENTO EN POLVO (25Kg)			bol	0.1700	18.90	3.21	
0225020121	CERAMICA CELIMA 0.30X0.30 cm			m2	1.0500	15.90	16.70	
0225060012	FRAGUA 1Kg			bol	0.2500	6.90	1.73	
0263030002	CRUCETA PLASTICA			bol	0.0200	8.50	0.17	
21.81								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.23	0.23	
0.23								

Partida	07.04	(010111010403-0103003-01)	SUMINSTRO E INSTALACION DE PUERTAS	Costo unitario directo por:			und	123.87
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	0.8000	27.88	22.30	
22.30								
Materiales								
0293010001	PUERTA DE MADERA C/BISAGRAS Y CERRADURA			und	1.0100	99.90	100.90	
100.90								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.67	0.67	
0.67								

Partida	07.05	(010111010404-0103003-01)	SUMINSTRO E INSTALACION DE VENTANAS	Costo unitario directo por:			und	93.67
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	0.8000	27.88	22.30	
22.30								
Materiales								
0294020001	VENTANA DE ALUMINIO C/SEGURO			und	1.0100	70.00	70.70	
70.70								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.67	0.67	
0.67								

Partida	07.06	(010151010504-0103003-01)	COLOCACION DE APARATOS SANITARIOS	Costo unitario directo por:			pza	154.50
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	1.6000	27.88	44.61	
0101010005	PEON			hh	0.8000	20.26	16.21	
60.82								
Materiales								
0246020002	SUMIDERO DE BRONCE			und	0.2500	10.90	2.73	
0247020003	INODORO ONE PIECE			und	0.2500	200.00	50.00	
0247050002	LAVADERO UNIVERSAL			und	0.2500	66.50	16.63	
0256030002	DUCHA UNIVERSAL 2 LLAVES			und	0.2500	90.00	22.50	
91.86								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.82	1.82	
1.82								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103003 SISTEMA RBS

Subpresupuesto 001 SISTEMA RBS

Partida	07.07	(010151010505-0103003-01)	CONEXION Y COLOCACION DE APARATOS ELECTRICOS	Costo unitario directo por:		pto	42.42
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
			Mano de Obra				
0101010003	OPERARIO			hh	0.8000	27.88	22.30
0101010005	PEON			hh	0.4000	20.26	8.10
							30.40
			Materiales				
0260010002	FOCOS 9W			und	0.3100	8.01	2.48
0262050008	INTERRUPTOR			und	0.3100	7.40	2.29
0262130001	TOMACORRIENTE			und	0.3750	16.90	6.34
							11.11
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.91	0.91
							0.91

Partida	07.08	(010101030205-0103003-01)	LIMPIEZA PERIODICA Y FINAL DE OBRA	Costo unitario directo por:		m2	4.17
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
			Mano de Obra				
0101010005	PEON			hh	0.2000	20.26	4.05
							4.05
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.12	0.12
							0.12

F.2. Análisis de precios unitarios del ACT

S10

Página: 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0103004	SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA				
Subpresupuesto	001	SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA				
Partida	01.01	(010101030204-0103004-01)	LIMPIEZA DEL TERRENO	Costo unitario directo por:		1.00
					m2	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Parcial \$/.
			Mano de Obra			
0101010005	PEON			hh	0.0480	0.97
						0.97
			Equipos			
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo	0.03	0.03
						0.03
Partida	01.02	(010101020107-0103004-01)	TRAZO Y REPLANTEO	Costo unitario directo por:		2.39
					m2	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Parcial \$/.
			Mano de Obra			
0101010005	PEON			hh	0.0480	0.97
						0.97
			Materiales			
0204120006	CLAVOS DE 3"			ka	0.0700	0.33
0213030003	YESO 2 Kg			bol	0.0600	0.71
0231010001	MADERA TORNILLO			p2	0.0760	0.34
0292010001	CORDEL			m	0.0600	0.01
						1.39
			Equipos			
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo	0.03	0.03
						0.03
Partida	01.03	(010104040103-0103004-01)	NIVELACION DEL TERRENO	Costo unitario directo por:		5.49
					m2	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Parcial \$/.
			Mano de Obra			
0101010003	OPERARIO			hh	0.0667	1.86
0101010005	PEON			hh	0.1333	2.70
						4.56
			Equipos			
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo	0.14	0.14
0301240009	APISONADOR CON MOTOR 3HP			hm	0.0667	0.79
						0.93
Partida	01.04	(010104010005-0103004-01)	EXCAVACION PARA CIMENTOS	Costo unitario directo por:		47.70
					m3	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Parcial \$/.
			Mano de Obra			
0101010005	PEON			hh	2.2857	46.31
						46.31
			Equipos			
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo	1.39	1.39
						1.39
Partida	01.05	(010104020213-0103004-01)	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	Costo unitario directo por:		16.70
					m3	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Parcial \$/.
			Mano de Obra			
0101010005	PEON			hh	0.8000	16.21
						16.21
			Equipos			
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo	0.49	0.49
						0.49

Fecha : 19/11/2024 01:08:10

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103004 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Partida	01.06	(010104030603-0103004-01)	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	Costo unitario directo por:	m3	23.85
---------	-------	---------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	1.1429	20.26	23.16
23.16						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.69	0.69
0.69						

Partida	02.01	(010107010115-0103004-01)	ACERO EN ZAPATAS	Costo unitario directo por:	kg	7.25
---------	-------	---------------------------	------------------	-----------------------------	----	------

Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.0320	27.88	0.89
0101010004	OFICIAL		hh	0.0320	22.37	0.72
1.61						
Materiales						
0204010008	ALAMBRE N°16		kq	0.0600	8.50	0.51
0272040056	VARILLA CORRUGADA DE 5/8"		kq	1.0700	4.55	4.87
5.38						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.05	0.05
0301180003	TRONZADORA 2400W		hm	0.0320	6.50	0.21
0.26						

Partida	02.02	(010107010116-0103004-01)	ACERO EN COLUMNAS	Costo unitario directo por:	kg	7.32
---------	-------	---------------------------	-------------------	-----------------------------	----	------

Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.0333	27.88	0.93
0101010004	OFICIAL		hh	0.0333	22.37	0.74
1.67						
Materiales						
0204010008	ALAMBRE N°16		kq	0.0600	8.50	0.51
0272040054	VARILLA CORRUGADA DE 1/2"		kq	0.6060	4.55	2.76
0272040058	VARILLA CORRUGADA DE 3/8"		kq	0.4640	4.55	2.11
5.38						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.05	0.05
0301180003	TRONZADORA 2400W		hm	0.0333	6.50	0.22
0.27						

Partida	02.03	(010106020107-0103004-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATA	Costo unitario directo por:	m2	52.78
---------	-------	---------------------------	------------------------------------	-----------------------------	----	-------

Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	0.3200	27.88	8.92
0101010004	OFICIAL		hh	0.3200	22.37	7.16
16.08						
Materiales						
0204120006	CLAVOS DE 3"		kq	0.1500	4.70	0.71
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	7.8900	4.50	35.51
36.22						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.48	0.48
0.48						

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103004 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Partida	02.04	(010105010114-0103004-01)	CONCRETO EN ZAPATAS f'c=210Kg/cm ²	Costo unitario directo por:			m ²	331.74
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.3200	27.88	8.92		
0101010004	OFICIAL		hh	0.3200	22.37	7.16		
0101010005	PEON		hh	0.6400	20.26	12.97		
29.05								
Materiales								
0207010001	PIEDRA CHANCADA		m ³	0.5300	63.00	33.39		
02070200010002	ARENA GRUESA		m ³	0.5200	58.00	30.16		
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol	8.4000	27.50	231.00		
294.55								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.87	0.87		
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 (18HP)		hm	0.3200	12.17	3.89		
0301290005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP		hm	0.3200	10.56	3.38		
8.14								

Partida	02.05	(010105010112-0103004-01)	CONCRETO EN CIMENTO CORRIDO 1:10 + 30% P.M	Costo unitario directo por:			m ³	207.01
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.3200	27.88	8.92		
0101010004	OFICIAL		hh	0.3200	22.37	7.16		
0101010005	PEON		hh	0.6400	20.26	12.97		
29.05								
Materiales								
0207010005	PIEDRA MEDIANA		m ³	0.4800	65.00	31.20		
0207030001	HORMIGON		m ³	0.8300	75.00	62.25		
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol	2.9000	27.50	79.75		
173.20								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.87	0.87		
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 (18HP)		hm	0.3200	12.17	3.89		
4.76								

Partida	02.06	(010106010204-0103004-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	Costo unitario directo por:			m ²	44.74
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	27.88	11.15		
0101010004	OFICIAL		hh	0.4000	22.37	8.95		
20.10								
Materiales								
0204010009	ALAMBRE N° 8		kg	0.2600	6.50	1.69		
0204120006	CLAVOS DE 3"		kg	0.1300	4.70	0.61		
0231010001	MADERA TORNILLO		m ²	4.8300	4.50	21.74		
24.04								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.60	0.60		
0.60								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103004 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Partida 02.07 (010105010203-0103004-01) CONCRETO SOBRECIMENTOS MEZCLA 1:8 + 25% P.M. e=0.15
Costo unitario directo por: m3 277.34

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.8000	27.88	22.30
0101010004	OFICIAL	hh	0.8000	22.37	17.90
0101010005	PEON	hh	1.6000	20.26	32.42
72.62					
Materiales					
0207010005	PIEDRA MEDIANA	m3	0.4200	65.00	27.30
0207030001	HORMIGON	m3	0.8500	75.00	63.75
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol	3.7000	27.50	101.75
192.80					
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.18	2.18
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 (18HP)	hm	0.8000	12.17	9.74
11.92					

Partida 03.01 (010106020105-0103004-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA
Costo unitario directo por: m2 49.62

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.4000	27.88	11.15
0101010004	OFICIAL	hh	0.4000	22.37	8.95
20.10					
Materiales					
0204010008	ALAMBRE N°16	kg	0.2600	8.50	2.21
0204120006	CLAVOS DE 3"	kg	0.1300	4.70	0.61
0231010001	MADERA TORNILLO	m2	5.8000	4.50	26.10
28.92					
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.60	0.60
0.60					

Partida 03.02 (010105010113-0103004-01) CONCRETO DE LOSA 1:12
Costo unitario directo por: m3 225.06

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.3200	27.88	8.92
0101010004	OFICIAL	hh	0.3200	22.37	7.16
0101010005	PEON	hh	0.6400	20.26	12.97
29.05					
Materiales					
0207030001	HORMIGON	m3	1.2300	75.00	92.25
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol	3.6000	27.50	99.00
191.25					
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.87	0.87
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 (18HP)	hm	0.3200	12.17	3.89
4.76					

Partida 04.01 (010108020208-0103004-01) MURO DE ALBAÑILERIA
Costo unitario directo por: m2 68.27

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.6667	27.88	18.59
0101010005	PEON	hh	0.3333	20.26	6.75
25.34					
Materiales					
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	0.0310	58.00	1.80
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol	0.2200	27.50	6.05
0216020015	LADRILLO 24X13X9 cm	pza	39.0000	0.88	34.32
42.17					
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.76	0.76
0.76					

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103004 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Partida	04.02	(010106040114-0103004-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	Costo unitario directo por:			m2	46.67
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	27.88	11.15		
0101010004	OFICIAL		hh	0.4000	22.37	8.95		
20.10								
Materiales								
0204010009	ALAMBRE N° 8		kg	0.3000	6.50	1.95		
0204120006	CLAVOS DE 3"		kg	0.1700	4.70	0.80		
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	5.1600	4.50	23.22		
25.97								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.60	0.60		
0.60								

Partida	04.03	(010105010402-0103004-01)	CONCRETO EN COLUMNAS f _c =210 kg/cm ²	Costo unitario directo por:			m3	434.96
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.8889	27.88	24.78		
0101010004	OFICIAL		hh	0.8889	22.37	19.88		
0101010005	PEON		hh	3.5556	20.26	72.04		
116.70								
Materiales								
0207010001	PIEDRA CHANCADA		m3	0.5300	63.00	33.39		
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.5200	58.00	30.16		
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol	8.4000	27.50	231.00		
294.55								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.50	3.50		
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 (18HP)		hm	0.8889	12.17	10.82		
0301290005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP		hm	0.8889	10.56	9.39		
23.71								

Partida	05.01	(010106020106-0103004-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE TECHO ALIGERADO	Costo unitario directo por:			m2	45.25
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	27.88	11.15		
0101010004	OFICIAL		hh	0.4000	22.37	8.95		
20.10								
Materiales								
0204010008	ALAMBRE N°16		kg	0.1000	8.50	0.85		
0204120006	CLAVOS DE 3"		kg	0.1100	4.70	0.52		
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	5.1500	4.50	23.18		
24.55								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.60	0.60		
0.60								

Partida	05.02	(010106060112-0103004-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	Costo unitario directo por:			m2	45.05
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.4000	27.88	11.15		
0101010004	OFICIAL		hh	0.4000	22.37	8.95		
20.10								
Materiales								
0204010009	ALAMBRE N° 8		kg	0.1000	6.50	0.65		
0204120006	CLAVOS DE 3"		kg	0.1100	4.70	0.52		
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	5.1500	4.50	23.18		
24.35								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.60	0.60		
0.60								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103004 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Partida	05.03	(010106120105-0103004-01)	LADRILLO DE TECHO	Costo unitario directo por:			pza	3.50
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0050	27.88	0.14		
0101010004	OFICIAL		hh	0.0050	22.37	0.11		
0101010005	PEON		hh	0.0450	20.26	0.91		
1.16								
Materiales								
0216010017	LADRILLO DE ARCILLA HUECO 15X30X30		pza	1.0500	2.20	2.31		
2.31								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.03	0.03		
0.03								

Partida	05.04	(010107010117-0103004-01)	ACERO EN VIGAS	Costo unitario directo por:			kg	7.25
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0320	27.88	0.89		
0101010004	OFICIAL		hh	0.0320	22.37	0.72		
1.61								
Materiales								
0204010008	ALAMBRE N°16		kq	0.0600	8.50	0.51		
0272040054	VARILLA CORRUGADA DE 1/2"		kq	0.6150	4.55	2.80		
0272040056	VARILLA CORRUGADA DE 3/8"		kq	0.4550	4.55	2.07		
5.38								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.05	0.05		
0301180003	TRONZADORA 2400W		hm	0.0320	6.50	0.21		
0.26								

Partida	05.05	(010107020106-0103004-01)	ARMADURA DE ACERO EN EL TECHO	Costo unitario directo por:			kg	7.25
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO		hh	0.0320	27.88	0.89		
0101010004	OFICIAL		hh	0.0320	22.37	0.72		
1.61								
Materiales								
0204010008	ALAMBRE N°16		kq	0.0600	8.50	0.51		
0272040054	VARILLA CORRUGADA DE 1/2"		kq	0.6700	4.55	3.05		
0272040056	VARILLA CORRUGADA DE 3/8"		kq	0.1200	4.55	0.55		
02720400560001	VARILLA CORRUGADA DE 1/4"		kq	0.2800	4.55	1.27		
5.38								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.05	0.05		
0301180003	TRONZADORA 2400W		hm	0.0320	6.50	0.21		
0.26								

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103004 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Partida	05.06	(010105011702-0103004-01)	CONCRETO DE VIGAS Y DE LOSA DE ENTREPISO Fc= 210Kg/cm2	Costo unitario directo por:		m3	345.09
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.3200	27.88	8.92	
0101010004	OFICIAL		hh	0.3200	22.37	7.16	
0101010005	PEON		hh	1.2800	20.26	25.93	
42.01							
Materiales							
0207010001	PIEDRA CHANCADA		m3	0.5300	63.00	33.39	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	0.5200	58.00	30.16	
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol	8.4000	27.50	231.00	
294.55							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		1.26	1.26	
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 (18HP)		hm	0.3200	12.17	3.89	
0301290005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP		hm	0.3200	10.56	3.38	
8.53							

Partida	06.01	(010151010506-0103004-01)	INSTALACIONES SANITARIAS-DESAGUE	Costo unitario directo por:		m	28.60
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.1600	27.88	4.46	
0101010005	PEON		hh	0.1600	20.26	3.24	
7.70							
Materiales							
0206020004	CODDO 90° PVC Ø 2"		und	0.1600	2.30	0.37	
0206020005	CODDO 45° PVC Ø 2"		und	0.0900	2.20	0.20	
0206020006	REDUCCION PVC 4"-2"		und	0.0900	5.80	0.52	
0206020008	CODDO 90° PVC Ø4"		und	0.0500	2.30	0.12	
0206070002	TEE PVC 2"		und	0.0900	4.40	0.40	
0206110002	YEE PVC 2"		und	0.1400	5.30	0.74	
0206110004	YEE CON REDUCCION PVC 4"-2"		und	0.0500	11.20	0.56	
0206110005	YEE PVC Ø4"		und	0.0900	4.90	0.44	
0206150003	TRAMPA PVC "P" Ø 2" CON REGISTRO		und	0.0500	12.90	0.65	
0246030002	TUBO 2" PVC		m	0.2900	9.84	2.85	
0246030004	TUBO PVC Ø4"		m	0.8400	16.40	13.78	
0250030001	TEFLON		und	0.0200	2.00	0.04	
20.67							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.23	0.23	
0.23							

Partida	06.02	(010151010507-0103004-01)	INSTALACIONES SANITARIAS-AGUA	Costo unitario directo por:		m	15.02
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	0.1600	27.88	4.46	
0101010005	PEON		hh	0.1600	20.26	3.24	
7.70							
Materiales							
0206020007	CODDO 90° PVC Ø1/2"		und	0.7900	1.30	1.03	
0206090002	TEE PVC Ø1/2"		und	0.1200	2.80	0.34	
02150500020001	UNION UNIVERSAL PVC Ø 1/2"		und	0.1200	6.50	0.78	
0246030003	TUBO PVC Ø1/2"		und	1.0100	2.40	2.42	
0250030001	TEFLON		und	0.0600	2.00	0.12	
0253100002	VALVULA ESFERICA DE BRONCE Ø1/2"		und	0.0600	40.00	2.40	
7.09							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0.23	0.23	
0.23							

