

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PROPUESTA Y EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE
CONSTRUCCIÓN MODULAR INDUSTRIALIZADO EN CONCRETO
ARMADO**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

JUAN CARLOS RISCO SULLON

ASESOR:

MG. ING. JAIME ZAPATA CARREÑO


Lima, Octubre, 2024

Informe de Similitud

Yo, **Jaime Francisco Zapata Carreño**, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis de investigación titulada **“PROPUESTA Y EVALUACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN MODULAR INDUSTRIALIZADO EN CONCRETO ARMADO”**, tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil del autor **JUAN CARLOS RISCO SULLÓN** dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 19%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 04/10/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lima, 04 de octubre de 2024

Apellidos y nombres del asesor: <u>Zapata Carreño, Jaime Francisco</u>	
DNI: 08271914	Firma: 
ORCID: 0000-0001-7662-8329	

RESUMEN

A lo largo de los años, la construcción de viviendas ha estado en constante evolución desde las técnicas rudimentarias empleadas, diseño y materiales usados hasta técnicas más avanzadas y sistematizadas que buscan optimizar la eficiencia, reducir costos y mejorar la calidad y sostenibilidad de las edificaciones y/o proyectos de vivienda social.

En tal sentido, la tecnología Upcrete surge como una alternativa en la industrialización en el sector en torno a la construcción modular en concreto armado, la cual es innovadora y sobresaliente a los métodos tradicionales. La tecnología Upcrete permite la construcción de módulos de concreto armado de alta calidad mediante un proceso controlado de inyección de concreto desde la parte inferior de un encofrado modular, reduciendo imperfecciones y desperdicios, lo cual reduce los costos y plazos de producción de una vivienda, como la incidencia de accidentes en obra.

La presente investigación desarrolla las diferentes alternativas de la construcción industrializada y, en específico, se centra en la construcción modular con el sistema de tecnología Upcrete en la región de Ica y su aplicación en las viviendas sociales. En este caso, el sistema Upcrete se compara con la construcción modular con encofrados de aleación de aluminio en una vivienda de características similares y se evalúa y compara ambas alternativas tanto en factores económicos, comerciales, técnicas, sismorresistentes, producción, seguridad laboral y satisfacción de residentes.

La investigación concluye que el sistema upcrete es una alternativa más eficiente y sostenible para la construcción de viviendas sociales, superando las limitaciones de los métodos tradicionales y ofreciendo soluciones más rápidas, seguras, económicas y accesibles.

DEDICATORIA

En primer lugar, a mi padre, quien tomó la esforzada decisión de buscar un futuro mejor en el interior del país con el objetivo de superarse, prosperar y brindarnos lo mejor a su familia. Fue recién durante la pandemia cuando pudo disfrutar de un ritmo laboral menos intenso. Luego, a mi madre, que durante todo ese tiempo en que mi padre estuvo lejos, cuidó y educó a mis hermanos y a mí, enseñándonos a ser siempre personas correctas y agradecidas antes de ser profesionales en la materia que eligiéramos.

JUAN CARLOS RISCO

INDICE

CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN.....	2
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	3
OBJETIVOS	4
JUSTIFICACIÓN	5
HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO 2	7
ESTUDIO PRECEDENTE DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ	8
2.1. Reseña histórica de la industria de la construcción	8
2.2. Actualidad de la industria de construcción e industria inmobiliaria	13
2.2.1. Sector de construcción	13
2.2.2. Sector inmobiliario.....	15
2.3. Industrialización de la construcción	18
2.3.1. Construcción in situ tecnificada (encofrados).....	21
2.3.1.1. Sistema de muros y columnas	22
2.3.1.2. Sistema de mesas - losa	24
2.3.1.3. Sistema trepante.....	25
2.3.1.4. Sistema de carros de encofrado - puentes.....	27
2.3.1.5. Sistema telescopio	28
2.3.1.6. Sistema de encofrados de aluminio	29
2.3.1.7. Encofrado tipo túnel	31
2.3.2. Construcción parcialmente industrializada	32

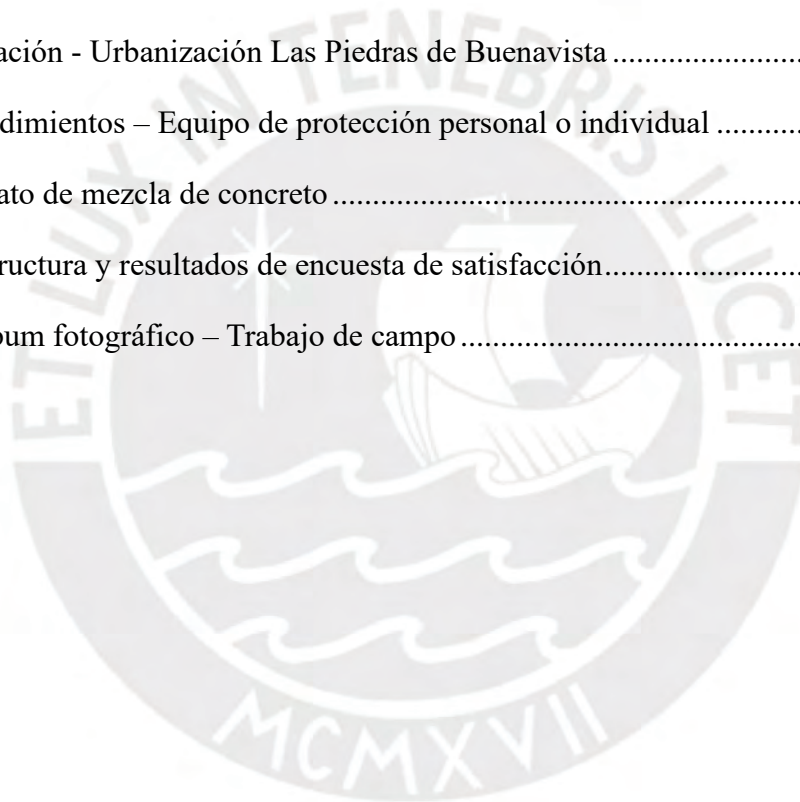
2.3.2.1. Sistemas constructivos.....	32
2.3.2.1.1. Steel Framing	32
2.3.2.1.2. Paneles de hormigón (Tilt Up)	34
2.3.2.2. Sistema constructivo prefabricado Preansa	36
2.3.2.3. Materiales y elementos	39
2.3.3. Construcción ampliamente industrializada - modular.....	42
2.3.3.1. Construcción modular en acero galvanizado.....	45
2.3.3.2. Construcción modular sistema mixto	48
2.3.3.3. Construcción modular en contenedores.....	49
CAPÍTULO 3	53
CONSTRUCCIÓN MODULAR INDUSTRIALIZADA EN CONCRETO ARMADO ...	54
3.1. Introducción.....	54
3.2. Reseña histórica - construcción modular industrializada en concreto armado.....	55
3.3. Sistema constructivo modular industrializado en concreto armado	59
3.4. Herramientas para la industrialización	61
CAPÍTULO 4	66
SISTEMA CONSTRUCTIVO INDUSTRIALIZADO MODULAR EN CONCRETO	
ARMADO BAJO LA TECNOLOGÍA UPCRETE®	67
4.1. Descripción del sistema constructivo modular industrializado en concreto armado bajo la tecnología Upcrete®	67
4.2. Diseño modular en concreto armado	72
4.3. Proceso y detalles constructivos	76
4.4. Flexibilidad del diseño y adaptabilidad al sistema constructivo	86
4.5. Comportamiento Sismorresistente.....	87
4.6. Tiempo de fabricación, transporte y montaje	87

CAPÍTULO 5	92
METODOLOGÍA Y DATOS.....	93
5.1. Metodología.....	93
5.1.1. Aspectos básicos de la metodología.....	93
5.1.1.1. Diseño de la investigación.....	93
5.1.1.2. Enfoque de la investigación.....	93
5.1.1.3. Área de estudio	94
5.1.2. Técnicas y criterios de evaluación	94
5.1.2.1. Búsqueda y selección de información	94
5.1.2.2. Descripción del sistema constructivo	94
5.1.2.3. Cuantificación, observación in situ, encuesta y entrevista	94
5.1.2.4. Criterios de evaluación	95
5.1.3. Análisis, interpretación y comparación de resultados.....	96
5.2. Datos.....	96
5.2.1. Metrado de vivienda.....	96
5.2.2. Encuestas.....	97
CAPÍTULO 6	100
ESCENARIO DE APLICACIÓN Y COMPARACIÓN CON EL SISTEMA DE ENCOFRADO DE ALUMINIO	101
6.1. Descripción de proyectos realizados en la ciudad de Ica y Piura.....	101
6.1.1. Casa Buenavista – Ica	101
6.1.2. Casa Camelia – Ica.....	103
6.1.3. Casa Gardenia - Ica	104
6.1.4. Modelado 3D – Casa Buenavista – Uprete.....	105

6.2.	Casa San Agustín – Encofrado Aluminio	106
6.2.1.	Modelado 3D – Casa San Agustín – Encofrado de Aluminio	110
6.3.	Evaluación y comparación.....	111
6.3.1.	Económica y comercial	111
6.3.1.1.	Económica	111
6.3.1.1.1.	Costo y Metrado casa Buenavista – Proyecto Upcrete	111
6.3.1.1.2.	Costo y Metrado vivienda masiva – Encofrado de aluminio	113
6.3.1.1.3.	Costo de producción y venta	117
6.3.1.2.	Comercial.....	125
6.3.2.	Técnica y sismorresistente	126
6.3.3.	De producción y seguridad laboral.....	128
6.3.4.	Análisis de satisfacción residencial.....	131
CAPÍTULO 7	133
RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	134
7.1.	Resultados.....	134
7.2.	Conclusiones.....	141
7.3.	Recomendaciones	142
BIBLIOGRAFIA	145
ANEXOS	151
ÁLBUM FOTOGRÁFICO – TRABAJO DE CAMPO	217

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Planos de Vivienda Llaxta	152
Anexo 2: Presupuesto y Análisis de Precios Unitarios – Vivienda Buenavista	171
Anexo 3: Metrado de Estructuras – Vivienda Buenavista.....	176
Anexo 4: Planos de Vivienda San Agustín.....	180
Anexo 5: Presupuesto y Análisis de Precios Unitarios – Vivienda San Agustin.....	186
Anexo 6: Metrados Estructuras – Vivienda San Agustin	192
Anexo 7: Lotización - Urbanización Las Piedras de Buenavista	196
Anexo 8: Procedimientos – Equipo de protección personal o individual	198
Anexo 9: Formato de mezcla de concreto	206
Anexo 10: Estructura y resultados de encuesta de satisfacción.....	208
Anexo 11: Álbum fotográfico – Trabajo de campo	217



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Variación anual del PBI en Perú (2007 – marzo 2024).....	14
Gráfico 2:	Variación anual del PBI – Sector Construcción (2007 – abril 2024).....	15
Gráfico 3:	Déficit habitacional - Perú (2013 – 2019).....	17
Gráfico 4:	Créditos otorgados – Fondo MiVivienda (1999 – mayo 2021)	17
Gráfico 5:	Cronograma de un proyecto – Construcción tradicional	20
Gráfico 6:	Cronograma de un proyecto – Construcción industrializada.....	20
Gráfico 7:	Tipos de Sistemas Constructivos Industrializados.....	21
Gráfico 8:	Ciclo de vida de la construcción modular tridimensional.....	44
Gráfico 9:	Proceso de mezclado de concreto	82
Gráfico 10:	Matriz FODA – Sistema Upcrete.....	125
Gráfico 11:	Matriz FODA – Encofrado modular de Aluminio	126
Gráfico 12:	Tren de trabajo – Sistema upcrete.....	129
Gráfico 13:	Tren de trabajo – Sistema Encofrado de aluminio.....	131
Gráfico 14:	Comparación - cantidad de concreto de ambos sistemas (m3).....	134
Gráfico 15:	Comparación – cantidad de acero habilitado de ambos sistemas (kg).....	135
Gráfico 16:	Comparación de por el uso de cada sistema (S./)	136
Gráfico 17:	Comparación de costo directo de producción ambos sistemas (S./).....	137
Gráfico 18:	Incidencia de Mano de Obra – Encofrado Aluminio (A=62.73 m2)	139
Gráfico 19:	Incidencia de Mano de Obra – Encofrado de Aluminio (A=77.04 m2)	140
Gráfico 20:	Incidencia de Mano de Obra – Sistema Upcrete (A=77.04 m2).....	141

LISTA DE TABLAS

Tabla 1:	Metrado – Casa Buenavista (Precios S/ - REV. COSTOS – MAY 2024)	112
Tabla 2:	Resumen de Presupuesto – Casa Buenavista.....	113
Tabla 3:	Ratio – Casa Buenavista	113
Tabla 4:	Metrado – Proyecto San Agustín (Precios S/ - REV. COSTOS – MAY 2024)	114
Tabla 5:	Resumen de Presupuesto – Proyecto San Agustín.....	115
Tabla 6:	Ratio – Casa San Agustín (Área construida = 62.73 m ²).....	115
Tabla 7:	Acero y concreto – Casa San Agustín (Área construida: 77.04 m ²)	115
Tabla 8:	Nuevo Metrado – Proyecto San Agustín (Área construida: 77.04 m ²)	116
Tabla 9:	Resumen de Presupuesto – Proyecto San Agustín (Área construida= 77.04 m ²)	117
Tabla 10:	Cotización – Planta de producción de viviendas	118
Tabla 11:	Depreciación – Maquinarias de planta de producción de viviendas.....	119
Tabla 12:	Datos Base de Vivienda San Agustín (A = 62.73 m ²)	119
Tabla 13:	Estimación de Costo de Encofrado Metálico (A = 62.73 m ²)	120
Tabla 14:	Análisis de Costos Unitarios de las partidas de No Calidad.....	120
Tabla 15:	Costo de Encofrado de Aluminio inc./ No Calidad (A = 62.73 m ²).....	122
Tabla 16:	Resumen de costo por vivienda - utilización de sistemas constructivos	123
Tabla 17:	Comparativo (Sistema Upcrete – Encofrado Modular de Aluminio)	124
Tabla 18:	Comparativo de Ratios (Sistema Upcrete – Encofrado Modular de Aluminio) ...	124
Tabla 19:	Costos y Porcentajes de Incidencia - Encofrado Aluminio (A=62.73 m ²).....	138
Tabla 20:	Costos y Porcentajes de Incidencia - Encofrado Aluminio (A=77.04 m ²).....	139
Tabla 21:	Costos y Porcentajes de Incidencia – Sistema Upcrete (A=77.04 m ²).....	140

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1:	Encofrado de caras de Muro	23
Imagen 2:	Encofrado de caras de Columna cuadrada	23
Imagen 3:	Encofrado de caras de Muro curvo	23
Imagen 4:	Encofrado de caras de Columna circular	24
Imagen 5:	Encofrado tipo mesa para Losas (1).....	24
Imagen 6:	Encofrado tipo mesa para Losas (2).....	25
Imagen 7:	Encofrado trepante (desplazamiento con grúa).....	26
Imagen 8:	Encofrado autotrepante (secuencia de trepado)	26
Imagen 9:	Encofrado autotrepante (mecanismo hidráulico y mecánico).....	27
Imagen 10:	Vista de perfil – Sistema de carro de encofrado.....	27
Imagen 11:	Encofrado de puente con carro de avance.....	28
Imagen 12:	Encofrado de túnel en tajo abierto.....	29
Imagen 13:	Encofrado de túnel al interior de mina.....	29
Imagen 14:	Paneles de encofrado de aluminio.....	30
Imagen 15:	Edificación construida con paneles de encofrado de aluminio	30
Imagen 16:	Colocación de la estructura de encofrado en “L” invertida	31
Imagen 17:	Armado y bombeo monolítico de muros y losas.....	32
Imagen 18:	Estructura de acero galvanizado liviano.....	33
Imagen 19:	Revestimiento de estructura metálica con paneles de concreto y yeso	33
Imagen 20:	Encofrado horizontal y armado de acero de refuerzo	35
Imagen 21:	Izaje de paneles de concreto mediante insertos y grua.....	35
Imagen 22:	Construcción compleja Biscayne Bay, Miami	35
Imagen 23:	Gradas prefabricadas de concreto armado – Complejo de Villa María.....	38

Imagen 24:	Estructuras metálicas prefabricadas – Complejo de Villa el Salvador	38
Imagen 25:	Ladrillo de arcilla King Kong y para Techo	39
Imagen 26:	Bloques de concreto armado	39
Imagen 27:	Malla electrosoldada	40
Imagen 28:	Placas de yeso de 12.5mm Knauf Madersa.....	40
Imagen 29:	Placas de concreto para cerco perimétrico	41
Imagen 30:	Pilotes prefabricados de concreto.....	41
Imagen 31:	Vigas y columnas de acero.....	41
Imagen 32:	Columnas prefabricadas de concreto.....	42
Imagen 33:	Viguetas prefabricas	42
Imagen 34:	Barrio Keetwonen, Ámsterdam, Países Bajos.....	43
Imagen 35:	Sistema acero galvanizado - Oficina de campo – Metro de Lima (2016).....	47
Imagen 36:	Hospital de Contingencia de Pisco.....	47
Imagen 37:	Proyecto Palo Redondo Chavimochic.....	47
Imagen 38:	Vista de elemento mixto – perfil de acero y concreto	48
Imagen 39:	Ejemplos de engarce mecánico y ángulos agudos (hormigón y perfil de acero)	48
Imagen 40:	Vista general del sistema modular mixto	49
Imagen 41:	Adaptación de container – Vivienda	51
Imagen 42:	Adaptación de container – Starbucks Cofee – Lurín, Lima	52
Imagen 43:	Adaptación de container – SS.HH.....	52
Imagen 44:	Casa modular en concreto armado - Aplihorsa Modular.....	55
Imagen 45:	Módulo tridimensional – Edward Tuckerman Potter	56
Imagen 46:	Nakagin Capsule Tower – Tokyo, Japón.....	58
Imagen 47:	Vivienda modular tridimensional – Ica, Ica	58

Imagen 48:	Vivienda modular tridimensional – Wordlmetor	61
Imagen 49:	Vivienda modular tridimensional – APLIHORSA Modular	61
Imagen 50:	BIM en un proyecto de construcción	62
Imagen 51:	LEAN CONSTRUCTION en un proyecto de construcción	63
Imagen 52:	Contratos colaborativos (IPD) en un proyecto de construcción.....	64
Imagen 53:	Estación de bombeo UPP 100	68
Imagen 54:	Conexión de pompe UCI Basic.....	69
Imagen 55:	Conexión de pompe UCI Basic – Vista perfil	69
Imagen 56:	Sistema en batería Ratec	70
Imagen 57:	Elementos planos fabricados con Sistema en Bateria Ratec	71
Imagen 58:	Encofrado modular 3D	72
Imagen 59:	Preparado del núcleo con armadura de acero de refuerzo.....	72
Imagen 60:	“Meet the better ideas” desde la concepción hasta la comercialización	73
Imagen 61:	Ideas de fachadas (Arq. Mario Lara) – Uprete peruvian Modular Housing.....	74
Imagen 62:	“Meet the better ideas” desde la concepción hasta la comercialización	74
Imagen 63:	Vista de viviendas upcrete en software de modelado.....	74
Imagen 64:	Maqueta de la propuesta concreta de planta de producción Llaxta (1).....	75
Imagen 65:	Maqueta de la propuesta concreta de planta de producción Llaxta (2).....	75
Imagen 66:	Lotización de zona de construcción en Ica, Perú	75
Imagen 67:	Planta de producción – Ica, Perú.....	77
Imagen 68:	Armado de acero de refuerzo	78
Imagen 69:	Acero de refuerzo - encofrado losa nervada - tuberías.....	78
Imagen 70:	Encofrado de escalera.....	78
Imagen 71:	Encofrado y acero de refuerzo en techo de vivienda modular	79

Imagen 72:	Detalle de zapata aislada Z-1 – Planos.....	79
Imagen 73:	Izado y traslado de conjunto modular interno (núcleo + estructura metálica)	80
Imagen 74:	Izado y traslado de conjunto modular interno (núcleo + estructura metálica)	81
Imagen 75:	Encofrado modular antes de cerrar la estructura metálica	81
Imagen 76:	Vaciado de concreto mediante inyección a presión.....	83
Imagen 77:	Desencofrado de estructura – retirada de núcleo retractor	83
Imagen 78:	Desencofrado de estructura – separación encofrado externo	84
Imagen 79:	Izado de la estructura modular luego de desencofrar	84
Imagen 80:	Izado de balcones luego de desencofrar	84
Imagen 81:	Posicionamiento de módulo post izaje	85
Imagen 82:	Empaste de muros de concreto.....	85
Imagen 83:	Pintado de muros e instalación de puertas y ventanas	86
Imagen 84:	Traslado de módulo de vivienda	88
Imagen 85:	Izado de módulo de concreto armado	89
Imagen 86:	Ensamblado de módulos en el terreno y entre si.....	89
Imagen 87:	Funcionamiento de las cintas de neopreno.....	90
Imagen 88:	Detalle de placa unión entre módulos	90
Imagen 89:	Detalle Vista 1 y Vista 2 de placa unión entre módulos	90
Imagen 90:	Detalle en obra de placa unión entre módulos	91
Imagen 91:	Casa Buenavista	102
Imagen 92:	Arquitectura casa Buenavista	102
Imagen 93:	Casa Camelia.....	103
Imagen 94:	Arquitectura casa Camelia	103
Imagen 95:	Casa Gardenia	104

Imagen 96:	Arquitectura casa Gardenia	105
Imagen 97:	Modelado 3D - Casa Buena Vista - Upcrete	105
Imagen 98:	Ejemplo de casa contigua - Casa Upcrete Buena Vista.....	106
Imagen 99:	Paneles principales de muros	107
Imagen 100:	Anclaje cónico.....	108
Imagen 101:	Paneles de transición (Conexión Muros – Vigas)	108
Imagen 102:	Piezas de conexión (Conexión Muros).....	108
Imagen 103:	Cerrojo de paneles de muros).....	109
Imagen 104:	Paneles de cierre de losa y Puntales de Losas de Encofrado	109
Imagen 105:	Casa San Agustín.....	109
Imagen 106:	Modelado 3D - Casa San Agustín – Encofrado de Aluminio.....	110
Imagen 107:	Ejemplo de casa contigua - Casa San Agustín – Encofrado de Aluminio.....	110
Imagen 108:	Vivienda Upcrete (2.00 x 2.40 m) ensayada en Laboratorio PUCP.....	127
Imagen 109:	Edificio modulado para Encofrado Modular de Aluminio.....	128

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1:	Vista externa – Planta de producción Ica	218
Fotografía 2:	Vista externa – Planta de producción Ica	218
Fotografía 3:	Vista interna – Planta de producción Piura	218
Fotografía 4:	Urb. Las Piedras de Buenavista.....	218
Fotografía 5:	Casa Buenavista – casco fachada exterior.....	218
Fotografía 6:	Casa Buenavista – casco fachada interior	218
Fotografía 7:	Casa Buenavista – exterior trasera	219
Fotografía 8:	Casa Buenavista – Losa nervada (1)	219
Fotografía 9:	Casa Buenavista – Losa nervada (2)	219
Fotografía 10:	Casa Buenavista – Vano puerta	219
Fotografía 11:	Casa Buenavista – Espesor de muros (1).....	219
Fotografía 12:	Casa Buenavista – Espesor de muros (2).....	219
Fotografía 13:	Urb. Buenavista – Espacios recreativos	220
Fotografía 14:	Urb. Buenavista – Laguna artificial.....	220
Fotografía 15:	Casa Buenavista – escalera.....	220
Fotografía 16:	Urb. Buenavista – Casa Gardenia (1).....	220
Fotografía 17:	Urb. Buenavista – Casa Gardenia (2)	220
Fotografía 18:	Casco – Casa Acacia.....	220
Fotografía 19:	Urb. Buenavista – Casa Acacia.....	221
Fotografía 20:	Vanos – Casa acacia.....	221
Fotografía 21:	Vanos – Casa acacia.....	221
Fotografía 22:	Vista cubierta de vivienda.....	221
Fotografía 23:	Orificio para colocación de tuerca de anclaje.....	221

Fotografía 24: Izaje y colocación de vivienda - Piura..... 221





CAPÍTULO 1
Introducción, objetivos, justificación e hipótesis

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años, en el Perú, el sector de vivienda, construcción y saneamiento genera un gran aporte al incremento del Producto Bruto Interno, en especial, el desglosado del sector construcción el que más aporte produce debido a la relevancia que tiene dentro del territorio nacional, ya que existe un gran crecimiento en el número de obras públicas y en el consumo de materiales. Según el INEI, ha presentado un crecimiento en el año 2018 de 5.42% y de un 1.51% en el 2019. Sin embargo, en el primer semestre del 2020, debido a la emergencia sanitaria ocasionada por el COVID- 19 y la crisis política que afrontaba el país, el sector tuvo una caída del 42%. (Gestión, 2020)

Actualmente, luego de una caída continua durante los cuatro trimestres del 2023, debido a los conflictos políticos y sociales que afrontó el país, el sector construcción presenta un crecimiento del 7.02% hasta abril de 2024 y se ve reflejado en el incremento en la ejecución física de las obras públicas y privadas. (INEI, 2024). Pese a ello, el sector inmobiliario es uno de los sectores que está sosteniendo al sector construcción, debido a que se están reactivando la ejecución de proyectos inmobiliarios, especialmente en el sector en el que se trabaja con bonos para viviendas sociales, debido que existe aún una alta demanda de viviendas.

La demanda en la construcción viviendas e infraestructuras, que estén al alcance de las personas de nivel socioeconómico medio y/o bajo, es aprovechado por las empresas privadas del país. Por ejemplo, existen empresas inmobiliarias que tiene como misión principal construir viviendas al alcance de todo tipo de público, por lo que realizan trabajos de construcción industrial de viviendas prefabricadas de concreto armado. Estos, a través de procesos estandarizados de construcción, logran optimizar el uso de materiales, especializar la mano de

obra, reducir el consumo de otros recursos utilizados para su fabricación y disminuir el plazo de construcción de las viviendas en comparación a los procedimientos tradicionales. Es así como, dentro de los procesos estandarizados de construcción, se encuentra la tecnología Upcrete®, la cual permite bombear concreto desde la parte inferior de los encofrados, de manera que se puede moldear el concreto prefabricado en encofrados de diversas y complejas geometrías mediante la inyección ascendente con una bomba.

Por tanto, este proyecto de investigación se concentra en exponer la propuesta y evaluación de la construcción modular industrializada en concreto armado bajo la tecnología upcrete®, considerando la alta demanda en la construcción de viviendas de bajo costo sin reducir su calidad. Asimismo, tiene como objetivo principal proponer y evaluar la difusión de viviendas industrializadas modulares de concreto prefabricado con un distinto proceso constructivo en relación con los procesos tradicionales.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Las preguntas de investigación están ligadas de forma directa con los objetivos e hipótesis que se han planteado en el presente trabajo. Estas preguntas son las siguientes:

- 1) ¿Cuáles son las características de la construcción modular industrializada en concreto armado con tecnología upcrete® en viviendas?

Se quiere conocer cuáles son las características principales que la construcción modular industrializada en concreto armado con la tecnología upcrete® presenta en el ámbito de viviendas del sector inmobiliario.

- 2) ¿Cuáles son los beneficios de optar por un nuevo sistema de construcción como la construcción modular industrializada en concreto armado?

Se quiere conocer cuáles son los beneficios de optar por un nuevo sistema de construcción como la construcción modular industrializada en concreto armado en comparación al sistema tradicional, tanto en aspectos sismorresistentes, acabados en casco, costo y tiempos de producción, seguridad laboral, etc.

- 3) ¿Qué beneficios ofrece a la población el optar por la adquisición de viviendas construidas en base a procesos estandarizados de la construcción modular industrializada?

Se quiere conocer qué beneficios ofrece a la población el optar por la adquisición de una vivienda construida en base a procesos estandarizados de la construcción modular industrializada, tanto en el aspecto de costo y rapidez de adquisición, calidad de vida. Además, del nivel de satisfacción que tienen después de estar habitando en una vivienda de estas características durante un tiempo.

OBJETIVOS

Proponer y evaluar la difusión de viviendas industrializadas modulares de concreto armado con un distinto proceso constructivo en relación al proceso tradicional. Mientras que los objetivos específicos serán los siguientes:

- Identificar el presente de la construcción industrializada en el Perú y el futuro que esta tendría en el país a través de los distintos proyectos que se están realizando en el sector inmobiliario.
- Mostrar el proceso constructivo y el alcance del uso de la tecnología upcrete® y sus beneficios en favor de la reducción de parámetros como la calidad de acabados y costos de producción en la construcción.

- Demostrar la factibilidad comercial, económica y de seguridad que ofrecen las construcciones modulares industrializadas en concreto armado en un país altamente sísmico como el Perú.