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103004 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Partida	06.03	(010151010508-0103004-01)	INSTALACIONES ELECTRICAS	Costo unitario directo por:			m	19.91
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	0.0800	27.88	2.23	
0101010005	PEON			hh	0.0800	20.26	1.62	
							3.85	
Materiales								
0205170002	CURVA PVC - SAP Ø20mm			und	0.8600	3.70	3.18	
0215010003	TUBERIA PVC - SAP Ø20mm			m	1.0100	9.00	9.09	
0241020004	CINTA AISLANTE			und	0.0200	6.00	0.12	
0268030002	CAJAS OCTOGONALES 4x4"			und	0.0900	1.60	0.14	
0268070002	CAJAS RECTANGULARES 4x2"			und	0.1900	2.00	0.38	
0268070003	CAJAS CUADRADAS 100x100x50mm			und	0.0500	10.70	0.54	
02700000020003	CABLE THW # 12 AWG			m	1.0100	1.55	1.57	
0274010003	TABLERO DE 12 POLOS			und	0.0200	45.90	0.92	
							15.94	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.12	0.12	
							0.12	
Partida	07.01	(010109010216-0103004-01)	TARRAJEO EN INTERIORES Y EXTERIORES	Costo unitario directo por:			m2	17.73
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010004	OFICIAL			hh	0.4000	22.37	8.95	
0101010005	PEON			hh	0.2000	20.26	4.05	
							13.00	
Materiales								
02070200010001	ARENA FINA			m3	0.0160	70.00	1.12	
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I			bol	0.1170	27.50	3.22	
							4.34	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.39	0.39	
							0.39	
Partida	07.02	(010109010310-0103004-01)	VESTIDURA DE DERRAMES	Costo unitario directo por:			m	10.82
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010004	OFICIAL			hh	0.4444	22.37	9.94	
							9.94	
Materiales								
02070200010001	ARENA FINA			m3	0.0020	70.00	0.14	
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I			bol	0.0160	27.50	0.44	
							0.58	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.30	0.30	
							0.30	
Partida	07.03	(010114010103-0103004-01)	PINTURA DE CIELORRASOS	Costo unitario directo por:			m2	10.96
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	0.2424	27.88	6.76	
							6.76	
Materiales								
0240010001	PINTURA LATEX			gal	0.0400	71.90	2.88	
02400100140001	PINTURA IMPRIMANTE BLANCA			gal	0.0400	28.00	1.12	
							4.00	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.20	0.20	
							0.20	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103004 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Partida	07.04	(010114010103-0103004-03)	PINTURA DE MUROS	Costo unitario directo por:			m2	10.96
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	0.2424	27.88	6.76	
Materiales								
0240010001	PINTURA LATEX			gal	0.0400	71.90	2.88	
02400100140001	PINTURA IMPRIMANTE BLANCA			gal	0.0400	28.00	1.12	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.20	0.20	

Partida	07.05	(010110010214-0103004-01)	PISO CERAMICO	Costo unitario directo por:			m2	29.65
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	0.2000	27.88	5.58	
0101010005	PEON			hh	0.1000	20.26	2.03	
Materiales								
0222080018	PEGAMENTO EN POLVO (25Kg)			bol	0.1700	18.90	3.21	
0225020121	CERAMICA CELIMA 0.30X0.30 cm			m2	1.0500	15.90	16.70	
0225060012	FRAGUA 1Kg			bol	0.2500	6.90	1.73	
0263030002	CRUCETA PLASTICA			bol	0.0200	8.50	0.17	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.23	0.23	

Partida	07.06	(010111010403-0103004-01)	SUMINISTRO E INSTALACION DE PUERTAS	Costo unitario directo por:			und	123.87
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	0.8000	27.88	22.30	
Materiales								
0293010001	PUERTA DE MADERA C/BISAGRAS Y CERRADURA			und	1.0100	99.90	100.90	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.67	0.67	

Partida	07.07	(010111010404-0103004-01)	SUMINISTRO E INSTALACION DE VENTANAS	Costo unitario directo por:			und	93.67
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	0.8000	27.88	22.30	
Materiales								
0294020002	VENTANA DE ALUMINIO			und	1.0100	70.00	70.70	
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.67	0.67	

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0103004 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Partida	07.08	(010151010504-0103004-01)	COLOCACION DE APARATOS SANITARIOS	Costo unitario directo por:			pza	154.25
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	1.6000	27.88	44.61	
0101010005	PEON			hh	0.8000	20.26	16.21	
60.82								
Materiales								
0246020002	SUMIDERO DE BRONCE			und	0.2500	10.90	2.73	
0247020003	INODORO ONE PIECE			und	0.2500	200.00	50.00	
0247050002	LAVADERO UNIVERSAL			und	0.2500	65.50	16.38	
0256030002	DUCHA UNIVERSAL 2 LLAVES			und	0.2500	90.00	22.50	
91.61								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		1.82	1.82	
1.82								

Partida	07.09	(010151010505-0103004-01)	CONEXION Y COLOCACION DE APARATOS ELECTRICOS	Costo unitario directo por:			pto	42.42
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO			hh	0.8000	27.88	22.30	
0101010005	PEON			hh	0.4000	20.26	8.10	
30.40								
Materiales								
0260010002	FOCOS 9W			und	0.3100	8.01	2.48	
0262050008	INTERRUPTOR			und	0.3100	7.40	2.29	
0262130001	TOMACORRIENTE			und	0.3750	16.90	6.34	
11.11								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.91	0.91	
0.91								

Partida	07.10	(010101030205-0103004-01)	LIMPIEZA PERIODICA Y FINAL DE OBRA	Costo unitario directo por:			m2	4.17
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra								
0101010005	PEON			hh	0.2000	20.26	4.05	
4.05								
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.12	0.12	
0.12								

Apéndice G: Precios y cantidades de recursos

G.1. Precios y cantidades de recursos requeridos del RBS

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0103003	SISTEMA RBS				
Subpresupuesto	001	SISTEMA RBS				
Fecha	01/06/2024					
Lugar	150143	LIMA - LIMA - VILLA MARIA DEL TRIUNFO				
Código	Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
MANO DE OBRA						
0101010003	OPERARIO		hh	98.5125	27.88	2,746.53
0101010004	OFICIAL		hh	35.2384	22.37	788.28
0101010005	PEON		hh	133.9495	20.26	2,713.82
						6,248.63
MATERIALES						
0204010008	ALAMBRE N°16		kg	36.0366	8.50	306.31
0204120006	CLAVOS DE 3"		kg	8.3033	4.70	39.03
0205170002	CURVA PVC - SAP Ø20mm		und	48.9856	3.70	181.25
0206020004	CODO 90° PVC Ø 2"		und	3.4208	2.30	7.87
0206020005	CODO 45° PVC Ø 2"		und	1.9242	2.20	4.23
0206020006	REDUCCION PVC 4"-2"		und	1.9242	5.80	11.16
0206020007	CODO 90° PVC Ø1/2"		und	13.0666	1.30	16.99
0206020008	CODO 90° PVC Ø4"		und	1.0690	2.30	2.46
0206070002	TEE PVC 2"		und	1.9242	4.40	8.47
0206090002	TEE PVC Ø1/2"		und	1.9848	2.80	5.56
0206110002	YEE PVC 2"		und	2.9932	5.30	15.86
0206110003	YEE CON REDUCCION 4"-2"		und	1.0690	11.20	11.97
0206110005	YEE PVC Ø4"		und	1.9242	4.90	9.43
0206150003	TRAMPA PVC "P" Ø 2" CON REGISTRO		und	1.0690	12.90	13.79
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 3/8"		m3	3.6150	45.00	162.68
0207010005	PIEDRA MEDIANA		m3	4.7712	65.00	310.13
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	3.7596	58.00	218.06
0207020002	FILLER		kg	7.9747	3.80	30.30
0207030001	HORMIGON		m3	13.5392	75.00	1,015.44
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I		bol	105.0380	27.50	2,888.55
0213030003	YESO 2 Kg		bol	2.5812	11.90	30.72
0213070002	ACELERANTE DE FRAGUA		l	10.8450	3.90	42.30
0215010003	TUBERIA PVC - SAP Ø20mm		m	57.5296	9.00	517.77
02150500020001	UNION UNIVERSAL PVC Ø 1/2"		und	1.9848	6.50	12.90
0216020014	VIGUETAS DE ACERO GALVANIZADO		m	57.3510	49.27	2,825.68
0222080018	PEGAMENTO EN POLVO (25Kg)		bol	6.9292	18.90	130.96
0222160010	MASILLA PARA JUNTAS (5Kg)		und	1.9972	15.90	31.76
0225020121	CERAMICA CELIMA 0.30X0.30 cm		m2	42.7980	15.90	680.49
0225060012	FRAGUA 1Kg		bol	10.1900	6.90	70.31
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	212.4401	4.50	955.98
0231220002	PANEL RBS		m2	72.3600	227.05	16,429.34
0231220004	CASETONES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO		und	52.0000	30.53	1,587.56
0231220005	MARCO ANDINO		m	35.4510	26.41	936.26
0231220006	MARCO BASE		m	35.4510	12.50	443.14
0240010001	PINTURA LATEX		gal	1.7484	71.90	125.71
02400100140001	PINTURA IMPRIMANTE BLANCA		gal	1.7484	28.00	48.96
0241010003	CINTA DE PAPEL (75m)		und	2.0380	13.10	26.70
0241020004	CINTA AISLANTE		und	1.1392	6.00	6.84
0246020002	SUMIDERO DE BRONCE		und	1.0000	10.90	10.90
0246030002	TUBO 2" PVC		m	6.2002	9.84	61.01
0246030003	TUBO PVC Ø1/2"		und	16.7054	2.40	40.09
0246030004	TUBO PVC Ø4"		m	17.9592	16.40	294.53
0247020003	INODORO ONE PIECE		und	1.0000	200.00	200.00
0247050002	LAVADERO UNIVERSAL		und	1.0000	66.50	66.50
0250030001	TEFLON		und	1.4200	2.00	2.84
0251030002	TORNILLO AUTOPERFORANTE TIPO BROCA PARA METAL		mil	0.2038	16.80	3.42
0253100002	VALVULA ESFERICA DE BRONCE Ø1/2"		und	0.9924	40.00	39.70
0256030002	DUCHA UNIVERSAL 2 LLAVES		und	1.0000	90.00	90.00
0260010002	FOCOS 9W		und	4.9600	8.01	39.73
0262050008	INTERRUPTOR		und	4.9600	7.40	36.70
0262130001	TOMACORRIENTE		und	6.0000	16.90	101.40
0263030002	CRUCETA PLASTICA		bol	0.8152	8.50	6.93
0268030002	CAJAS OCTOGONALES 4x4"		und	5.1264	1.60	8.20
0268070002	CAJAS RECTANGULARES 4x2"		und	10.8224	2.00	21.64
0268070003	CAJAS CUADRADAS 100x100x50mm		und	2.8480	10.70	30.47
02700000020003	CABLE THW # 12 AWG		m	57.5296	1.55	89.17
0272040054	VARILLA CORRUGADA DE 1/2"		kg	83.1398	4.55	378.29
0272040055	MALLA DE ACERO DE 6mm (Q-188)		kg	136.2538	4.55	619.95
0272040057	VARILLA CORRUGADA DE 8mm		kg	259.4849	4.55	1,180.66
0274010003	TABLERO DE 12 POLOS		und	1.1392	45.90	52.29
0290080005	TIZAS		und	3.6340	0.23	0.84
0290230060	FIBROCEMENTO 6mm		und	14.2660	55.50	791.76
0292010001	CORDEL		m	2.5812	0.15	0.39
0293010001	PUERTA DE MADERA C/BISAGRAS Y CERRADURA		und	4.0400	99.90	403.60
0294020001	VENTANA DE ALUMINIO C/SEGURO		und	4.0400	70.00	282.80
						35,016.73
EQUIPOS						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			187.51
0301180003	TRONZADORA 2400W		hm	10.2467	6.50	66.60
0301240009	APISONADOR CON MOTOR 3HP		hm	2.8694	11.82	33.92
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 (18HP)		hm	7.4488	12.17	90.65
0301330008	ESMERIL 710W		hm	9.9971	2.46	24.59
						403.27

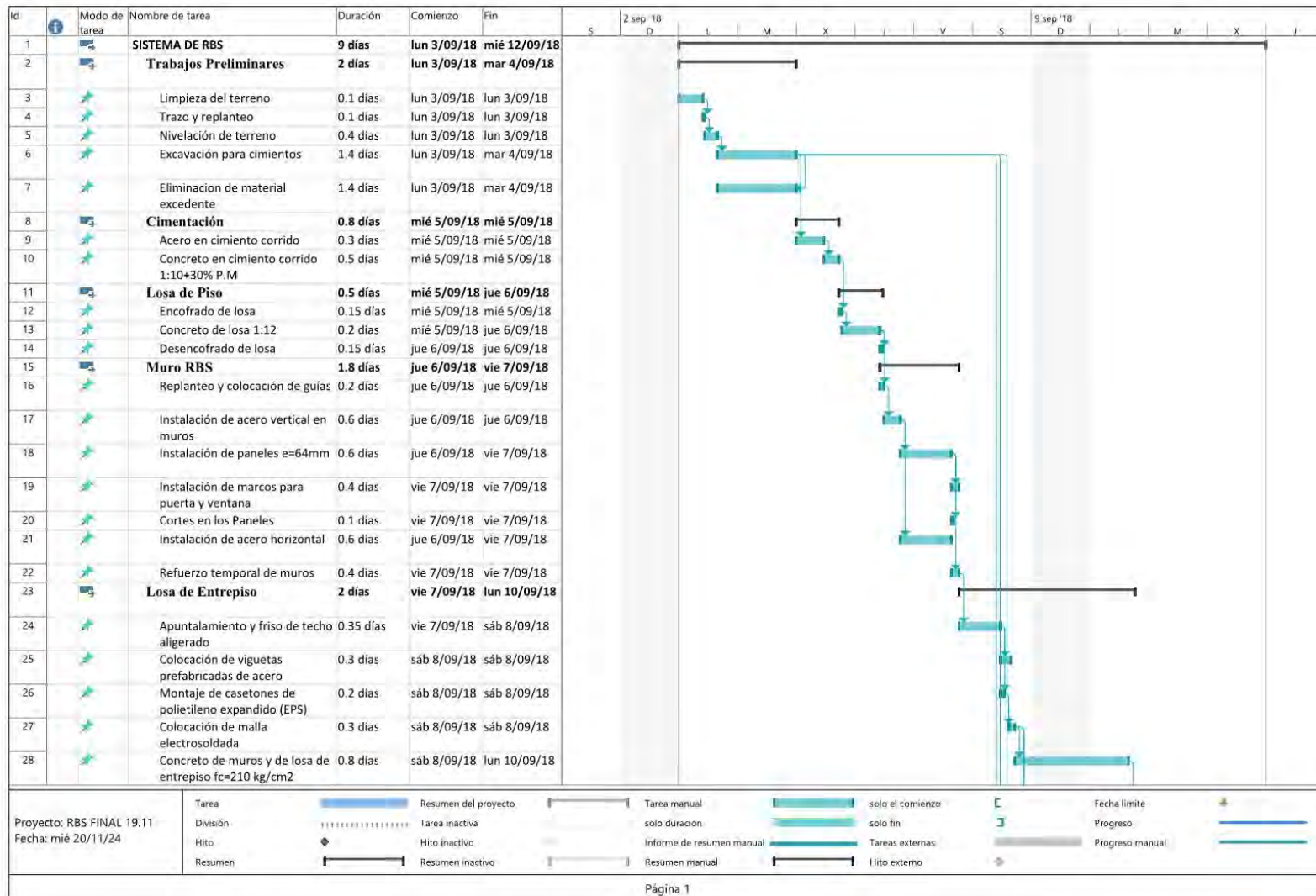
G.2 Precios y cantidades de recursos requeridos del ACT