JUSTIFICACIÓN

En el Perú, la construcción de viviendas es una de las actividades económicas que tiene más presencia, pero en un gran porcentaje no cuentan con estudios previos ni procesos constructivos eficientes y de calidad. Ello puede desencadenar problemas futuros a corto y mediano plazo, tales como sobrecostos por desperdicio excesivo de materiales y trabajos rehechos o una mala respuesta ante eventos sísmicos.

Por ello, es importante difundir e incentivar el procedimiento constructivo modular industrializado de viviendas bajo tecnología upcrete®, ya que al realizar procedimientos estandarizados de construcción se reduce la variabilidad en los resultados finales. Además, se contribuye en reducir la brecha en acceso de viviendas por parte de familias de mediano y bajo nivel socioeconómico, pues se les ofrece viviendas de bajo costo, buena calidad arquitectónica y estructural, que brinden las mismas comodidades y seguridad que las viviendas construidas bajo procesos tradicionales. Esto se debe a que actualmente se tiene un gran déficit habitacional para las familias que se forman anualmente en nuestro país y que la oferta que se realiza no se da abasto. Por ello los beneficios de este tipo de viviendas cumplirán las expectativas de los usuarios que opten por su adquisición.

HIPÓTESIS

Las hipótesis planteadas en el presente punto podrían modificarse de acuerdo al avance en cada etapa de la investigación, ya que estas se basan en opiniones y perspectivas del investigador,

pues esta investigación presenta un enfoque cualitativo. A continuación, se describen las hipótesis planteadas:

- 1) Las viviendas bajo este procedimiento constructivo disminuyen el uso excesivo de materiales de construcción, reducen los costos de producción, el plazo en las que se producen sin reducir la calidad de estas ni su comportamiento bajo condiciones sísmicas.
- 2) El porcentaje de familias que optan por la adquisición de este tipo de viviendas ha aumentado en el último tiempo.





CAPÍTULO 2
Estudio precedente de la industria de la construcción
en el Perú

CAPÍTULO 2

ESTUDIO PRECEDENTE DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ

2.1. Reseña histórica de la industria de la construcción

El Perú, a lo largo de toda su historia, ha sido un país con una gran diversidad geográfica y cultural que ha presenciado diversos cambios a través de los años, desde el periodo lítico hasta la actualidad tanto en la costa, sierra y selva del territorio nacional, que inicialmente abarcaba desde la zona sur de Colombia hasta la mitad del territorio chileno, incluyendo Bolivia, Ecuador, Perú y el noroeste de Argentina (Aragones, 2010)

Inicialmente, la diversidad en la construcción del antiguo Perú ocurre desde el periodo precerámico con el hombre de la cultura Chilca (3750 a.C.), quien es considerado como el primer constructor, pues sus viviendas estaban construidas de junco, caña o esteras, las cuales eran soportadas por cañas gruesas o ramas (Tavera, S/A). Después, en la cultura Caral (3000 a.C.), se encuentran los primeros templos que existieron en el Perú. En estas construcciones se pueden evidenciar la simulación de una figura que es similar al de un ave, ya que las edificaciones estaban compuestas por un cuerpo central de gran altura junto con cuerpos laterales con una altura menor a la central. Asimismo, los muros estaban contruidos de bloques de piedra que eran ligados con mortero de arcilla y con otras piedras de menores dimensiones también llamadas “pachillas”. Además, incluían enlucidos a base de arcilla y pinturas de diversos colores que representaban los periodos constructivos de la ciudad de Caral (Manyas, 2019).

Posteriormente, en el periodo inicial, destaca la cultura Sechin (2000 a.C.) la cual comenzó la construcción de templos ceremoniales edificados de barro y grandes piedras grabadas en su perímetro y en el edificio interior principal se construyó un recinto de adobe de forma cónica

(Perú Info, 2019). Luego, destaca la cultura Kotosh (800 a.C.) en la que por primera vez se mostró la arquitectura precerámica de la sierra y se halló el Templo de las Manos Cruzadas. Las construcciones Kotosh también se caracterizaban por tener funciones religiosas, cuyas edificaciones eran de doble nivel junto con construcciones de nichos murales. El primer nivel se apoyaba sobre un gran escalonamiento de plataformas unidas por escaleras en comparación al segundo, por lo que la construcción aparentaba mayor altura (Tavera, S/A).

En el periodo preinca, se encuentra a la cultura Chavín (400 a.C.) donde se destaca el templo ceremonial de Chavín de Huántar, cuyas construcciones se caracterizaban por usar la piedra como material principal para construir plazas, plataformas, pirámides y edificios. Sin embargo, los materiales podían variar de acuerdo con la ubicación de la construcción. Por ejemplo, en las zonas con alta precipitación se usaba principalmente la piedra, mientras que en zonas costeras se podía cambiar a construcciones de barro y adobe, pues eran igual de resistentes, pero más económicos para la construcción (Morales, 2017). Posteriormente, la cultura Mochica (100 d.C.) utiliza como materiales el adobe, el barro y usa la piedra para las bases de murallas y terrazas; entre sus construcciones más relevantes encontramos a la Huaca de la Luna y la Huaca del Sol (Raza, 2016). Además, el reino Chimú tiene como edificación más resaltante a la ciudadela de Chan Chan considerada como “la ciudad más grande construida de barro”, cuya extensión es de 20 kilómetros cuadrados. Esta construcción abarcaba nueve ciudadelas completamente construidas de barro y adobe con complejos reales que se ocultaban detrás de muros de barro de hasta 12 metros de altura (Manyas, 2013)

En la cultura incaica, las construcciones como Machu Picchu, Sacsayhuamán y Ollantaytambo utilizan a la piedra como material principal de construcción de los andenes, muros de contención, templos, caminos y principales ciudades del imperio. Además, se evidencia el uso

de distintos materiales de acuerdo con la zona donde se construía. Por ejemplo, materiales como madera, paja ichu y caña eran muy utilizados en la zona de la costa. Cabe precisar que con la caña se crearon las quinchas que eran tejidos de varillas delgadas recubiertas con barro. Respecto a las construcciones de la sierra, se utilizaban el adobe moldeado y en la selva se construían techos de palma de madera y bambú (EcuRed, S/A)

Con la llegada de los españoles y la posterior conquista del Imperio incaico se adoptaron nuevas técnicas y tecnologías de construcción. Las primeras edificaciones de los conquistadores fueron catedrales, iglesias y monasterios, pues parte del propósito conquista era instaurar su religión y reemplazar las edificaciones sagradas antiguas por edificaciones religiosas españolas. En esta época, se adiciona a la piedra y adobe otros materiales como arena, cal, ladrillo, madera y yeso, los cuales se convirtieron en materiales característicos de las nuevas edificaciones como en las casonas (Aragonés, 2010).

Durante el inicio de la etapa republicana, las construcciones se interrumpieron, ya que se deshizo el sistema colonial español para procurar a defensa militar de la zona. Posteriormente, la “prosperidad falaz” causada por la exportación del guano mejoró la economía del país dando paso a un nuevo ciclo en la construcción de la ciudad, lo que generó el inicio del programa urbano de la época. Además, tras la caída del sistema colonial español se permitió recibir profesionales de otros países europeos; por ejemplo, en el gobierno del presidente José Rufino Echenique (1851 – 1854) se acordó la llegada de los ingenieros franceses Emilio Chevalier y Charles Farraguet con el objetivo de guiar la construcción de las primeras grandes obras de ingeniería en el país. Asimismo, con la creación de la Comisión Central de Ingenieros Civiles (1852), la aprobación del “Reglamento para el servicio de ingenieros civiles y arquitectos del Estado” (1860) y la fundación de la Escuela de Ingenieros del Perú (1876) a cargo de Eduardo Habitch se pudieron

sentar las bases para la correcta formación de los primeros profesionales arquitectos adecuadamente capacitados para construir las nuevas edificaciones de la época. En consecuencia, el Mercado Central, el Manicomio, La Penitenciaría, el Hospital Dos de Mayo, el Matadero general de Lima, la Plaza Dos de Mayo, entre otros, fueron los primeros edificios públicos de la etapa republicana con características y volumetría diferente a las tradicionales del país.

Sin embargo, la Guerra del Pacífico trajo como consecuencia la destrucción de la ciudad, por lo que posteriormente se desarrolló la etapa de reconstrucción nacional que consistía en la rehabilitación de los exteriores urbanos y el crecimiento de las construcciones privadas, todo esto se dio durante la República Aristocrática (1895 – 1919) y el gobierno del presidente Augusto Bernardino Leguía (1919 – 1930). Durante el gobierno del presidente Leguía se comenzó la modernización de la sociedad peruana con una gran influencia de Estados Unidos, es así que, se edificaron obras de concreto armado y hubo un aumento notable de las obras públicas y urbanas. Respecto al aspecto de escenografía urbana, se construyeron las grandes avenidas que conectaban la ciudad con sus alrededores; por ejemplo, la avenida Paseo Colón (ex Av. 9 de diciembre), La Colmena (ex Av. Interior), la Av. Brasil y la Av. Central que cruzaba todo el centro de la ciudad. Una característica singular de esta época fue que el número de habitantes en la ciudad de Lima incrementó drásticamente pasando de 103,956 habitantes en 1981 a 140,884 en 1908, pero ello no se vio reflejado en la rapidez con la que la ciudad (Calderon, 2015).

Recién a mediados del siglo XX, la ciudad atravesó una etapa de urbanización ocasionada por una gran migración a la capital, debido al atraso que acarrea el interior del país, la falta de trabajo y el terrorismo que comenzaba a acrecentar el problema. Sin embargo, la urbanización de la ciudad no se daba a vasto y acrecentó después del terremoto de 1940, donde la informalidad en la construcción de viviendas comenzó a incrementarse en el perímetro del centro de la ciudad

tanto en el norte, sur y este. Estas construcciones de viviendas, conocidas como pueblos jóvenes o barriadas, estaban hechas de manera artesanal y precaria con la combinación de concreto armado y ladrillos de arcilla. Para contrarrestar esto, el gobierno comenzó a edificar diversas unidades vecinales y conjuntos habitacionales como la Unidad Vecinal N°3 (1946), Miraflores (1950), Matute (1953 – 1954; 1981), Mirones, Rímac, Palomino (1964), entre otros. Posteriormente, la construcción en el país se influenció por la arquitectura brutalista, que consistía en edificaciones monumentales y de armado modular que tenían un acabado exterior sin ornamentos, lo cual hacía lucir la textura original del hormigón. Las primeras construcciones de esta corriente arquitectónica fueron el Centro Cívico (1974), la sede de Petroperú (1974) y el Ministerio de Pesquería (1974) (Champa, 2018).

Aun hasta finales del siglo XX, el Perú todavía tenía una economía cerrada, en la cual la inversión en infraestructura y vivienda era principalmente por parte del Estado. Sin embargo, en el año 2003 este panorama había cambiado radicalmente lo que permitió el crecimiento de la economía del país y su buen posicionamiento a nivel mundial, lo que se vio reflejado en el crecimiento de la industria de construcción. Este sector ha sido uno de los principales protagonistas para el desarrollo de la economía, pues generó nueva infraestructura y mayor empleo. Según Luis Villanueva, miembro principal del Comité Nacional de Administración del Fondo para la Construcción de Viviendas y Centro Recreacionales (CONAFOVICER), “La construcción tuvo un crecimiento sostenido, algo que no solo se refleja en la infraestructura, sino también en el incremento del número de trabajadores dedicados al sector, el cual pasó de 300,000 en el 2003 a más un millón el año pasado, lo que significó una importante generación de empleo”.

Actualmente, este sector, al igual que muchos otros, se está recuperando de una caída en su crecimiento ocasionada por la crisis sanitaria por COVID-19 en el 2020 y por la crisis política que el país afronta debido a los casos de corrupción en las entidades del Estado.

2.2. Actualidad de la industria de construcción e industria inmobiliaria

2.2.1. Sector de construcción

En la actualidad, el sector de construcción es uno de los que tiene más impacto en el dinamismo de la economía peruana. El aporte del sector se ve reflejado en la cantidad de puestos de trabajo que se genera cada año. Por ejemplo, en el 2020, a pesar de la crisis por COVID-19, se generaron 937,578 puestos de trabajo que representa un 11.1% menos a lo registrado en el 2019 (INEI, 2020). La relevancia de este sector, a diferencia de otros, es el encadenamiento que tiene con el resto de los sectores productivos del país, ya que existe una gran cantidad y variedad de involucrados desde la etapa del diseño hasta la operación y mantenimiento de la infraestructura construida.

Según el INEI 2020, en el siglo XXI, el desarrollo del sector construcción ha tenido un constante crecimiento promedio de 11%, principalmente, entre los años 2005 y 2014, siendo el sector inmobiliario, la inversión pública y privada los puntos de mayor influencia en el crecimiento. Sin embargo, los últimos 10 a 11 años ha tenido un desempeño bajo y variable que se vio resaltado durante el 2020 en la pandemia por Covid-19, donde se retrasaron y/o paralizaron los proyectos de infraestructura en todo el país.

Actualmente, y luego de la reactivación del sector durante el 2021, el sector viene presentando un panorama alentador respecto a dicho año con un balance positivo de 5.1% durante el primer semestre del 2024 (Banco Central de Reserva del Perú, 2024)

Baca (2021) afirma que este sector “en los últimos 8 años ha tenido un desempeño muy pobre que se ha acentuado con la pandemia” debido al retraso y/o paralización de los grandes proyectos de infraestructura que estaban vinculados al escándalo por los casos Lava Jato y al Club de la Construcción.

Este sector está impulsando la reactivación de la economía del país después de la crisis por COVID-19 y los conflictos políticos y sociales que afrontó el país durante el 2022 y 2023. Al cierre de abril del 2024, el sector ha crecido en un 7.02% con respecto a abril de 2024 y esto se debe a la mayor inversión pública, menor caída en la inversión privada y al incremento en el consumo del cemento (Instituto Peruano de Economía, 2024)

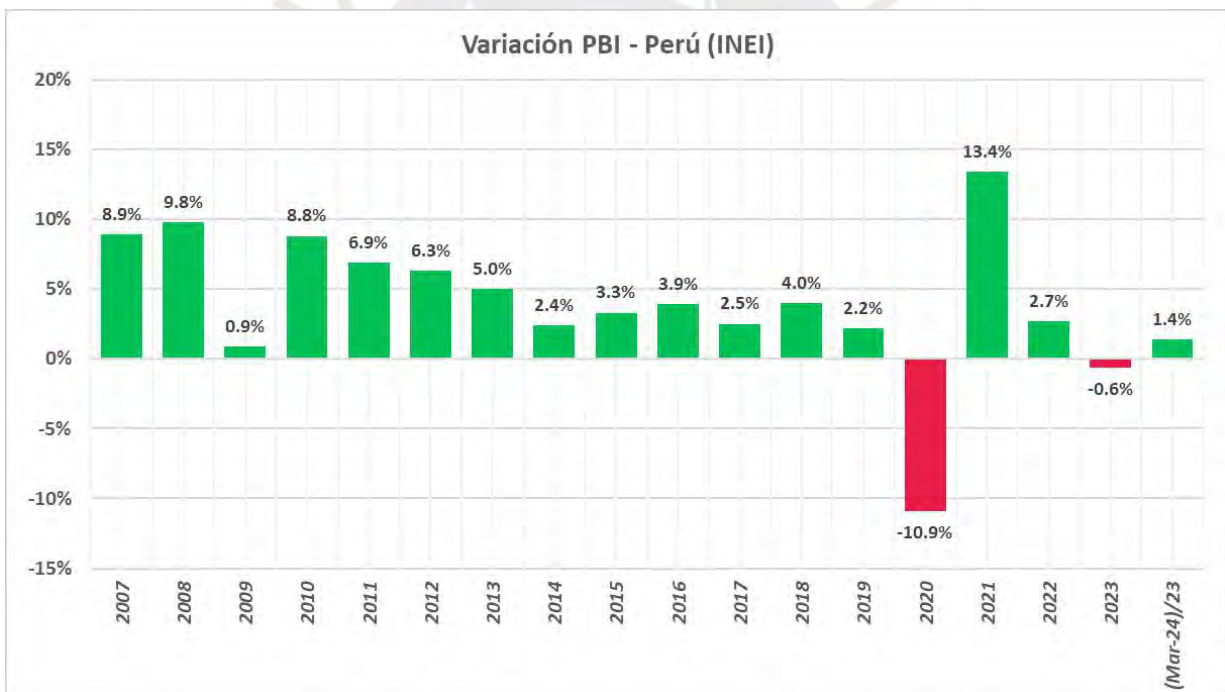


Gráfico 1: Variación anual del PBI en Perú (2007 – marzo 2024)

Fuente: INEI. Elaboración propia (adaptado al INEI)

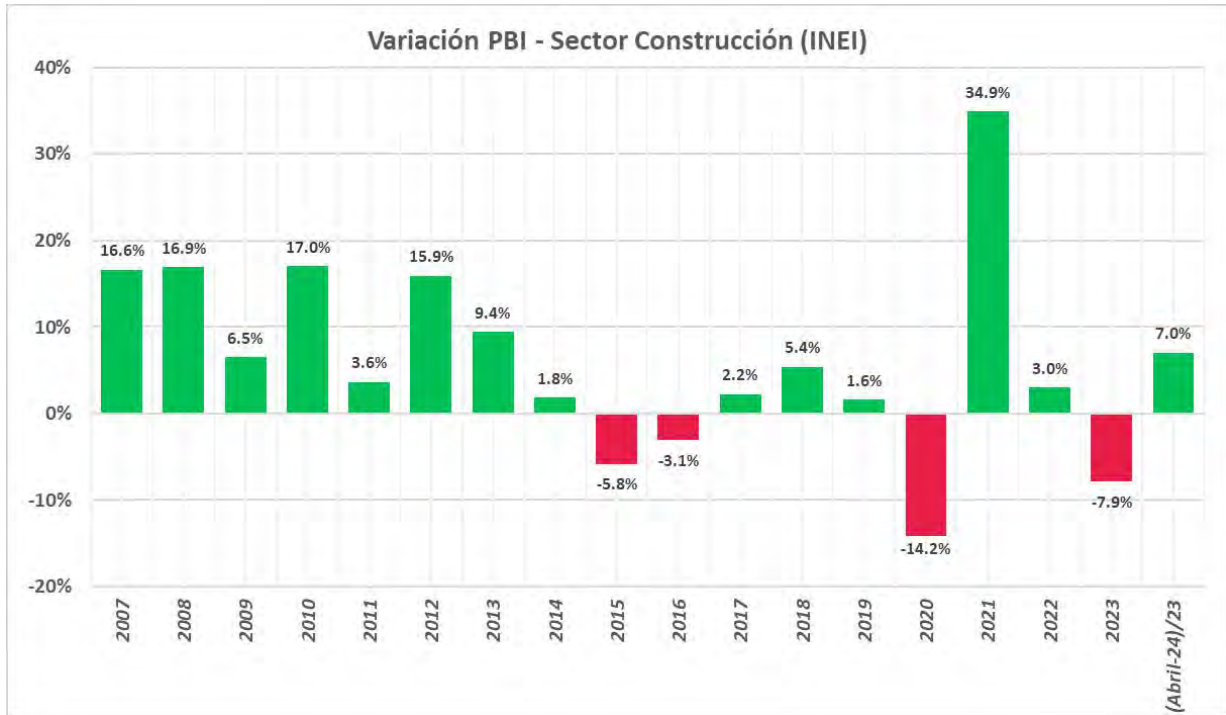


Gráfico 2: Variación anual del PIB – Sector Construcción (2007 – abril 2024)

Fuente: INEI. Elaboración propia (adaptado al INEI)

2.2.2. Sector inmobiliario

Entre los años 2002 y 2012, el sector tuvo un crecimiento muy favorable luego que se creara el Fondo MiVivienda en el año 1998. Este consiste en un financiamiento para la construcción y/o adquisición de una vivienda adecuada para la población, principalmente, de los sectores medio y bajo, cuyo fin es reducir el déficit de acceso a una vivienda digna. Esto se realiza mediante programas como el Crédito MIVIVIENDA (1998), Techo Propio (Bono Familiar Habitacional, 2002) y MICONSTRUCCION. Este crecimiento, conocido como el “boom inmobiliario”, se evidenció en el Lima con el aumento de la venta de viviendas que pasó de 3 mil a 22 mil en el 2012. Según CAPECO, durante esta etapa el crecimiento promedio fue del 19%. Sin embargo, entre el 2013 y 2014 hubo una ligera desaceleración.

Luego del breve periodo de desaceleración, el sector incrementó la oferta de viviendas mediante mejoras en los recursos entregados al Ministerio de Vivienda y ajustes a los procedimientos requeridos para el acceso a un crédito. Sin embargo, esta oferta aún es insuficiente y no logra cubrir la demanda creciente ocasionada por el aumento del número de familias que se forman anualmente en nuestro país, lo cual genera un déficit que se va incrementando cada año.

Este déficit se ve reflejado de forma cuantitativa y cualitativa, pues el 36% de viviendas tienen un déficit cuantitativo y el 64% restante tienen un déficit cualitativo. La primera cifra es debido a que existen familias que no cuentan con una vivienda donde habitar. Mientras que la segunda cifra representa la existencia de viviendas con servicios básicos deficitarios, son viviendas en hacinamiento o fueron construidas con materiales irrecuperables (MISEREOR, 2021). En la actualidad, el número de familias que se forma por año supera los 140 mil y más de la mitad de ellas habita en viviendas construidas de manera informal.

Según el Fondo MiVivienda, en el 2023, el número de créditos colocados se redujo en un 21.03% debido al aumento en la tasa de interés, cuyo incremento ascendió hasta el 11% anual en mayo 2023 (Quispe, 2023). Por lo que se está dando mayor facilidad para la adquisición de viviendas, como la reducción de la tasa de interés, reducción en la cuota inicial, entre otros. Para ayudar en el dinamismo y reactivación del sector, el cual se vio afectado por la coyuntura política del país, diferentes entidades están promoviendo proyectos. Por ejemplo, el MVCS está entregando Bonos Familiares Habitacionales (BHF) para la construcción de viviendas, el MEF anunció la ampliación del Bono de Buen Pagador (BBP) con el objetivo de construir más de un millón de vivienda (Fondo MiVivienda, 2024). Estos y otros proyectos buscan contribuir en la mejora del sector.

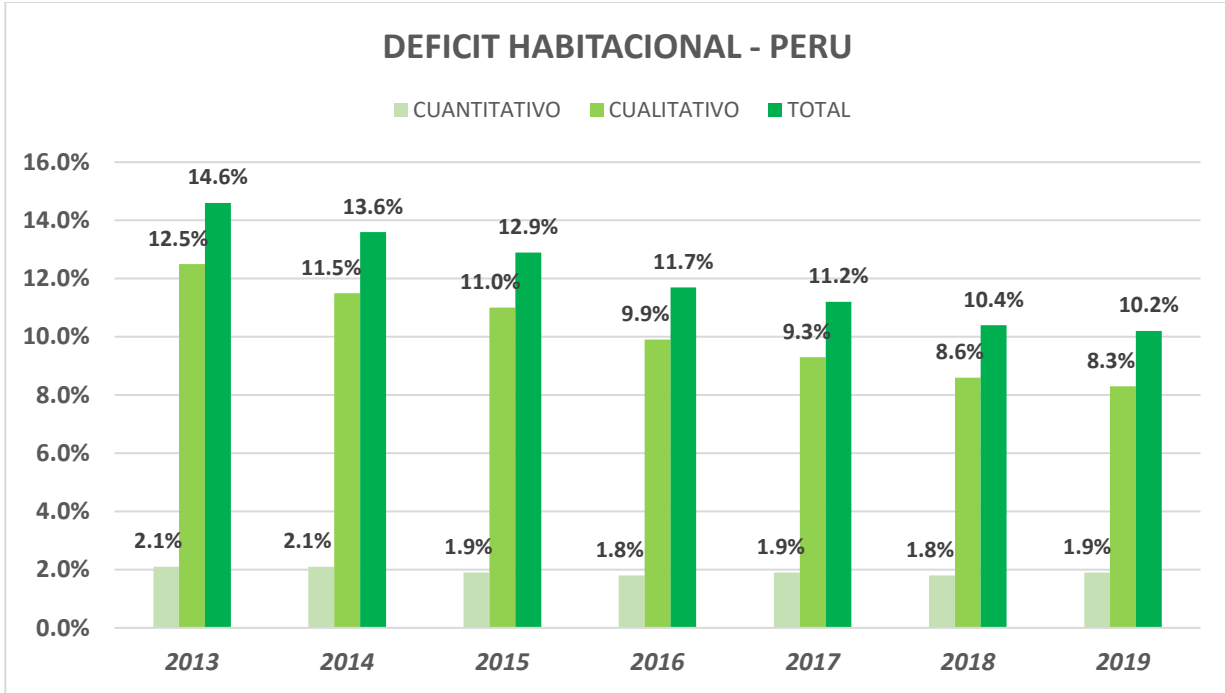


Gráfico 3: Déficit habitacional - Perú (2013 – 2019)

Fuente: INEI. Elaboración propia (adaptado al INEI)

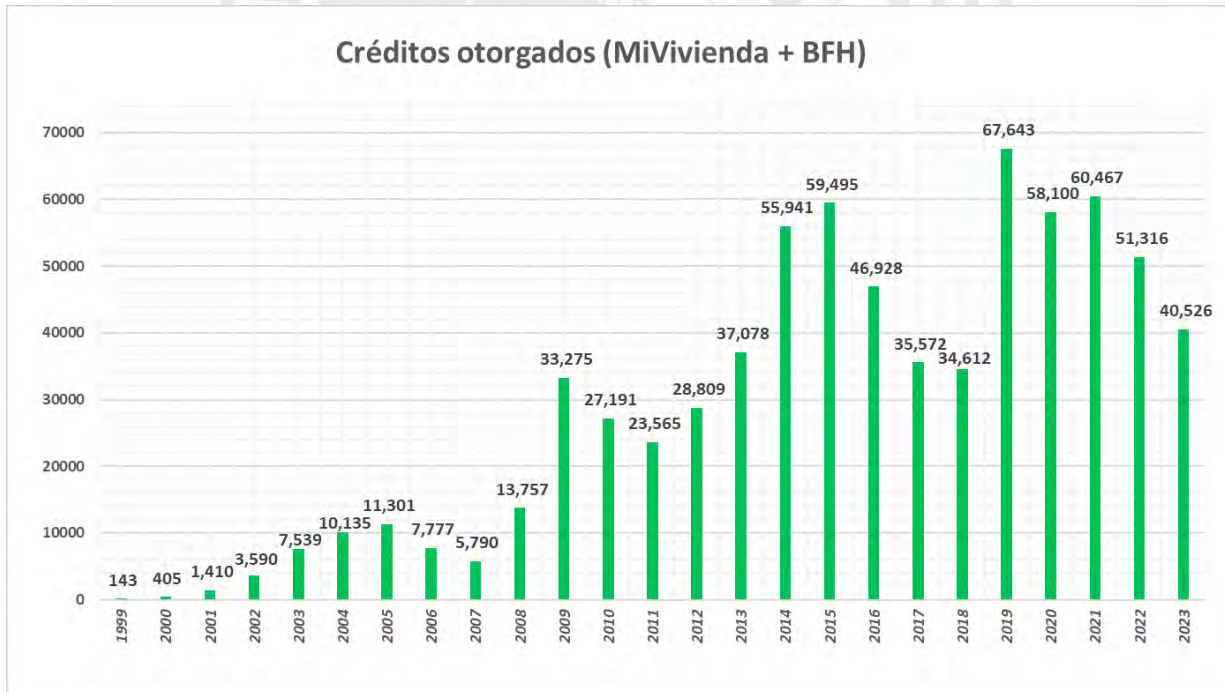


Gráfico 4: Créditos otorgados – Fondo MiVivienda (1999 – mayo 2021)

Fuente: INEI. Elaboración propia (adaptado al INEI)

2.3. Industrialización de la construcción

El verbo construir hace referencia a la acción de “hacer de nueva planta una obra de arquitectura o ingeniería, un monumento o en general cualquier obra pública”. (Real Academia Española, 2020). Para realizar estas edificaciones se necesitan técnicas y un conjunto de procesos que permitan el avance de un proyecto de construcción. Sin embargo, en muchas oportunidades, los procesos no son los correctos, pues no son debidamente supervisados o el tiempo invertido en llevarlos a cabo es excesivo, lo que conlleva a errores y pérdidas futuras que se deben corregir. Por ejemplo, se pueden observar trabajos rehechos, tiempos de espera muy largos entre procesos, esperas por instrucciones o por la no disponibilidad de materiales en el sitio o no habilitados, etc. Esta situación se puede reducir si se industrializan los procesos de producción aplicando nuevas tecnologías a los procesos tradicionales (Ballester, 2012).