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

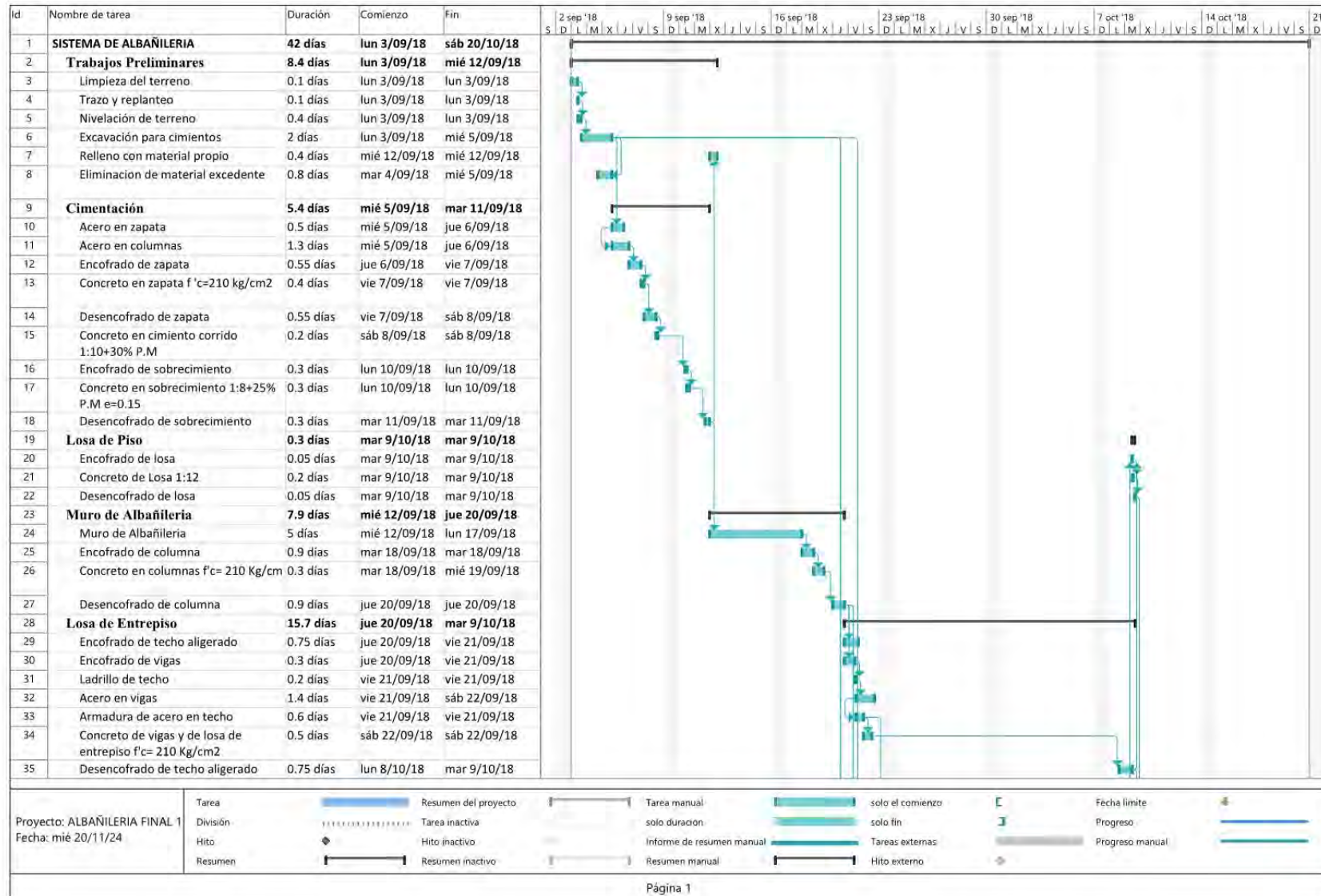
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Obra 0103004 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA					
Subpresupuesto 001 SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA					
Fecha 01/06/2024					
Lugar 150143 LIMA - LIMA - VILLA MARIA DEL TRIUNFO					
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	215.5868	27.88	6,010.56
0101010004	OFICIAL	hh	172.0928	22.37	3,849.72
0101010005	PEON	hh	178.7644	20.26	3,621.77
					13,482.05
MATERIALES					
0204010008	ALAMBRE N°16	kg	69.6311	8.50	591.86
0204010009	ALAMBRE N° 8	kg	14.7878	6.50	96.12
0204120006	CLAVOS DE 3"	kg	19.2780	4.70	90.61
0205170002	CURVA PVC - SAP Ø20mm	und	48.9856	3.70	181.25
0206020004	CODO 90° PVC Ø 2"	und	3.4208	2.30	7.87
0206020005	CODO 45° PVC Ø 2"	und	1.9242	2.20	4.23
0206020006	REDUCCION PVC 4"-2"	und	1.9242	5.80	11.16
0206020007	CODO 90° PVC Ø1/2"	und	13.0666	1.30	16.99
0206020008	CODO 90° PVC Ø4"	und	1.0690	2.30	2.46
0206070002	TEE PVC 2"	und	1.9242	4.40	8.47
0206090002	TEE PVC Ø1/2"	und	1.9848	2.80	5.56
0206110002	YEE PVC 2"	und	2.9932	5.30	15.86
0206110004	YEE CON REDUCCION PVC 4"-2"	und	1.0690	11.20	11.97
0206110005	YEE PVC Ø4"	und	1.9242	4.90	9.43
0206150003	TRAMPA PVC "P" Ø 2" CON REGISTRO	und	1.0690	12.90	13.79
0207010001	PIEDRA CHANCADA	m3	8.0242	63.00	505.52
0207010005	PIEDRA MEDIANA	m3	3.7164	65.00	241.57
02070200010001	ARENA FINA	m3	2.6018	70.00	182.13
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	9.6438	58.00	559.34
0207030001	HORMIGON	m3	11.3256	75.00	849.42
0213010008	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol	197.0697	27.50	5,419.42
0213030003	YESO 2 Kg	bol	2.5812	11.90	30.72
0215010003	TUBERIA PVC - SAP Ø20mm	m	57.5296	9.00	517.77
02150500020001	UNION UNIVERSAL PVC Ø 1/2"	und	1.9848	6.50	12.90
0216010017	LADRILLO DE ARCILLA HUECO 15X30X30	pza	260.4000	2.20	572.88
0216020015	LADRILLO 24X13X9 cm	pza	2,228.0700	0.88	1,960.70
0222080018	PEGAMENTO EN POLVO (25Kg)	bol	6.4532	18.90	121.97
0225020121	CERAMICA CELIMA 0.30X0.30 cm	m2	39.8580	15.90	633.74
0225060012	FRAGUA 1Kg	bol	9.4900	6.90	65.48
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	675.6334	4.50	3,040.35
0240010001	PINTURA LATEX	gal	6.3128	71.90	453.89
02400100140001	PINTURA IMPRIMANTE BLANCA	gal	6.3128	28.00	176.76
0241020004	CINTA AISLANTE	und	1.1392	6.00	6.84
0246020002	SUMIDERO DE BRONCE	und	1.0000	10.90	10.90
0246030002	TUBO 2" PVC	m	6.2002	9.84	61.01
0246030003	TUBO PVC Ø1/2"	und	16.7054	2.40	40.09
0246030004	TUBO PVC Ø4"	m	17.9592	16.40	294.53
0247020003	INODORO ONE PIECE	und	1.0000	200.00	200.00
0247050002	LAVADERO UNIVERSAL	und	1.0000	65.50	65.50
0250030001	TEFLON	und	1.4200	2.00	2.84
0253100002	VALVULA ESFERICA DE BRONCE Ø1/2"	und	0.9924	40.00	39.70
0256030002	DUCHA UNIVERSAL 2 LLAVES	und	1.0000	90.00	90.00
0260010002	FOCOS 9W	und	4.9600	8.01	39.73
0262050008	INTERRUPTOR	und	4.9600	7.40	36.70
0262130001	TOMACORRIENTE	und	6.0000	16.90	101.40
0263030002	CRUCETA PLASTICA	bol	0.7592	8.50	6.45
0268030002	CAJAS OCTOGONALES 4x4"	und	5.1264	1.60	8.20
0268070002	CAJAS RECTANGULARES 4x2"	und	10.8224	2.00	21.64
0268070003	CAJAS CUADRADAS 100x100x50mm	und	2.8480	10.70	30.47
02700000020003	CABLE THW # 12 AWG	m	57.5296	1.55	89.17
0272040054	VARILLA CORRUGADA DE 1/2"	kg	497.9498	4.55	2,265.67
0272040056	VARILLA CORRUGADA DE 5/8"	kg	325.2372	4.55	1,479.83
0272040058	VARILLA CORRUGADA DE 3/8"	kg	319.4004	4.55	1,453.27
02720400580001	VARILLA CORRUGADA DE 1/4"	kg	40.2108	4.55	182.96
0274010003	TABLERO DE 12 POLOS	und	1.1392	45.90	52.29
0292010001	CORDEL	m	2.5812	0.15	0.39
0293010001	PUERTA DE MADERA C/BISAGRAS Y CERRADURA	und	4.0400	99.90	403.60
0294020002	VENTANA DE ALUMINIO	und	4.0400	70.00	282.80
					23,678.17
EQUIPOS					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			404.49
0301180003	TRONZADORA 2400W	hm	35.7838	6.50	232.59
0301240009	APISONADOR CON MOTOR 3HP	hm	2.8694	11.82	33.92
0301290004	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 p3 (18HP)	hm	10.8729	12.17	132.32
0301290005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	hm	6.2329	10.56	65.82
					869.14

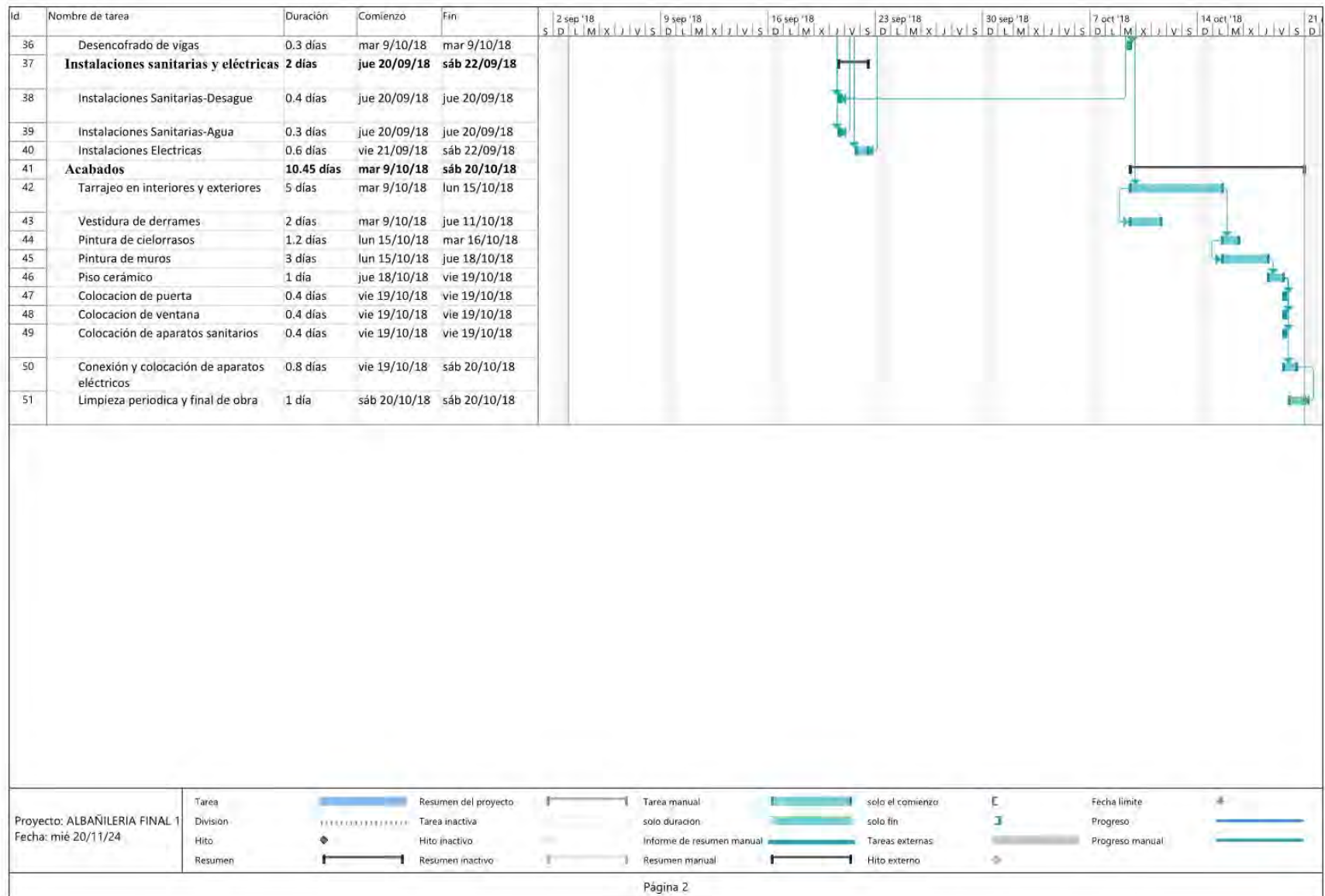
Apéndice H: Calendarios

H.1. Calendario del RBS



H.2. Calendario del ACT





Apéndice I: Memoria de calculo

I.1. Memoria de cálculo estructural de RBS



LABORATORIO DE
ESTRUCTURAS
ANTISISMICAS



PUCP

ANEXO 4
MEMORIA DE DISEÑO ESTRUCTURAL
CORPORACIÓN LA PERLA

Para la elaboración de la Memoria de Diseño se tomará como referencia el modelo a escala natural de dos pisos que ha sido sometido a una simulación sísmica en la mesa vibradora del Laboratorio de Estructuras de la PUCP. Se trata de un solo ambiente en dos pisos tal como se muestra en las vistas de las Figuras 4.1 a 4.x

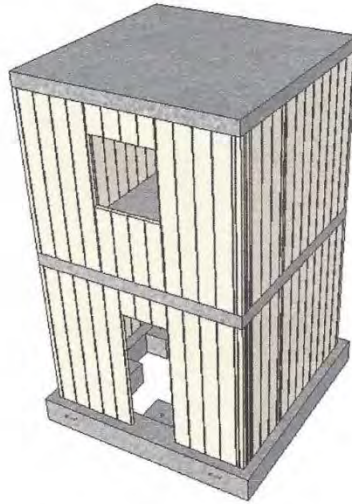


Figura 4.1. Vista isométrica del módulo de dos pisos.



[Handwritten Signature]
ENRIQUE TORREALVA-DAVILA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 14072

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Av. Universitaria 1801, San Miguel
T: 51-1 626-2000 anexo 4640
F: 51-1 626 2089
ledi@pucp.edu.pe

www.pucp.edu.pe

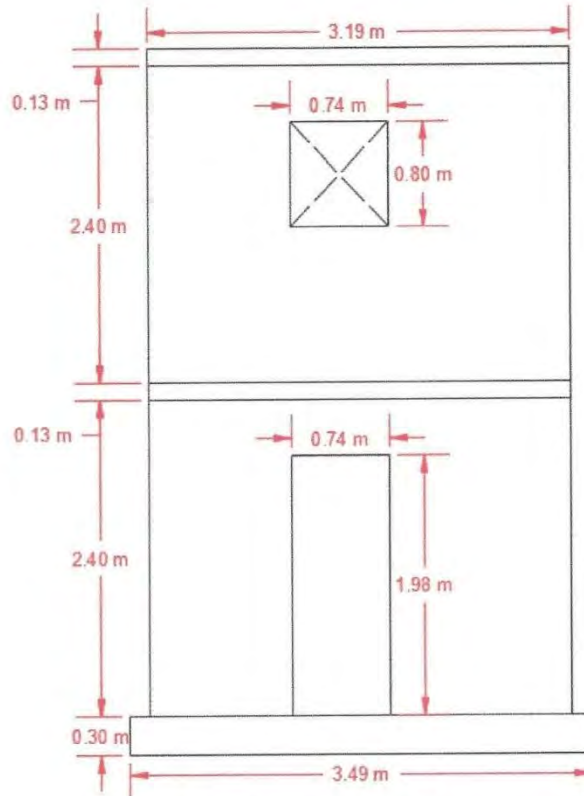


Figura 4.4. Elevación A-A



[Signature]
DANIEL ENRIQUE TORREALVA-DAVILA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 14072

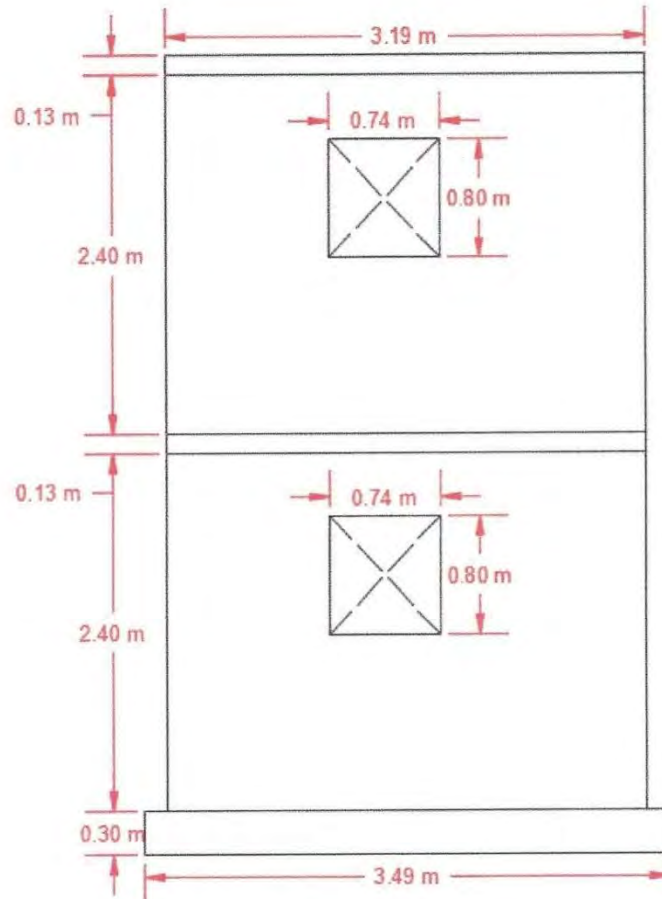


Figura 4.5. Elevación B-B.




MIGUEL ENRIQUE TORREALVA-DAVILA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 14072



Tipología estructural y criterio de análisis y diseño.

En el sistema constructivo “RBS AZEMBLA”, el elemento estructural, que soporta las cargas verticales es una losa de concreto maciza o aligerada, también puede ser cualquier otro sistema semi industrial como las losas con planchas de acero integradas o sistemas de pre-losas con viguetas prefabricadas de concreto o acero. En resumen, cualquier sistema que se comporte como un diafragma rígido y esté rígidamente conectado a los muros donde se apoya. El sistema estructural que soporta la fuerza sísmica está compuesto de muros delgados de concreto armado en las dos direcciones principales cuyo refuerzo se diseña con varillas corrugadas de acero disponibles en el mercado.

El entrepiso y techo se construye de forma que esté rígidamente unido con los muros del módulo por lo que existirá un efecto de diafragma horizontal rígido, el techo se apoya continuamente sobre los muros del primer o segundo nivel que evita el desplazamiento relativo entre los muros y la losa superior.

Las losas de entrepiso y techo pueden ser elementos convencionales de concreto armado cuyo diseño esta definido por la norma técnica E.060, con espesor y armadura correspondiente a las luces y cargas que soporta. De igual forma los sistemas alternativos de techado semi-industrial mencionados, son diseñados de acuerdo a las especificaciones del fabricante o proveedor.

Para el análisis del sistema estructural se considera un modelo lineal elástico y el tipo de análisis sísmico es lineal espectral con superposición modal. Las cargas verticales se consideran según la combinación definida en la norma E.060 Concreto Armado.