Por otro lado, se entiende por industrialización a la organización de los procesos productivos que se establecen en una secuencia lógica y en serie desde la etapa de diseño, producción, fabricación y gestión, cuyo objetivo es aumentar la productividad en el desarrollo de una actividad (Ballester, 2012). En este proceso, la racionalización, prefabricación y automatización de los procesos productivos de la construcción se logran si existe una integración entre el nivel en el uso de tecnología; y precisión en la realización y en la calidad de los elementos fabricados mediante una metodología de trabajo optimizado. Esto permite que se minimicen los desperdicios y se optimice su uso a nivel material, humano y tecnológico para generar un flujo de trabajo con una mejora continua (Ortega, 2020). Además, los productos generados cuentan con procesos estandarizados de calidad y seguridad que son verificados por un control de calidad, con el fin de verificar si se cumple o no con la normativa establecida para su aprobación.

En suma, las principales características de la construcción industrializada son las siguientes:

- Innovación
- Procesos estandarizados y optimizados
- Mejora continua
- Estándares y controles de calidad y seguridad

Estas características reducen significativamente la variabilidad de los proyectos de construcción, ya que son mejor elaborados y definidos desde su concepción inicial. Ello debido a que en la etapa de diseño se detalla con mayor minuciosidad, con el fin de conseguir en la etapa de construcción el menor porcentaje de incertidumbre. Esto es beneficioso para obtener costos de ejecución más precisos, reducir los sobrecostos por trabajos rehechos o evitar alguna sobreproducción de elementos que aumenten el costo final del proyecto, pues existe mayor control de los recursos materiales, humanos, etc.

En cuanto al plazo de ejecución, el tiempo atmosférico en el lugar de obra ya no es un factor relevante al momento de construir, pues los elementos prefabricados no se construyen al aire libre, sino en una planta industrial. Además, la industrialización permite reducir y cumplir los plazos de ejecución de un proyecto a diferencia de lo que suele ocurrir en la construcción tradicional, que entre la fase de diseño y construcción se debe tramitar y aprobar permisos para iniciar con la construcción. Este tiempo se aprovecha en la construcción industrializada, debido a que se van produciendo los elementos en una planta externa a la obra y, cuando el permiso de obra sea aceptado, solo se trasladan los elementos prefabricados a la obra para su montaje de manera rápida y sencilla en el lugar indicado y cuando corresponda (Just in Time). Por ello, mediante la optimización de los tiempos de ejecución se reduce significativamente el plazo del

proyecto con el uso de la metodología Lean Production que permite la mejora continua de los procesos realizados garantizando su calidad y la mayor reducción de desperdicios de recursos.

(Ortega, 2020)

- **CONSTRUCCION TRADICIONAL**

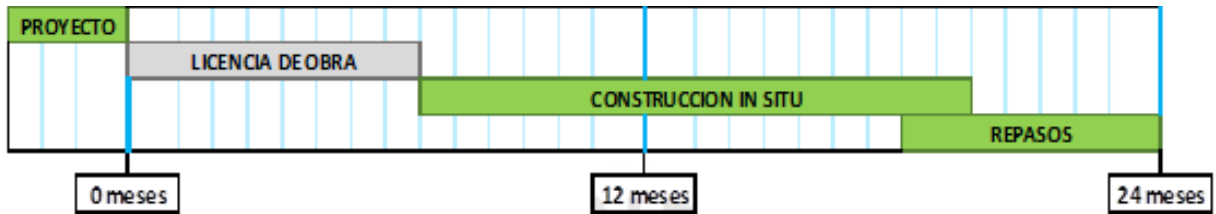


Gráfico 5: Cronograma de un proyecto – Construcción tradicional

Fuente: Beneficios de la Industrialización en la Construcción. Elaboración propia

- **CONSTRUCCION INDUSTRIALIZADA**

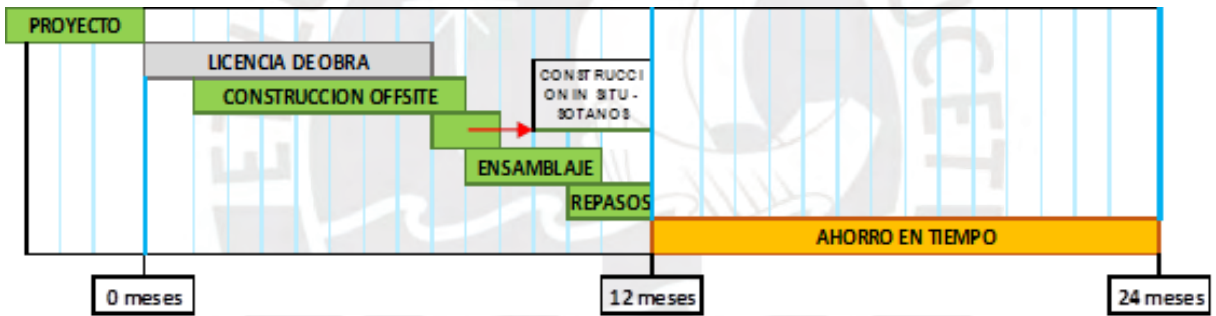


Gráfico 6: Cronograma de un proyecto – Construcción industrializada

Fuente: Beneficios de la Industrialización en la Construcción. Elaboración propia

Asimismo, el proceso de industrialización en la construcción reduce la probabilidad de que ocurra algún siniestro en obra, pues se trabaja en un entorno laboral más controlado con condiciones más favorable para la mano de obra contratada. Por último, los proyectos tienden a ser más sostenibles, ya que al reducir la cantidad de trabajos en obra se disminuye la cantidad de residuos generados y aumenta la merma en materiales que pueden ser reutilizable. Además, existe un ahorro en la cantidad de electricidad y agua que se utiliza para la fabricación de elementos en obra.

La construcción industrializada cuenta con diferentes sistemas constructivos aceptados bajo normativa para la edificación de proyectos de diferente envergadura. Estas se dividen en los sistemas constructivos in situ tecnificada, los sistemas constructivos parcialmente industrializados y los sistemas constructivos ampliamente industrializados (Constructor Civil, 2013)

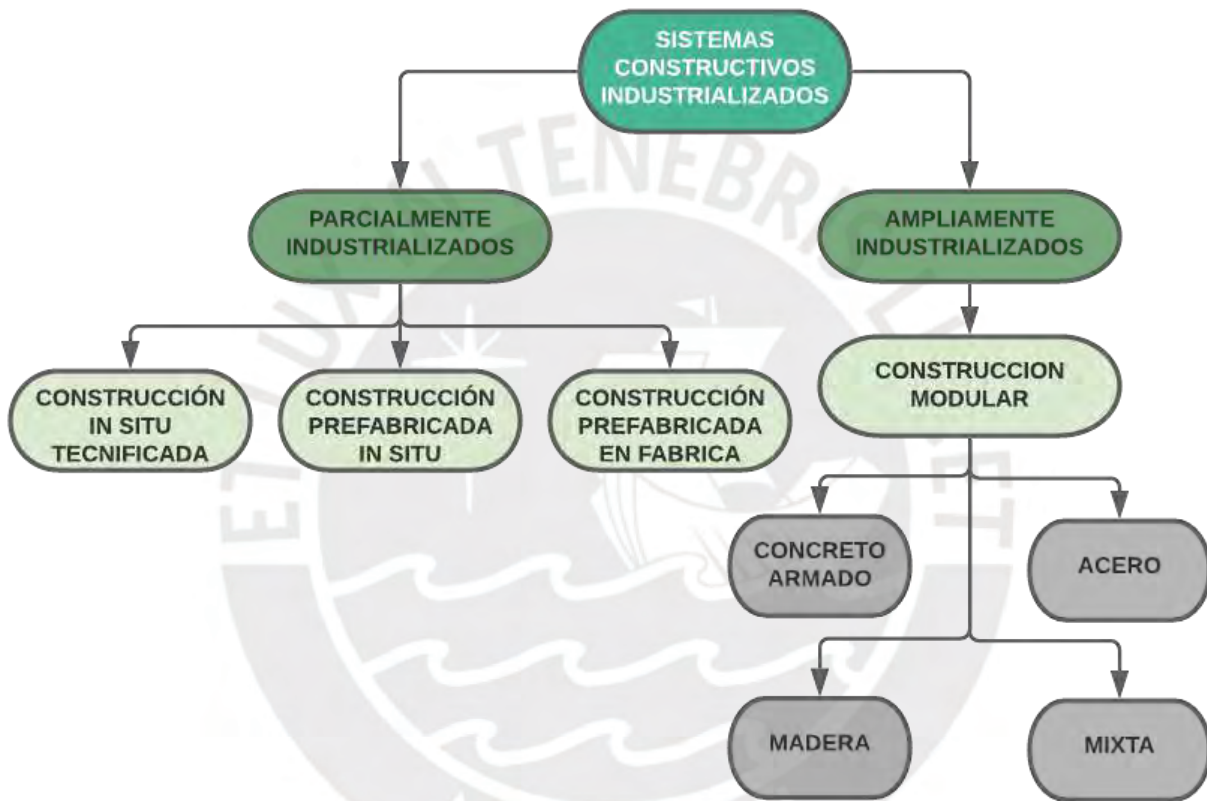


Gráfico 7: Tipos de Sistemas Constructivos Industrializados

Fuente: Propia. Elaboración propia

2.3.1. Construcción in situ tecnificada (encofrados)

Se entiende como encofrados a los elementos auxiliares que se utilizan en construcción con el objetivo de moldear “in situ” y de manera determinada el hormigón vaciado o bombeado en un muro, columna, viga, etc. De manera que soporte y contenga en su interior el hormigón fluido hasta que alcance un estado de endurecimiento (Yepes Piquera, 2017).

La construcción in situ tecnificada con encofrados utiliza moldes (encofrados prefabricados) fabricados con una tecnología estandarizada que cumplan con los requerimientos de funcionalidad, seguridad y economía. Además, deben ser rígidos, resistentes y fácil limpiar, pues el objetivo principal de este tipo de encofrados es ser utilizados de forma temporal en un elemento, desmontados en una cantidad de días determinados y reutilizados continuamente en toda la edificación.

Existen encofrados de diferentes clasificaciones de acuerdo a su peso; es decir, los encofrados livianos de menos de 33 kg/cm; intermedio entre 50 kg y 60 kg/m² y los pesados con un peso mayor de 60 kg/m².

Entre los sistemas de encofrados industrializados más comunes se tienen los siguiente:

2.3.1.1. Sistema de muros y columnas

Es una estructura provisional de metal y madera que forman paneles de encofrado para columnas, muros, cimientos, etc. Estos son utilizados para sostener y moldear el hormigón vaciado en su interior hasta su endurecimiento. Los paneles unitarios se colocan en todas las caras del elemento a construir (plano o circular) formando el conjunto de la figura deseada, cuya unión se realiza mediante grapas que pueden ser extensibles o regulables.

Posteriormente, se colocan puntales para poder estabilizar y aplomar los paneles, con el objetivo de que resistan el empuje del hormigón recién vaciado. Además, su traslado en el área de trabajo se puede realizar de forma manual (paneles livianos) y con ayuda de una grúa.



Imagen 1: Encofrado de caras de Muro

Fuente: ULMA Construction



Imagen 2: Encofrado de caras de Columna cuadrada

Fuente: ULMA Construction



Imagen 3: Encofrado de caras de Muro curvo

Fuente: ULMA Construction



Imagen 4: Encofrado de caras de Columna circular

Fuente: ULMA Construction

2.3.1.2. Sistema de mesas - losa

Estos encofrados metálicos tipo mesa se utilizan para una gran variedad de losas de concreto armado; por ejemplo, losas aligeradas, macizas, inclinadas, vigas de cuelgue, capiteles, etc. Este sistema permite el rápido encofrado y desencofrado de las losas de concreto armado. Además, para el traslado de la mesa se utiliza una consola de elevación, de manera que las losas puedan trasladarse de forma vertical de un piso a otro. Por último, este sistema es recuperable y permite obtener buenos acabados en las superficies de las losas, lo que disminuye el costo en el tarrajeo.



Imagen 5: Encofrado tipo mesa para Losas (1)

Fuente: ULMA Construction



Imagen 6: Encofrado tipo mesa para Losas (2)

Fuente: ULMA Construction

2.3.1.3. Sistema trepante

Este sistema de encofrados temporal consiste en una estructura metálica y de madera que se desplaza de forma vertical formando un molde de encofrado. Además, existen dos clasificaciones en este tipo de sistema: el encofrado trepante y el autotrepante. Estos se diferencian en que el primero realiza el desplazamiento del molde mediante grúas fijas o móviles, mientras que los autotrepantes lo hacen mediante mecanismos hidráulicos y mecánicos.

Este tipo de sistemas es mayormente utilizado para muros de gran altura como en rascacielos, torres, columnas de puentes, presa, etc. El funcionamiento radica en moldes de encofrados que son anclados con pernos metálicos a la zona anterior hormigonada de un elemento fraguado.

El desplazamiento del sistema se realiza mediante guías de acero fijadas a la estructura metálica y a los anclajes en los elementos, lo que permite crear una plataforma de trabajo en altura. Esto hace que la estructura no necesite apoyarse en el suelo para su funcionamiento.

Las ventajas principales de este sistema son evitar grandes presiones de hormigonado, disminuir la cantidad de encofrado utilizado normalmente en obra -debido a que se reutilizan los moldes de manera continua-, reducir el tiempo de encofrado y desencofrado e izaje de los moldes como se realiza en la construcción tradicional.



Imagen 7: Encofrado trepante (desplazamiento con grúa)

Fuente: ULMA Construction

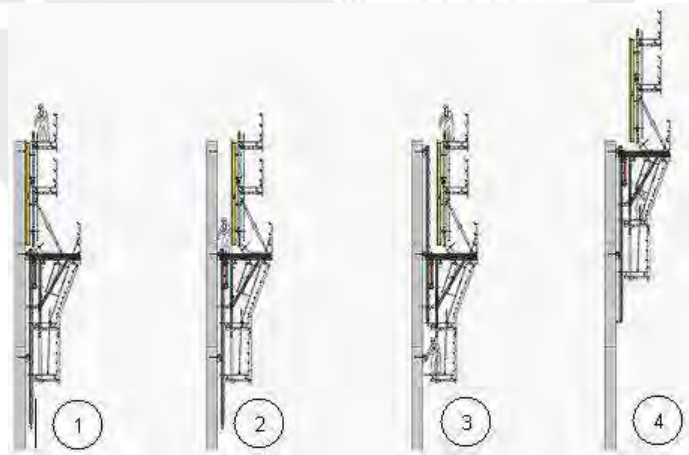


Imagen 8: Encofrado autotrepante (secuencia de trepado)

Fuente: Equipos de trabajo en altura



Imagen 9: Encofrado autotrepante (mecanismo hidráulico y mecánico)

Fuente: ULMA Construction

2.3.1.4. Sistema de carros de encofrado - puentes

Este sistema consiste en la construcción de puentes de hormigón armado con dovelas vaciadas en obra. Estas dovelas se apoyan en el carro de encofrado de avance que a la vez se apoya en el tablero anterior ya terminado, es por tal motivo que funcionamiento simula al de un avance en voladizo de la estructura. Este sistema es utilizado frecuentemente en puentes cuyas luces son muy grandes y cuya altura de columnas es elevada.

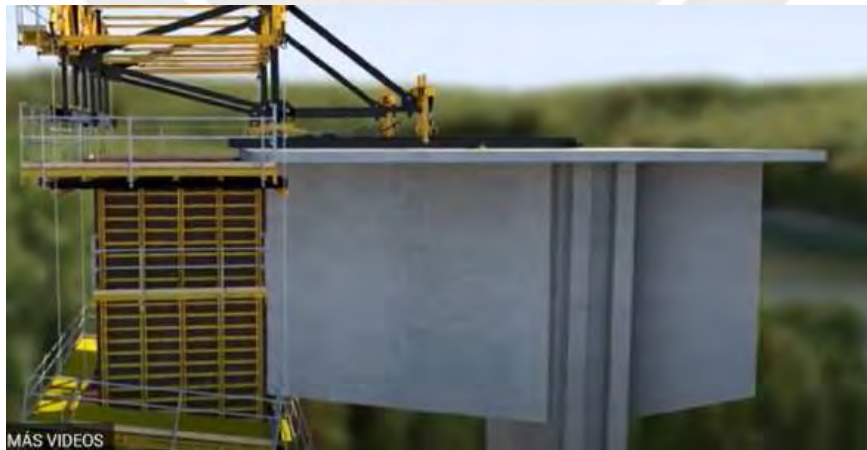


Imagen 10: Vista de perfil – Sistema de carro de encofrado

Fuente: ULMA Construction



Imagen 11: Encofrado de puente con carro de avance

Fuente: ULMA Construction

2.3.1.5. Sistema telescopio

Sistema empleado básicamente en la industria minera para la construcción de túneles y falsos túneles. En este caso, existen encofrados tipo carros para las excavaciones a tajo abierto y para interior de mina. Estos permiten un trabajo cíclico y el desplazamiento de los mismos se pueden realizar de forma manual y/o hidráulica que depende de las solicitaciones del proyecto.

Este sistema consiste en el armado de una estructura de moldes en forma de “U” invertida construido de manera transversal a la sección del túnel junto con una estructura interior que en conjunto conforman un sistema de carro de encofrado. Los moldes son separados de acuerdo con el espesor de lámina de concreto que se requiere para el túnel. Además, este sistema permite que los moldes armados puedan plegarse de tal manera que, luego de fraguado el concreto, se pueda colocar en una posición sucesiva a la anterior mediante el traslado del carro a través rieles metálicos.



Imagen 12: Encofrado de túnel en tajo abierto

Fuente: ULMA Construction



Imagen 13: Encofrado de túnel al interior de mina

Fuente: ULMA Construction

Para la ejecución de proyectos de vivienda también se utiliza otros sistemas de encofrados entre los que se destacan los de aluminio y encofrado tipo túnel.

2.3.1.6. Sistema de encofrados de aluminio

También llamado como panel de encofrado de aleación de aluminio, son paneles metálicos fabricados en una planta industrial y que son ensamblados en obra de manera modular. Frecuentemente son utilizados en edificaciones verticales u horizontales para vivienda que presenten una planta típica debido a que aumenta la eficiencia, productividad y ahorro con respecto a los encofrados tradicionales de madera.

Además de proporcionar estabilidad del concreto vaciado, este sistema permite realizar un vaciado monolítico del hormigón fluido entre las losas y muros, luego de haber colocado la malla electrosoldada de refuerzo en los elementos a vaciar.

Las principales ventajas de este sistema son que su operación y traslado entre niveles resulta ser fácil debido a que son paneles livianos; además son encofrados duraderos sin riesgo a oxidación y/o corrosión de material. Sin embargo, una de sus principales desventajas es su alto costo de fabricación.



Imagen 14: Paneles de encofrado de aluminio

Fuente: BOSSGOO.com



Imagen 15: Edificación construida con paneles de encofrado de aluminio

Fuente: BOSSGOO.com

2.3.1.7. Encofrado tipo túnel

También conocido como sistema de muros portante, consiste en un sistema de paneles metálicos prefabricados en forma de “L” que forman una estructura compuesta en forma de “U” invertida. Al igual que el sistema de paneles de aluminio, este también permite el vaciado monolítico de muros y losas de espesores entre 12 y 25 cm. que dependerá de las solicitaciones de la edificación, luz de entre losas, etc. Sin embargo, el sistema tipo túnel consiste en paneles prefabricados y no modulares a diferencia del sistema de encofrados de aluminio.

Además, el sistema túnel es menos económico tanto en costo de fabricación o alquiler, mano de obra, etc. y resultan ser encofrados más pesados que los del sistema de aluminio.



Imagen 16: Colocación de la estructura de encofrado en “L” invertida

Fuente: BOSSGOO.com



Imagen 17: Armado y bombeo monolítico de muros y losas

Fuente: BOSSGOO.com

2.3.2. Construcción parcialmente industrializada

La construcción parcialmente industrializada hace referencia a la construcción de una edificación con la combinación de elementos fabricados en la misma obra y con elementos prefabricados que han sido construidos en su totalidad al pie de la obra o en una fábrica, ambos de forma segura.

Por un lado, se tiene a los sistemas constructivos parcialmente industrializados in situ que son aquellos elementos que se realizan al pie de obra con personal especializado y luego colocados. Entre estos sistemas se destacan los siguientes:

2.3.2.1. Sistemas constructivos

2.3.2.1.1. Steel Framing

Este sistema consiste en la construcción de una edificación mediante columnas y vigas con perfiles de acero galvanizado liviano. Además, estos se complementan con el uso de drywall para poder revestir toda la estructura metálica y así crear una edificación parcial o completamente cerrada. El revestimiento consiste en la colocación de paneles de concreto en el exterior de la

estructura, paneles de yeso en el interior de la estructura y al interior de ambos se colocan algún elemento aislante. Asimismo, se habilitan las II. SS e II.EE de la edificación. En general, a todo este sistema de construcción también se le conoce como sistema de construcción en seco (Construcción en seco, 2020)

Para las cimentaciones de este tipo de edificaciones se utiliza una platea de hormigón, debido a que la estructura de acero es liviana y no se requiere grandes profundidades para la cimentación. Además, en este tipo de construcciones, se utiliza un sistema de losas colaborantes para las losas de entrepiso.



Imagen 18: Estructura de acero galvanizado liviano

Fuente: Insuma Sur



Imagen 19: Revestimiento de estructura metálica con paneles de concreto y yeso

Fuente: VDM Construcciones

2.3.2.1.2. Paneles de hormigón (Tilt Up)

Este Sistema constructivo consiste en la fabricación, al pie de obra, de paneles de hormigón esbeltos que son moldeados de forma horizontal y que se acopian para luego ser izados mediante una grúa y ubicados en el lugar correspondiente de la obra. En este sistema utiliza conexiones entre la primera unión entre cimentación y panel de concreto y entre los muros superiores de concreto armado (Silva, 2020).

El izaje de los paneles se realiza mediante la colocación de insertos metálicos en la atapa de colocación de esqueleto de acero corrugado de muro. Luego del izaje, la unión entre la cimentación y los paneles del primer nivel se realizan mediante hormigón vaciado. Posteriormente, las uniones entre los paneles superiores se realizan con soldadura entre ángulos y placas metálicas que fueron colocadas al medio y en los extremos de la placa, previamente al vaciado de hormigón en el encofrado (Zoppi, 2003).

Este tipo de sistema constructivo permite la disminución en el uso de materiales para encofrado y del uso de equipos pesados en general, esto reduce el tiempo de armado y desencofrado para cada elemento estructural y también la cantidad de equipo y mano de obra utilizada para su realización. Sin embargo, se necesita personal obrero capacitado para el armado del panel en cada etapa y su posterior colocación.



Imagen 20: Encofrado horizontal y armado de acero de refuerzo

Fuente: Materiales de construcción



Imagen 21: Izaje de paneles de concreto mediante insertos y grua

Fuente: PRODIAMCO



Imagen 22: Construcción compleja Biscayne Bay, Miami

Fuente: TILT-UP TODAY

Por otro lado, los elementos prefabricados en una planta industrial se clasifican de acuerdo a su peso (livianos, semi-pesados y pesados) y formato (bloques, paneles y elementos lineales). Los elementos prefabricados livianos son aquellos menores a 30 kg y que pueden ser manipulados por el personal obrero; los elementos semi-pesados son aquellos menores a 500 kg cuyo izaje y manipulación se realiza con sistemas a poleas o palancas y los elementos pesados son aquellos con peso mayor a 500 kg y cuyo izaje y manipulación se realiza con maquinaria pesada o alguna grúa. En el caso de los elementos clasificados en formato, los de tipo bloque son aquellos que se utilizan para la fabricación de muros. Estos son autoportantes y no se necesita de la inclusión de apoyos adicionales en su construcción. Los elementos tipo paneles, son aquellos cuyas dimensiones de largo y alto son significativamente mayores a su grosor. Y los elementos lineales son aquellos con una sección transversal y un largo significativamente mayor a su ancho y base.

2.3.2.2. Sistema constructivo prefabricado Preansa

El Grupo Preansa es un conjunto de empresas que realiza la prefabricación en planta de elementos a nivel mundial y la empresa que los representa en el Perú se llama Prefabricados Andinos Perú S.A.C. (PREANSA) la cual fue la primera compañía en ofrecer elementos industrializados para todo tipo de proyectos de infraestructura en el año 2007 (Preansa Perú, 2021).

Estos elementos prefabricados que ofrece Preansa son fabricados bajo estrictos procesos de construcción, supervisión y control en la planta que está ubicado al sur de Lima que luego son trasladados por la misma empresa al lugar de obra. Entre los servicios que ofrece se destaca el uso de materiales como acero galvanizado y de concreto armado. Los primeros se utilizan para la fabricación de elementos que son utilizados en plantas industriales o locales comerciales.

Mientras que los elementos prefabricados de concreto armado se utilizan para construcciones tipo puentes, minería, estadios, etc.

Entre sus principales y últimas colaboraciones para la construcción de infraestructura se tienen los complejos deportivos que fueron utilizados en los Juegos Panamericanos y Parapanamericanos de Lima 2019, en donde se utilizaron diversos elementos prefabricados de concreto armado como columnas, vigas, etc. para los complejos deportivos que se construyeron en la capital peruana. Principalmente se optó por utilizar este sistema debido al poco tiempo que se presentó en el plazo de ejecución de obra a causa de diversos problemas organizacionales que retrasaron la fecha de inicio de construcción.

Como se menciona, el sistema constructivo que ofrece Preansa tiene diversas ventajas en pro de la seguridad, tiempo y costo de ejecución, sostenibilidad y seguridad ante eventos sísmicos, asegurando la calidad en las construcciones de este tipo.

En general, el proceso de los trabajos realizados en Preansa para la prefabricación de elementos siguen la siguiente ruta:

- Captación del cliente mediante una red comercial.
- Estudio de las solicitudes del cliente por parte del departamento técnico que estudia las posibilidades de acuerdo con el tipo de construcción y brinda las mejores soluciones.
- Luego del estudio previo, el departamento de producción de elementos realiza la fabricación de estos utilizando los materiales idóneos y técnicas de producción avanzadas
- Por último, el departamento de calidad se encarga de verificar que todos los elementos realizados cumplan con la normativa con el objetivo de garantizar la seguridad y calidad de los acabados de los elementos prefabricados.



Imagen 23: Gradas prefabricadas de concreto armado – Complejo de Villa María

Fuente: PREANSA S.A.C.



Imagen 24: Estructuras metálicas prefabricadas – Complejo de Villa el Salvador

Fuente: PREANSA S.A.C.

Por otro lado, en los sistemas parcialmente industrializados se tienen a los materiales y elementos que son utilizados en las construcciones tradicionales y que, trabajados en conjunto con otros materiales y procesos constructivo, forman una estructura más grande como los muros de albañilería, losas de concreto con viguetas prefabricadas, etc.

Entre los principales materiales y elementos se tienen los siguientes:

2.3.2.3. Materiales y elementos

Entre los materiales y elementos parcialmente industrializado en fabrica para la edificación de un proyecto se tienen los siguientes:

- Ladrillos de arcilla y concreto



Imagen 25: Ladrillo de arcilla King Kong y para Techo

Fuente: Ladrillos LARK

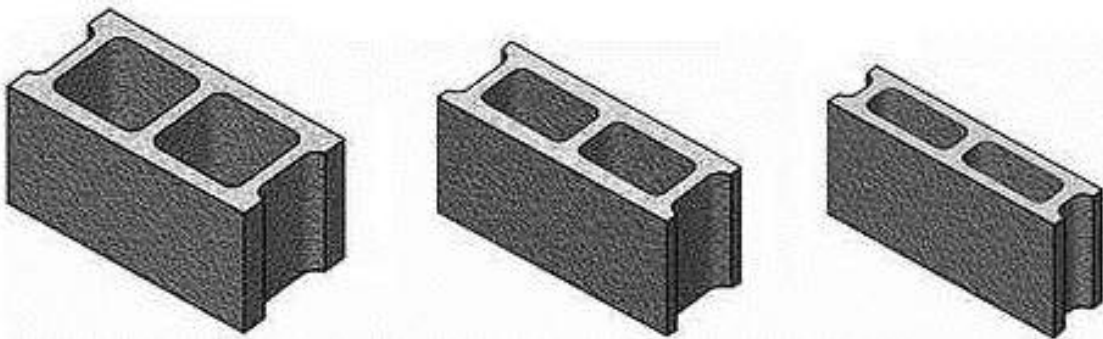


Imagen 26: Bloques de concreto armado

Fuente: Bloqueras.org

- Mallas electrosoldadas



Imagen 27: Malla electrosoldada

Fuente: Materiales para construcción

- Placas de yeso y concreto



Imagen 28: Placas de yeso de 12.5mm Knauf Madera

Fuente: Ontil



Imagen 29: Placas de concreto para cerco perimétrico

Fuente: Metal Sur Perú

- Pilotes de concreto



Imagen 30: Pilotes prefabricados de concreto

Fuente: 123RF

- Vigas, columnas y viguetas de acero



Imagen 31: Vigas y columnas de acero

Fuente: Laminas y acero

- Vigas, columnas, losas y viguetas de concreto armado



Imagen 32: Columnas prefabricadas de concreto

Fuente: Concretos Supermix



Imagen 33: Viguetas prefabricadas

Fuente: Concretos Supermix

2.3.3. Construcción ampliamente industrializada - modular

Este tipo de construcción consiste en incrementar el número de elementos prefabricados que se realizan completamente en una planta industrial bajo normativas y estándares de calidad y seguridad (Off-Site). El objetivo principal de este tipo de construcción es disminuir, al máximo, los trabajos realizados en obra y, así, poder completar casi un 100% la participación de elementos prefabricados que son trasladados y instalados en obra bajo procesos simples de ensamblaje.

Este sistema constructivo es frecuentemente utilizado en la construcción de proyecto de interés social, tales como viviendas, hospitales, colegios, hoteles, etc. empleando módulos tridimensionales de acopio, transporte y colocación liviana. Entre los principales materiales de los módulos tridimensionales se tiene al acero galvanizado, concreto armado, sistema mixto (concreto y acero galvanizado) y contenedores marítimos.

El sistema modular fue creado con el objetivo principal de ser sostenible y amigable con el medio ambiente disminuyendo las emisiones de CO2 en aproximadamente un 60% y la utilización de agua y energía y, asimismo, su reutilización después del fin de su operación. Sin embargo, existen diversas características que resultan beneficiosas tanto para el plazo de entrega y costo de ejecución de un proyecto. Es por tal motivo que existe una gran variedad de proyectos bajo este sistema en países en el norte de Europa. Por ejemplo, en Alemania y el Reino Unido las construcciones modulares se sitúan entre el 9% y 7% respectivamente y en Países Bajos este porcentaje se aumenta a casi un 50% destacando el barrio Keetwonen en Ámsterdam que fue construido en el 2005 con contenedores marítimos y con el objetivo de albergar a estudiantes de dicho país.



Imagen 34: Barrio Keetwonen, Ámsterdam, Países Bajos

Fuente: Multitainer S.A.

Para lograr este grado de industrialización es necesario tener estandarizados todos los procesos que se realizarán en la construcción de estos módulos tridimensionales, sin importar el material predominante, incluyendo la etapa de construcción, operación y mantenimiento y, por último, la reutilización de la edificación luego del fin de su operación.

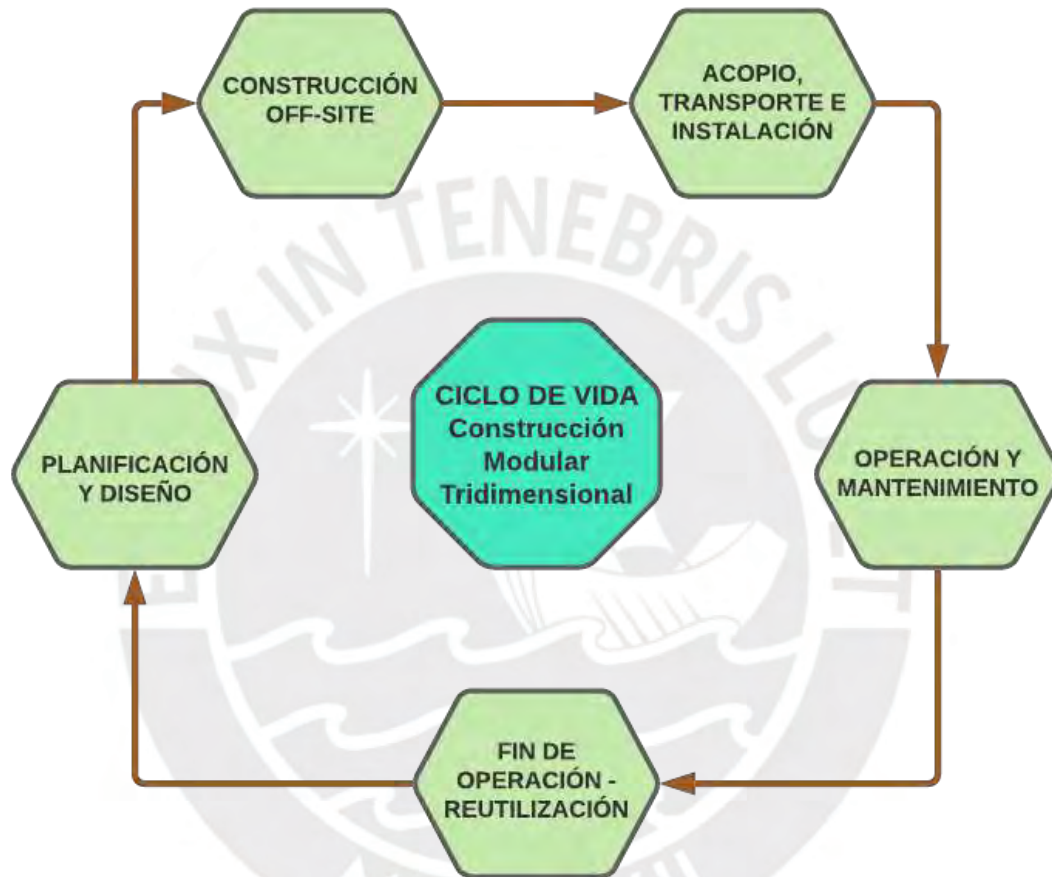


Gráfico 8: Ciclo de vida de la construcción modular tridimensional

Fuente: Marco Antonio Chang

En este capítulo, se explicará acerca de la construcción modular industrializada en acero galvanizado, sistema mixto y contenedores. Sin embargo, en el capítulo 3 se entrará a detalle sobre el sistema modular industrializado en concreto armado.

2.3.3.1. Construcción modular en acero galvanizado

Este sistema constructivo utiliza módulos de perfiles de acero galvanizado prefabricados en un taller bajo estrictos controles de calidad y seguridad. Para la estructura principal del módulo se utiliza perfiles tubulares y/o laminados de acero galvanizado de 3 mm de espesor como máximo que, posterior a su armado, es cerrado con paneles metálicos con material aislante térmico y/o acústico como la espuma de poliuretano. Estos perfiles son utilizados en la fabricación de vigas y columnas metálicas que completaran la estructura metálica. En algunos casos, este módulo puede presentar una cubierta superior electrosoldada y hormigonada donde se coloca un material aislante térmico.

Comúnmente, este tipo de construcciones se realizan en campamentos mineros, centros de salud y/o viviendas debido a las ventajas que este sistema ofrece como la versatilidad, precios de fabricación reducidos y cortos tiempos de fabricación e instalación, pues según Alquimodul, esta construcción reduce casi al 80% el tiempo de construcción con respecto a la construcción tradicional. En nuestro país, este sistema es utilizado en empresas como Alquimodul, Promet, Calaminon y se presentan diversas edificaciones en las que se destacan el Hospital de Contingencia Antonio Lorena en la región del Cuzco y el Hospital de Contingencia de Pisco, así como también el Bamboo Paracas Resort en la ciudad de Ica que consiste en Eco Bungalows de módulos de acero galvanizado.

En general, posterior al diseño de acuerdo con los requerimientos del cliente, el proceso constructivo en este tipo de sistema es el siguiente:

- Preparación y corte de los materiales a utilizar en la construcción de modulo; por ejemplo, los perfiles de acero y paneles de metálicos

- Montaje de la estructura modular mediante el soldado de los perfiles metálicos. Además, si el proyecto lo requiere, se prepara y monta una cubierta metálica superior que irá electrosoldada en la estructura modular y luego hormigonada (el hormigonado de esta cubierta metálica se realizará posterior al pintado total de la estructura)
- Luego se realiza el pintado de toda la estructura con pintura especial que proteja a la estructura del fuego.
- Instalación de los paneles metálicos exteriores e interiores del módulo, así como la incorporación de las instalaciones eléctricas, sanitarias y mecánicas del módulo.
- Posteriormente, se realiza la instalación de las ventanas, puerta y demás que presentará el módulo de acuerdo a los requerimientos.
- Por último, se embala la estructura para poder ser trasladada al lugar de obra establecido.

Adicionalmente, se puede considerar como una variante de la construcción modular en acero a las construcciones modulares con paneles metálico-autoportantes. Esencialmente, estos paneles son el material principal con el cual se realizan estos módulos, incluido el techo, con la diferencia de que los acabados interiores y exteriores presentan material aislante de poliestireno expandido.

En el caso de las cimentaciones de estas estructuras, para las edificaciones modulares de acero galvanizado, es necesario realizar bases de concreto para posteriormente anclar los módulos mediante ángulos de acero, mientras que para las construcciones modulares de paneles metálicos es necesario construir una losa de concreto para después simplemente apoyar la estructura prefabricada.



Imagen 35: Sistema acero galvanizado - Oficina de campo – Metro de Lima (2016)

Fuente: Promet



Imagen 36: Hospital de Contingencia de Pisco

Fuente: Promet



Imagen 37: Proyecto Palo Redondo Chavimochic

Fuente: Promet

2.3.3.2. Construcción modular sistema mixto

Estas construcciones consisten en el trabajo en conjuntos entre perfiles metálicos de acero galvanizados con muros de concreto confinado en el área interior de dos perfiles laminados de acero tanto de forma vertical como horizontal, formando así un sistema mixto de alta rigidez y estabilidad que trabaje a tracción y a compresión. Los perfiles metálicos laminados tienen como principal característica el ser encofrados permanentes que formará parte del muro mixto (concreto y acero). Además, para poder asegurar el trabajo en conjunto entre el concreto y los perfiles de acero, se debe asegurar que estos perfiles cuenten con un sistema de anclaje, engarce, ángulos o similares. Esto se debe hacer tanto para el conjunto vertical como en el horizontal.

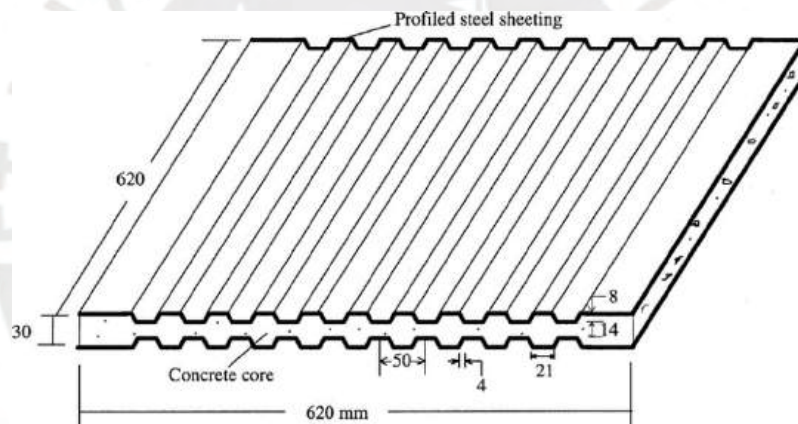


Imagen 38: Vista de elemento mixto – perfil de acero y concreto

Fuente: José Luis Blanco Álvarez

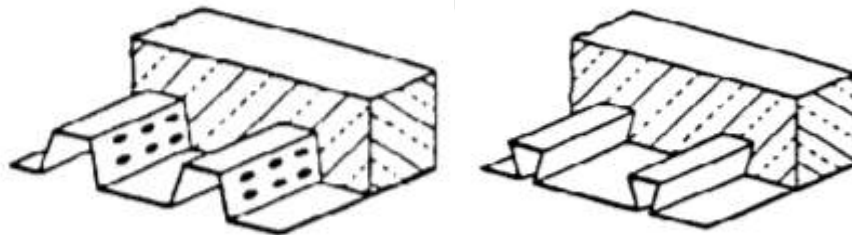


Imagen 39: Ejemplos de engarce mecánico y ángulos agudos (hormigón y perfil de acero)

Fuente: José Luis Blanco Álvarez

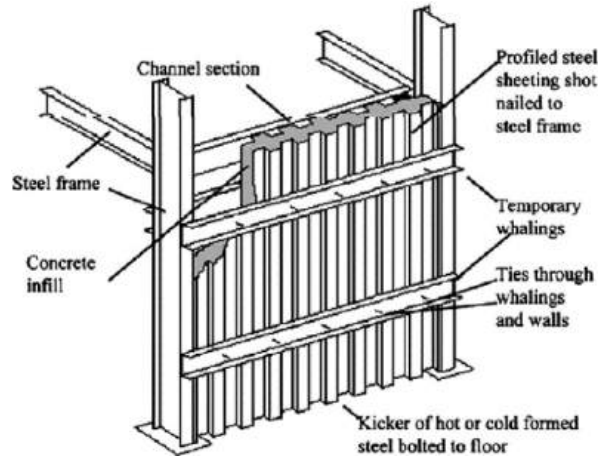


Imagen 40: Vista general del sistema modular mixto

Fuente: José Luis Blanco Álvarez

2.3.3.3. Construcción modular en contenedores

En la construcción de este tipo de sistemas, se utilizan ISO Containers, también llamados contenedores marítimos, debidamente acondicionados con el objetivo de servir como edificación para diversos ambientes. Este tipo de elementos tridimensionales cuentan con una fabricación estándar y bajo la normativa ISO 63462 (Regulación para contenedores) debido a su función principal de almacenaje y transporte. El cumplimiento de esta norma conlleva a que estos contenedores cumplan con ser del material metálico correcto para su fabricación, cumplir con solicitaciones de carga estructurales predeterminadas a soportar, etc. Estos elementos se fabrican bajo dimensiones estandarizadas de 10, 20 y 40 pies de largo por 8 pies de ancho cuya altura puede variar de 6 pies a 9.6 pies.

Entre las principales ventajas del uso de contenedores como sistema constructivo se tiene el abaratar costos del producto final, tanto arquitectónico como estructural; además, el plazo de ejecución de una edificación de este tipo se reduce notablemente si toda la habilitación del elemento se realiza en un taller off-site y luego transportado a obra; por último, los contenedores poseen una alta resistencia a solicitaciones sísmicas.

En general, para poder construir con este proceso se tienen que seguir el siguiente procedimiento:

- Se construyen 4 apoyos de hormigón en las esquinas del lugar de emplazamiento del contenedor. Sin embargo, si se desea hacer una edificación de gran envergadura, se debe realizar un estudio geotécnico de la zona de emplazamiento.
- En cuanto a la estructura, su división interior se realizará de acuerdo a las solicitudes del cliente. Por tal motivo, las modificaciones en estos son mínimas como por ejemplo las aberturas de puertas y ventanas.
- La fachada final de estos módulos también dependerá de las necesidades del cliente debido a que se puede realizar un pintado y mantener el tramado original del módulo o se puede colocar fachadas ventiladas que consiste en un recubrimiento adicional al módulo para disminuir la alta transmisibilidad de calor del módulo metálico.
- En el caso de la cubierta superior del contenedor, se debe realizar ciertos cambios en planta debido a que esta no presenta la misma rigidez que las cubiertas laterales. Por tal motivo, una de las alternativas a realizar es poder utilizar una cubierta plana invertida de EPDM (Etilpropileno-dieno saturado de alta calidad) junto con material gravoso. Esto también ayuda en el aislamiento térmico en el interior del contenedor y, se debe recordar, que la cubierta superior no es transitable a menos que lo realice un personal capacitado.
- Por último, se colocan todas las instalaciones eléctricas y sanitarias; además, se puede acondicionar el piso con madera contrachapada y, opcionalmente, se puede colocar divisiones arquitectónicas y revestimiento de la cubierta lateral. Se recomienda que las divisiones se puedan realizar mediante construcciones en seco de tabiques de yeso laminado.
- Finalmente se embala la estructura para luego transportarla a la zona de obra

A pesar de la existencia de construcciones bajo este sistema constructivo de módulos marítimos, en el Reglamento Nacional de Edificaciones no se encuentra normado este tipo de construcciones. Sin embargo, su uso para construcciones debe ser siempre consultado y realizado bajo el permiso y supervisión de municipio a cargo.

En el caso de países como España, la rehabilitación y posterior construcción en estos sistemas sí está permitido y cumple con las exigencias de normativas como el Código Técnico de la Edificación española (CTE) sobretodo en los aspectos sismorresistentes y climatológicos. En esta normativa se señala que los módulos marítimos habilitados para viviendas deben tener, adicional a un certificado de vigencia, una altura de 2.50 m. y de 40 pies de largo y los que contenedores que cumplen estos requisitos son los High Cube cuyas dimensiones son de 40 pies de largo, 8 pies de ancho y 9.6 pies de alto. Además, si se desea realizar una construcción de más de un piso con la necesidad de apilar módulos, se deben realizar refuerzos interiores para que la estructura resista las solicitaciones. Esto se realiza mediante tubos cuadrados de acero que se sueldan al módulo en toda la proyección donde se apilará el siguiente módulo.



Imagen 41: Adaptación de container – Vivienda

Fuente: Multitainer.com



Imagen 42: Adaptación de container – Starbucks Cofee – Lurín, Lima

Fuente: Container Sudamérica Perú



Imagen 43: Adaptación de container – SS.HH.

Fuente: Container Sudamérica Perú



CAPÍTULO 3
Construcción modular industrializada en concreto
armado

CAPÍTULO 3

CONSTRUCCIÓN MODULAR INDUSTRIALIZADA EN CONCRETO ARMADO

3.1. Introducción

Entre los diversos materiales que existen para la construcción de edificaciones, dos de los que más predominan en la mayoría de las construcciones es el concreto y el acero corrugado. Además, no cabe duda que en la construcción de viviendas estos materiales son primordiales para muchas familias por su fácil acceso tanto económico como en disponibilidad. Asimismo, el uso de concreto armado como material universal es porque este es un material con alto grado de durabilidad, muy resistente al fuego y gran flexibilidad a diversas sollicitaciones (Cementos Inka, 2019).

La construcción modular, a pesar de ser una construcción en bloque y secuencial, no deja de ser parte de la industrialización con prefabricados en el sector la construcción; es decir, la construcción en módulos forma parte de la prefabricación, pero una de las características principales de la construcción modular en concreto armado es que no pierde la esencia en la forma de construir que es comúnmente conocida.

Como se comentó con el capítulo 2, este tipo de construcciones modulares son normalmente utilizado para viviendas, oficinas, minería, etc. Sin embargo, en las familias peruanas, se tiene aún una mala referencia a este tipo de construcciones, en especial a las de concreto armado, debido al comportamiento que presentaron ante eventos sísmicos ocurridos y, también, al poco conocimiento que se tiene en el desarrollo que ha presentado este tipo de sistema constructivo. Sin embargo, a la fecha, se han realizado estudios internacionales en base a su comportamiento estructural ante sismos que garantizan un buen desempeño, similar o superior a

las viviendas construidas de manera tradicional (Bedriñana, 2020). Ante todos estos avances tecnológicos, en países europeos y Estados Unidos, existen muchas empresas que brindan servicios de construcción modular de viviendas en concreto armado, haciendo de estas construcciones flexibles, económicas y con cortos plazos de entrega, pues tratan de ajustarse a la demanda creciente de vivienda que presentan dichos países al igual que el nuestro. Es por ello que se dice este tipo de viviendas ha revolucionado el sector de inmobiliario.



Imagen 44: Casa modular en concreto armado - Aplihorsa Modular

Fuente: Casas prefabricadasya.com

3.2. Reseña histórica - construcción modular industrializada en concreto armado

Como se mencionó anteriormente, la construcción modular nace de la base de los elementos prefabricados que se han desarrollado a lo largo de la historia de la construcción alrededor del mundo. La primera patente de edificaciones modulares tridimensionales de hormigón prefabricados se da en 1889 gracias a Edward Tuckerman Potter, ya que él propone estructuras paralelepipedas de este material que eran apilables. No es hasta dos décadas después cuando Clark Noble Wisner y Joseph R. Witzel mejoraban técnicamente el modelo presentado por Tuckerman y patentan edificaciones modulares cilíndricas y cúbicas respectivamente.

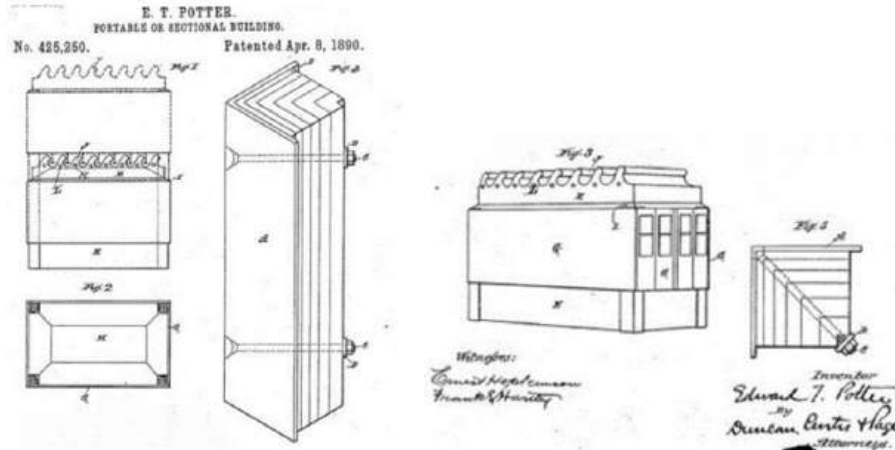


Imagen 45: Módulo tridimensional – Edward Tuckerman Potter

Fuente: Eduardo Gürtner - LinkedIn

En 1920, Le Corbusier y Jean Prouvé destacaban como técnica constructiva el uso de módulos tridimensionales y su importancia en el futuro de nuevos sistemas constructivos debido a los avances tecnológicos que presentaba. Por tal motivo, presentaron maquetas que eran soluciones modulares para la construcción de la “La Unité d’Habitation” en Marsella. Luego, en 1959, a raíz de la gran demanda creciente de viviendas en las ciudades rusas, se comenzó a construir edificios de mayor altura. Además, el sector de construcción necesitaba industrializarse con el objetivo de aumentar la productividad de sus trabajadores y reducir los plazos de ejecución de los proyectos.

Además, en 1955, Le Corbusier describe a las edificaciones modulares como “máquinas de habitar” debido a que, al hacer uso de este sistema constructivo, se optimizaban los procesos de producción y racionalización de materiales. Luego de la Revolución Industrial es cuando se comenzó con el uso de hormigón armado para la producción de módulos tridimensionales en serie y un ejemplo de esto son las viviendas suizas en la ciudad de Zug que se construyeron en 1960. Este proyecto, obra de los arquitectos Stucky y Meuly, consistió en viviendas modulares de hormigón armado apiladas de manera escalonada para formar una estructura de mayor

dimensión y más compleja. Asimismo, es en dicha época cuando la construcción modular comenzó a abarcar no solo grandes edificaciones, sino también ya daba indicios en ideas de proyectos a nivel urbanístico. Por ejemplo, un grupo de arquitectos crearon el panfleto “El Archigram” plasmando más indicios de lo importante que estaba siendo la industrialización (prefabricación) y la tecnología en los procesos constructivos para el cambio de visión de la arquitectura, pasando de ser solo funcional y estética a tener características más productivas y económicas para una cultura que estaba en constante transformación. Por tal motivo, se publicaron diversas revistas entre los años 1961 y 1970 con una diversidad de proyectos utópicos en bocetos que, si bien el hormigón armado no era el material principal de estas estructuras, eran sobre construcciones modulares habitables. Sin embargo, ninguno de estos proyectos fue construido.

En Japón, se puede observar hasta la fecha el Nakagin Capsule Tower diseñado por Kisho Korokawa. Esta edificación de oficinas consiste en 140 módulos removibles de concreto prefabricado que son conectadas mediante un núcleo central que es una torre estructural de concreto armado hecha en obra. Con respecto al continente americano, en EE.UU., la demanda de viviendas comenzó a incrementar notablemente a finales de los años 60's, por tal motivo es que la construcción modular comenzó a incrementar a tal punto que se construyeron 1.700.000 de viviendas las cuales 400.00 fueron realizadas de manera industrial. En Montreal – Canadá, se construyó “Habitat '67” que consistió en 354 módulos de hormigón armado de 5,3m. x 3m. x 11.5m. escalonados que conformaban una altura similar a 12 plantas de una edificación con el objetivo de brindar vivienda a cientos de familias de dicha localidad.



Imagen 46: Nakagin Capsule Tower – Tokyo, Japón

Fuente: Archdaily.pe

En nuestro país, hay variedad de inmobiliarias que son especialistas en construcción modular; sin embargo, solo existen pocos proyectos basados en construcción modular industrializado en concreto armado. Desde el 2013, en la región de Ica se vienen desarrollando este tipo de edificaciones que son fabricadas al pie de obra en una planta de alta tecnología, mientras que en la región de Piura se ha implementado una planta de fabricación recién a inicios del 2021. Todo esto con el objetivo de cubrir la demanda creciente que se tiene en las regiones aledañas y así ofrecer viviendas de bajo costo sin perder calidad arquitectónica y estructural.



Imagen 47: Vivienda modular tridimensional – Ica, Ica

Fuente: Llaxta Perú

3.3. Sistema constructivo modular industrializado en concreto armado

Este sistema constructivo utiliza módulos tridimensionales de concreto armado que son fabricados en una planta de producción bajo estrictos estándares de calidad y seguridad que certifican su calidad, seguridad. Además, este tipo de construcciones permite disminuir los tiempos de fabricación con respecto a la construcción tradicional en concreto armado. Asimismo, mediante esta fabricación se permite la producción en serie de módulos terminados, incluidos los equipamientos interiores y exteriores, que simplemente se trasladan a obra para ser ensamblados.

Las ventajas que este sistema ofrece a la construcción son las siguientes:

- Mejor calidad de acabados de concreto
- Reducción de tiempos de construcción
- Plazos de ejecución fijos
- Disminución significativa de los residuos generados en obra
- Uso de sistemas de encofrados tecnificado
- Reducción del personal obrero involucrado en la construcción
- Disminución en el porcentaje de incidencia de accidentes laborales
- Versatilidad y flexibilidad de la construcción debido a que se pueden realizar diferentes construcciones y se pueden apilar varios módulos de acuerdo a los requerimientos del cliente

En general, el proceso de fabricación y traslado a obra para su montaje es el siguiente:

- 1) Diseño del módulo tridimensional y de la estructura completa de acuerdo a los requerimientos
- 2) En el lugar de obra, se irá realizando la cimentación de los módulos que consisten en apoyos simples en las esquinas del módulo o de acuerdo al diseño previo realizado. Asimismo, se

deben colocar pletinas metálicas en la parte superior para poder realizar la conexión del módulo.

- 3) Producción del módulo mediante el uso de encofrados especiales en cuyo interior se arma el esqueleto de acero corrugado, las instalaciones eléctricas y las instalaciones sanitarias para, posteriormente, realizar el vaciado de concreto de forma monolítica entre los muros y losas. Todo esto se realiza bajo un conjunto de procesos estandarizados y controlados para evitar algún error. Al igual que en las cimentaciones, se deben colocar pletinas que permitan el ensamblaje del módulo en obra.
- 4) Desencofrado del módulo tridimensional el cual se traslada a una zona en donde se verifica la calidad de los acabados y sus posibles correcciones.
- 5) Pintado y colocación de elementos eléctricos, sanitarios y arquitectónicos dejando listo el módulo para su traslado a obra
- 6) Posterior al traslado e izaje de la estructura modular en obra, se ensambla el módulo a la cimentación y se pasa a colocar los elementos adicionales como escaleras prefabricadas, balcones, etc. que normalmente son prefabricados de manera individual.

Como se mencionó anteriormente, la construcción con módulos tridimensionales de hormigón armado se presenta en muchas edificaciones de vivienda, sobretodo en países europeos. Un ejemplo de esto es la empresa Worldmetor que ofrece viviendas modulares terminadas en fábricas que son ensambladas en obra bajo procesos simples y poco numerosos. Anteriormente, APLIHORSA Modular ofrecía una cartera de 24 ejemplares de viviendas modulares las cuales eran seleccionadas por el cliente y que permitía crear una variedad de viviendas de acuerdo con la cantidad de ejemplares elegidos. En el Perú, Llaxta ofrece viviendas modulares que se realizan en fábrica en un gran porcentaje y en obra se ensambla junto con la cimentación y techos

nervados. Estos módulos pueden formar una edificación desde 30 m² hasta 80 m² de uno o dos pisos.