El diseño de los muros, por el espesor y tipo de armadura que poseen, corresponden a muros de concreto de ductilidad limitada, los cuales están definidos en la norma técnica E-060 en los acápites correspondientes a las “Especificaciones normativas para diseño en concreto armado en el caso de edificaciones con muros de ductilidad limitada (EMDL)”

Para el diseño de todos los elementos de concreto armado, se usarán las normas E.020, E.030 y E.060 del RNC asumiendo un modelo monolítico que es el que da los mayores valores de esfuerzo para cargas sísmicas en los muros.

A continuación, se muestra el resumen del proceso de análisis y diseño según los criterios mencionados. El proceso completo se encuentra en documento incluido en el presente expediente.




ENRIQUE TORREALVA DAVILA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 14072



1. MATERIALES

Se ha considerado utilizar los siguientes materiales para el diseño:

- Concreto Armado:
 - Resistencia a la compresión, $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 - Módulo de Elasticidad del concreto, $E_c = 217,371 \text{ kg/cm}^2$
 - Peso específico del concreto, $\gamma_c = 2,400 \text{ kg/m}^3$
- Acero de Refuerzo Grado 60:
 - Resistencia a la fluencia, $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$
 - Módulo de Elasticidad del acero, $E_s = 2'000,000 \text{ kg/cm}^2$

2. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

Para el diseño de la cimentación se han asumido los siguientes parámetros:

- Peso específico del terreno: $g = 1600 \text{ kg/m}^3$
- Capacidad portante: $s_{adm} = 2 \text{ kg/cm}^2$

3. CARGAS DE DISEÑO

3.1. Carga muerta (CM)

Son cargas provenientes del peso de los elementos estructurales, acabados, tabiques y otros elementos que forman parte de la edificación y/o se consideran permanentes.

3.2. Carga viva (CV)

Cargas que provienen de los pesos no permanentes en la estructura, que incluyen a los ocupantes, equipos muebles y elementos móviles estimados en la estructura.

3.3. Carga de sismo (SX,SY)

Análisis de cargas estáticas o dinámicas que representan un evento sísmico y están reglamentadas por la norma E.030 de Diseño Sismo Resistente.

3.4. Carga de viento

No aplica por tratarse una estructura de concreto armado

3.5. Resumen de cargas

- Cargas Muertas (CM):
 - Peso propio de los elementos de concreto armado = 2400 kg/m^3
 - Peso propio losa Aligerada - Viguetas de acero de (H = 14 cm) = 160 kg/m^2
 - Peso propio del piso terminado = 100 kg/m^2
- Cargas Vivas (CV):
 - Sobrecarga de vivienda = 200 kg/m^2
 - Sobrecarga de la azotea = 100 kg/m^2
- Cargas de Sismo (SX, SY):
 - Según Norma Peruana de Estructuras: $S_a = (Z.U.C.S.g)/R$



Handwritten signature

ENRIQUE TORREALVA-DAVILA
INGENIERO CIVIL
Memb. del Colegio de Ingenieros N° 14077

4. CONSIDERACIONES SÍSMICAS

Las consideraciones adoptadas para poder realizar un análisis dinámico de la edificación son tomadas mediante movimientos de superposición espectral, es decir, basado en la utilización de periodos naturales y modos de vibración que podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas de la estructura.

Entre los parámetros de sitio usados y establecidos por las Normas de Estructuras tenemos:

4.1. Zonificación (Z)

De acuerdo a la Norma E-030 de diseño Sismo Resistente, se asigna un factor de zona "Z" a cada una de las 4 zonas del territorio nacional. Este factor representa la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Para el presente estudio, se asume que el proyecto está ubicado en Lima correspondiéndole la zona 4, con un factor de 0.45.

4.2. Parámetros del Suelo

Para efectos de la aplicación de la norma E-0.30 de diseño sismo-resistente se considera que el perfil de suelo es de tipo intermedio (S2), el parámetro T_p asociado con este tipo de suelo es de 0.60 seg., y el factor de amplificación del suelo se considera $S = 1.05$.

De acuerdo a las características de sitio, se define al factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$T < T_p; C = 2,5$$

$$T_p < T < T_L; C = 2.50 \times T_p/T$$

$$T > T_L; C = 2.50 \times (T_p \times T_L / T^2)$$

4.3. Categoría de las Edificaciones (U)

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso, debido a que la edificación está destinada a vivienda la norma establece un factor de importancia $U = 1.00$, que es el que se tomará para este análisis.

4.4. Sistemas Estructurales (R)

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración Sismo Resistente predominante en cada dirección. De acuerdo a la clasificación de una estructura se elige un factor de reducción de la fuerza sísmica (R).

Tomaremos un valor para el coeficiente de reducción $R = 4$ para la dirección X y $R = 4$ para la dirección Y.

La estructura no presenta irregularidad estructural por lo tanto se asumirá un coeficiente de reducción $R = 4$ para la dirección X y $R = 4$ para la dirección Y.

4.5. Desplazamientos Laterales Permisibles

Se refiere al máximo desplazamiento relativo de entrepiso permisible, que tiene que ser mayor o igual al calculado según un análisis lineal elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente R (0.0050 en la dirección X-X y 0.0050 para la dirección Y-Y).

Análisis Dinámico

Para poder calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:



$$S_u = \frac{ZUCS \times g}{R}$$

Dónde:

Z = 0.45 (Zona 4-Lima)

U = 1.00 (Categoría C: Edificación Común)

S = 1.05 (Tp = 0.60 Suelo Intermedio)

R_x = 4.0 (Regular, Factor para estructuras de muros de concreto armado con espesor reducido en X)

R_y = 4.0 (Regular, Factor para estructuras de muros de concreto armado con espesor reducido en Y)

g = 9.81 (aceleración de la gravedad m/s²)

$$C = 2.5 \times (T_p / T); C \leq 2.5$$

5. CRITERIOS DEL ANALISIS ESTRUCTURAL

- La estructura será analizada en el rango lineal estático y dinámico.
- El análisis lineal dinámico será del tipo modal utilizando el espectro de pseudo-aceleraciones y se verificará que las distorsiones no superen el valor de 0.005 en el sistema estructural de muros de concreto armado de espesor reducido; derivas máximas permitidas por la Norma.
- La estructura a evaluar consta de una edificación de 2 pisos, presenta un sistema estructural de muros de concreto armado en el eje X-X y en el eje Y-Y. El techo de la estructura es una losa Aligerada con Viguetas de acero de espesor H = 14 cm, que actúa como diafragma rígido.
- Para el análisis estructural se modelaron los muros de concreto armado como si estuvieran empotradas en la cimentación. Se modelaron los muros de concreto armado como elementos de área tipo "Shell" y las losas colaborantes como elementos de área tipo "Membrane", estos actúan como diafragmas rígidos con tres grados de libertad por piso. Con los resultados de este modelo y los metrados de carga vertical, se hizo el análisis de los elementos estructurales que componen la edificación.

6. ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

6.1. Análisis Dinámico

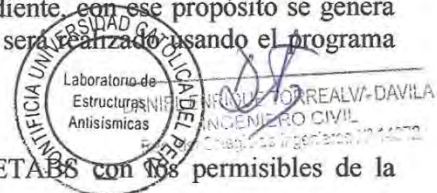
A nivel general, se verificará el comportamiento dinámico de la estructura frente a cargas sísmicas mediante un análisis espectral indicado en la Norma correspondiente, con ese propósito se genera un modelo matemático para el análisis respectivo. Este modelo será realizado usando el programa de cálculo de estructuras ETABS.

6.2. Análisis de desplazamientos

Se verificará los desplazamientos obtenidos en el programa ETABS con los permisibles de la Norma correspondiente.

6.3. Diseño en Concreto Armado

Entre los parámetros que intervienen en el DISEÑO ESTRUCTURAL se encuentran la resistencia al corte, flexión, carga axial en los elementos estructurales de la edificación (modulo). En este caso se usará la Norma E.060 de Concreto Armado con las solicitaciones correspondientes, considerando



las combinaciones de cargas de gravedad y cargas sísmicas, además de las disposiciones especiales para el diseño sísmico.

Los factores de amplificación y las combinaciones de carga para obtener las cargas últimas son:

$$CU = 1.4CM + 1.7CV$$

$$CU = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

$$CU = 0.9CM \pm CS$$

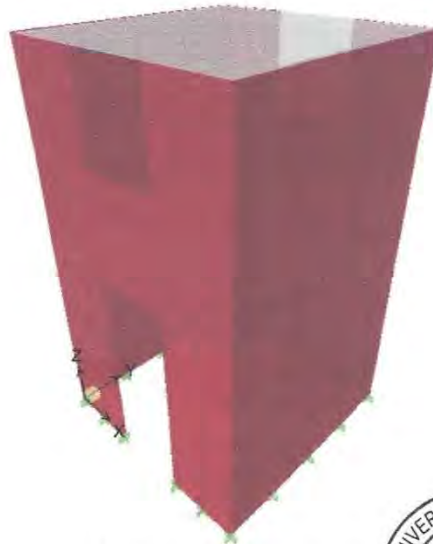
7. ANÁLISIS SISMO RESISTENTE DE LA ESTRUCTURA

De acuerdo a los procedimientos señalados y tomando en cuenta las características de los materiales y cargas que actúan sobre la estructura e influyen en el comportamiento de la misma ante las sollicitaciones sísmicas, se muestra a continuación el análisis realizado para la obtención de estos resultados.

7.1. Modelo Estructural Adoptado

El comportamiento dinámico de las estructuras se determina mediante la generación de modelos matemáticos que consideren la contribución de los elementos estructurales (tales como muros de concreto armado) en la determinación de la rigidez lateral de cada nivel de la estructura. Las fuerzas de los sismos son del tipo inercial y proporcional a su peso, por lo que es necesario precisar la cantidad y distribución de las masas en la estructura.

Toda la estructura ha sido analizada con una losa de techo supuesta como infinitamente rígida frente a las acciones en su plano.



Modelo tridimensional



ET

ENRIQUE TORREALVA-DAVILA
INGENIERO CIVIL
Código del Colegio de Ingenieros N° 14272

Periodos Fundamentales en cada Dirección

Para cada dirección de análisis se considera los modos de vibración cuya suma de masas participativas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, pero además debe tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes. Las tablas muestran los modos considerados en cada dirección.

Modo	Periodo	Masa Participativa Dirección X (%)
1	0.050	86.10
2	0.038	0.00
3	0.037	0.47
4	0.035	0.00
5	0.031	0.00
6	0.029	2.51
7	0.027	4.15
Suma		93.24

Modo	Periodo	Masa Participativa Dirección Y (%)
1	0.050	0.00
2	0.038	0.03
3	0.037	0.00
4	0.035	86.42
5	0.031	0.02
6	0.029	0.00
7	0.027	0.00
Suma		86.47

Como se observa en las tablas, el periodo con una mayor participación de masa en la dirección X-X es el modo 1 y en la dirección Y-Y es el modo 4.

7.2. Desplazamientos y Derivas de Entrepiso

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso calculado según el análisis lineal elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente R, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso según el tipo de material predominante. Así se tiene que para estructuras de muros de concreto armado de espesor reducido el límite es **0.0050**.

7.2.1. Cuadro de Máximos Drifts corregidos

Se muestra la tabla de Drifts corregidos, donde las derivas máximas en el rango elástico se multiplican por $0.75 \cdot R$ en cada dirección, estos valores están en el rango inelástico.

Story	Rango Elástico		Rango Inelástico	
	Deriva X	Deriva Y	$0.75 \cdot R_x \cdot \text{Deriva X}$	$0.75 \cdot R_y \cdot \text{Deriva Y}$
2	0.000031	0.000026	0.0001	0.0001
1	0.000105	0.000021	0.0003	0.0001

7.3. Verificación de Cortante Basal

Cortante Total en la Base

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, para cada dirección se hallará

$$V_{\text{estático}} = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$



[Signature]
D. ENRIQUE TORREALVA DAVILA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 14072

Cortante Mínimo en la Base

Para el cálculo del cortante estático consideramos el Peso (P) de la edificación como el proveniente de toda la carga muerta más el 25% de la carga viva, debido a que se trata de una edificación de categoría tipo C, tal como lo indica el ítem 16.3 de la NTE E-030.

	R	C	P (ton)	V estático (ton)
Dirección X	4	2.50	10.27	3
Dirección Y	4	2.50	10.27	3

Cortante Basal por Análisis Dinámico

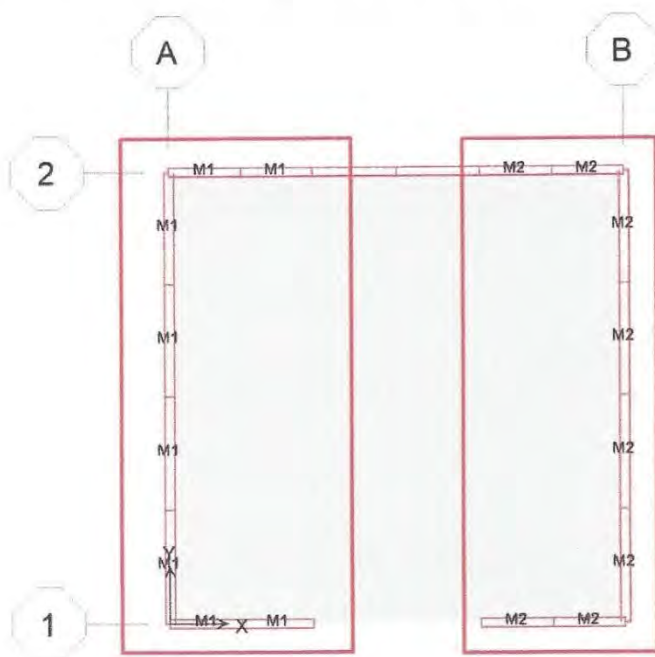
	V dinámico (ton)
Dirección X	3.75
Dirección Y	3.75

8. MEMORIA DE CÁLCULO

8.1. DISEÑO DE MUROS DE CONCRETO ARMADO DE ESPESOR REDUCIDO

Los muros de concreto armado de espesor reducido son elementos estructurales que trabajan a flexo-compresión por lo que se va a verificar la resistencia de los muros "M1" y "M2" ante esta sollicitación.

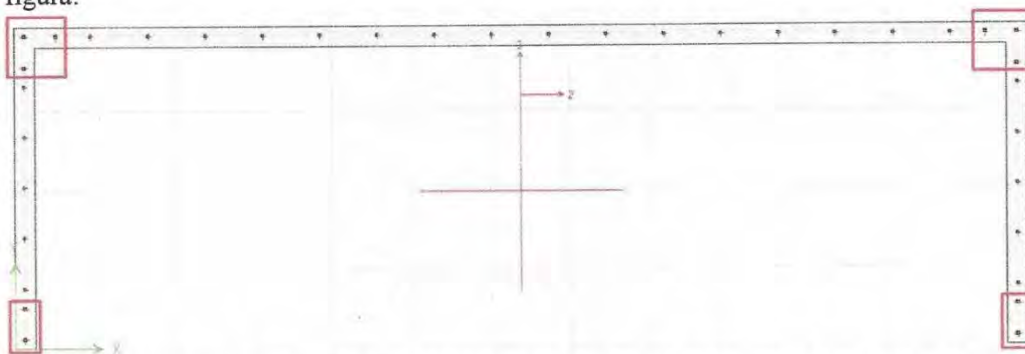
Los muros "M1" y "M2" se muestran en la siguiente figura:



[Signature]
RICARDO TORREALVA DAVILA
 INGENIERO CIVIL
 Colegiado en el Colegio de Ingenieros N° 14572

- Diseño y Verificación por flexo-compresión – Muro M1 y M2

El diseño del muro "M1" y "M2" es el mismo debido a la simetría y se muestra en la siguiente figura:



Las varillas de confinamiento en los extremos son de 1/2" (3 en esquinas y 2 en los bordes) y el acero vertical y horizontal es 3/8 espaciados cada 40cm
Del modelo en ETABS se obtienen los pares M_u , P_u más críticos que actúan en los muros M1 y M2.

	Combinaciones	P (Ton)	M2 (Ton.m)	M3 (Ton.m)
GRAVEDAD	1.4CM+1.7CV	12.69	0.19	-1.09
SISMO X	1.25(CM+CV)+CS	14.86	1.99	1.89
	1.25(CM+CV)-CS	7.06	-1.65	-3.77
	0.9CM+CS	10.55	1.92	2.27
SISMO Y	0.9CM-CS	2.75	-1.72	-3.39
	1.25(CM+CV)+CS	11.37	0.30	6.41
	1.25(CM+CV)-CS	10.55	0.04	-8.29
	0.9CM+CS	7.06	0.23	6.79
	0.9CM-CS	6.24	-0.03	-7.91

Piso= **STORY1**
Pier= **M1**
Location= **Bottom**

Cargas en servicio	
CM	7.39 Ton
CV	1.38 Ton

	Combinaciones	P (Ton)	M2 (Ton.m)	M3 (Ton.m)
GRAVEDAD	1.4CM+1.7CV	12.69	-0.19	-1.09
SISMO X	1.25(CM+CV)+CS	14.86	1.66	1.89
	1.25(CM+CV)-CS	7.06	-1.99	-3.77
	0.9CM+CS	10.55	1.73	2.28
SISMO Y	0.9CM-CS	2.75	-1.92	-3.39
	1.25(CM+CV)+CS	11.37	-0.04	6.41
	1.25(CM+CV)-CS	10.55	-0.30	-8.29
	0.9CM+CS	7.06	0.03	6.79
	0.9CM-CS	6.24	-0.23	-7.91

Piso= **STORY1**
Pier= **M2**
Location= **Bottom**

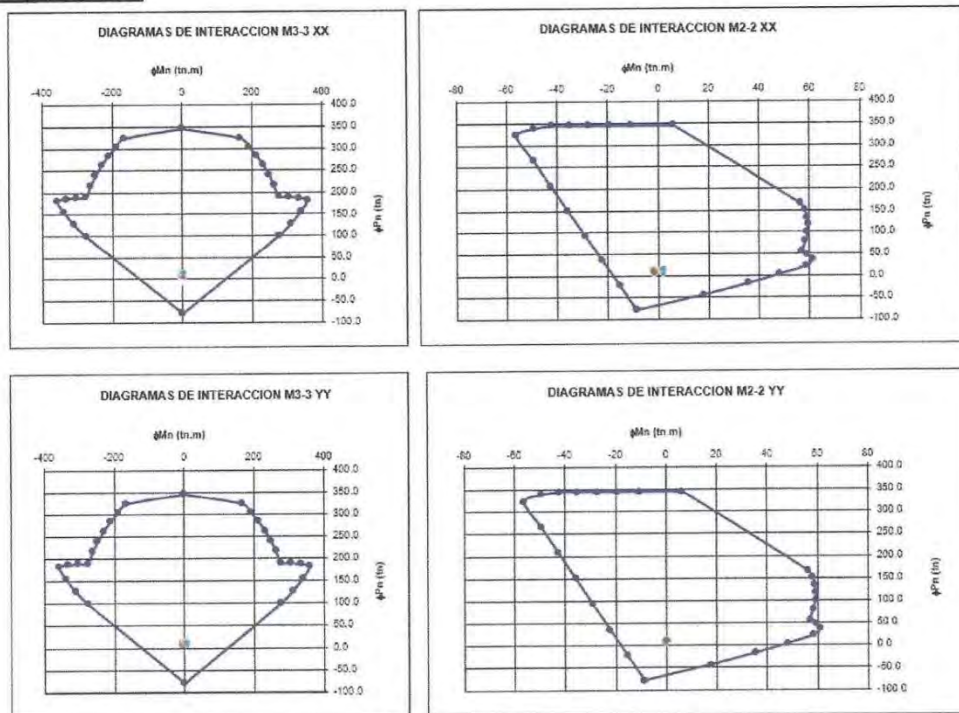
Cargas en servicio	
CM	7.39 Ton
CV	1.38 Ton

ENRIQUE TORREALVA DAVILA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 1427



De las dimensiones del muro y del acero longitudinal colocado se obtiene su diagrama de interacción donde se han colocado los pares M_u , P_u más críticos. Esto se muestra en la siguiente figura:

MURO M1 Y M2



Se puede observar que todos los pares M_u , P_u están dentro del diagrama de interacción de los muros analizados, por lo que el diseño está cumpliendo por flexo-compresión.