Imagen 48: Vivienda modular tridimensional – Wordlmetor

Fuente: Revista técnica Cemento Hormigón

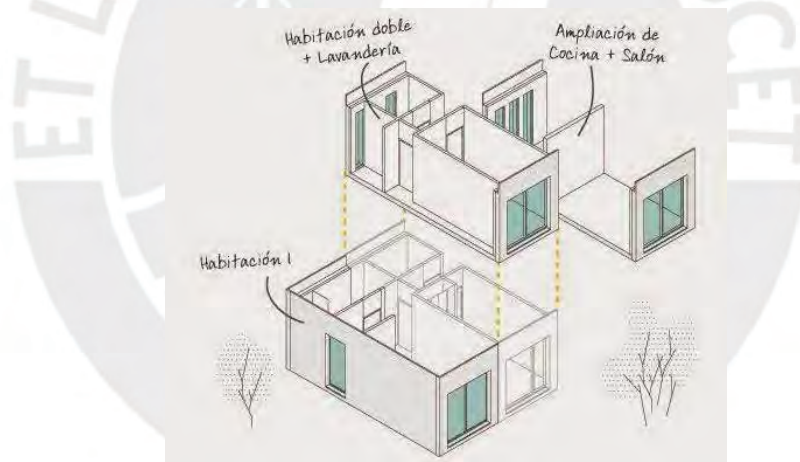


Imagen 49: Vivienda modular tridimensional – APLIHORSA Modular

Fuente: Apuntes – Revista digital de arquitectura

3.4. Herramientas para la industrialización

Se debe tener en cuenta que para que el proceso de industrialización siga mejorando a través de los años se deben emplear diversas tecnologías tanto en la fabricación de elementos como en la gestión y producción en una empresa constructora. Es por tales motivos que, para obtener un

alto grado de organización y tecnología integrada, se debe hacer uso de herramientas que nos permitan la automatización de procesos y, así, mejorar la productividad, ahorrar en costos y plazos de ejecución y el manejo de información de un proyecto, profesionalizando a todos los involucrados en este.

Entre las principales herramientas se tienen las siguientes:

- BIM (Building Information Modeling)

Se implementa la metodología BIM para realizar trabajos colaborativos en tiempo real con el objetivo de aumentar la eficacia en las etapas de diseño, ejecución, gestión y operación y mantenimiento de un proyecto de construcción. Esta metodología de trabajo, mediante el uso de softwares, permite la concentración de toda la información de una edificación en el aspecto geométrico 2D y 3D, tiempo y costo de ejecución, sostenibilidad y mantenimientos futuros.

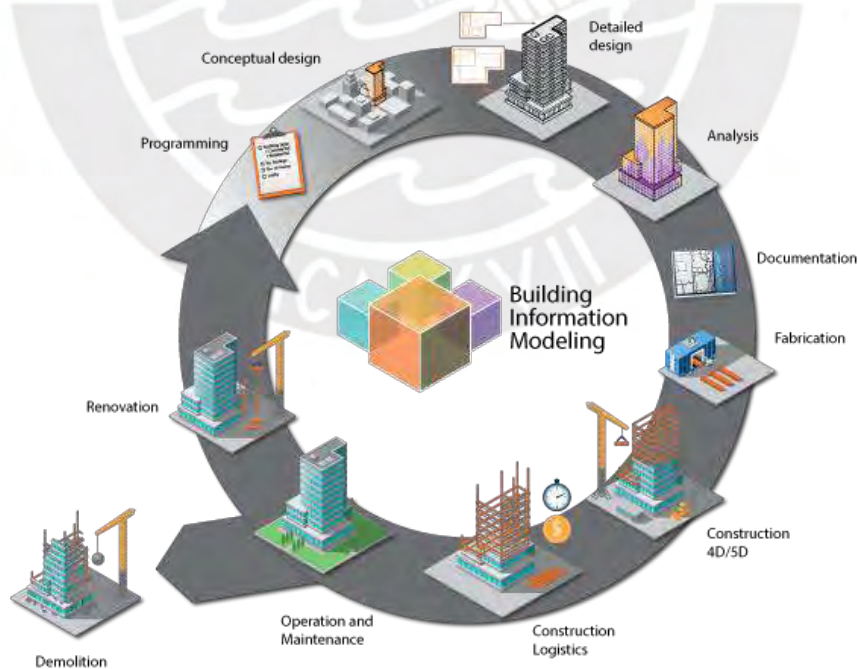


Imagen 50: BIM en un proyecto de construcción

Fuente: Hildebrandt Gruppe

- Lean Construction

Esta metodología, también conocida como Construcción sin pérdidas, se basa en los principios utilizados en Lean Production. Esta permite mejorar la gestión de los procesos realizados en la construcción con el objetivo de optimizarlos para poder reducir la cantidad de actividades que no generan valor al proyecto aumentando la eficiencia en este.



Imagen 51: LEAN CONSTRUCTION en un proyecto de construcción

Fuente: *Leanbim.solutions*

- Contratos colaborativos (IPD)

Este modelo es utilizado para la gestión de personajes y entidades involucrados en la construcción de un proyecto, cuyo objetivo principal es poder aprovechar y tomar en cuenta todos los puntos de vista de los participantes mediante procesos colaborativos para poder optimizar los resultados finales del proyecto. Todo esto reduce los despilfarros de materiales

(humano, material y tecnológico), maximizando la eficiencia de los procesos durante la etapa de diseño, construcción, gestión y operación y mantenimiento.

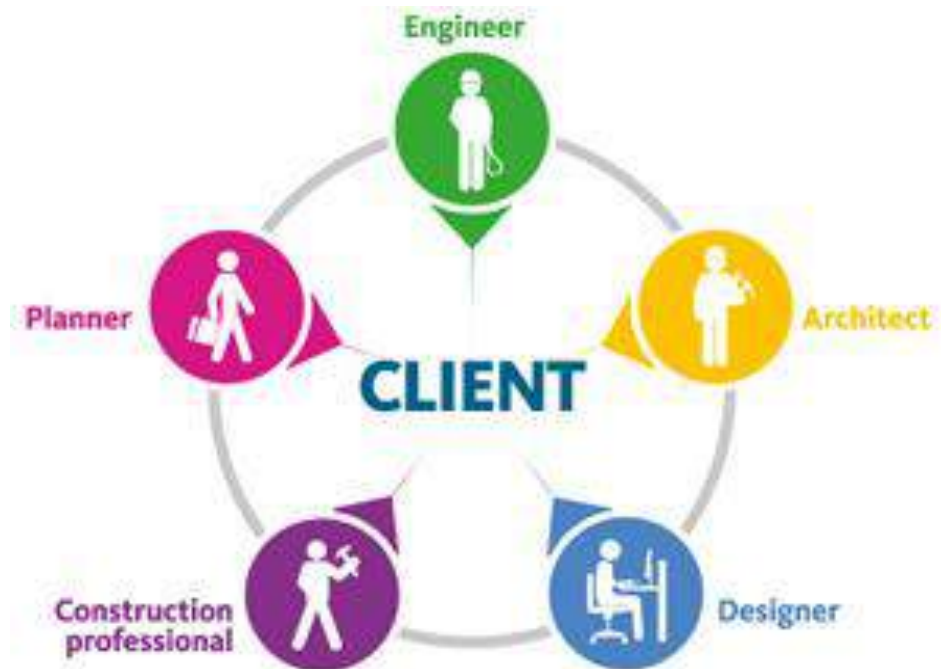


Imagen 52: Contratos colaborativos (IPD) en un proyecto de construcción

Fuente: Agarquitectura's blog

En general, la integración de estas y otras herramientas tecnológicas permite el desarrollo progresivo del sector construcción, aumentando la posibilidad de que la industrialización siga creciendo a través de los años y mejorar los resultados finales en la construcción de un proyecto de manera progresiva. Por tal motivo, y luego de repasar diversos ejemplos de poder industrializar el sector construcción y las ventajas que ofrece a los clientes y a las empresas constructoras, se entiende que la industrialización del sector construcción es aún una labor a expandir en el Perú. Es por eso que aún existe un gran porcentaje de empresas constructoras que no aplican estos nuevos mecanismos y tecnologías en la realización de los proyectos de infraestructura y siguen trabajando con los procedimientos tradicionales. Esto se debe a diversos factores, entre los que destacan los siguientes:

- Mano de obra poco capacitada, ya que las empresas no suelen contar con el mismo personal de obra en cada proyecto y esta solo suele ser contratada de manera temporal lo que evita que tengan una capacitación constante en cuanto a la productividad en obra.
- Resistencia al cambio por parte de las empresas y los usuarios, debido a que existe desconfianza en los resultados que se pueden obtener con una nueva forma de trabajo y/o con productos y materiales nuevos.
- Falta de detalle en la concepción de un proyecto de construcción, pues en muchos proyectos se observa que no se ha definido bien los procesos y elementos a usar en toda la construcción lo que conlleva a presentar incompatibilidades entre especialidades que se corrigen en la marcha. Además, la etapa de diseño es muy importante y, muchas veces, necesita una gran inversión de tiempo y dinero que la mayoría de empresas no está dispuesta a asumir, pues desconocen que, a pesar del costo inicial elevado de un proyecto, la industrialización brinda mejores ventajas en cuanto al plazo, costo y calidad de los proyectos.
- Diferencia entre las empresas del sector construcción, debido a que solo pocas empresas son las que pueden realizar una gran inversión para mejorar su productividad mediante la implementación de sistemas constructivos diferentes con herramientas y maquinarias especializadas. Por tal motivo, el grueso de las empresas de construcción sigue utilizando procedimientos tradicionales para la edificación de algún proyecto.



CAPÍTULO 4
**Sistema constructivo industrializado modular en
concreto armado bajo la tecnología Upcrete®**

CAPÍTULO 4

SISTEMA CONSTRUCTIVO INDUSTRIALIZADO MODULAR EN CONCRETO ARMADO BAJO LA TECNOLOGÍA UPCRETE®

4.1. Descripción del sistema constructivo modular industrializado en concreto armado bajo la tecnología Upcrete®

De acuerdo con lo descrito, el sector construcción ha evolucionado a gran escala a través de los años y Upcrete, “hormigonar hacia arriba” en inglés, es parte de las innovaciones que Ratec Organization viene desarrollando en el sector. El objetivo principal de construir con tecnología upcrete es reducir costos y aumentar la calidad de los elementos prefabricados mediante el uso de moldes metálicos y procedimientos de construcción estandarizados y controlados en una planta de alta tecnología inyectando concreto autocompactante a presión dentro de moldes de geometría variada, lo que asegura que el concreto se incorpore de manera uniforme, disminuyendo la necesidad del uso de vibradores de concreto y el tiempo de producción de cada unidad. En general, esta tecnología reúne parámetros de construcción, planificación de fábricas, control de procesos, formación de personal y construcción con maquinarias de alta tecnología (Ratec & Reymann Technik, 2023).

En nuestro país, desde hace más de 10 años, se está desarrollando la construcción de viviendas modulares bajo la tecnología upcrete y para poder realizar el proceso completo de esta tecnología se necesita diseñar e implementar maquinarias de construcción dentro de una planta de producción donde se sigue una secuencia predeterminada para la producción de módulos de concreto armado prefabricados.

Entre las principales maquinarias tenemos:

- Estación de bombeo UPP

Núcleo de la tecnología Upcrete, pues ayuda a obtener concreto premezclado de gran calidad y con acabados lisos. Además, permite alcanzar una dosificación precisa de la mezcla que será alimentada de forma automática y continua a los moldes metálicos mediante el uso de una interfaz de software.

Ratec cuenta con las versiones UPP 100 y 125; sin embargo, para los proyectos realizados en nuestro país se cuenta con la versión UPP 100. Con dimensiones de 2.4 x 2.3 x 1.8 m y 5800 kg en peso, la estación de bombeo UPP 100 admite una alimentación de concreto entre 0 y 20 m³/h. Además, cuenta con un equipamiento de pre-reserva de concreto de 600 litros en la versión inicial del producto que puede ser sustituida por una de 2000 litros de capacidad si cliente lo requiere. Y su mecanismo de mezcla integrado vuelve a mezclar el concreto a bombear antes de que se inicie este proceso con el objetivo de que la mezcla de concreto autocompactante contenga el menor porcentaje de aire incluido.



Imagen 53: Estación de bombeo UPP 100

Fuente: Ratec Org

- Conexión de bomba UCI

Son conectores metálicos que permiten el suministro de hormigón desde la estación de bombeo hasta los moldes de encofrados metálicos. Cuenta con tres versiones comerciales (UCI Basic, Square y Compact) que complementan a las estaciones de bombeo en suministrar la mezcla de concreto y obtener un acabado liso de los elementos vaciados. Además, es de funcionamiento semiautomático con una acción limpia de llenado que evita presencia de mezcla de concreto residual en el equipo. En cuanto al mantenimiento, este no requiere un trabajo laborioso y cuenta con topes estáticos incorporados que se pueden utilizar para evitar ordenes erróneas de mezcla de concreto.



Imagen 54: Conexión de pompe UCI Basic
Fuente: Ratec Org



Imagen 55: Conexión de pompe UCI Basic – Vista perfil
Fuente: Ratec Org

- Sistema en batería Ratec

Este sistema de encofrado permite fabricar elementos planos de diferentes grosores y de geometría compleja que dependen especialmente de la medida con el cual fue diseñado la batería. Este tipo de encofrados tienen un funcionamiento compacto y eficiente que permite el vaciado de hormigón por la parte superior del molde metálico o inyectable a través de conexiones en su parte inferior o lateral con la estación de bombeo UPP. Asimismo, la producción de elementos de concreto armado con este tipo de sistema en batería ayuda a obtener una excelente calidad en los acabados de los elementos debido a que se obtienen superficies lisas y, por tal motivo, su producción resulta ser rentable. Posterior al desencofrado, estos elementos de concreto pueden ser unidos a otros de similares características para formar algún diseño requerido.



Imagen 56: Sistema en batería Ratec

Fuente: Ratec Org



Imagen 57: Elementos planos fabricados con Sistema en Bateria Ratec

Fuente: Ratec Org

- Encofrados 3D modulares

Los encofrados modulares Upcrete son aquellos encofrados que permiten obtener módulos tridimensionales de concreto armado que son vaciados completamente al interior de ellos en la posición de montaje (losa nervada inferior y muros en vaciado monolítico). Este tipo de sistema cuenta con un núcleo de contracción volador en el cual se puede armar el esqueleto de acero, tuberías, etc. que posteriormente se acoplan mediante imanes conmutables para formar un sistema en conjunto al encofrado exterior.

Al igual que el Sistema de Batería Ratec, los encofrados modulares permiten obtener superficies lisas y de excelente calidad. Asimismo, estos también son diseñados de acuerdo a los requerimientos del cliente para una producción serie. Sin embargo, los elementos que producen estos últimos no necesitan tener juntas entre sus elementos, ya que estos son vaciados de forma monolítica dando como resultado un elemento tridimensional con cantos afilados y con exactitud en sus medidas.

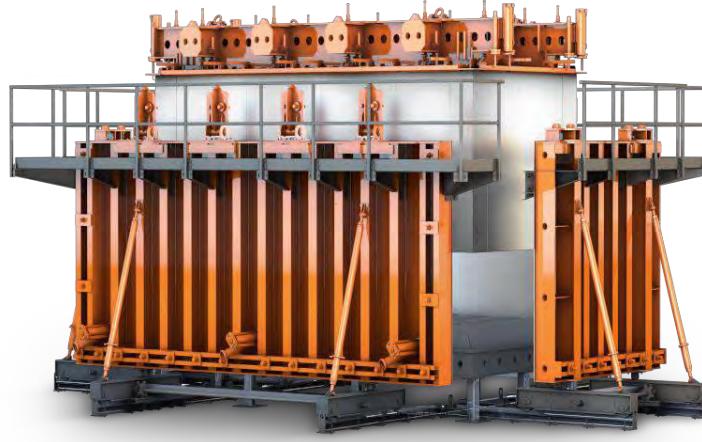


Imagen 58: Encofrado modular 3D

Fuente: Ratec Org



Imagen 59: Preparado del núcleo con armadura de acero de refuerzo

Fuente: Ratec Org

4.2. Diseño modular en concreto armado

Reymann Technik y Ratec trabajan en conjunto para poder reunir los mejores conocimientos (Meet the better ideas) sobre procesos de construcción, industria, etc. Además, reúnen ideas creativas y pensamientos estratégicos con el objetivo mejorar la realización de trabajos de forma progresiva en el tiempo. Esto ha permitido mostrar y realizar soluciones innovadoras y rentables en el sector construcción, especialmente a la industria del prefabricado

y así reducir los costos de fabricación e instalación aumentando la calidad de los elementos prefabricados.

Todo esto, junto con el déficit de vivienda en el Perú, fue propicio para que se comience la construcción de viviendas modulares con tecnología upcrete, debido a que se buscaba resolver el problema de la poca oferta anual de viviendas que hace que este déficit crezca año tras año. Este escenario fue planteado a las organizaciones de Reymann y Ratec y fue en Perú donde ambas empresas implementaron, por primera vez, sus ideas en el sector vivienda. Esto permitió crear, bajo parámetros BIM y LEAN, los diseños de las viviendas de concreto armado que se construirían en Las Piedras de Buenavista en la región de Ica de acuerdo a los requerimientos de la empresa inmobiliaria Llaxta.

En Reymann Technik, a este tipo de proyectos se le denominó como “Upcrete - Modular housing” y los requisitos iniciales que este proyecto necesitaba fue que se diseñe una vivienda social de bajo costo y que cumpla con todas las características para un correcto desenvolvimiento del propietario y su entorno, brindando seguridad y comodidad en una vivienda bajo costo.



Imagen 60: “Meet the better ideas” desde la concepción hasta la comercialización

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 61: Ideas de fachadas (Arq. Mario Lara) – Upcrete peruvian Modular Housing

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 62: “Meet the better ideas” desde la concepción hasta la comercialización

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

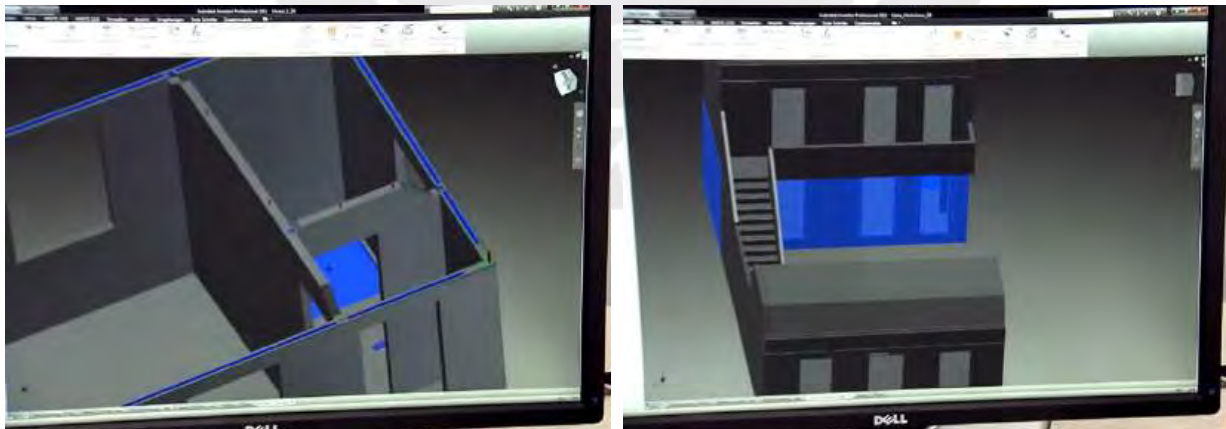


Imagen 63: Vista de viviendas upcrete en software de modelado

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 64: Maqueta de la propuesta concreta de planta de producción Llaxta (1)

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

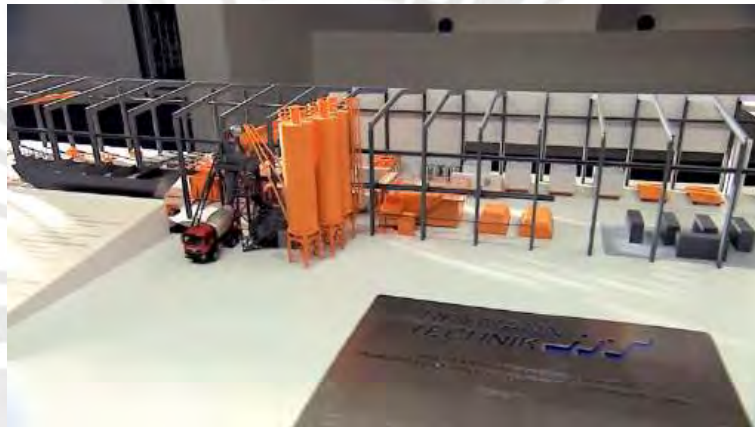


Imagen 65: Maqueta de la propuesta concreta de planta de producción Llaxta (2)

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 66: Lotización de zona de construcción en Ica, Perú

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

En el ANEXO 7 se podrá visualizar el plan de lotización que se tuvo para la realización de la primera y segunda etapa de este proyecto.

4.3. Proceso y detalles constructivos

De acuerdo con la Resolución Ministerial N°024-2012-VIVIENDA, aprobada el 30 de enero de 2012 por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento junto con SENSICO, el Sistema Constructivo No Convencional Llaxta fue aprobado por un plazo de 10 años, cuyo plazo venció en el 2022. Además, se dio visto bueno para el inicio de actividades de construcción de la Urbanización Las Piedras de Buenavista en Ica luego de obtener la licencia de construcción correspondiente por parte del distrito de Los Aquijes. Sin embargo, mediante la Resolución Ministerial N°560-2023-VIVIENDA dichas entidades renovaron la aprobación y utilización de dicho sistema constructivo no convencional por un plazo adicional de 10 años.

En este primer proyecto en la región de Ica, se construyó una planta al pie de obra de 25 x 12 x 110 m. donde se lleva a cabo todas las actividades necesarias para construir una vivienda bajo la tecnología Upcrete. En tal sentido, esta planta se encuentra habilitada con los siguientes equipos de la tecnología Upcrete:

- 3 encofrados modulares de 3 x 6 x 3 m (b x l x h)
- 1 encofrado en batería Ratec con 6 bolsillos 8 x 3 m
- 2 encofrados de escaleras
- 2 encofrados de balcones
- 2 estaciones de bombeo UPP 100

Adicionalmente, se implementa un puente grúa que permite el traslado interno de los elementos vaciados en planta.



Imagen 67: Planta de producción – Ica, Perú

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

En tal sentido, el proceso constructivo seguido para la realización de viviendas modulares es el siguiente:

- i. En primer lugar, junto al encofrado inferior de la losa nervada, se comienza a armar el acero de refuerzo de la losa nervada y el acero que se situará entre el núcleo de encofrado retráctil y el encofrado exterior. También comienza a colocar las primeras tuberías eléctricas y sanitarias que irán embebidas al interior de los muros. Asimismo, se arma el acero de refuerzo de las escaleras, balcones y muros que completan la estructura, pero que se construirán por separado a los módulos. Los dos primero se realizan en encofrados especiales preparados para dichos elementos, mientras que los muros se realizan en el sistema de batería Ratec.



Imagen 68: Armado de acero de refuerzo

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

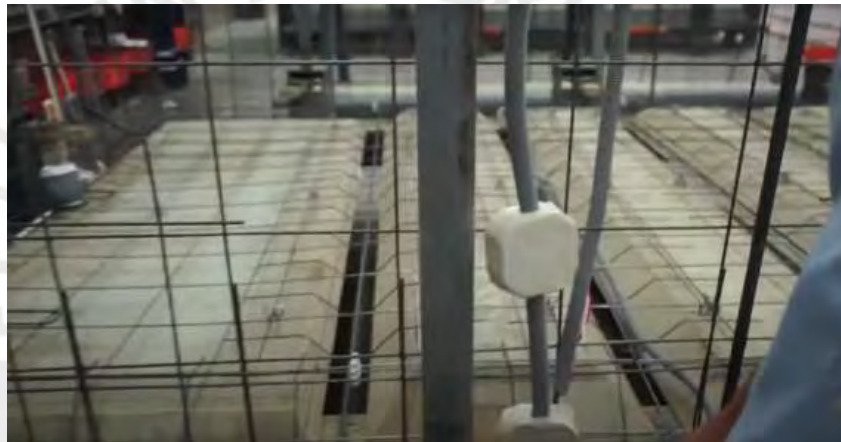


Imagen 69: Acero de refuerzo - encofrado losa nervada - tuberías

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 70: Encofrado de escalera

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 71: Encofrado y acero de refuerzo en techo de vivienda modular

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

- ii. Mientras se arma el acero de refuerzo en la planta de producción, en el terreno donde se ubicará la futura vivienda, se realiza el vaciado de zapatas aisladas y/o cimentaciones corridas de la estructura. El tipo de cimentación dependerá de las características de la vivienda a colocar y de las características del suelo donde se apoyará la estructura. Además, se ubicarán tornillos de alta resistencia en puntos estratégicos que dependerán del cálculo estructural previo.

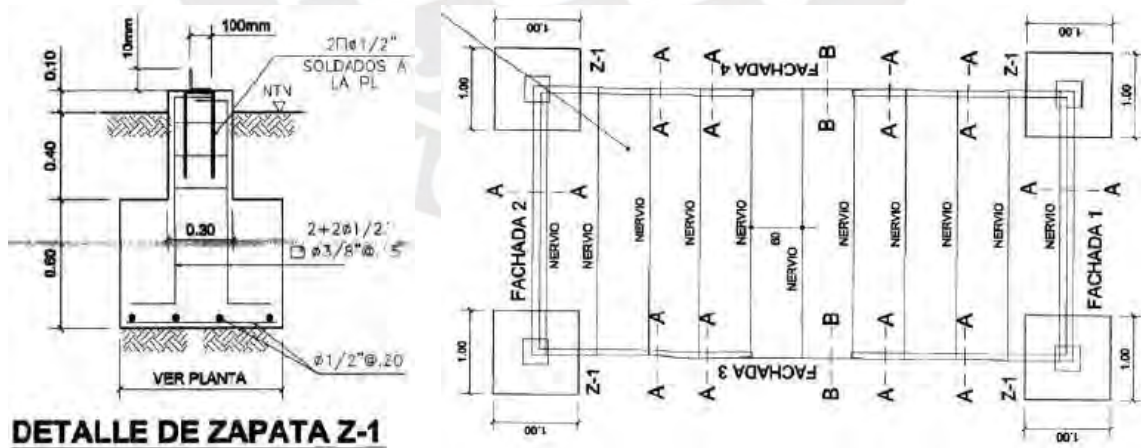


Imagen 72: Detalle de zapata aislada Z-1 – Planos

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

- iii. Posterior al primer armado de acero de refuerzo del módulo, se procede a izar el núcleo retráctil del encofrado para colocarlo al interior de la estructura de acero en mención y terminar de colocar las tuberías de agua y electricidad que luego serán transportados en conjunto hacia donde está ubicado el encofrado exterior para poder cerrar el encofrado modular que formarán muros de 8 cm de espesor. En el encofrado exterior, estarán ubicados los topes que darán forma a las aberturas de ventanas, anclajes para izado de la estructura y orificios donde estarán ubicados los pernos para anclarlos a la cimentación.

Se debe tener en cuenta que el encofrado modular debe ser usado previa limpieza y aceitado de sus paredes para un correcto desencofrado posterior. El producto que utilizan para el aceitado es el SIKA Separol W-320 que es una emulsión acuosa de aceite mineral que servirá como agente desmoldante. Asimismo, si se desea aumentar alguna pieza para la separación de algún ambiente adicional, esto se realizará con la batería Ratec y previa coordinación con las autoridades pertinentes.



Imagen 73: Izado y traslado de conjunto modular interno (núcleo + estructura metálica)

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 74: Izado y traslado de conjunto modular interno (núcleo + estructura metálica)

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 75: Encofrado modular antes de cerrar la estructura metálica

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

- iv. Luego se prepara al instante la mezcla de concreto autocompactante que será inyectada por la parte inferior del módulo de encofrado, lo cual permite obtener el mínimo porcentaje de aire incorporado al momento del vaciado sin necesidad de realizar un vibrado de la mezcla de concreto vaciado. Además, para este proyecto se necesita que el concreto alcance una resistencia de 200 kg/cm² entre las 7 y 10 horas después del vaciado y por eso se eligió el aditivo superplastificante Viscocrete 1110PE de SIKA para su incorporación en la mezcla de concreto.

En promedio, la mezcla de concreto se realiza durante 7 minutos cuyas fases se dividen de la siguiente manera:

- Durante los primeros 80 segundos solo se estará mezclando los agregados finos y gruesos seleccionados. Del total de agregados gruesos, el 70% tiene un tamaño entre 5 a 10 mm, mientras que el 30% restante tendrá un tamaño entre 10 a 15 mm.
- Luego de ello, se incorpora el cemento tipo 1 para que se mezcle durante 40 segundos más.
- A los 120 segundos se echa el agua y se estará realizando la mezcla durante 35 segundos más.
- Por último, aproximadamente a los 155 segundos, se incorpora el aditivo superplastificante Viscocrete 1110PE de la marca SIKA y se mezclará en conjunto hasta completar los 420 segundos (7 minutos) de trabajo.