- Verificación por corte

Etabs: Acero por corte para el muro M2

El acero por corte requerido es $1.60 \text{ cm}^2/\text{m}$ pero se ha colocado varillas de $3/8 @ 0.40\text{m}$ ($1.775 \text{ cm}^2/\text{m}$), comparando con la cuantía mínima de 0.0025, el acero mínimo requerido es $A_{sh \text{ min}} = 1.50 \text{ cm}^2/\text{m}$, por lo que se está colocando un acero por corte mayor al mínimo.



ENRIQUE TORREALVA DAVILA
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 14072



9. CONCLUSIONES

La estructura en estudio **CUMPLE** por Rigidez y por Resistencia con lo dispuesto en las normativas descritas. A continuación, se explican las razones:

Por Rigidez:

- ✓ **El desplazamiento máximo relativo** en el rango inelástico en la estructura evaluada para un evento sísmico, alcanza un valor de distorsión máximo de **0.0003 en la dirección X-X**, siendo este valor **MENOR** a la deriva máxima permisible dada por la Norma E.030 de 0.005 para estructuras de muros de concreto armado de espesor reducido.
- ✓ **El desplazamiento máximo relativo** en el rango inelástico en la estructura evaluada para un evento sísmico, alcanza un valor de distorsión máximo de **0.0001 en la dirección Y-Y**, siendo este valor **MENOR** a la deriva máxima permisible por la Norma E.030 de 0.005 para estructuras de muros de concreto armado de espesor reducido.

Por Resistencia:

- ✓ Los muros de concreto armado de espesor reducido **CUMPLEN** ante las acciones solicitadas, por flexocompresión y por corte, dentro de las consideraciones tomadas por la Norma E.060.

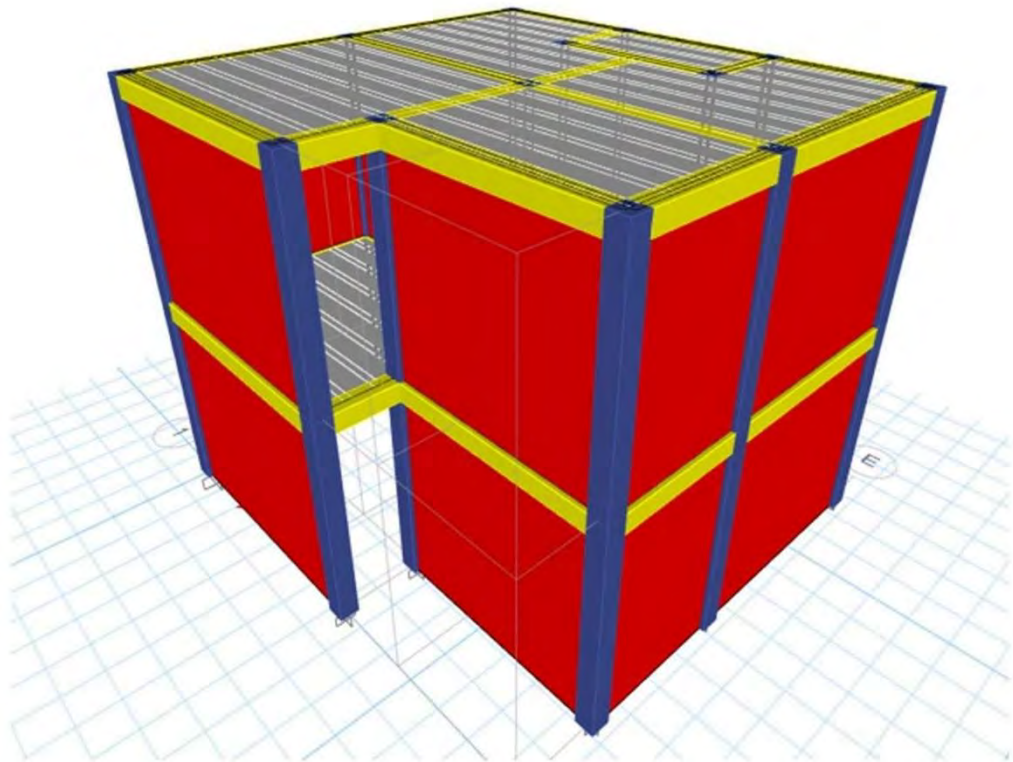


Daniel Enrique Torrealva Davila
DANIEL ENRIQUE TORREALVA DAVILA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 44272

I.2. MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL DE ACT



MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL



PROYECTO: CIMENTACION DE MODULO DE VIVIENDA FAMILIAR
UBICACIÓN: VILLA MARÍA DEL TRIUNFO – LIMA - LIMA

	MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL - CIMENTACIONES	Fecha: 26/02/2024
--	---	-------------------

1. OBJETIVOS

El objetivo general del presente documento es presentar el análisis por cargas de gravedad y sísmicas. Será realizado el diseño estructural en concreto armado, como se describe a continuación:

- Realizar una preselección de los materiales.
- Calcular los esfuerzos producidos hacia el suelo.
- Determinar los esfuerzos actuantes sobre el concreto y acero de refuerzo requerido para cumplir con las cargas actuantes.
- Definición de la configuración estructural del proyecto, en respuesta a la propuesta arquitectónica planteada y la normativa peruana de estructuras vigente.
- Análisis estructural integral de la edificación, sobre la base de la configuración estructural definida y en concordancia con los procedimientos establecidos en las normas peruanas de estructuras vigentes.
- Diseño estructural de todos los elementos (principales y secundarios) que comprenden el sistema estructural del proyecto, en base a los resultados obtenidos a través del análisis estructural realizado y en cumplimiento a los criterios de diseño comprendidos en las normas peruanas de estructuras vigentes.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

2.1. NACIONAL

Para el análisis y diseño en acero estructural y concreto armado, fueron utilizadas las siguientes secciones vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):

- E.020: Cargas
- E.030: Estructuras Sismorresistentes
- E.050: Suelos y Cimentaciones
- E.060: Concreto Armado

2.2. INTERNACIONAL

A su vez, fueron seguidos los lineamientos de la norma norteamericana de diseño en concreto armado.

- ACI 318-19

3. MATERIALES

3.1. CONCRETO

El concreto está regido bajo la Norma E.060. Las principales características de este material son las siguientes:

- Resistencia nominal a compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad $E_c = 217371 \text{ kg/cm}^2$

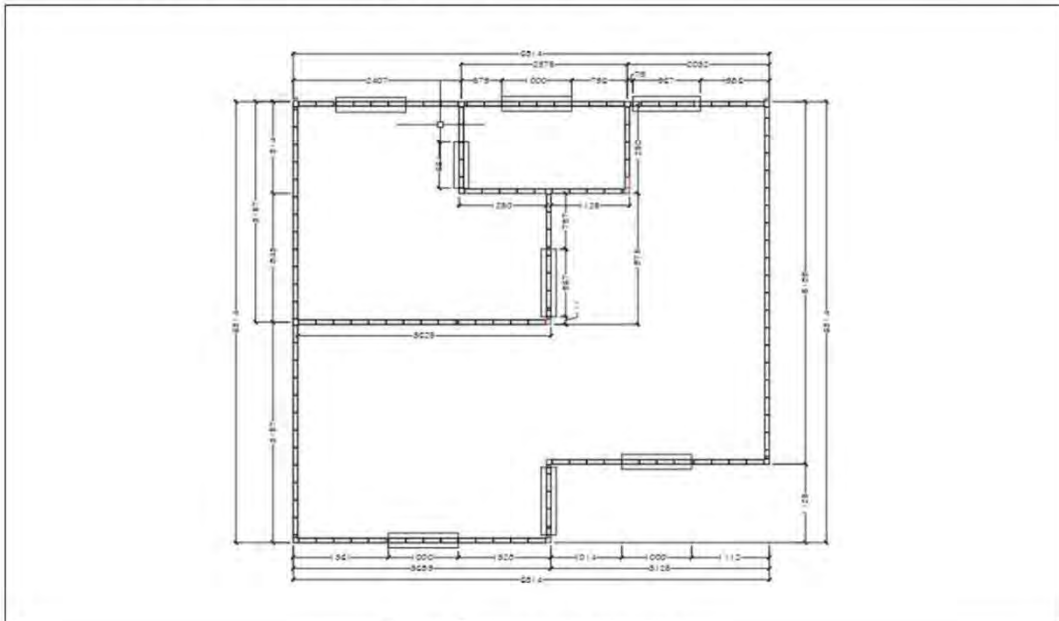
3.2. ACERO DE REFUERZO

El tipo de acero estructural corrugado que se utiliza dentro de la estructuración es la ASTM A615 - Grado 60 con una sección circular recta, con resaltes Hi-bond. Se utiliza este tipo de acero de refuerzo debido a la alta adherencia con el concreto. Además, presenta las siguientes características:

- Esfuerzo de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$
- Deformación al inicio de la fluencia $\epsilon_y = 0.0021$

4. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO

Se plantea un proyecto Arquitectónico para una edificación que consta de un nivel. De acuerdo con las características de la edificación en su construcción se usará materiales convencionales. A continuación, se presentan las características del Proyecto de Arquitectura.



5. CARGAS DE DISEÑO

5.1. CARGAS PERMANENTES

Las cargas permanentes consideradas son las que corresponden al peso propio de los elementos estructurales y demás componentes fijos de la estructura. Cabe acotar que el programa automáticamente toma un valor de peso propio de los elementos.

5.2. CARGAS VARIABLES

Como carga viva (CV) se considera al peso de los materiales, equipo, muebles y otros elementos móviles temporales y deben cumplir con la NTP E020. La sobrecarga considerada es de 100 kg/m² según los requerimientos mínimos de la norma de cargas E020.

5.3. CARGAS SÍSMICAS

La Norma Peruana de Diseño Sismorresistente E030, contempla dos (02) métodos de análisis sísmicos para edificaciones (Análisis Estático y Análisis Dinámico).

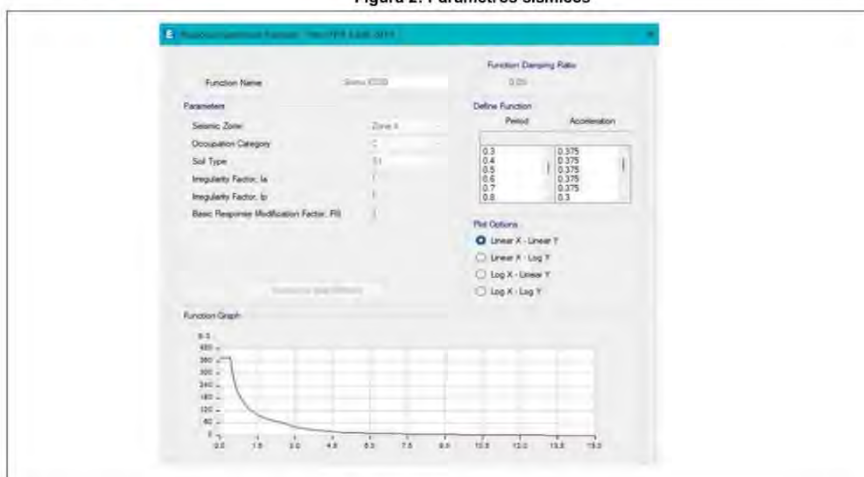
En tal sentido, el Análisis Sísmico realizado consiste en la determinación del cortante basal para dicha edificación, a partir de la cual se podrá establecer la distribución en altura de las fuerzas sísmicas horizontales para cada nivel.

La fuerza cortante total en la base se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V(x, y) = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

Donde P, representa al peso de la edificación. El valor del cortante en la base se determinará para cada sentido de la edificación.

Figura 2: Parámetros sísmicos



	MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL - CIMENTACIONES	Fecha: 26/02/2024
--	---	-------------------

Es necesario señalar que, para el proyecto se ha realizado el análisis sísmico correspondiente bajo la hipótesis de considerar que los elementos de la estructura en su conjunto toman las fuerzas sísmicas en función a la rigidez de dichos elementos.

6. ANALISIS ESTRUCTURAL

6.1. MODELO ESTRUCTURAL

El análisis de la estructura ha sido realizado con el programa ETABS v.19, los cuáles serán presentados a continuación; asimismo cabe resaltar que la estructura se ha dimensionado para 2 niveles:

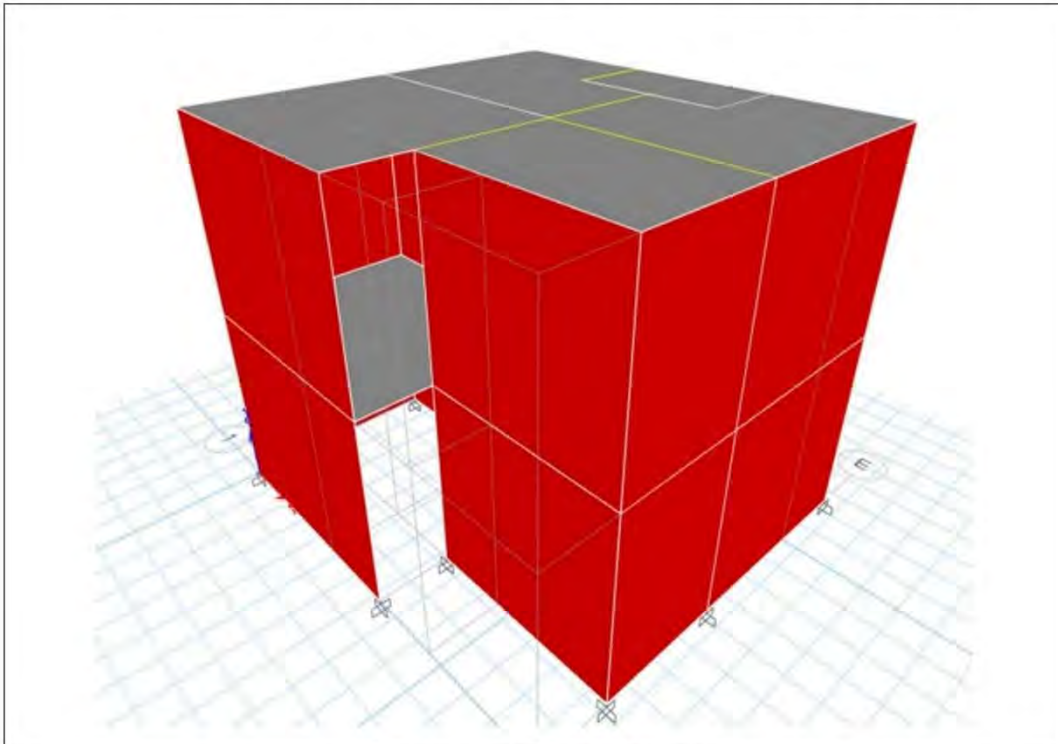


Figura 3: Modelo matemático de la estructura

6.2. ESTRUCTURACIÓN

La estructuración consiste en definir la ubicación y las características de todos los elementos estructurales, tales como vigas, columnas; de tal forma que la edificación tenga un buen comportamiento ante solicitaciones de cargas de gravedad y de sismo.

Asimismo, es importante resaltar que, una estructuración óptima es aquella que consiste en tener simetría con respecto a algún eje principal, continuidad de elementos sismorresistentes, hiperestaticidad, en lo posible, y otros criterios a ser detallados a continuación. No obstante, dicha simplificación no tiene como objetivos facilitar cálculos o procedimientos de diseño, si no que ha quedado demostrado que estos parámetros permiten un comportamiento más seguro cuando se presentan sismos.

**MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL -
CIMENTACIONES**

Fecha: 26/02/2024

En ese sentido, es recomendable seguir los siguientes parámetros de estructuración para lograr un diseño sismorresistente:

- Simplicidad y simetría
- Resistencia y ductilidad
- Hiperestaticidad y monolitismo
- Uniformidad y continuidad de la estructura
- Rigidez lateral adecuada
- Existencia de diafragmas rígidos
- Análisis de la influencia de los elementos no estructurales

Considerando el planteamiento arquitectónico de espacios, dimensiones, y las condiciones antes indicadas, la estructuración después de un cálculo de densidades estructurales de rigidez en concreto armado de la edificación está compuesta por los siguientes elementos: vigas, columnas y losas; las cuales se muestran en la figura adjunta:

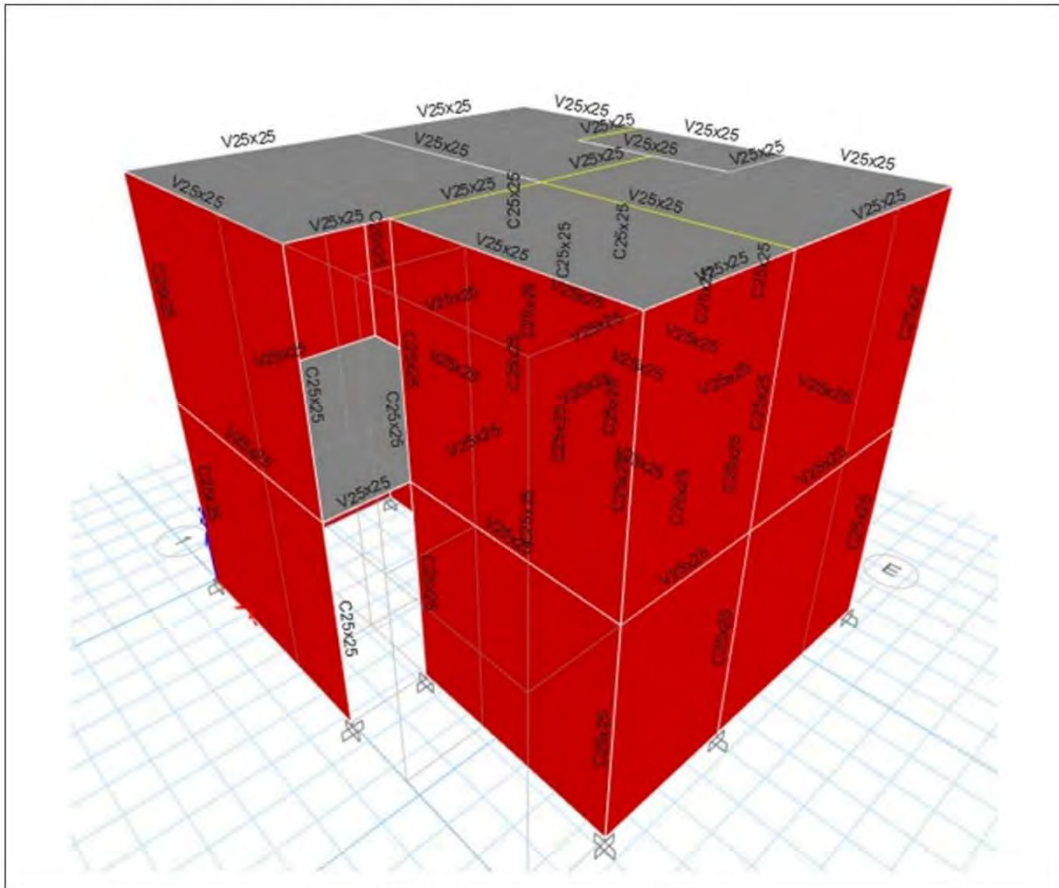


Figura 4: Asignación de vigas, columnas de la estructura

	MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL - CIMENTACIONES	Fecha: 26/02/2024
--	---	-------------------

6.3. ASIGNACIÓN DE CARGAS

Se crearon elementos tipo Shell Thin para simular la cubierta y así poder asignar las cargas muertas, vivas y sísmicas al modelo estructural elaborado en el programa ETABS.



Figura 5: Asignación de cargas

6.4. MASA SÍSMICA

La norma de Diseño Sismorresistente E030 estima el peso sísmico de una edificación según su categoría de uso. Para una categoría tipo C (común), este es calculado con la siguiente relación: el 100% de la carga muerta más la adición del 25% de la carga viva de techo.

6.5. ANÁLISIS ESTÁTICO

La cortante en las columnas de la estructura puede ser estimada para un análisis estático, según la siguiente expresión:

$$V(x, y) = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

Luego, siendo P la fuerza en una de las columnas intermedias generadas por la combinación CM + 0.25 CV (peso sísmico), se obtiene la siguiente fuerza sísmica lateral correspondiente a cada columna:

Peso sísmico	103860.89	kgf		
Cortante basal	Eje X (kgf)	Eje Y (kgf)		
	38947.83	38947.83		
Cortante mínima NTE	80%			
	31158.27	31158.27		
Fx (SDx)	33381.34	kgf		
Fy (SDy)	33381.34	kgf		

Porcentaje de Cortante Basal	¿Cumple o no cumple?	Factor amplificado r ETABS	VERIFICADOR	
% Vx =	86% CUMPLE	0.93	ACEPTABLE	Ya no es necesario amplificar
% Vy =	86% CUMPLE	0.93	ACEPTABLE	Ya no es necesario amplificar

Figura 6: Cálculos obtenidos del análisis estático

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL - CIMENTACIONES	Fecha: 26/02/2024
---	-------------------

6.6. ANÁLISIS DINÁMICO

De igual forma se procede con el análisis dinámico, haciendo uso del espectro de diseño definido con los parámetros de la norma E030.

Peso sísmico	103860.89	kgf					
Cortante basal	Eje X (kgf)	Eje Y (kgf)					
	38947.83	38947.83					
Cortante mínima NTE E030	80%						
	31158.27	31158.27	Porcentaje de Cortante Basal	¿Cumple o no cumple?	Factor amplificado r ETABS	VERIFICADOR	
Fx (SDx)	31514.44	kgf	% Vx =	81%	CUMPLE	0.99	ACEPTABLE
Fy (SDy)	31472.12	kgf	% Vy =	81%	CUMPLE	0.99	ACEPTABLE

Ya no es necesario amplificar

Figura 7: Cálculos obtenidos del análisis estático

6.7. ANALISIS MODAL DE LA ESTRUCTURA

6.7.1. TABLA DE PERIODOS Y MODOS DE VIBRAR DE LA ESTRUCTURA

La tabla siguiente indica los resultados obtenidos para periodos y frecuencias naturales, así como las masas efectivas en cada dirección.

E Modal Participating Mass Ratios								
File	Edit	Format-Filter-Sort	Select	Options				
Units: As Noted	Hidden Columns: No	Sort: None	Modal Participating Mass Ratios					
Filter: None								
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
	Modal	1	0.081	0.0013	0.92	0	0.0013	0.92
	Modal	2	0.068	0.9006	0.0011	0	0.9019	0.9211
	Modal	3	0.054	0.0132	0.0017	0	0.9151	0.9229
	Modal	4	0.032	0.0001	0.0771	0	0.9153	1
	Modal	5	0.026	0.0843	9.112E-06	0	0.9996	1
	Modal	6	0.022	0.0004	0	0	1	1

Figura 8: Modos de vibrar y participación de masas

De la tabla de modos de vibración se puede observar que el primer modo de vibración obedece a una concentración de participación modal traslacional, el segundo modo obedece a una concentración de participación modal del tipo traslacional en la dirección Y-Y, el tercero considera el tipo rotacional alrededor del eje Z. Además, se observa que la participación de masa alcanza el 90% en el modo 1.

6.7.2. DESPLAZAMIENTOS Y DISTORCIONES OBTENIDAS

Se verificó el desplazamiento lateral de cada punto extremo perteneciente al sistema estructural resistente, teniendo en cuenta los límites establecidos según el tipo y material de la edificación según la norma técnica E-030, que establece como distorsión máxima de

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL	Fecha: 26/02/2024
---------------------------------------	-------------------

entrepiso el valor de 0.01 para fuerzas sísmicas compuestas como material predominante de albañilería.

6.7.2.1. FUERZAS SISMICAS

Tabla 1: Evaluación de derivas por fuerzas sísmicas

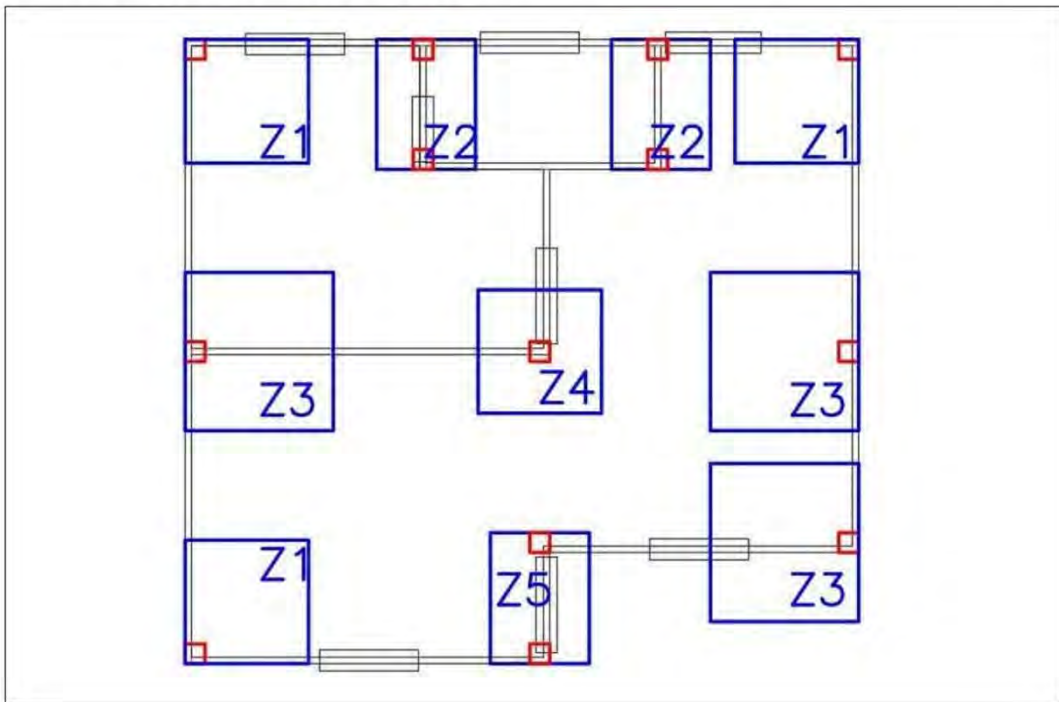
<i>Nivel</i>	<i>Caso</i>	<i>Dirección</i>	<i>Deriva elástica</i>	<i>Deriva inelástica (0.85xR)</i>
NIVEL 1	<i>SDinámico X</i>	X	0.002363	0.007089
NIVEL 1	<i>SDinámico Y</i>	Y	0.001177	0.003531

De la tabla presentada anteriormente se puede observar que se cumple la deriva máxima para estructuras de acero estructural frente a fuerzas sísmicas que es de 0.005, por lo cual se concluye que la estructura presente la rigidez necesaria frente a fuerzas sísmicas.

6.8. DISEÑO Y VERIFICACION DE ELEMENTOS DE CIMENTACION

Para el diseño de la estructura se ha calculado las fuerzas internas en todos los elementos estructurales del sistema. El programa ETABS ofrece la posibilidad de diseñar los elementos de concreto armado, usando o seleccionando el Código o Norma de Diseño correspondiente, en el presente caso se ha seleccionado la NTP E060 para efectos de verificación, los cálculos finos se han realizado manualmente (Ver ANEXOS).

Asimismo, por las disposiciones del límite de propiedad de la vivienda, se ha dispuesto trabajar con zapatas esquineras, medianeras y concéntricas.

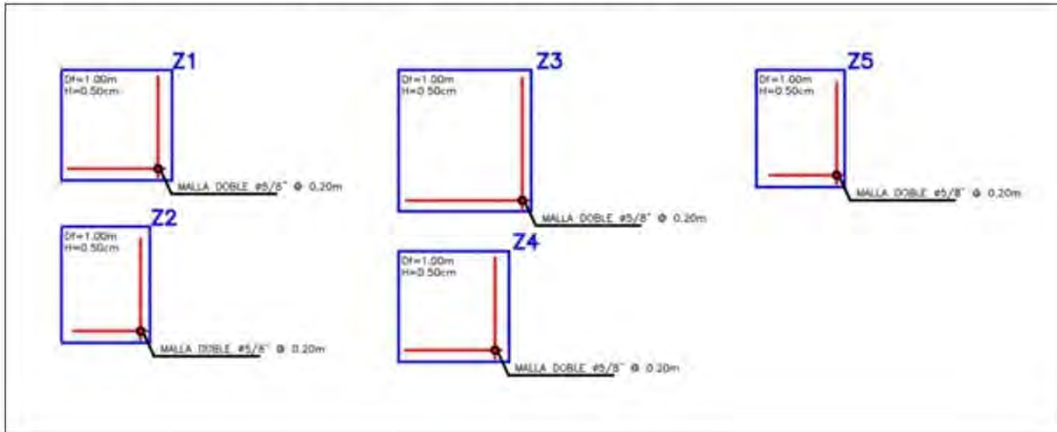


	MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL	Fecha: 26/02/2024
--	---------------------------------------	-------------------

Todos los tipos de zapata deben encontrarse a un $D_f = 1.00$ m, además se ha considerado un suelo de relleno con peso específico igual a 1.7 ton/m^3 . La capacidad portante admisible del suelo se consideró como 1.2 kg/cm^2 .


Para todas las zapatas se obtuvo que cumplen con los requerimientos de capacidad portante neta, tanto para el análisis sísmico como para el dinámico (ver ANEXOS).

A continuación, se detallan los refuerzos de cada tipo de zapata:

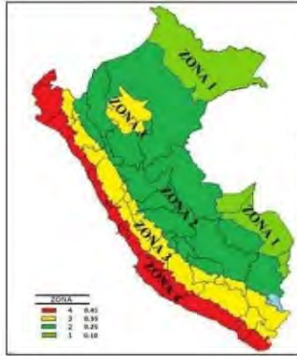


Zapata	Df (m)	L (m)	B (m)	H (m)	Malla		Refuerzo de Columna
Z1	1.00	1.25	1.25	0.50	Doble	5/8" @ 0.20m	4 Ø 1/2"
Z2	1.00	1.00	1.31	0.50	Doble	5/8" @ 0.20m	4 Ø 1/2"
Z3	1.00	1.50	1.60	0.50	Doble	5/8" @ 0.20m	4 Ø 1/2"
Z4	1.00	1.25	1.25	0.50	Doble	5/8" @ 0.20m	4 Ø 1/2"
Z5	1.00	1.00	1.33	0.50	Doble	5/8" @ 0.20m	4 Ø 1/2"

Además, se ha contemplado el uso de cemento corrido para conectar todas las zapatas, el contará con un peralte de 60cm, un ancho de 40cm. Su resistencia a la compresión será de 175 kg/cm^2 . Contará con un refuerzo de piedra grande al 30%

	BOSOQUEO STUDIO PIURA, PERU	Proyecto: CIMENTACION PARA MODULO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR
	Tipo de Hija: HOJA DE CALCULO ESTRUCTURAL Sección: PARAMETROS SISMORRESISTENTES	Trabajo No: CE-XXX Hecho Por: Ing. Fernando Patillo Sojo Revisado Por:

Parámetros de diseño sísmico		Unidades
Factor de zona	Z =	0.45
Factor de amplificación del suelo (S1)	S =	1
Periodo de define la plataforma en dirección "X"	Cx =	2.5
Periodo de define la plataforma en dirección "Y"	Cy =	2.5
Factor de uso o importancia	U =	1
Coef. Básico de reducción de fuerzas sísmicas en "X"	ROx =	3
Coef. Básico de reducción de fuerzas sísmicas en "Y"	ROy =	3
Factor de Irregularidad en altura	la =	1
Factor de Irregularidad en planta	lp =	1
Coef. Para estimar el periodo fundamental en "X"	Ctx =	60
Coef. Para estimar el periodo fundamental en "Y"	Cty =	60
Altura total de la edificación	hn =	6 m
Periodo fundamental de la estructura en "X"	Tx =	0.1 seg
Periodo fundamental de la estructura en "Y"	Ty =	0.1 seg
Espectro de Pseudo aceleración en "X"	Sax =	0.375
Espectro de Pseudo aceleración en "Y"	Say =	0.375
Exponente relacionado al periodo natural en "X"	Kx =	1
Exponente relacionado al periodo natural en "Y"	Ky =	1



ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

ZONA	SUELO	FACTOR DE SUELO "S"			
		S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₁	Su	0.80	1.00	1.05	1.10
	Z ₂	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	Su	0.60	1.00	1.20	1.40
	Z ₃	0.80	1.00	1.60	2.00

Perfil de suelo	PERIODOS "T _n " Y "T _g "			
	Su	S ₁	S ₂	S ₃
T _n (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _g (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$$

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

- 19.2. **Estructuras Regulares** son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentarán las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9. En estos casos, el factor I_a e I_p es igual a 1.0.
- 19.3. **Estructuras Irregulares** son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R _s (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

Irregularidad	Factor de Irregularidad I _a
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.	0.75
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	0.50
Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.	0.50
Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	0.50
Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 20, es mayor que 1.5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1.3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.	0.80

Irregularidad	Factor de Irregularidad I _p
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supera el 25% de la fuerza cortante total.	0.60
Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de un extremo del edificio (S _{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (S _{avg}).	0.75
Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.	0.60
Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.	0.90
Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.	0.85
Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.	0.90

CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR I _e **
A	Edificaciones Esenciales - Aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policia. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, edificios museos, bibliotecas y universidades. - Edificaciones que albergan planes representen un riesgo adicional, tales como grandes ferrocarriles, fabricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenan, exhiben e información esencial del Estado.	Var. nota 1
B	Edificaciones Importantes - Edificaciones que se reservan gran cantidad de personas tales como: centros, auditorios, cines, centros comerciales, gimnasios, grandes salas de pasajes, establecimientos penitenciarios, o que guarden patrimonio valioso como: museos, bibliotecas. - También se consideran depósitos de granos y otros almacenamientos importantes para el abastecimiento.	1.8
C	Edificaciones Comunes - Edificaciones comunes tales como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree pérdidas adicionales de personas o fugas de contaminación.	1.0
D	Edificaciones Temporales - Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Var. nota 2

C₁ – 35 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:
a) Pórticos de concreto armado en muros de corte.
b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

C₁ – 45 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:
a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
b) Pórticos de acero arriostrados.