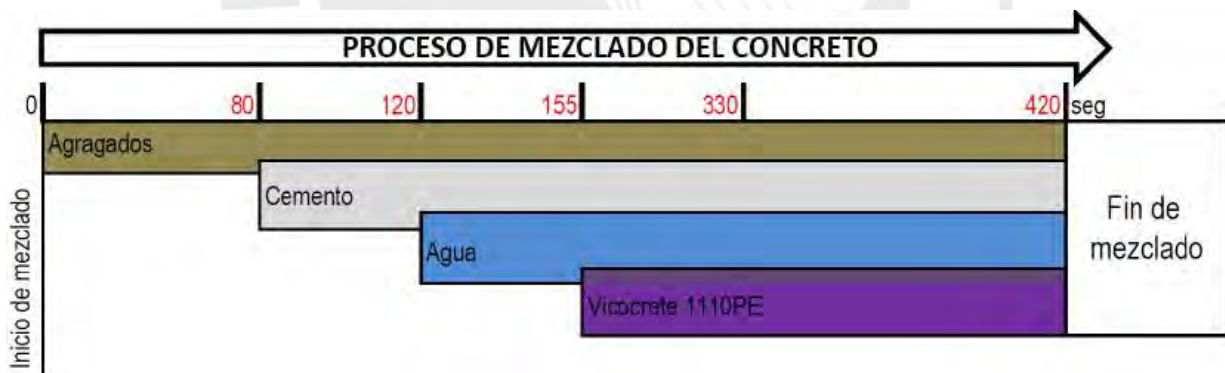


Gráfico 9: Proceso de mezclado de concreto

Fuente: Llaxta S.A. (ANEXO 9)

Este mismo diseño de mezcla también será utilizado para el vaciado de escaleras, techo, balcones y muros con el objetivo de obtener una resistencia de 200 kg/cm² a las 10 horas aproximadamente.



Imagen 76: Vaciado de concreto mediante inyección a presión

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

- v. Luego del fraguado del concreto, se procede a desencofrar la estructura. Esto se realiza con la retracción del núcleo interno del encofrado y la separación del encofrado externo. Este se contrae 4 cm. por el lado de los muros y 2 cm. en las esquinas del módulo.

Posteriormente, se iza la estructura mediante unos pernos de alta resistencia que fueron colocados antes del hormigonado y se traslada hacia un área donde se realizará el curado de la estructura modular de concreto armado.



Imagen 77: Desencofrado de estructura – retirada de núcleo retractil

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 78: Desencofrado de estructura – separación encofrado externo

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 79: Izado de la estructura modular luego de desencofrar

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 80: Izado de balcones luego de desencofrar

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

- vi. Finalmente, se realiza la primera etapa de los acabados arquitectura de la vivienda, tales como el pintando interior y exterior de muros, techos, escaleras y balcones, colocación de puertas, ventanas, etc.



Imagen 81: Posicionamiento de módulo post izaje

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 82: Empaste de muros de concreto

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 83: Pintado de muros e instalación de puertas y ventanas

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

4.4. Flexibilidad del diseño y adaptabilidad al sistema constructivo

Este tipo de sistema Upcrete con encofrado modular es muy versátil en el sector vivienda, pues se pueden realizar distintos diseños de viviendas a bajo costo. Actualmente, Reymann y Ratec ha diseñado diversas viviendas modulares con áreas de terreno que varían desde los 70 m² hasta 150 m² que cuentan con un área construida desde 30 m² hasta 78 m². Estos proyectos se vienen realizando en la ciudad de Ica y en la ciudad de Piura mediante una empresa peruana.

Entre los principales proyectos se tienen los siguientes:

- **Urbanización Los Piedras de Buenavista – Ica**
 - Casa Buenavista (Área Construida = 78 m²)
 - Casa Camelia (Área Construida = 42 m²)
 - Casa Gardenia (Área Construida = 53 m²)
 - Casa Acacia (Área Construida = 57 m²)
 - Casa Dalia (Área Construida = 77 m²)

- **Urbanización Jacaranda – Ica**
 - Casa Jacaranda (Área Construida = 29 m²)

- **Urbanización Jacaranda – Ica**
 - Casa Ficus (Área Construida = 49 m²)
- **Urbanización Villa Verde - Chincha**
 - Casa Villaverde (Área Construida = 29 m²)
- **Urbanización Los Altos de Castilla – Piura**
 - Casa Castilla (Área Construida = 25 m²)

4.5. Comportamiento Sismorresistente

Según estudios realizados en la Universidad Católica del Perú en la etapa de diseño, las viviendas modulares con tecnología Upcrete aprobaron con éxito las pruebas sísmicas con magnitudes similares al terremoto de Lima de 1974 de 7.4 en escala de Richter.

Esta evaluación fue revisada y aprobada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento para la aprobación del sistema estructural no convencional. Sin embargo, estas viviendas sociales tienen la restricción de ser construidas con un máximo de 2 pisos, debido a que nuestro país se encuentra geográficamente dentro del cinturón de fuego del pacífico.

4.6. Tiempo de fabricación, transporte y montaje

Entre los beneficios más característicos de este tipo de sistema no convencional resalta el tiempo de fabricación de las viviendas, ya que desde la primera acción hasta el anclaje de la vivienda en el lote correspondiente transcurren como máximo 80 horas. Asimismo, la fabricación de la vivienda modular en casco se puede realizar en el lapso de un día y en la planta de Ica se realizan 2 viviendas en promedio por jornada laboral. Estos beneficios se logran debido a que en todo el proceso de fabricación de los módulos, techos y muros se siguen procedimientos

estandarizados y con estrictos controles de seguridad y calidad donde el uso de materiales se realiza de manera eficiente.

En general, el proceso posterior a la primera etapa de acabado es el siguiente:

- i. Izado del módulo de vivienda y sus partes complementarias al camión trailer para que se transporten hacia el lugar de colocación.



Imagen 84: Traslado de módulo de vivienda

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

- ii. Luego, en el lote correspondiente, nuevamente se iza el módulo y se coloca en la posición que permita el anclaje correcto mediante tuercas que se colocan en los pernos de alta resistencia que fueron colocados en las zapatas en la primera etapa.

Luego a eso, para poder apilar el módulo del segundo piso y posteriormente el techo, se utiliza cintas de neopreno de 4 mm. de espesor en todo el contorno entre la unión de estructura inferior y superior. Este material permite la transmisión uniforme de cargas verticales y esfuerzos normales entre las estructuras; y pueden soportar desplazamientos, esfuerzos horizontales o en su plano medio tangente y otro tipo de rotación ejercido en el plano medio del neopreno (Fernandez, 2014).

Asimismo, los módulos también serán unidos entre sí con tuercas y pernos de alta resistencia al igual que las escaleras y balcones.



Imagen 85: Izado de módulo de concreto armado
Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 86: Ensamblado de módulos en el terreno y entre si
Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

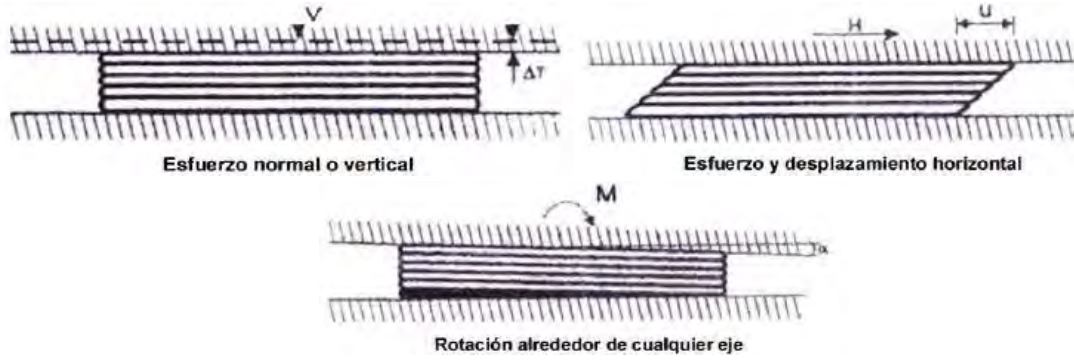


Imagen 87: Funcionamiento de las cintas de neopreno

Fuente: Jhonatan Fernández Rodríguez

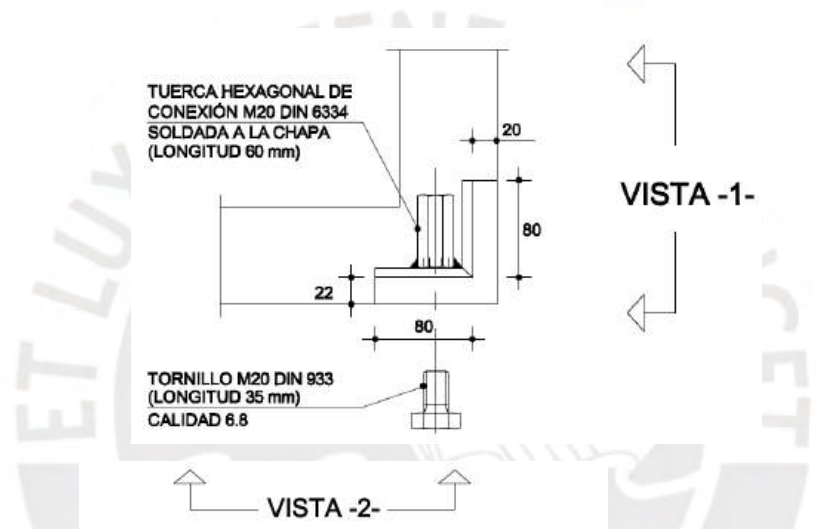


Imagen 88: Detalle de placa unión entre módulos

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org

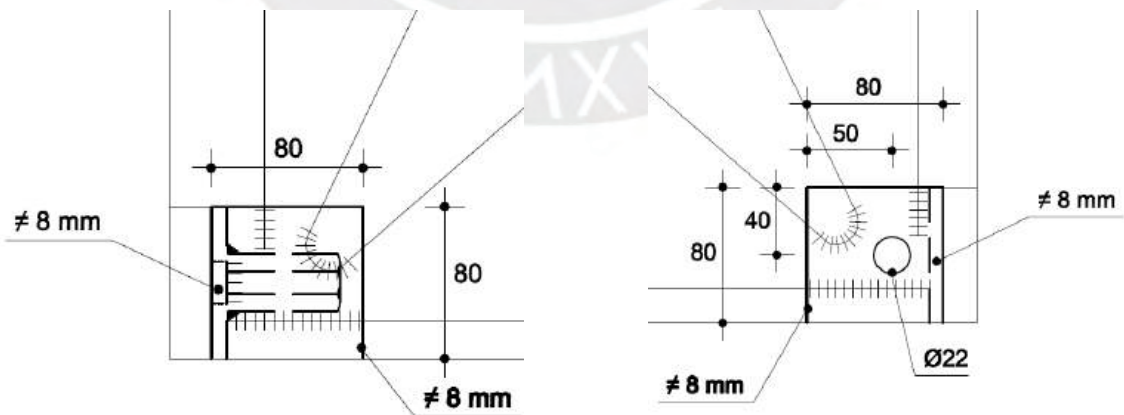


Imagen 89: Detalle Vista 1 y Vista 2 de placa unión entre módulos

Fuente: Reymann Technik & Ratec Org



Imagen 90: Detalle en obra de placa unión entre módulos

Fuente: Jhonatan David Fernandez Rodriguez





CAPÍTULO 5

Metodología y Datos

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍA Y DATOS

5.1. Metodología

5.1.1. Aspectos básicos de la metodología

5.1.1.1. Diseño de la investigación

El objetivo principal de este trabajo de investigación es proponer y evaluar la aplicación del sistema de construcción modular industrializado en concreto armado bajo la tecnología upcrete®. Para ello, se realizará un diseño no experimental de manera transeccional y de carácter descriptivo, dadas las características y naturaleza de la investigación.

Según Dzul (2010), el diseño no experimental se realiza sin manipular deliberadamente las variables y se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos.

5.1.1.2. Enfoque de la investigación

De acuerdo con las hipótesis y objetivos planteados, esta investigación desarrollará un planteamiento metodológico con un enfoque mixto entre el cualitativo y cuantitativo. Por un lado, según Aguilar (2016), el enfoque cualitativo es inductivo, por lo que permite conocer con mayor profundidad “el terreno que estamos pisando” y, según Rodríguez (1996), este enfoque estudia la realidad y contexto natural, tal y como ocurre. Además, implica la utilización y recogida de una gran variedad de materiales como entrevista, experiencia personal, observaciones, textos históricos, imágenes que describen la rutina y las situaciones de la problemática. Por otro lado, según Sampieri, Collado y Lucio (2003), el enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para responder a las preguntas de investigación y demostrar las hipótesis

planteadas inicialmente. Además, este enfoque descansa en el conteo, la medición numérica y en el uso de estadísticas para establecer estándares de comportamiento de una población.

5.1.1.3. Área de estudio

El área de estudio abarca los departamentos de Ica y Piura, ya que en estas dos zonas se están desarrollando proyectos de construcciones modulares industrializadas en concreto armado desde 2013 y 2019 respectivamente.

5.1.2. Técnicas y criterios de evaluación

5.1.2.1. Búsqueda y selección de información

Se realizará la búsqueda literatura teórica y empírica que permitirá el desarrollo del tema de investigación. Posteriormente, se clasificará y seleccionará aquellas fuentes que se adecuen a lo que se pretende investigar y demostrar.

Entre la información a recolectar será el estado histórico y actual de la industria de construcción. Además, se revisará bibliografía basada en temas de la industrialización del sector de construcción y sobre la tecnología Upcrete de la empresa RATEC.

5.1.2.2. Descripción del sistema constructivo

Se describirá las características de este sistema constructivo no convencional; es decir, el alcance del sistema, los materiales que se utilizan, los procedimientos para lograr construir una edificación, el tiempo de construcción desde el inicio hasta el montaje de la edificación en el terreno, etc.

5.1.2.3. Cuantificación, observación in situ, encuesta y entrevista

Se realizará una cuantificación de los materiales que se utilizan para la producción de viviendas modulares con tecnología Upcrete. Asimismo, se estimará el costo de producción de esta y el precio de venta, según el mercado.

Luego se realizará la observación in situ (recorrido de la zona, tomar fotografías, identificar las características principales de las viviendas, etc.) de los proyectos ejecutados en la ciudad de Ica y Piura. Posteriormente, se llevarán a cabo las entrevistas y encuestas a los residentes de este tipo de construcciones.

5.1.2.4. Criterios de evaluación

En el presente trabajo de investigación, se realizará la comparación entre dos sistemas de construcción de viviendas masivas: sistema no convencional Upcrete y sistema convencional con encofrado modular metálico.

Ambos sistemas permiten realizar vaciados monolíticos y obtener estructuras con muros de ductilidad limitada cuyos espesores de muros son muy delgados: el sistema Upcrete tiene 8 cm. de espesor, mientras que el otro sistema tiene muros de 10 a 15 cm. de espesor.

Este tipo de muros no presentan ningún confinamiento en sus extremos, debido a que el grosor de estos imposibilita tener estribos a lo largo y ancho de su extensión y por eso es que se utiliza mallas tanto en vertical como en horizontal (Upcrete) y mallas electrosoldadas en algunos casos (encofrado modular metálico). Además, las construcciones con este tipo de muros imposibilitan a que dichas estructuras presenten desplazamientos muy importantes en su rango elástico.

Es por tales motivos que se opta por comparar ambos sistemas y para poder realizar este trabajo de investigación se analizarán los siguientes criterios:

- Económico: costo de producción y ratios por m2 construido
- Comercial: matriz FODA del sistema constructivo
- Técnicos: comportamiento sismorresistente
- De producción: materiales y actividades para la construcción de una vivienda
- Seguridad laboral: planes de acción, prevención y cantidad de accidentes
- De satisfacción residencial (las entrevistas y encuestas servirán de apoyo en el último criterio mencionado)

5.1.3. Análisis, interpretación y comparación de resultados

La sistematización de la información, de los datos recolectados, las entrevistas y encuestas a los habitantes se realizará de forma analítica, con el fin de demostrar los objetivos e hipótesis planteadas en esta investigación. Además, los criterios, mencionados previamente, se utilizarán para realizar una comparación entre el sistema constructivo modular industrializado y el sistema constructivo tradicional. Por lo cual, las entrevistas y encuestas serán transcritas, codificadas y clasificadas por información, categoría y temas por cada parámetro obtenido. Finalmente, se organizará y estructurará la información de acuerdo con los objetivos planteados previamente.

5.2. Datos

5.2.1. Metrado de vivienda

Se realizará el metrado de los materiales de obras provisionales, estructuras y uso de la tecnología (Upcrete o Encofrado modular metálico) y se realizará un presupuesto de acuerdo con el mercado y en base a la REVISTA COSTOS 2021 con el objetivo de poder obtener ratios de acero y concreto en ambos sistemas constructivos y costos por metro cuadrado construido.

Asimismo, se estimará el costo de poder implementar la tecnología Upcrete en nuestro país, en base a precios obtenidos de las empresas RATEC ORG. y REYMANN TECHNIK.

Posteriormente, se estimará el costo de incidencia de cada tipo de sistema en la producción de una vivienda social en casco.

5.2.2. Encuestas

Las encuestas realizadas en este trabajo de investigación tienen como objetivo principal el poder conocer el grado de satisfacción de los propietarios, inquilinos, etc. de las viviendas modulares upcrete. Esta actividad se realizó mediante un trabajo de campo en los proyectos que cuentan con este tipo de viviendas en la región de Ica y Piura donde se realiza un cierto número de preguntas a los residentes y se hace unas tomas fotográficas de una vivienda ya instalada en el lote correspondiente.

Las preguntas realizadas a los residentes en la encuesta de satisfacción fueron las siguientes:

1) ¿De qué urbanización eres?

Esta pregunta tiene como objetivo conocer en qué proyecto de viviendas upcrete reside el encuestado.

2) ¿Cuál es su rango de edad?

Esta pregunta tiene como objetivo conocer el rango de edad de los residentes encuestados.

3) ¿Cuál es su nivel educativo y el de su pareja u esposo(a) si lo tuviese?

Esta pregunta tiene como objetivo conocer si el nivel de educación de los residentes encuestados.

4) Por favor, indícanos si la vivienda te pertenece o pagas un alquiler

Esta pregunta tiene como objetivo conocer si la vivienda del residente encuestado es propia (totalmente pagada o con crédito pendiente) o es alquilada por algún periodo de tiempo.

5) ¿Qué factor(es) influyó en usted para adquirir en este tipo de vivienda?

(Ordene de 1 al 6 según importancia en su decisión; siendo 1 menos importante y 6 más importante)

Esta pregunta consiste en ordenar del 1 al 6 las características indicadas en el recuadro según su influencia en la decisión de adquirir una vivienda de estas características.

6) ¿Desde qué año reside en esta vivienda?

Esta pregunta tiene como objetivo conocer el tiempo de residencia del encuestado desde la adquisición de su vivienda

7) ¿Cuál es el número de personas que viven en su hogar y cuántos de ellos son menores de edad?

Esta pregunta tiene como objetivo conocer la cantidad de personas que viven en una vivienda de estas características (adultos y niños).

8) Si estuviese la oportunidad de cambiar de vivienda. ¿Optaría por comprar una vivienda de las mismas características, pero más amplia?

Esta pregunta tiene como objetivo saber si el residente optaría o no por adquirir una vivienda más grande de este sistema constructivo (si tuviese la posibilidad).


9) Si su respuesta fue “Sí”. ¿Por qué lo haría?

Esta pregunta está ligada con la pregunta 8, pues el objetivo es saber por qué optaría por adquirir una vivienda más grande, pero del mismo sistema constructivo.

10) ¿Del 1 al 10, cuán a gusto se siente de vivir en este tipo de viviendas?

Para finalizar la encuesta, se pregunta por el nivel de satisfacción que tiene el residente desde que adquirió la vivienda hasta la fecha (setiembre 2021).





CAPÍTULO 6
Escenario de aplicación y comparación con el sistema
de encofrado de aluminio

CAPÍTULO 6

ESCENARIO DE APLICACIÓN Y COMPARACIÓN CON EL SISTEMA DE ENCOFRADO DE ALUMINIO

6.1. Descripción de proyectos realizados en la ciudad de Ica y Piura

Como se explicó en el apartado 4.4, existe una gran variedad de proyectos construidos bajo este sistema no convencional; es decir, los modelos de viviendas han variado de acuerdo a la necesidad de la población objetivo, ya que este tipo de proyectos tiene como visión principal el poder reducir el déficit de vivienda del Perú.

Cada proyecto cuenta con distintas características; sin embargo, todos los modelos de viviendas se adaptan para un correcto desenvolvimiento de los propietarios. Entre las principales viviendas tenemos a la casa Buenavista, Camelia y Gardenia que cuentan con una disposición de módulos entre su primer y segundo piso de acuerdo a como corresponda, mientras que los otros modelos de vivienda son una variación en la disposición de los módulos de los tipos de casas mencionadas. En general, los modelos de viviendas principales son de las siguientes características:

6.1.1. Casa Buenavista – Ica

Vivienda de dos pisos con 3 módulos, 2 módulos en el primer piso y 1 módulo en el segundo piso, con aproximadamente 78 m² de área construida. Cuenta con divisiones que permiten tener ambientes tales como:

- 1 sala / comedor
- 1 cocina
- 1 baño

- 2 habitaciones

Además, la disposición de los módulos inferiores permite tener un patio/lavandería como ambiente adicional.



Imagen 91: Casa Buenavista

Fuente: Llaxta



Imagen 92: Arquitectura casa Buenavista

Fuente: Llaxta

6.1.2. Casa Camelia – Ica

Vivienda de un piso con 2 módulos con aproximadamente 42 m² de área construida. Cuenta con divisiones que permiten tener ambientes tales como:

- 1 sala / comedor
- 1 cocina
- 1 baño
- 2 habitaciones

Además, la disposición de los módulos inferiores permite tener un patio/lavandería como ambiente adicional.



Imagen 93: Casa Camelia

Fuente: Llaxta



Imagen 94: Arquitectura casa Camelia

Fuente: Llaxta

6.1.3. Casa Gardenia - Ica

Vivienda de dos pisos con 2 módulos, 1 módulo en el primer piso y 1 módulo en el segundo piso, con aproximadamente 53 m² de área construida. Cuenta con divisiones que permiten tener ambientes tales como:

- 1 sala / comedor
- 1 cocina
- 1 baño
- 1 habitación

Además, la disposición de los módulos inferiores permite tener un patio/lavandería como ambiente adicional.



Imagen 95: Casa Gardenia

Fuente: Llaxta



Imagen 96: Arquitectura casa Gardenia

Fuente: Llaxta

6.1.4. Modelado 3D – Casa Buenavista – Upcrete

Las siguientes imágenes muestran el modelado 3D de la Casa Buenavista y un ejemplo de la vista de dos casas contiguas en un proyecto de urbanización. Estas casas se instalan en forma de espejo durante la ejecución del proyecto para ilustrar su disposición:

- Casa Buenavista – Upcrete

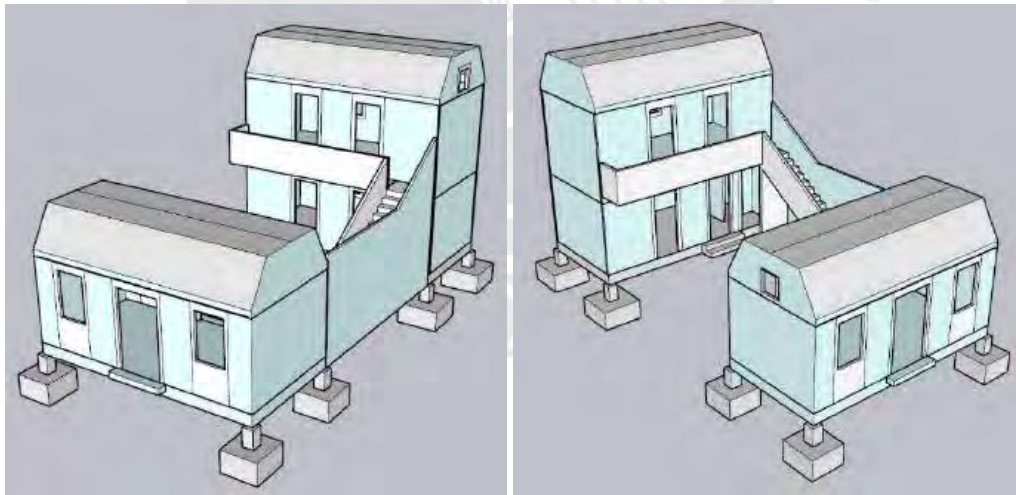


Imagen 97: Modelado 3D - Casa Buena Vista - Upcrete

Fuente: Propia. Elaboración Propia

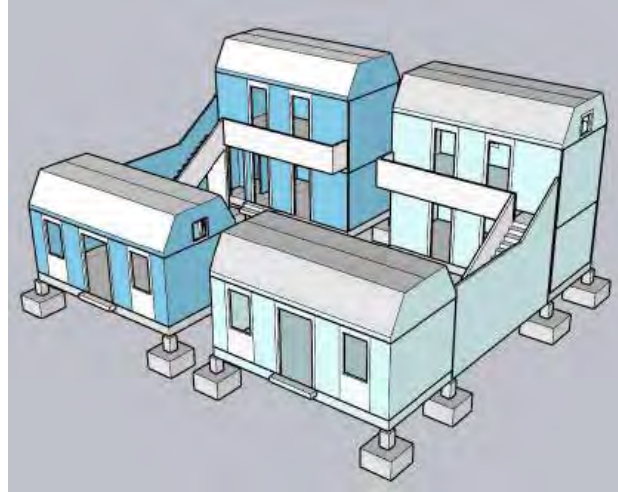


Imagen 98: Ejemplo de casa contigua - Casa Upcrete Buena Vista

Fuente: Propia. Elaboración Propia

6.2. Casa San Agustín – Encofrado Aluminio

Vivienda de un piso de 120 m² de área de terreno con aproximadamente 62.73 m² de área construida. Cuenta con divisiones que permiten tener ambientes tales como:

- 1 sala / comedor
- 1 cocina
- 2 baño
- 3 habitación

Además, el ordenamiento arquitectónico permite tener un patio y lavandería como ambiente adicional.

Este proyecto consiste en la construcción de viviendas sociales repetitivas mediante el uso de encofrado modular de aluminio. Aproximadamente se construyeron 250 viviendas. Sin embargo, se aproximará a un proyecto en el cual se construyan 3000 viviendas.

Para el uso del sistema de encofrado de aluminio en este proyecto se utilizan paneles metálicos y accesorios complementarios que permiten unir, cerrar y/o soportar el armado del encofrado antes, durante y después del vaciado del concreto premezclado.

Los accesorios principales de dicho encofrado son los siguientes:

- Paneles principales de muros
- Anclaje de cónico (soporta la tracción y compresión del concreto luego de vaciado)
- Paneles de transición (conexión entre muros y vigas)
- Piezas de conexión (conexión entre muros)
- Cerrojo de paneles de muro
- Paneles de cierre de losa y Puntales de losas, entre otros.