C₁ – 60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado dúctiles, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0.
Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0.

	Bosquejo Studio	Proyecto:	CIMENTACION PARA MODULO DE VIVIENDA FAMILIAR		
	PIURA, PERU	Trabajo No:	MC_017	Hoja No:	02
Tipo de Hoja:	HOJA DE CALCULO ESTRUCTURAL	Hecho Por:		Fecha:	26/02/24
Sección:	DISEÑO DE ZAPATA CON CIMIENTO CORRIDO	Revisado Por:	Ing. Fernando Patiño Sojo	Revisión No:	00

DISEÑO DE ZAPATA CON CIMIENTO CORRIDO SEGUN

NTP E.060

Características de la Columna

Columna 1

Dimensión 1 de Columna, b =	25.00	cm
Dimensión 2 de Columna, h =	25.00	cm
Diámetro de Varilla, Ø =	12	in
Longitud de Desarrollo, Ld _g =	28.00	cm
Distancia Entre Ejes de Columnas, D =	3.63	m

Columna 2

Dimensión 1 de Columna, b =	25.00	cm
Dimensión 2 de Columna, h =	25.00	cm
Diámetro de Varilla, Ø =	12	in
Longitud de Desarrollo, Ld _g =	28.00	cm
Distancia Entre Ejes de Columnas, D =	3.63	m

Propiedades de los Materiales

Resistencia a la Compresión del Concreto, f _c =	210	kg/cm ²
Peso Específico del Concreto, Y _c =	2.4	ton/m ³
Resistencia a la Fluencia del Acero, f _y =	4200	kg/cm ²

Características de la Zapata

Profundidad de Cimentación, D _f =	100.00	cm
Estimación de Malla de Refuerzo, m =	4.00	cm
Recubrimiento de Zapata, r =	7.50	cm
Peralte de Zapata, H =	50.00	cm

Propiedades del Suelo

Peso Específico del Suelo, Y _s =	1.70	ton/m ³
Altura del Suelo, h _s =	50.00	cm
Sobrecarga del Terreno, s _{tc} =	0.20	ton/m ²

Capacidad Portante Neta

Capacidad Portante Admisible, q _{adm} =	1.20	kg/cm ²
Capacidad Portante Neta Estática, q _{ns} =	9.75	ton/m ²
Capacidad Portante Neta Dinámica, q _{nd} =	13.71	ton/m ²

Solicitaciones de Carga

Factor de Reducción de Carga Viva, f _{red} =	0.7	-
---	-----	---

Cargas	P1 (ton)	P2 (ton)
Carga Muerta	13.59	9.99
Carga Viva	1.27	1.44
Sismo Dinámico en X	7.16	5.48
Sismo Dinámico en Y	0.34	0.45

Combinaciones en Servicio

Combinación	Ps1 (ton)	Ps2 (ton)
CM + C _{Vred}	14.48	11.00
0.75 (CM + C _{Vred} + 0.8 SD _x)	15.16	11.54
0.75 (CM + C _{Vred} - 0.8 SD _x)	6.56	4.96
0.75 (CM + C _{Vred} + 0.8 SD _y)	11.06	8.52
0.75 (CM + C _{Vred} - 0.8 SD _y)	10.66	7.97
CM + 0.8 SD _x	19.32	14.37
CM - 0.8 SD _x	7.86	5.61
CM + 0.8 SD _y	13.86	10.36
CM - 0.8 SD _y	13.32	9.62

Dimensionamiento de la Zapata

Zapata 1


Área de Zapata, A _z =	2.38	m ²
Longitud de Zapata, L =	1.50	m
Ancho de Zapata, B =	1.60	m

Zapata 2

Área de Zapata, A _z =	1.47	m ²
Longitud de Zapata, L =	1.25	m
Ancho de Zapata, B =	1.25	m

Verificación de Presiones en Servicio

Combinación	Ps1 (ton)	Ps2 (ton)	R1 (ton)	R2 (ton)	q1 (ton/m ²)	q2 (ton/m ²)	q _{min} > 0	q _{max} < q _{ns}
CM + C _{Vred}	14.48	11.00	17.49	7.99	7.29	5.11		
0.75 (CM + C _{Vred} + 0.8 SD _x)	15.16	11.54	18.31	8.38	7.63	5.37		
0.75 (CM + C _{Vred} - 0.8 SD _x)	6.56	4.96	7.93	3.60	3.30	2.30		
0.75 (CM + C _{Vred} + 0.8 SD _y)	11.06	8.52	13.36	6.22	5.57	3.98		
0.75 (CM + C _{Vred} - 0.8 SD _y)	10.66	7.97	12.87	5.78	5.36	3.68		
CM + 0.8 SD _x	19.32	14.37	23.34	10.36	9.72	6.63		
CM - 0.8 SD _x	7.86	5.61	9.50	3.97	3.96	2.54		
CM + 0.8 SD _y	13.86	10.36	16.75	7.47	6.98	4.78		
CM - 0.8 SD _y	13.32	9.62	16.09	6.85	6.70	4.39		

 BOSQUEJO STUDIO PIURA, PERU	Proyecto: CIMENTACION PARA MODULO DE VIVIENDA FAMILIAR		
	Trabajo No: MC_017	Hoja No: 03	Hecho Por:
Tipo de Hoja: HOJA DE CALCULO ESTRUCTURAL	Hecho Por:	Fecha: 26/02/24	Revisado Por: Ing. Fernando Patiño Sojo
Sección: DISEÑO DE ZAPATA CON CIMIENTO CORRIDO	Revisado Por:	Revisión No: 00	

Verificación de Presiones en Diseño

Combinación	Pu1 (ton)	Pu2 (ton)	Ru1 (ton)	Ru2 (ton)	qu1 (ton/m2)	qu2 (ton/m2)	qmin > 0	qmax < qnd
1.4 CM + 1.7 CVred	20.54	15.70	24.81	11.43	10.34	7.31		
1.25 (CM + CVred) + SDx	25.26	19.23	30.51	13.97	12.71	8.94		
1.25 (CM + CVred) - SDx	10.94	8.27	13.21	5.99	5.51	3.84		
1.25 (CM + CVred) + SDy	18.44	14.21	22.27	10.37	9.28	6.64		
1.25 (CM + CVred) - SDy	17.76	13.29	21.45	9.59	8.94	6.14		
0.9 CM + SDx	19.39	14.47	23.42	10.44	9.78	6.88		
0.9 CM - SDx	5.07	3.51	8.13	2.46	2.55	1.57		
0.9 CM + SDy	12.57	9.45	15.19	6.84	6.33	4.38		
0.9 CM - SDy	11.89	8.53	14.36	6.06	5.99	3.88		

Verificación por Cortante

Zapata 1 - Dirección B

Presión Última de Diseño	12.71	ton/m2
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm
Cortante Último, Vu =	3.50	ton
Resistencia al Corte Reducido, ØVc =	26.11	ton
Condición, Vu < ØVc	Completo	

Zapata 2 - Dirección B

Presión Última de Diseño	12.71	ton/m2
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm
Cortante Último, Vu =	1.27	ton
Resistencia al Corte Reducido, ØVc =	26.11	ton
Condición, Vu < ØVc	Completo	

Zapata 1 - Dirección L

Presión Última de Diseño	12.71	ton/m2
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm
Cortante Último, Vu =	2.86	ton
Resistencia al Corte Reducido, ØVc =	26.11	ton
Condición, Vu < ØVc	Completo	

Zapata 2 - Dirección L

Presión Última de Diseño	12.71	ton/m2
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm
Cortante Último, Vu =	1.27	ton
Resistencia al Corte Reducido, ØVc =	26.11	ton
Condición, Vu < ØVc	Completo	

Verificación por Punzonamiento

Zapata 1

Cortante Último, Vu =	26.79	ton
Perímetro de la Sección Crítica, b0 =	155.00	cm
Relación Lado Largo/Lado Corto, β =	1.00	-
Coefficiente de Columna, αs =	30	-
Resistencia al Corte del Concreto 1, Vc1 =	142.86	ton
Resistencia al Corte del Concreto 2, Vc2 =	238.33	ton
Resistencia al Corte del Concreto 3, Vc3 =	95.24	ton
Resistencia al Corte del Concreto, Vc =	95.24	ton
Resistencia al Corte Reducido, ØVc =	80.95	ton
Condición, Vu < ØVc	Completo	

Zapata 2

Cortante Último, Vu =	14.49	ton
Perímetro de la Sección Crítica, b0 =	260.00	cm
Relación Lado Largo/Lado Corto, β =	1.00	-
Coefficiente de Columna, αs =	40	-
Resistencia al Corte del Concreto 1, Vc1 =	239.63	ton
Resistencia al Corte del Concreto 2, Vc2 =	331.79	ton
Resistencia al Corte del Concreto 3, Vc3 =	159.75	ton
Resistencia al Corte del Concreto, Vc =	159.75	ton
Resistencia al Corte Reducido, ØVc =	135.79	ton
Condición, Vu < ØVc	Completo	

Diseño por Flexión

Zapata 1 - Dirección B

Momento Último de Diseño, Mu =	2.90	ton-m
Ancho de Zapata, B =	160.00	cm
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm
Área de Acero Mínimo, Asmin =	7.20	cm2/cm
Coefficiente de Acero, Ku =	1.13	-
Cuantía de Acero, p =	0.24	-
Área de Acero Calculada, Ascal =	9.60	cm2/cm
Diámetro de Varilla, Ø =	58	in
Separación Entre Varillas, S =	20.00	cm2/cm
Usar 0.625 @ 20cm		

Zapata 2 - Dirección B


Momento Último de Diseño, Mu =	1.99	ton-m
Ancho de Zapata, B =	125.00	cm
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm
Área de Acero Mínimo, Asmin =	7.20	cm2/cm
Coefficiente de Acero, Ku =	0.99	-
Cuantía de Acero, p =	0.24	-
Área de Acero Calculada, Ascal =	9.60	cm2/cm
Diámetro de Varilla, Ø =	58	in
separación Entre Varillas, S =	20.00	cm2/cm
Usar 0.625 @ 20cm		

Zapata 1 - Dirección L

Momento Último de Diseño, Mu =	9.93	ton-m
Largo de Zapata, L =	150.00	cm
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm
Área de Acero Mínimo, Asmin =	7.20	cm2/cm
Coefficiente de Acero, Ku =	4.14	-
Cuantía de Acero, p =	0.24	-
Área de Acero Calculada, Ascal =	9.60	cm2/cm
Diámetro de Varilla, Ø =	58	in
Separación Entre Varillas, S =	20.00	cm2/cm
Usar 0.625 @ 20cm		

Zapata 2 - Dirección L

Momento Último de Diseño, Mu =	1.99	ton-m
Largo de Zapata, L =	125.00	cm
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm
Área de Acero Mínimo, Asmin =	7.20	cm2/cm
Coefficiente de Acero, Ku =	0.99	-
Cuantía de Acero, p =	0.24	-
Área de Acero Calculada, Ascal =	9.60	cm2/cm
Diámetro de Varilla, Ø =	58	in
Separación Entre Varillas, S =	20.00	cm2/cm
Usar 0.625 @ 20cm		


	BOSQUEJO STUDIO	Proyecto:	CIMENTACION PARA MODULO DE VIVIENDA FAMILIAR		
	PIURA, PERU	Trabajo No:	MC_017	Hoja No:	04
Tipo de Hoja:	HOJA DE CALCULO ESTRUCTURAL	Hecho Por:		Fecha:	26/02/24
Sección:	DISEÑO DE ZAPATA CON CIMIENTO CORRIDO	Revisado Por:	Ing. Fernando Patiño Sojo	Revisión No:	00

Dimensionamiento del Cimiento Corrido

Esfuerzo Neto del Suelo, $q_n =$	10.10	ton/m ²
Area de Cimiento, $A_c =$	0.92	m ²
Longitud de Cimiento, $l =$	3.63	m
Ancho de Cimiento, $b =$	0.40	m
Peralte de Cimiento, $h =$	0.60	m

Verificación por Cortante

Resistencia a la Compresión del Concreto, $f_c =$	175	kg/cm ²
Cortante Último, $V_u =$	6.06	ton
Resistencia al Corte Reducido, $\phi V_c =$	14.30	ton
Condición, $V_u < \phi V_c$:	Cumplido	

	BOSQUEJO STUDIO	Proyecto:	CIMENTACION PARA MODULO DE VIVIENDA FAMILIAR		
	PIURA, PERU	Trabajo No:	MC_017	Hoja No:	05
Tipo de Hoja:	HOJA DE CALCULO ESTRUCTURAL	Hecho Por:		Fecha:	26/02/24
Sección:	DISEÑO DE ZAPATA COMBINADA	Revisado Por:	Ing. Fernando Patiño Sojo	Revisión No:	00

DISEÑO DE ZAPATA COMBINADA SEGUN NTP E060

Características de la Columna

Columna 1

Dimensión 1 de Columna, b =	25.00	cm
Dimensión 2 de Columna, h =	25.00	cm
Diámetro de Varilla, Ø =	12	in
Longitud de Desarrollo, L _{dg} =	28.00	cm
Excentricidad, e =	0.53	m

Columna 2

Dimensión 1 de Columna, b =	25.00	cm
Dimensión 2 de Columna, h =	25.00	cm
Diámetro de Varilla, Ø =	12	in
Longitud de Desarrollo, L _{dg} =	28.00	cm
Excentricidad, e =	0.53	m

Propiedades de los Materiales

Resistencia a la Compresión del Concreto, f _c =	210	kg/cm ²
Peso Especifico del Concreto, Y _c =	24	ton/m ³
Resistencia a la Fluencia del Acero, f _y =	4200	kg/cm ²

Características de la Zapata

Profundidad de Cimentación, D _f =	100.00	cm
Estimación de Malta de Refuerzo, m =	4.00	cm
Recubrimiento de Zapata, r =	7.50	cm
Peralte de Zapata, H =	50.00	cm
Longitud de Zapata, L =	1.31	m

Propiedades del Suelo

Peso Especifico del Suelo, Y _s =	1.70	ton/m ³
Altura del Suelo, h _s =	50.00	cm
Sobrecarga del Terreno, s/c =	0.20	ton/m ²

Capacidad Portante Neta

Capacidad Portante Admisible, q _{adm} =	1.20	kg/cm ²
Capacidad Portante Neta Estática, q _{ns} =	9.75	ton/m ²
Capacidad Portante Neta Dinámica, q _{nd} =	13.71	ton/m ²

Solicitaciones de Carga

Factor de Reducción de Carga Viva, fred =	0.7	-		
Cargas	P1 (ton)	M1 (ton-m)	P2 (ton)	M2 (ton-m)
Carga Muerta	7.30	0.01	8.65	0.02
Carga Viva	0.47	0.01	0.57	0.01
Sismo Dinámico en X	2.43	0.07	3.51	0.07
Sismo Dinámico en Y	6.93	0.54	5.42	0.53

Combinaciones en Servicio


Combinación	Ps1 (ton)	Ms1 (ton-m)	Ps2 (ton)	Ms2 (ton-m)	Pr (ton)	Mr (ton-m)	q1/B (ton/m ²)	q2/B (ton/m ²)	B1 (m)	B2 (m)
CM + CVred	7.83	0.02	7.12	0.02	14.75	-0.23	10.44	12.08	1.07	1.24
0.75 (CM + CVred + 0.8 SDx)	7.18	0.05	7.45	0.06	14.63	0.25	12.04	10.29	1.23	1.06
0.75 (CM + CVred - 0.8 SDx)	4.26	-0.03	3.23	-0.03	7.50	-0.60	3.63	7.82	0.37	0.80
0.75 (CM + CVred + 0.8 SDy)	9.88	0.33	8.59	0.33	18.47	-0.02	14.04	14.16	1.44	1.45
0.75 (CM + CVred - 0.8 SDy)	1.56	-0.31	2.09	-0.30	3.65	-0.33	1.63	3.95	0.17	0.40
CM + 0.8 SDx	9.24	0.07	8.48	0.07	18.70	0.25	15.15	13.40	1.55	1.37
CM - 0.8 SDx CM + 0.8 SDy	5.36	-0.04	3.84	-0.04	9.20	-0.88	3.94	10.11	0.40	1.04
	12.84	0.44	10.99	0.44	23.83	-0.11	17.81	18.57	1.83	1.90
CM - 0.8 SDy	1.76	-0.42	2.31	-0.41	4.07	-0.53	1.27	4.95	0.13	0.51

Dimensionamiento de la Zapata

Longitud de Zapata, L =	1.31	m
Ancho de Zapata, B =	1.90	m
Ancho de Zapata Escogido, B =	2.00	m

Verificación de Presiones en Servicio

Combinación	q1 (ton/m ²)	q2 (ton/m ²)	q _{min} > 0	q _{max} < q _{ns}
CM + CVred	5.22	6.04	OK	OK
0.75 (CM + CVred + 0.8 SDx)	6.02	5.15	OK	OK
0.75 (CM + CVred - 0.8 SDx)	1.81	3.91	OK	OK
0.75 (CM + CVred + 0.8 SDy)	7.02	7.08	OK	OK
0.75 (CM + CVred - 0.8 SDy)	0.81	1.97	OK	OK
CM + 0.8 SDx	7.57	6.70	OK	OK
CM - 0.8 SDx	1.97	5.06	OK	OK
CM + 0.8 SDy	8.91	9.28	OK	OK
CM - 0.8 SDy	0.83	2.47	OK	OK

 BOSQUEJO STUDIO PIURA, PERU	Proyecto:	CIMENTACION PARA MODULO DE VIVIENDA FAMILIAR		
	Tipo de Hoja: HOJA DE CALCULO ESTRUCTURAL	Trabajo No: MC_017	Hoja No: 06	
Sección: DISEÑO DE ZAPATA COMBINADA	Hecho Por:	Fecha: 26/02/24		
	Revisado Por: Ing. Fernando Patiño Sojo	Revisión No: 00		