Imagen 99: Paneles principales de muros

Fuente: PERI Perú



Imagen 100: Anclaje cónico

Fuente: PERI Perú

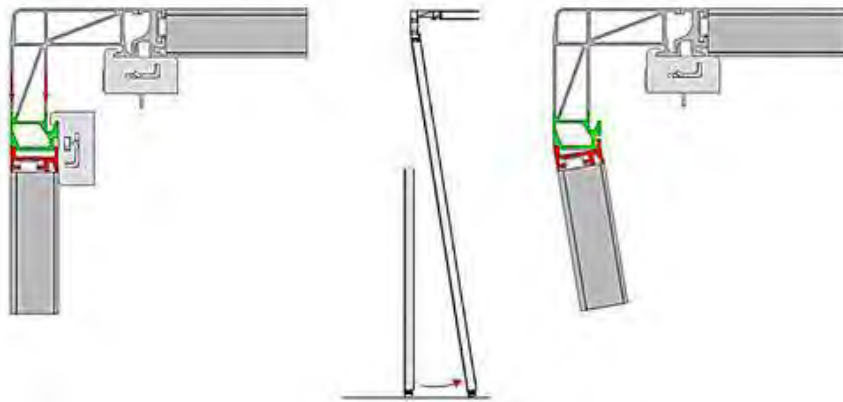


Imagen 101: Paneles de transición (Conexión Muros – Vigas)

Fuente: PERI Perú

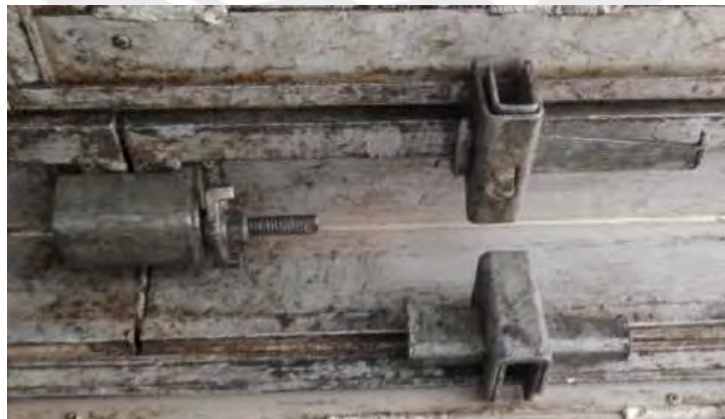


Imagen 102: Piezas de conexión (Conexión Muros)

Fuente: PERI Perú



Imagen 103: Cerrojo de paneles de muros)

Fuente: PERI Perú



Imagen 104: Paneles de cierre de losa y Puntales de Losas de Encofrado

Fuente: PERI Perú



Imagen 105: Casa San Agustin

Fuente: Propia. Elaboración Propia

6.2.1. Modelado 3D – Casa San Agustín – Encofrado de Aluminio

Las siguientes imágenes muestran el modelado 3D de la Casa Buenavista y un ejemplo de la vista de dos casas contiguas en un proyecto de urbanización. Estas casas se instalan en forma de espejo durante la ejecución del proyecto para ilustrar su disposición:

- Casa San Agustín – Encofrado de Aluminio

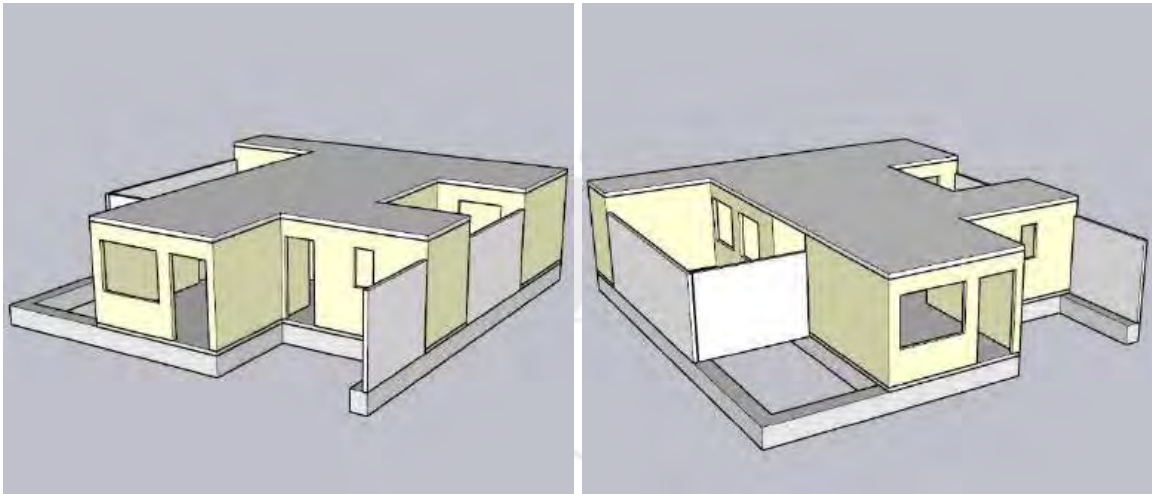


Imagen 106: Modelado 3D - Casa San Agustín – Encofrado de Aluminio

Fuente: Propia. Elaboración Propia

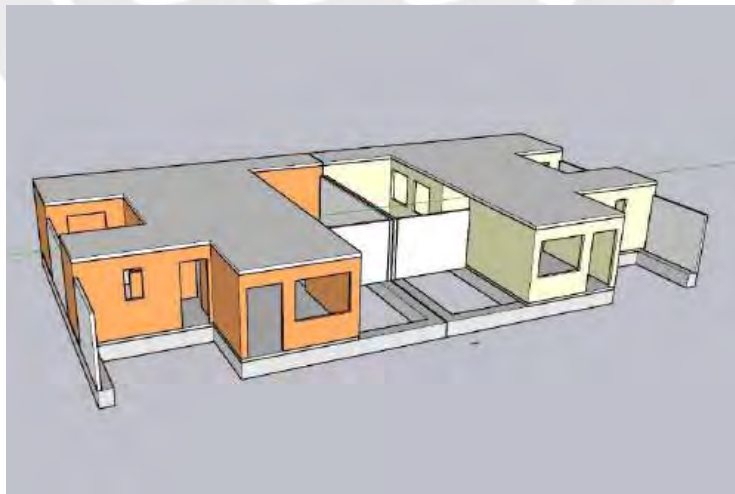


Imagen 107: Ejemplo de casa contigua - Casa San Agustín – Encofrado de Aluminio

Fuente: Propia. Elaboración Propia

6.3. Evaluación y comparación

6.3.1. Económica y comercial

6.3.1.1. Económica

6.3.1.1.1. Costo y Metrado casa Buenavista – Proyecto Upcrete

En primer lugar, la influencia del uso y gestión del sistema upcrete en la planta de producción representa aproximadamente al 15% del plazo total de producción de una vivienda hasta su posicionamiento en campo. Por ello, se estima que el costo de la influencia del uso del sistema upcrete es el siguiente:

Influencia de la planta de producción = 15% x COSTO PROD. DE MÓDULO EN PLANTA

$$\text{Influencia de la planta de producción} = \frac{15}{100} \times (\text{S/ } 32,729.22)$$

$$\text{Influencia de la planta de producción} = \text{S/ } 4,909.38 \text{ soles } \times \text{ vivienda}$$

Este monto calculado representa al costo de participación de todo lo que se utiliza en la tecnología Upcrete para la producción de una vivienda (maquinarias y gestión del sistema). Por ello, este valor se adicionará al costo que se obtengan con los metrados y los análisis de precios unitarios correspondientes.

En la tabla 1, se muestra el resumen del metrado del área de estructuras de una vivienda modular de acuerdo con los planos del proyecto (ANEXO 1). Este metrado consiste en la cuantificación de la cantidad de concreto vaciado (m³) y acero instalado (kg) para la casa Buenavista que presenta tres módulos de concreto armado.

En el ANEXO 3, se muestra un desglose del metrado que permite obtener el resumen de la tabla 1.

Tabla 1: Metrado – Casa Buenavista (Precios S/ - REV. COSTOS – MAY 2024)

PRESUPUESTO DE OBRA						
PROYECTO	: Proyecto Buenavista - Upcrete (A const = 77.04 m2)					
PRESUPUESTO 1.0	: Proyecto Upcrete					
PROPIETARIO	: JUAN CARLOS RISCO SULLON					
UBICACION	: DPTO: ICA PROV: ICA DIST: LOS AQUIJES LOC: TESIS JUAN RISCO					
FECHA PROYECTO	: 23/03/2024					
Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1	Proyecto Upcrete					32.729.22
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD.					2.102.79
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					2.102.79
OE.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES					1.363.00
OE.1.1.1.1	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	gib	10.00	136.30	1,363.00	
OE.1.1.2	TRABAJOS PRELIMINARES					495.67
OE.1.1.2.1	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m²	106.14	4.67	495.67	
OE.1.1.3	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO					244.12
OE.1.1.3.1	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO C/ EQUIPO	m²	106.14	2.30	244.12	
OE.2	ESTRUCTURAS.					26.875.59
OE.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS					3.827.89
OE.2.1.1	EXCAVACIONES					1.600.01
OE.2.1.1.1	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS HASTA h:1.40 m	m³	16.35	97.86	1,600.01	
OE.2.1.2	RELLENOS					427.08
OE.2.1.2.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/ COMPACT. 4HP	m³	5.31	80.43	427.08	
OE.2.1.3	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO					1.146.31
OE.2.1.3.1	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRENO C/ PISON MANUAL	m²	106.14	10.80	1,146.31	
OE.2.1.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE					654.49
OE.2.1.4.1	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL DH = 30 m. (DIST. PROMEDIO)	m³	16.35	40.03	654.49	
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					9.72
OE.2.2.1	SOLADOS					9.72
OE.2.2.1.1	SOLADO. CONCRETO C:H 1:12 e = 2"	m²	0.24	40.48	9.72	
OE.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					23.037.98
OE.2.3.1	ZAPATAS					3.459.35
OE.2.3.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO (fc = 210 kg/cm2)	m³	6.22	444.22	2,763.05	
OE.2.3.1.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm2 G60	kg	149.10	4.67	696.30	
OE.2.3.2	ESTRUCTURAS PREFABRICADAS					19.578.63
OE.2.3.2.1	LOSAS					11.986.55
OE.2.3.2.1.1	LOSAS NERVADAS					6.200.40
OE.2.3.2.1.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA (fc = 210 kg/cm2)	m³	7.29	527.02	3,841.98	
OE.2.3.2.1.1.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm2 G60	kg	433.26	4.67	2,023.32	
OE.2.3.2.1.1.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	30.00	11.17	335.10	
OE.2.3.2.1.2	LOSAS NERVADAS - CUBIERTA					5.786.15
OE.2.3.2.1.2.1	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA (fc = 210 kg/cm2)	m³	6.65	527.02	3,504.68	
OE.2.3.2.1.2.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm2 G60	kg	347.13	4.67	1,621.10	
OE.2.3.2.1.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	59.12	11.17	660.37	
OE.2.3.2.2	MUROS REFORZADOS					4.399.93
OE.2.3.2.2.1	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA (fc = 210 kg/cm2)	m³	4.07	527.02	2,144.97	
OE.2.3.2.2.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm2 G60	kg	322.75	4.67	1,507.24	
OE.2.3.2.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	66.94	11.17	747.72	
OE.2.3.2.3	ESCALERAS					1.711.86
OE.2.3.2.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA (fc = 210 kg/cm2)	m³	2.02	527.02	1,064.58	
OE.2.3.2.3.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm2 G60	kg	104.64	4.67	488.67	
OE.2.3.2.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	14.20	11.17	158.61	
OE.2.3.2.4	BALCONES					1.082.36
OE.2.3.2.4.1	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA (fc = 210 kg/cm2)	m³	1.11	527.02	584.99	
OE.2.3.2.4.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm2 G60	kg	79.38	4.67	370.70	
OE.2.3.2.4.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	11.34	11.17	126.67	
OE.2.6	ANCLAJE					397.93
OE.2.6.1	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm2 G60	kg	85.21	4.67	397.93	
OE.3	PERNOS UPCRETE					3,750.84
OE.3.1	PERNOS Y TUERCAS DE ALTA RESISTENCIA	und	1.00	3,750.84	3,750.84	
Costo Directo						S/ 32.729.22
MAQUINARIA Y GESTION UPCRETE (15% CD)					15%	S/ 4,909.38
COSTO TOTAL						S/ 37,638.60

Fuente: Propia. Elaboración propia

Tabla 2: Resumen de Presupuesto – Casa Buenavista

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
PRESUPUESTO DE OBRA						
PROYECTO	: Proyecto Buenavista - Upcrete (A const = 77.04 m2)					
PRESUPUESTO 1.0	: Proyecto Upcrete					
PROPIETARIO	: JUAN CARLOS RISCO SULLON					
UBICACION	: DPTO: ICA PROV: ICA DIST: LOS AQUIJES LOC: TESIS JUAN RISCO					
FECHA PROYECTO	: 23/03/2024					
1	Proyecto Upcrete					32,729.22
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD.					2,102.79
OE.2	ESTRUCTURAS.					26,875.59
OE.3	PERNOS UPCRETE					3,750.84
Costo Directo						S/ 32,729.22
MAQUINARIA Y GESTION UPCRETE (15% CD)						S/ 4,909.38
COSTO TOTAL						S/ 37,638.60

Fuente: Propia. Elaboración propia

Además, el ratio obtenido para la vivienda Buenavista será el siguiente:

Tabla 3: Ratio – Casa Buenavista

ÁREA CONSTRUIDA (m2)	77.04			
RATIO DE METRADOS				
PARTIDAS	UND	METRADO	RATIO x m2	RATIO x MODULO
ACERO	kg/m2	1645.63	21.36	548.54
CONCRETO	m3/m2	30.78	0.40	10.26
COSTO	S/ 37,638.60			
COSTO x m2	S/ 488.56			

Fuente: Propia. Elaboración propia

6.3.1.1.2. Costo y Metrado vivienda masiva – Encofrado de aluminio

En la tabla 2, se muestra el resumen del metrado del área de estructuras de una vivienda de un proyecto de construcción de vivienda masiva que fueron vaciadas en encofrados de aluminio de acuerdo con los planos del proyecto (ANEXO 4). Este metrado consiste en la cuantificación de la cantidad de concreto vaciado (m3) y acero instalado (kg) para la casa Buenavista que presenta tres módulos de concreto armado.

En el ANEXO 6, se muestra un desglose del metrado que permite obtener el resumen de la tabla 2.

Tabla 4: Metrado – Proyecto San Agustín (Precios S/- REV. COSTOS – MAY 2024)

PRESUPUESTO DE OBRA						
PROYECTO	: Proyecto San Agustín (A const = 62.73 m2)					
PRESUPUESTO 1.0	: Proyecto Encofrado Metálico					
PROPIETARIO	: JUAN CARLOS RISCO SULLON					
UBICACION	: DPTO: LIMA PROV: LIMA DIST: SAN MARTIN DE PORRES LOC: TESIS JUAN RISCO					
FECHA PROYECTO	: 26/03/2024					
Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1	<u>Proyecto Encofrado Metálico</u>					52,182.89
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y					2,200.40
OE.1.1	<u>OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES</u>					2,200.40
OE.1.1.1	<u>CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</u>					1,364.00
OE.1.1.1.1	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glo	10.00	136.40	1,364.00	
OE.1.1.2	<u>TRABAJOS PRELIMINARES</u>					560.40
OE.1.1.2.1	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m²	120.00	4.67	560.40	
OE.1.1.3	<u>TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO</u>					276.00
OE.1.1.3.1	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO C/ EQUIPO	m²	120.00	2.30	276.00	
OE.2	ESTRUCTURAS.					48,044.93
OE.2.1	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					12,464.88
OE.2.1.1	<u>EXCAVACIONES</u>					5,871.60
OE.2.1.1.1	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS HASTA h:1.40 m	m³	60.00	97.86	5,871.60	
OE.2.1.2	<u>RELLENOS</u>					2,895.48
OE.2.1.2.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/ COMPACT. 4HP	m³	36.00	80.43	2,895.48	
OE.2.1.3	<u>NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO</u>					1,296.00
OE.2.1.3.1	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRENO C/ PISON MANUAL	m²	120.00	10.80	1,296.00	
OE.2.1.4	<u>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE</u>					2,401.80
OE.2.1.4.1	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL DH = 30 m. (DIST. PROMEDIO)	m³	60.00	40.03	2,401.80	
OE.2.2	<u>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</u>					1,371.86
OE.2.2.1	<u>SOLADOS</u>					1,371.86
OE.2.2.1.1	SOLADO. CONCRETO C:H 1:12 e = 2"	m²	55.25	24.83	1,371.86	
OE.2.3	<u>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</u>					34,208.19
OE.2.3.1	<u>CIMENTOS REFORZADOS</u>					7,786.46
OE.2.3.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO (fc = 210 kg/cm2)	m³	17.07	376.70	6,430.27	
OE.2.3.1.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm2 G60	kg	265.40	5.11	1,356.19	
OE.2.3.4	<u>LOSAS DE CIMENTACIÓN</u>					5,221.17
OE.2.3.4.1	CONCRETO PREMEZCLADO (fc = 210 kg/cm2)	m³	7.01	376.70	2,640.67	
OE.2.3.4.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm2 G60	kg	246.46	5.11	1,259.41	
OE.2.3.4.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	62.73	21.06	1,321.09	
OE.2.3.3	<u>MUROS REFORZADOS</u>					14,905.81
OE.2.3.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO (fc = 210 kg/cm2)	m³	17.71	376.70	6,671.36	
OE.2.3.3.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm2 G60	kg	1,029.30	5.11	5,259.72	
OE.2.3.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	141.25	21.06	2,974.73	
OE.2.3.4	<u>LOSAS</u>					6,294.75
OE.2.3.9.1	<u>LOSAS MACIZAS</u>					6,294.75
OE.2.3.9.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO (fc = 210 kg/cm2)	m³	8.03	376.70	3,024.90	
OE.2.3.9.1.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm2 G60	kg	355.48	5.11	1,816.50	
OE.2.3.9.1.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m²	69.01	21.06	1,453.35	
OE.3	ENCOFRADO METÁLICO					1,937.56
OE.3.1	ENCOFRADO DE ALUMINIO	und	1.00	2,379.56	1,937.56	
						Costo Directo S/ 52,182.89
						SUB TOTAL S/ 52,182.89

Fuente: Propia. Elaboración propia

Tabla 5: Resumen de Presupuesto – Proyecto San Agustín

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
PRESUPUESTO DE OBRA						
PROYECTO	: Proyecto San Agustín (A const = 62.73 m2)					
PRESUPUESTO 1.0	: Proyecto Encofrado Metálico					
PROPIETARIO	: JUAN CARLOS RISCO SULLON					
UBICACION	: DPTO: LIMA PROV: LIMA DIST: SAN MARTIN DE PORRES LOC: TESIS JUAN RISCO					
FECHA PROYECTO	: 26/03/2024					
1	Proyecto Encofrado Metálico					52,182.89
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y					2,200.40
OE.2	ESTRUCTURAS.					48,044.93
OE.3	ENCOFRADO METÁLICO					1,937.56
	Costo Directo					S/ 52,182.89
	SUB TOTAL					S/ 52,182.89

Fuente: Propia. Elaboración propia

Tabla 6: Ratio – Casa San Agustín (Área construida = 62.73 m2)

Area construida (m2)	62.73		
RATIO DE METRADOS			
PARTIDAS	UND	METRADO	RATIO x m2
ACERO	kg/m2	1896.63	30.23
CONCRETO	m3/m2	49.82	0.79
COSTO			S/ 52,182.89
COSTO x m2			S/ 831.86

Fuente: Propia. Elaboración propia

De acuerdo con el ratio obtenido en la vivienda del Proyecto San Agustín de 62.73 m2 de área construida, se estimará el costo de producción de una vivienda con igual área construida al de la casa Buenavista (77.04 m2).

Tabla 7: Acero y concreto – Casa San Agustín (Área construida: 77.04 m2)

Area construida (m2)	77.04		
RATIO DE METRADOS			
PARTIDAS	UND	METRADO	RATIO x m2
ACERO	kg/m2	2329.29	30.23
CONCRETO	m3/m2	61.18	0.79
COSTO			S/ 62,470.44
COSTO x m2			S/ 810.88

Fuente: Propia. Elaboración propia

Tabla 8: Nuevo Metrado – Proyecto San Agustín (Área construida: 77.04 m²)

PRESUPUESTO DE OBRA						
PROYECTO	: Proyecto San Agustín (A const = 77.04 m ²)					
PRESUPUESTO 1.0	: Proyecto Encofrado Metálico					
PROPIETARIO	: JUAN CARLOS RISCO SULLON					
UBICACION	: DPTO: LIMA PROV: LIMA DIST: SAN MARTIN DE PORRES LOC: TESIS JUAN RISCO					
FECHA PROYECTO	: 26/03/2024					
Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1	Proyecto Encofrado Metálico					62,470.44
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y					2,391.17
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					2,391.17
OE.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES					1,364.00
OE.1.1.1.1	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	10.00	136.40	1,364.00	
OE.1.1.2	TRABAJOS PRELIMINARES					688.22
OE.1.1.2.1	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m ²	147.37	4.67	688.22	
OE.1.1.3	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO					338.95
OE.1.1.3.1	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO C/ EQUIPO	m ²	147.37	2.30	338.95	
OE.2	ESTRUCTURAS.					57,699.71
OE.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS					15,308.52
OE.2.1.1	EXCAVACIONES					7,211.30
OE.2.1.1.1	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS HASTA h:1.40 m	m ³	73.69	97.86	7,211.30	
OE.2.1.2	RELLENOS					3,555.81
OE.2.1.2.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/ COMPACT. 4HP	m ³	44.21	80.43	3,555.81	
OE.2.1.3	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO					1,591.60
OE.2.1.3.1	NIVELACIÓN Y COMPACTACION DE TERRENO C/ PISON MANUAL	m ²	147.37	10.80	1,591.60	
OE.2.1.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE					2,949.81
OE.2.1.4.1	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL DH = 30 m. (DIST. PROMEDIO)	m ³	73.69	40.03	2,949.81	
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					1,684.96
OE.2.2.1	SOLADOS					1,684.96
OE.2.2.1.1	SOLADO. CONCRETO C:H 1:12 e = 2"	m ²	67.86	24.83	1,684.96	
OE.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					40,706.23
OE.2.3.1	CIMENTOS REFORZADOS					9,228.04
OE.2.3.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO (fc = 210 kg/cm²)	m ³	20.23	376.70	7,620.64	
OE.2.3.1.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm² G60	kg	314.56	5.11	1,607.40	
OE.2.3.4	LOSAS DE CIMENTACIÓN					6,245.52
OE.2.3.4.1	CONCRETO PREMEZCLADO (fc = 210 kg/cm²)	m ³	8.31	376.70	3,130.38	
OE.2.3.4.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm² G60	kg	292.11	5.11	1,492.68	
OE.2.3.4.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	77.04	21.06	1,622.46	
OE.2.3.3	MUROS REFORZADOS					17,736.92
OE.2.3.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO (fc = 210 kg/cm²)	m ³	20.99	376.70	7,906.93	
OE.2.3.3.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm² G60	kg	1,219.96	5.11	6,234.00	
OE.2.3.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	170.75	21.06	3,596.00	
OE.2.3.4	LOSAS					7,495.74
OE.2.3.9.1	LOSAS MACIZAS					7,495.74
OE.2.3.9.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO (fc = 210 kg/cm²)	m ³	9.52	376.70	3,586.18	
OE.2.3.9.1.2	ACERO DE REFUERZO fc: 4200 kg/cm² G60	kg	421.32	5.11	2,152.95	
OE.2.3.9.1.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	83.41	21.06	1,756.61	
OE.3	ENCOFRADO METÁLICO					2,379.56
OE.3.1	ENCOFRADO DE ALUMINIO	und	1.00	2,379.56	2,379.56	
	Costo Directo					S/ 62,470.44
	SUB TOTAL					S/ 62,470.44

Fuente: Propia. Elaboración propia

Tabla 9: Resumen de Presupuesto – Proyecto San Agustín (Área construida= 77.04 m2)

PRESUPUESTO DE OBRA						
PROYECTO	: Proyecto San Agustín (A const = 77.04 m2)					
PRESUPUESTO 1.0	: Proyecto Encofrado Metálico					
PROPIETARIO	: JUAN CARLOS RISCO SULLON					
UBICACION	: DPTO: LIMA PROV: LIMA DIST: SAN MARTIN DE PORRES LOC: TESIS JUAN RISCO					
FECHA PROYECTO	: 26/03/2024					
Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1	Proyecto Encofrado Metálico					62,470.44
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y					2,391.17
OE.2	ESTRUCTURAS.					57,699.71
OE.3	ENCOFRADO METÁLICO					2,379.56
	Costo Directo					S/ 62,470.44
	SUB TOTAL					S/ 62,470.44

Fuente: Propia. Elaboración propia

6.3.1.1.3. Costo de producción y venta

La producción de viviendas modulares de concreto armado se realiza en base a distintos involucrados que permiten estimar el costo unitario de producción de cada vivienda. Entre los principales se tienen a los siguientes:

- Materiales
- Mano de obra
- Maquinarias
- Gestión de proyecto Uprete

Los costos de materiales y mano de obra se calcularán de acuerdo con los metrados que se obtienen en el inciso 5.2.1 de acuerdo a los planos de la Vivienda Buenavista y en base a un análisis de precios unitarios de acuerdo a este tipo de sistema. En el caso de las maquinarias, como se explicó anteriormente, en este tipo de proyectos se debe implementar una planta de producción de viviendas al pie de obra con el objetivo de reducir los costos de transporte de los módulos de vivienda desde la salida de la planta hasta el lugar de emplazamiento en el lote.

En la presente tesis, se realiza una estimación para el costo de la construcción de una planta de producción de viviendas la cual estará equipada con diferentes maquinarias con el objetivo de poder desarrollar la tecnología Upcrete (maquinarias y gestión de proyecto Upcrete) en la construcción de viviendas.

En la siguiente tabla, se muestra una estimación del costo de construcción de la planta de producción y los equipamientos que se necesitan en la tecnología Upcrete:

Tabla 10: Cotización – Planta de producción de viviendas

Planta de producción					
Dimensiones:		25 x 12 x 100 m.			
Equipamento de Planta					
Equipo	Cantidad		Precio S/.		Parcial
1 Estructura Planta de producción	1.00	S/	13,000,000.00	S/	13,000,000.00
2 Piso de concreto 350kg/cm2	1.00	S/	200,000.00	S/	200,000.00
3 Modulos 3D	3.00	S/	1,290,800.00	S/	3,872,400.00
4 Cubierta - Encofrado	3.00	S/	553,200.00	S/	1,659,600.00
5 Sistema de Bateria RATEC	1.00	S/	1,475,200.00	S/	1,475,200.00
6 Estación de bombeo UPP 100	2.00	S/	530,150.00	S/	1,060,300.00
7 Escalera - Encofrado	2.00	S/	322,700.00	S/	645,400.00
8 Balcón - Encofrado	2.00	S/	230,500.00	S/	461,000.00
9 Conector UCI	6.00	S/	5,071.00	S/	30,426.00
10 Silos de Cemento	3.00	S/	48,180.00	S/	144,540.00
11 Gestión de Proyecto + Otros	1.00	S/	15,048,000.00	S/	15,048,000.00
TOTAL				S/	37,596,866.00

Fuente: Propia. Elaboración propia

Asimismo, es preciso mencionar que la depreciación de las maquinarias utilizadas en este proyecto, según los parámetros establecidos por la SUNAT, se encuentran en el rango de maquinarias de uso industrial debido a los procesos que se siguen para tener como resultado la vivienda modular. Por eso, la depreciación anual de las maquinarias utilizadas es de 10% anual.

En la siguiente tabla, se muestra el monto de depreciación anual que presenta cada máquina Uprete, el valor de éstas al finalizar un periodo de cinco años y el gasto total anual debido a la depreciación de estas.

Tabla 11: Depreciación – Maquinarias de planta de producción de viviendas

Depreciación de maquinarias									
Equipo	Monto sin IGV (S/)	Tasa de depreciación anual	1	2	3	4	5	Valor en libros al 5to año (S/)	
3	Modulos 3D	S/ 1,290,800	10%	S/ 129,080	S/ 129,080	S/ 129,080	S/ 129,080	S/ 129,080	S/ 645,400
4	Cubierta - Encofrado	S/ 553,200	10%	S/ 55,320	S/ 55,320	S/ 55,320	S/ 55,320	S/ 55,320	S/ 276,600
5	Sistema de Batería RATEC	S/ 1,475,200	10%	S/ 147,520	S/ 147,520	S/ 147,520	S/ 147,520	S/ 147,520	S/ 737,600
6	Estación de bombeo UPP 100	S/ 530,150	10%	S/ 53,015	S/ 53,015	S/ 53,015	S/ 53,015	S/ 53,015	S/ 265,075
7	Escalera - Encofrado	S/ 322,700	10%	S/ 32,270	S/ 32,270	S/ 32,270	S/ 32,270	S/ 32,270	S/ 161,350
8	Balcón - Encofrado	S/ 230,500	10%	S/ 23,050	S/ 23,050	S/ 23,050	S/ 23,050	S/ 23,050	S/ 115,250
9	Conector UCI	S/ 5,071	10%	S/ 507	S/ 507	S/ 507	S/ 507	S/ 507	S/ 2,536

Gastos en depreciación (anual)					
Equipo	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año
T Depreciación Total	S/ 440,762	S/ 440,762	S/ 440,762	S/ 440,762	S/ 440,762

Fuente: Propia. Elaboración propia

En el caso de la construcción de vivienda masiva con el uso de encofrado modular de aluminio, el costo por el uso de este tipo de encofrado en una vivienda de las mismas características al del Proyecto Uprete se calculará de la siguiente manera:

- El costo de adquisición de encofrado de aluminio para Vivienda de $A = 62.73 \text{ m}^2$, se estimará con los datos de losas y superficie de contacto del encofrado en los muros.

Tabla 12: Datos Base de Vivienda San Agustin ($A = 62.73 \text{ m}^2$)

DATOS DE LA VIVIENDA		
m2 encofrado por vivienda (losa + placa)	374.99	m2
m2 de placas por vivienda	312.26	m2
m2 de placas Total (superficie de contacto)	312.26	m2
m2 de losas por vivienda	62.73	m2
m2 de losas Total	62.73	m2
Total m2 encofrado (losa + placa)	374.99	m2

Fuente: Propia. Elaboración propia

- Posteriormente se calculará el costo total de la compra de un encofrado metálico, el cual tiene cuenta con 900 usos como cantidad máxima de utilización, luego de ello se tendrá que calcular costos de resane o no calidad.