Verificación de Presiones en Diseño										
Combinación	Pu1 (ton)	Mu1 (ton-m)	Pu2 (ton)	Mu2 (ton-m)	Pu (ton)	Mu (ton-m)	qu1 (ton/m2)	qu2 (ton/m2)	qmin > 0	qmax < qnd
1.4 CM + 1.7 CVred	10.78	0.02	10.11	0.03	20.89	0.30	7.44	8.50		
1.25 (CM + CVred) + SDx	11.97	0.09	12.41	0.09	24.38	0.42	10.03	8.98		
1.25 (CM + CVred) - SDx	7.11	-0.05	5.39	-0.04	12.50	-1.00	3.02	6.52		
1.25 (CM + CVred) + SDy	16.47	0.56	14.32	0.55	30.79	-0.03	11.70	11.80		
1.25 (CM + CVred) - SDy	2.61	-0.52	3.48	-0.50	6.09	-0.55	1.35	3.29		
0.9 CM + SDx	9.00	0.08	9.50	0.08	18.50	0.42	7.80	6.32		
0.9 CM - SDx	4.14	-0.06	2.48	-0.05	6.62	-0.99	0.79	4.26		
0.9 CM + SDy	13.50	0.55	11.41	0.54	24.91	-0.02	9.46	9.65		
0.9 CM - SDy	-0.36	-0.53	0.57	-0.51	0.21	-0.55	0.05	1.03		

Verificación por Cortante			
Dirección B			
Presión Última de Diseño	11.60	ton/m2	
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm	
Cortante Último, Vu =	5.61	ton	
Resistencia al Corte Reducido, ØVc =	26.11	ton	
Condición, Vu < ØVc			Completado
Dirección L			
Presión Última de Diseño	11.60	ton/m2	
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm	
Cortante Último, Vu =	1.53	ton	
Resistencia al Corte Reducido, ØVc =	26.11	ton	
Condición, Vu < ØVc			Completado

Verificación por Punzonamiento			
Cortante Último, Vu =	24.02	ton	
Perímetro de la sección Crítica, lo =	310.00	cm	
Relación Lado Largo/Lado Corto, β =	1.00		
Coefficiente de Columna, αs =	30		
Resistencia al Corte del Concreto 1, Vc1 =	285.71	ton	
Resistencia al Corte del Concreto 2, Vc2 =	284.84	ton	
Resistencia al Corte del Concreto 3, Vc3 =	190.47	ton	
Resistencia al Corte del Concreto, Vc =	190.47	ton	
Resistencia al Corte Reducido, ØVc =	161.90	ton	
Condición, Vu < ØVc			Completado

Diseño por Flexión			
Dirección B			
Momento Último de Diseño, Mu =	4.52	ton-m	
Ancho de Zapata, B =	200.00	cm	
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm	
Área de Acero Mínimo, Asmin =	7.20	cm2/cm	
Coefficiente de Acero, Ku =	1.41		
Cuantía de Acero, ρ =	0.24		
Área de Acero Calculada, Ascál =	9.60	cm2/cm	
Diámetro de Varilla, Ø =	58	in	
Separación Entre Varillas, S =	20.00	cm/2cm	
Usar 0.625 @ 20cm			
Dirección L			
Momento Último de Diseño, Mu =	5.63	ton-m	
Largo de Zapata, L =	131.00	cm	
Peralte Efectivo de Zapata, d =	40.00	cm	
Área de Acero Mínimo, Asmin =	7.20	cm2/cm	
Coefficiente de Acero, Ku =	3.16		
Cuantía de Acero, ρ =	0.24		
Área de Acero Calculada, Ascál =	9.60	cm2/cm	
Diámetro de Varilla, Ø =	58	in	
Separación Entre Varillas, S =	20.00	cm/2cm	
Usar 0.625 @ 20cm			

Apéndice J: Precios del RBS

LISTA DE PRECIOS DE COMPONENTES DEL SISTEMA RBS			
Cotización del Sistema RBS			
PRECIOS SIN IVA Y EXWORKS PLANTA AZEMBLA CARTAGENA			
V36 EXP			
Vigencia		A partir de Enero 01, 2024	
DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR (US\$)	
A. MUROS			
1 PERFILES RBS DE 100 mm			
Muro	m ²		\$ 87,82
Panel 100 x 232 Muro	ml		\$ 20,10
Panel 100 x 93	ml		\$ 11,55
Dos Vias Muro 100	ml		\$ 12,83
Tres Vias Muro 100	ml		\$ 14,97
Cuatro Vias 100	ml		\$ 14,54
Esquinero 100	ml		\$ 13,69
Conector final 100	ml		\$ 13,69
Conector de 45° x 100	ml		\$ 14,97
Espaciador de 100 x 68	ml		\$ 11,55
Unión de conector 100 - Joiner	ml		\$ 2,85
Iniciador de Muro - Starter 100	ml		\$ 6,42
Columna de 24 cm x 24 cm	ml		\$ 60,83
Conducto Eléctrico 100	ml		\$ 3,32
2 MARCOS DE PUERTAS Y VENTANAS DE 100 mm			
Marco de puerta ANDINO 100	ml		\$ 9,78
Contramarco ventana ANDINO 100	ml		\$ 9,78
Contramarco ventana BASICO 100	ml		\$ 5,79
3 PERFILES RBS DE 64 mm			
Muro	m ²		\$ 58,55
Panel Conector 64	ml		\$ 15,50
Dos Vias Muro 64	ml		\$ 10,56
Panel 91 x 64	ml		\$ 6,27
Tres Vias Muro 64	ml		\$ 7,01
Conector esquinero	ml		\$ 6,28
Unión de conector 64 - Joiner	ml		\$ 1,63
4 MARCOS DE PUERTAS Y VENTANAS DE 64 mm			
Marco de puerta ANDINO 64	ml		\$ 6,95
Contramarco ventana ANDINO 64	ml		\$ 6,95
Contramarco ventana BASICO 64	ml		\$ 3,29

Cálculo Estimado para Sistema de 64 mm

Elemento	Catálogo Azembla (1)	Estimado Perú Sistema (2)	
		USD/m2 de muro	PEN/m2 de muro
Panel	58.55	59.75	227.05

1. Catálogo de Precios V36.
2. Precio en Perú, Incluye, importación, flete.

Apéndice K: Desperdicios del RBS y de albañilería confinada

Material	Und	RBS			ACT		
		Cantidad	Desperdicio de RBS	Porcentaje de residuos	Cantidad	Desperdicio de ACT	Porcentaje de residuos
Concreto	m3	21.47	0.8	3.7%	24.49	1.2	5.0%
Mortero	m3	0	0	0.0%	1.38	0.14	10.0%
Acero ½"	kg	259.16	13	5.0%	493.05	34.51	7.0%
Malla de acero 6 mm	kg	89.79	6	6.7%	0	0	0.0%
Acero 8 mm	kg	83.47	5.84	7.0%	0	0	0.0%
Acero 1/4"	kg	0	0	0.0%	40.21	3.5	8.7%
Acero 5/8"	kg	0	0	0.0%	472.31	38	8.0 %
Acero 3/8"	kg	0	0	0.0%	177.22	3	1.7%
Tubos de PVC 1/2"	m	16.7	1.8	10.8%	16.7	1.8	10.8%
Tubos de PVC 2"	m	6.2	0.6	9.7%	6.2	0.6	9.7%
Tubos de PVC 4"	m	18	1.4	7.8%	17.95	1.4	7.8%
Tubos de PVC ¾"	m	57.53	4.3	7.5%	57.53	4.3	7.5%
Cerámica 30x30	m2	42.79	1.8	4.2%	37.96	1.9	5.0%
Ladrillo hueco 24x13x9 cm	und	0	0.00	0.0%	260	13	5.0%
Ladrillo de techo 30x30x15 cm	und	0	0	0.0%	2229	101	5.0%
Panel RBS	m2	74.5	2.17	3%	0.00	0.00	0.0%
Viguetas de acero galvanizado	m	57.35	0.54	0.9%	0.00	0.00	0.0%

Apéndice L: Entrevista/Encuestas

Encuesta 01

- ¿Cuál es tu ocupación principal en el proyecto?

Soy parte de la cuadrilla de encofrado

- ¿Cuántos años de experiencia tienes en la construcción?

10 años

- ¿Con qué sistemas constructivos has trabajado?

Albañilería y Drywall

- En una escala del 1 al 10, donde 10 es la mayor dificultad, ¿qué puntaje le asignarías al encofrado y desencofrado de estos elementos estructurales: zapatas, cimiento corrido, sobrecimiento, losa de piso, columnas, vigas y techo aligerado?

Zapatas un 3, cimiento corrido 7, sobrecimiento 7, losa 3, columnas 8 vigas y techo 9.

- ¿Alguna vez habías trabajado con el RBS? ¿Te pareció difícil el proceso constructivo?

Nunca, lo trabajado en este proyecto me pareció más fácil de lo que pensaba.

- ¿Difiere en algo la dificultad de la preparación del terreno antes de empezar el proceso constructivo?

No es lo mismo, es la cimentación que también en albañilería

- En tu experiencia construyendo con albañilería, ¿qué diferencias encuentras en las cimentaciones y qué tan complejo te resultan estas diferencias?

La cimentación en el RBS es más simple, ya que tiene menos partes y menos cortes que realizar.

- ¿Qué tan difícil te ha resultado todas las actividades que implica el levantamiento de muros en el RBS? ¿Cuál de ellas te ha resultado más compleja?

Me ha parecido fácil, el apuntamiento de techo en vez de encofrado optimiza el tiempo, pero en la colocación de muros el trabajo debería ser en andamio.

- ¿Qué actividades consideras más difíciles de realizar en este sistema constructivo?

La construcción de la losa debido a que se tienen que llenar con los muros

- ¿Alguna vez has trabajado en un techo con VIGACERO?

No, pero si se ha usado casetón en vez de ladrillo en otro proyecto en el que he participado

- ¿Qué tan difícil te ha resultado todas las actividades que implica techo de VIGACERO? ¿Cuál de ellas te ha resultado más compleja?

Como primera vez me pareció más complicado resolver la unión del muro con el techo

- ¿Qué sistema constructivo preferirías utilizar?

RBS

- ¿Qué aspecto te gusta más del sistema que estamos empleando ahora?

La facilidad de levantar los muros

- En tu experiencia con albañilería, ¿Hay diferencias en las instalaciones sanitarias con el RBS?

Claro, se ahorra tiempo porque las tuberías se colocan entre los huecos del molde del RBS mientras que con ladrillos hay que picar aún.

Encuesta 02

- ¿Cuál es tu ocupación principal en el proyecto?

Soy fierro

- ¿Cuántos años de experiencia tienes en la construcción?
- 15 años
- ¿Con qué sistemas constructivos has trabajado?
- Albañilería y aportico
- En una escala del 1 al 10, donde 10 es la mayor dificultad, ¿qué puntaje le asignarías a la habilitación de acero de estos elementos estructurales: zapatas, columnas, vigas y techo aligerado?

Zapatas 3, Columnas 8, Vigas y techo 8

- ¿Alguna vez habías trabajado con el RBS? ¿Te pareció difícil el proceso constructivo?

No nunca, bueno en habilitación del acero fue más sencillo porque eran cortes

- ¿Difiere en algo la dificultad de la preparación del terreno antes de empezar el proceso constructivo?

El del RBS me parece más fácil porque como son cimiento corridos de una sola dimensión, con la ayuda de una máquina lo podemos excavar y eliminar material en poco tiempo.

- En tu experiencia construyendo con albañilería, ¿qué diferencias encuentras en las cimentaciones y qué tan complejo te resultan estas diferencias?

Es bastante similar, sino que a veces en albañilería por el número de pisos, el plano manda colocar zapatas por si la edificación va a tener más pisos a futuro.

- ¿Qué tan difícil te ha resultado todas las actividades que implica el levantamiento de muros en el RBS? ¿Cuál de ellas te ha resultado más compleja?

No es difícil, tal vez el cuidado en el tratamiento de los moldes de PVC que como son a la vez acabados, hay que tener cuidado al colocar el acero entre los alveolos sin dañar el material.

- ¿Qué actividades consideras más difíciles de realizar en este sistema constructivo?

El colocado de los paneles para cuidar que no se rayen.

- ¿Alguna vez has trabajado en un techo con VIGACERO?

No, pero me parece que es un sistema que ahorras tiempo por la facilidad de colocar las vigas metálicas, en el mismo día incluso puedes llenar techo.

- ¿Qué tan difícil te ha resultado todas las actividades que implica techo de VIGACERO? ¿Cuál de ellas te ha resultado más compleja?

No me pareció difícil, es casi parecido a lo que hacemos con el aligerado, pero ahorramos mucho tiempo.

- ¿Qué tan difícil te pareció aplicar acabados?

Nada difícil, el sistema en si ya es parte del acabado, luego el resto es similar a lo tradicional.

Encuesta 03

- ¿Cuál es tu ocupación principal en el proyecto?

Maestro albañil

- ¿Cuántos años de experiencia tienes en la construcción?

23 años

- ¿Con qué sistemas constructivos has trabajado?

Con pórticos, albañilería, adobe, quincha y en construcciones con estructuras metálicas.

- En una escala del 1 al 10, donde 10 es la mayor dificultad, ¿qué puntaje le asignarías a la colocación de acero de estos elementos estructurales: zapatas, columnas, vigas y techo aligerado?

Zapatas, que vendrían a ser los cimientos un 5, columnas y vigas un 5 también, y el techo varía un poco si tiene ladrillos o Tecnopor, pero le pondría un 6. Después de tantos años en construcción uno ya ha pasado por distintas experiencias.

- ¿Alguna vez habías trabajado con el RBS? ¿Te pareció difícil el proceso constructivo?

No, y no es difícil, bienvenidas las nuevas tecnologías de construcción.

- ¿Difiere en algo la dificultad de la preparación del terreno antes de empezar el proceso constructivo?

No mucho, solo que en el RBS se realiza menos excavación y se gana tiempo.

- En tu experiencia construyendo con albañilería, ¿qué diferencias encuentras en las cimentaciones y qué tan complejo te resultan estas diferencias?

Hay más tipos de cimientos, zapatas, hasta vigas de cimentación de acuerdo a lo mandan los planos en albañilería, el RBS son solo cimentaciones corridas y es menor corto y tiempo.

- ¿Qué tan difícil te ha resultado todas las actividades que implica el levantamiento de muros en el RBS? ¿Cuál de ellas te ha resultado más compleja?

Me sorprende la facilidad con la que se colocan los paneles, y sobre todo que no es necesario desencofrar, tal vez en lo que hay que tener cuidado es en los cortes que hay que realizar al material para colocar las ventanas puertas y cajas de instalaciones.

- ¿Qué actividades consideras más difíciles de realizar en este sistema constructivo?

Como le dije las aberturas o cortes que se realiza al panel y los cuidados para que no se afecte el material.

- ¿Alguna vez has trabajado en un techo con VIGACERO?

No, pero si había escuchado del sistema.

- ¿Qué tan difícil te ha resultado todas las actividades que implica techo de VIGACERO? ¿Cuál de ellas te ha resultado más compleja?

Nada difícil, es muy parecido al de colocar un techo con ladrillos, pero el VIGACERO es más rápido. Tal vez lo más difícil sea la colocación y nivelación de las vigas metálicas.

- ¿Te parece difícil la instalación de puertas y ventanas con este sistema?

No, quizás lo más complejo es hacer los huecos pero no quiere decir que sea muy difícil.

Encuesta 04

- ¿Cuál es tu ocupación principal en el proyecto?

Electricista

- ¿Cuántos años de experiencia tienes en la construcción?

8 años

- ¿Con qué sistemas constructivos has trabajado?

Los tradicionales, pórticos, albañilería, estructuras metálicas y de madera además de Drywall.

- En una escala del 1 al 10, donde 10 es la mayor dificultad, ¿qué puntaje le asignarías al vaciado de concreto de estos elementos estructurales: zapatas, cimiento corrido, sobrecimiento, losa de piso, columnas, vigas y techo aligerado?

Bueno, es parte del trabajo de mis colegas albañiles, en mi experiencia el grado de dificultad si tengo que colocar un número es 6 para lo que está a un nivel bajo del piso y un 8 para los elementos sen altura por los cuidados que se deben tener.

- ¿Alguna vez habías trabajado con el RBS? ¿Te pareció difícil el proceso constructivo?

Nunca, lo más parecido sea el Drywall. El RBS nos permite tener un orden en relación a los alveolos que tiene. No me parece que sea difícil, es cuestión de práctica.

- ¿Difiere en algo la dificultad de la preparación del terreno antes de empezar el proceso constructivo?

Es más rápido en tiempos, las dimensiones de los cimientos en RBS son constantes.

- En tu experiencia construyendo con albañilería, ¿qué diferencias encuentras en las cimentaciones y qué tan complejo te resultan estas diferencias?

Prácticamente son iguales, el plus del RBS es que se construye en menor tiempo y hay menos elementos estructurales.

- ¿Qué tan difícil te ha resultado todas las actividades que implica el levantamiento de muros en el RBS? ¿Cuál de ellas te ha resultado más compleja?

Veo a mis colegas que se han adaptado rápidamente al colocado de los paneles, luego el vaciado del concreto es parte de su día a día. Lo más complejo puede ser que hay que ser cuidadosos con el material, se debe procurar no dañarlo.

- ¿Qué actividades consideras más difíciles de realizar en este sistema constructivo?

Como lo repito, el cuidado con el material y los trabajos en altura en la colocación del acero.

- ¿Alguna vez has trabajado en un techo con VIGACERO?

No había tenido la oportunidad.

- ¿Qué tan difícil te ha resultado todas las actividades que implica techo de VIGACERO? ¿Cuál de ellas te ha resultado más compleja?

Me parece más simple que el techo aligerado tradicional que de por si no es un sistema complicado. El trabajo en altura tal vez sea lo más complejo y en mi caso, para el tendido eléctrico tengo mayor área de maniobra ya que las vigas de acero tienen poco espesor y el resto es casetones que se pueden perforar fácilmente a diferencia del ladrillo.

- En tu experiencia con albañilería, ¿Hay diferencias en las instalaciones eléctricas con el RBS?

Mucha nos ahorramos la polvareda que se genera al picar los muros, salvo que el maestro haya sido cuidadoso en dejarnos el camino en el muro de ladrillo por donde deban pasar nuestras instalaciones.