Tabla 13: Estimación de Costo de Encofrado Metálico (A = 62.73 m2)

CALCULO - COSTO ENCOFRADO METALICO A = 62.73 m2				
ITEM	DESCRIPCIÓN	m2	P.U.	Soles
1.00	ENCOFRADO MONOLÍTICO			
1.01	Encofrado 01 vivienda			
	Muros	374.99		
	Losa	62.73		
1.02	Complementos de rotación			
	Muros y Losas	72.14		
	Frisos	18.82		
	Sub Total	528.68	S/ 1,099.00	S/ 581,017.67
2.00	APUNTALAMIENTO DE LOSA			
2.01	Puntales de rotación			
	PUNTALES	87.82	S/ 382.98	S/ 33,634.07
COSTO TOTAL DE ENCOFRADO		S/ 614,651.74		
COSTO DE ENCOFRADO x m2		S/ 9,798.37		

Fuente: Propia. Elaboración propia

De la Tabla 13, el costo estimado de compra de un juego de encofrado metálico de aluminio de Área = 62.73 m2 es de S/ 614,651.74 soles, mientras que el costo por m2 de dicho encofrado se estima en S/ 9,798.37 soles.

Tabla 14: Análisis de Costos Unitarios de las partidas de No Calidad

CU0010002		Lijado y Desbaste en Contrazócalos, Vanos, Techos y Fachadas			Rendimiento:1.74 und/Día	
					Costo Unitario por und	387.13
Código	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio	Parcial	
MANO DE OBRA	MANO DE OBRA					353.87
470020006	OPERARIO	hh	13.333	26.54		353.87
MATERIALES	MATERIALES					15.57
480010008	Copa de desbaste de concreto	und	0.150	103.78		15.57
EQUIPO	EQUIPO					17.69
370010001	Herramientas Manuales	%mo	5.000	353.87		17.69
CU0010003		Resane de Troncoconicos y Muros			Rendimiento:0.512 und/Día	
					Costo Unitario por und	82.97
Código	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio	Parcial	
MANO DE OBRA	MANO DE OBRA					66.35
470020006	OPERARIO	hh	2.500	26.54		66.35
MATERIALES	MATERIALES					13.30
40040001	ARENA GRUESA	m ³	0.100	29.66		2.966
210080001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	0.333	31.00		10.33
EQUIPO	EQUIPO					3.32
370010001	Herramientas Manuales	%mo	5.000	66.35		3.32
CU0010004		Resane en Muros de Pasantes de Andamios			Rendimiento:1.728 und/Día	
					Costo Unitario por und	27.38
Código	Descripción	Unid.	Cantidad	Precio	Parcial	
MANO DE OBRA	MANO DE OBRA					22.12
470020006	OPERARIO	hh	0.833	26.54		22.12
MATERIALES	MATERIALES					4.15
210080001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	0.118	31.00		3.65
40040001	ARENA GRUESA	m ³	0.017	29.66		0.50
EQUIPO	EQUIPO					1.11
370010001	Herramientas Manuales	%mo	5.00	22.12		1.11

Fuente: Propia. Elaboración propia

En promedio, este tipo de encofrados se puede utilizar para la producción de 900 viviendas, pues luego de esta cantidad de usos los elementos ya presentan un desgaste que no permiten obtener un buen resultado de la estructura y podría resultar en sobrecostos por resanes de la estructura.

De la Tabla 14, el costo estimado de total de partidas de No Calidad es de S/ 497.48 soles por cada vivienda. Sin embargo, este costo se aplicará si la producción de viviendas supera la cantidad máxima de usos. Para el presente proyecto se estima una producción más del 25% más de la producción máxima.

Para un proyecto de similares características al Proyecto Buenavista en Ica, se necesitará adquirir 4 estructuras metálicas de encofrados. Por tal motivo, el costo por cada vivienda construida de 77.04 m² de área construida será el siguiente:

Tabla 15: Costo de Encofrado de Aluminio inc./ No Calidad (A = 62.73 m²)

CALCULO - COSTO ENCOFRADO METALICO INC/ NO CALIDAD (A = 62.73 m ²)					
ITEM	DESCRIPCIÓN		Cantidad	P.U.	Soles
COSTO TOTAL DE ENCOFRADO					S/ 614,651.74
	PRODUCCIÓN MÁXIMA		900.00		
	Adicional	25%	225.00		
3.00	NO CALIDAD				
			225.00	S/ 497.48	S/ 111,933.00
COSTO TOTAL DE ENCOFRADO					S/ 726,584.74
COSTO DE ENCOFRADO x m²					S/ 11,582.73

Fuente: Propia. Elaboración propia

- **Área de vivienda = 62.73 m²**

Costo de Adquisición de Encofrado = S/ 726,584.74 soles

$$\text{Costo por uso de encofrado x vivienda} = \frac{\text{Costo de adquisición x \# Encofrados}}{\text{Cantidad de uso máximo}}$$

$$\text{Costo por uso de encofrado x vivienda} = \frac{S/ 726,584.74 \times 3}{1,125}$$

$$\text{Costo por uso de encofrado x vivienda} = S/ 1,937.56 \times \text{vivienda}$$

- **Área de vivienda = 77.04 m²**

$$\text{Costo de Estimado de Adquisición de Encofrado} = \frac{S/11,582.73 \text{ soles}}{m^2} \times 77.04 \text{ m}^2$$

$$\text{Costo de Estimado de Adquisición de Encofrado} = S/ 892,333.63 \text{ soles}$$

$$\text{Costo por uso de encofrado x vivienda} = \frac{S/ 892,333.63 \times 3}{1,125}$$

$$\text{Costo por uso de encofrado x vivienda} = S/ 2,379.56 \text{ soles x vivienda}$$

En resumen, se tiene los siguientes costos por el uso del sistema Upcrete y encofrado metálico modular en una vivienda de 77.04 m2 de área:

Tabla 16: Resumen de costo por vivienda - utilización de sistemas constructivos

COSTO DE x VIVIENDA MODULAR (Área construida: 77.04 m2)			
Sistema Upcrete (15% Costo de producción)		Encofrado metálico	
S/	4,909.38	S/	2,379.56

Fuente: Propia. Elaboración propia

En general, la evaluación económica entre el sistema no convencional Upcrete y el sistema convencional con encofrado metálico se realizará en base al costo de producción de la vivienda modular en casco, debido a que la arquitectura en ambos tipos de vivienda es muy similar por lo que el este costo adicional por la arquitectura no será muy diferente. En el caso de las instalaciones eléctricas y sanitarias, este costo tampoco es muy significativo, ya que el monto es mínimo comparado al costo de estructuras.

De acuerdo con los datos resumen de la Tabla 12, se observa que el costo de influencia de cada sistema es muy distinto y que el sistema Upcrete presenta un costo mayor al otro sistema. Sin embargo, las maquinarias del sistema Upcrete tienen un tiempo de vida útil de aproximadamente 10 años en comparación a los 800 usos del encofrado metálico que se puede aproximar a 6 años de uso si se produce 1 vivienda cada 3 o 4 días solo en casco y para la construcción de un proyecto de 200 o 300 viviendas se debe comprar 3 o 4 juegos de encofrados de aluminio.

Por lo tanto, se tiene el siguiente cuadro comparativo en base a m2 construido:

Tabla 17: Comparativo (Sistema Upcrete – Encofrado Modular de Aluminio)

Partidas	SISTEMA UPCRETE		ENCOFRADO MODULAR DE ALUMINIO	
	Área construida = 77.04 m2			
	Costo	Costo x m2	Costo	Costo x m2
OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD.				
OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				
CONSTRUCCIONES PROVISIONALE Y EPPS	S/ 1,363.00	S/ 17.69	S/ 1,364.00	S/ 17.71
TRABAJOS PRELIMINARES	S/ 495.67	S/ 6.43	S/ 688.22	S/ 8.93
TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO	S/ 244.12	S/ 3.17	S/ 338.95	S/ 4.40
ESTRUCTURAS.				
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
EXCAVACIONES	S/ 1,600.01	S/ 20.77	S/ 7,211.30	S/ 93.60
RELLENOS	S/ 427.08	S/ 5.54	S/ 3,555.81	S/ 46.16
NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO	S/ 1,146.31	S/ 14.88	S/ 1,591.60	S/ 20.66
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	S/ 654.49	S/ 8.50	S/ 2,949.81	S/ 38.29
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	S/ 9.72	S/ 0.13	S/ 1,684.96	S/ 21.87
OBRAS DE CONCRETO ARMADO	S/ 23,037.98	S/ 299.04	S/ 40,706.23	S/ 528.38
PERNOS UPCRETE / ENCONFRADO ALUM.	S/ 3,750.84	S/ 48.69	S/ 2,379.56	S/ 30.89
TECNOLOGIA UPCRETE	S/ 4,909.38	S/ 63.73	S/ 0.00	S/ 0.00
COSTO TOTAL DE PRODUCCION	S/ 37,638.60	S/ 488.56	S/ 62,470.44	S/ 810.88

Fuente: Propia. Elaboración propia

Tabla 18: Comparativo de Ratios (Sistema Upcrete – Encofrado Modular de Aluminio)

MATERIAL	UND	SISTEMA UPCRETE		ENCOFRADO MODULAR DE ALUMINIO	
		Área construida = 77.04 m2			
		Metrado	Ratio	Metrado	Ratio
ACERO	kg/m2	1645.63	21.36	2329.29	30.23
CONCRETO	m3/m2	30.78	0.40	61.18	0.79

Fuente: Propia. Elaboración propia

6.3.1.2. Comercial

Para esta evaluación comercial se evaluará cada sistema (Upcrete – Encofrado de aluminio) mediante el uso de una matriz FODA que es utilizado para poder establecer el escenario competitivo de un producto, en este caso sistema y sus características que serán segmentadas en fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

Mediante esta metodología podremos evaluar de manera estratégica los factores críticos en cada sistema constructivo para hacer valer más sus fortalezas y oportunidades sobre sus debilidades y amenazas.

- Matriz FODA para el Sistema no convencional Upcrete

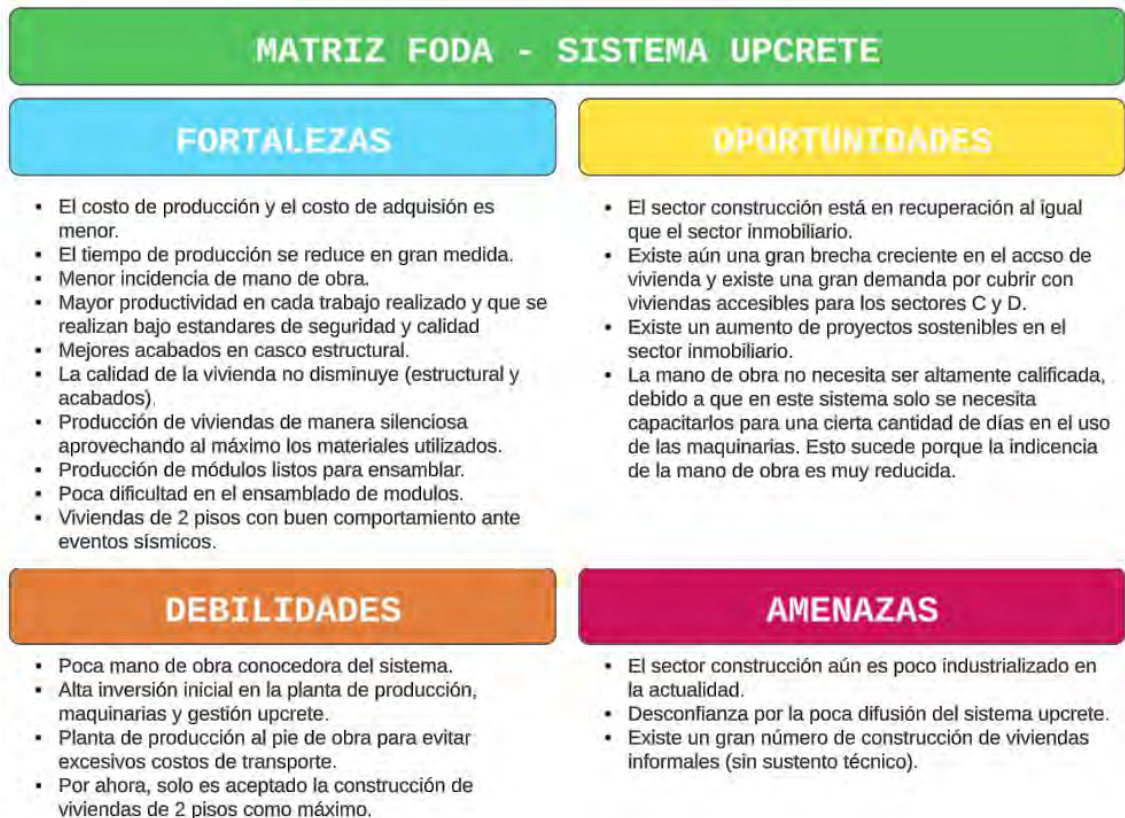


Gráfico 10: Matriz FODA – Sistema Upcrete

Fuente: Propia. Elaboración: Propia

- Matriz FODA para el Sistema convencional con Encofrado modular de aluminio



Gráfico 11: Matriz FODA – Encofrado modular de Aluminio

Fuente: Propia. Elaboración: Propia

6.3.2. Técnica y sismorresistente

Sistema Uprete

Como se mencionó en el inciso 4.3, el sistema constructivo no convencional Uprete cuenta con una resolución del 2023 con vigencia hasta el 2033 aprobada por el MVCS junto con la aprobación de SENCICO.

Además, un estudio realizado en el 2011 en la Facultad de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Católica indica que las viviendas Uprete superó satisfactoriamente las pruebas sísmicas basadas en sismos de magnitud superior a los 8 grados en la escala de Richter ocurrido en la ciudad de Lima en 1974, debido a que al ser una estructura vaciada de manera monolítica, se tiene una estructura con mayor rigidez, minimizando los daños producidos por

desplazamientos de la estructura durante movimientos telúricos. Sin embargo, la resolución en mención también indica que las viviendas Upcrete solo deben tener 2 pisos como máximo. Por tal motivo, las viviendas realizadas en nuestro país mediante este sistema constructivo solo son de esa altura como máximo o solo un piso.

Con respecto al peso de la estructura, los muros de concreto armado de estos módulos son de 8 cm. como máximo lo que resulta en menos cantidad de acero y concreto para su producción y menos pesos globales de la estructura. Además, con respecto a las cimentaciones, si bien la vivienda Buenavista presenta cimentaciones aislada, existen otros proyectos en los cuales sus cimentaciones pueden ser corridas. Este cambio depende del tipo de vivienda a edificar, al terreno donde se cimenta, entre otros.

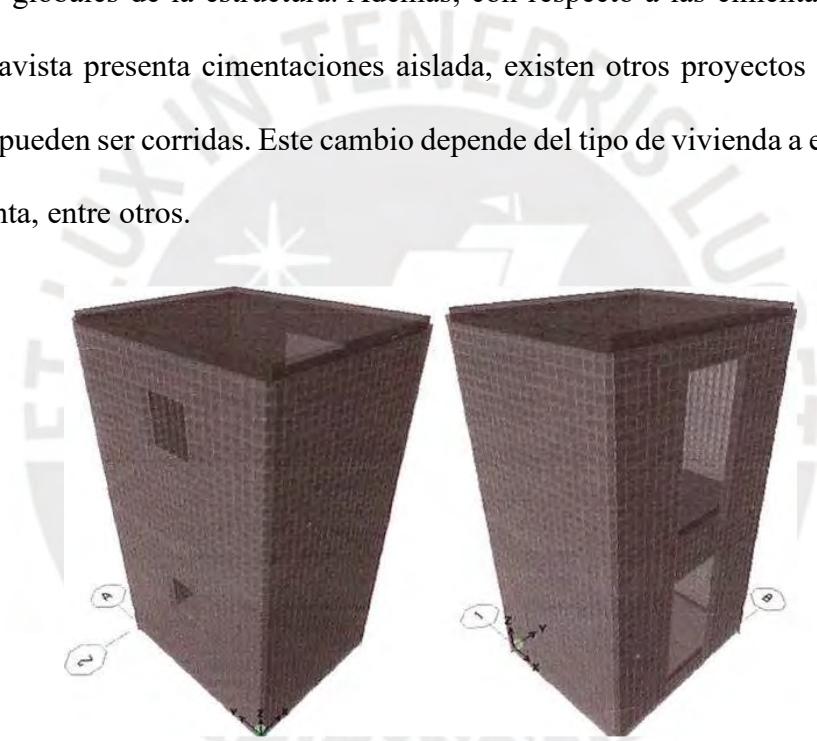


Imagen 108: Vivienda Upcrete (2.00 x 2.40 m) ensayada en Laboratorio PUCP

Fuente: Jhonatan David Fernández Rodríguez

Sistema de Encofrado de Aluminio

A diferencia que el sistema Upcrete, existen viviendas sociales construidas bajo el sistema de Encofrado de aluminio edificadas verticalmente con varios niveles superiores y horizontalmente como el proyecto San Agustín en el distrito de San Martín de Porres. Sin embargo, las cimentaciones se diferencian dependiendo de la dirección de edificación (horizontal

o vertical). Para el primero predomina el uso de cimentaciones superficiales si la casa es hasta de dos pisos. Mientras que para edificaciones de más niveles sí se necesitará realizar un estudio más profundo donde las cimentaciones resultan ser profundas.

Con respecto al peso de la edificación, este tipo de estructuras cuentan también con muros delgados de concreto armado (10 - 15 cm.) lo que indica menor uso de concreto y acero en su producción y, al igual que el sistema Upcrete, este tipo de estructuras de vaciado monolítico permite obtener estructuras con mayor rigidez. Asimismo, este sistema admite técnicas para tener una edificación con aislamiento térmico y/o acústico, lo cual permite la inclusión de algunos materiales como el poliestireno expandido en los muros u otros materiales.



Imagen 109: Edificio modular para Encofrado Modular de Aluminio
Fuente: Propia

6.3.3. De producción y seguridad laboral

- Sistema Upcrete

De acuerdo con el inciso 4.6, este sistema permite realizar una producción en cadena en base a la cantidad de maquinaria habilitada inicialmente en la planta de producción para el proyecto a realizar. En una jornada laboral, se produce de 2 a 3 viviendas como máximo (módulo,

techo, escalera, balcón, muros divisorios) que, posteriormente, son trasladados al aérea de acabados finales y luego transportados y ensamblados en el lote de vivienda y cuyo proceso completo toma alrededor de 80 horas. En los proyectos Upcrete en la ciudad de Ica, se planteó habilitar 3600 viviendas de diferentes características con un promedio de 7 viviendas habilitadas por semana.

En el siguiente gráfico se observa el tren de trabajo para la producción de viviendas con el sistema Upcrete:

SISTEMA UPCRETE						
PARTIDAS	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
ARMADO DE ACERO						
ARMADO DE IISS e IIEE						
COLOCACION EN ENCOFRADO						
VACIADO DE CONCRETO						
DESENCOFRADO DE MODULO						
PRIMEROS ACABADOS						
TRASLADO Y ENSAMBLAJE						
ÚLTIMOS ACABADOS						
ENTREGA						

Gráfico 12: Tren de trabajo – Sistema upcrete

Fuente: Propia. Elaboración: Propia

Con respecto a la seguridad, en este tipo de sistema constructivo, la mano de obra trabaja en un ambiente altamente controlado (taller de producción) aproximadamente un 80% del tiempo del total del tiempo producción y solo se trabaja fuera de la planta para las partidas de movimiento de tierras y cimentaciones e instalación de módulos de vivienda. Asimismo, para que la mano de obra pueda iniciar labores en este sistema constructivo no se necesita de una capacitación y/o experiencia previa, debido a que es la empresa inmobiliaria la encargada de capacitar al personal por un periodo de una o dos semanas para que esté habilitado para iniciar labores. Es por tales motivos que el riesgo y la incidencia de accidentes en este sistema se reduce en gran medida.

En el ANEXO 8, se observa los lineamientos mínimos recomendables que la empresa encargada establece para poder garantizar la protección de los trabajadores frente a algún riesgo en el área de trabajo dentro y fuera de la planta de producción. Este anexo se basa en la Ley N° 29783 de Seguridad y Salud en el trabajo, en la Norma Técnica G.50 de Seguridad durante la construcción, entre otros.

- Sistema Encofrado de aluminio

Según MFE Formwork Technology, la producción en cadena de viviendas con el sistema de encofrado de aluminio depende de la cantidad módulos completos de encofrados metálicos que se tienen al pie de obra, debido a que al inicio de la jornada laboral se comienza a armar el esqueleto de acero y al finalizar está partida se arma el módulo de encofrado metálico con planchas de aluminio y para en la segunda parte del día laboral o inicio del día siguiente se procede a vaciar el concreto prefabricado.

Posteriormente, el desencofrado de ciertos elementos se podría realizar en el día dos. Sin embargo, en elementos horizontales, esto se realizará 36 horas posterior al vaciado o cuando se haya alcanzado la resistencia requerida y por tal motivo aún se conservará los puntales que sostienen dicho encofrado.

En resumen, una planta de vivienda en casco se puede construir en un lapso de tres días laborales, dejando ciertos elementos sin desencofrar. En el siguiente tren de trabajo se puede observar cómo es la secuencia de este sistema:

SISTEMA DE ENCOFRADO DE ALUMINIO						
PARTIDAS	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
ARMADO DE ACERO						
ARMADO DE IISS e IIEE						
ARMADO DE MÓDULO DE ENCOFRADO						
VACIADO DE CONCRETO						
DESENCOFRADO DE VERTICALES						
PRIMEROS ACABADOS						
DESENCOFRADO DE HORIZONTALES						
ÚLTIMOS ACABADOS						
ENTREGA						

Gráfico 13: Tren de trabajo – Sistema Encofrado de aluminio

Fuente: Propia. Elaboración: Propia

Con respecto a la seguridad laboral, la incidencia de accidentes también es reducida debido a la menor cantidad de mano de obra involucrada. Asimismo, las planchas de aluminio son livianas a comparación de otros sistemas. Estas tienen un peso entre 20 y 25 kg por plancha y no se requiere de un equipo pesado para su traslado, armado y desarmado en el sitio. Sin embargo, en muchas ocasiones, el área de terreno donde se instala el encofrado y sus accesorios resulta ser reducida y los principales riesgos y posibles accidentes a tener en cuenta son los siguientes:

- Golpes y atrapamientos durante la manipulación de paneles, armado y desmontaje del encofrado.
- Golpes con puntales y/u otros accesorios del encofrado.
- Mala instalación y estallido del encofrado durante el vaciado de concreto (muros o losas).
- Caídas al mismo nivel del personal y/o materiales

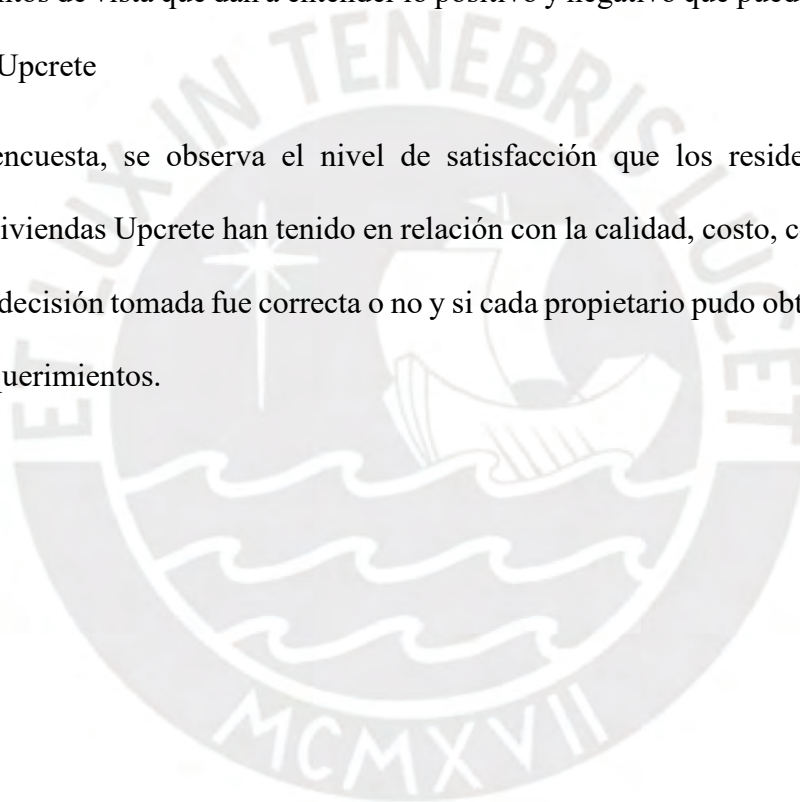
6.3.4. Análisis de satisfacción residencial

Es importante reconocer el nivel de satisfacción que el ser humano tiene en un ambiente en el cual habita en gran parte del día, pues esto ayudará a entender cuáles son las características de dicho entorno y cómo favorece en el desarrollo y desenvolvimiento del residente.

Como se precisa en el apartado 5.2.2, se realizó una encuesta en la urbanización Buenavista durante el trabajo de campo realizado a diversos residentes iqueños de dicha urbanización y en el ANEXO 10 se muestra los resultados obtenidos, mientras que en el ANEXO 11 se muestra un álbum fotográfico del trabajo en campo realizado en la región de Ica. Todo esto permite reconocer cómo son las viviendas Buenavista y la urbanización donde se emplaza.

Las encuestas han sido realizadas a 43 residentes de la urbanización mencionada, cada uno con variados puntos de vista que dan a entender lo positivo y negativo que puede ser las viviendas bajo el sistema Upcrete

En esta encuesta, se observa el nivel de satisfacción que los residentes de las Urb. Buenavista de viviendas Upcrete han tenido en relación con la calidad, costo, confort, entre otros que avalan si la decisión tomada fue correcta o no y si cada propietario pudo obtener una vivienda acorde a sus requerimientos.





CAPÍTULO 7

Resultados

CAPÍTULO 7

RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Resultados

- Económico

El sistema Upcrete presenta un costo directo menor al sistema de encofrado modular de aluminio. Esto se debe a que el sistema Upcrete presenta utiliza menor cantidad de concreto (m³) y de acero (kg) y el costo por mano de obra también disminuye el costo unitario de cada partida. En el primer punto, los elementos estructurales del sistema son más delgados respecto al otro sistema (8 cm vs 10 cm.) y la cantidad de concreto premezclado vaciado disminuye. En el segundo punto, el sistema upcrete utiliza menor cantidad de acero y de diámetro menor al sistema de encofrado de aluminio, ya que el primer sistema utiliza aceros estructurales de 4.7, 6 y 8 mm en su mayoría, mientras que el segundo sistema utiliza acero de 3.8” de diámetro.

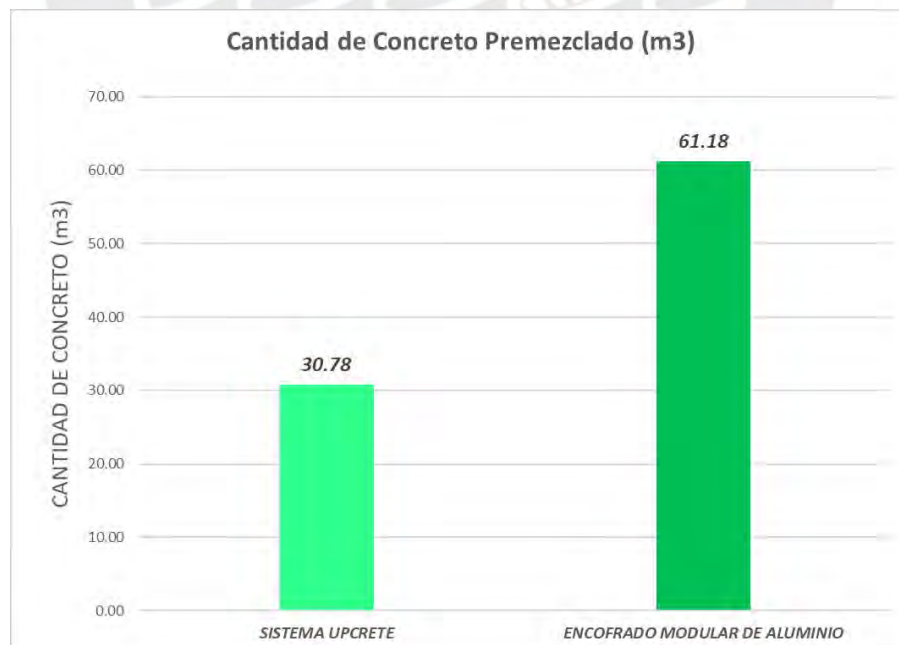


Gráfico 14: Comparación - cantidad de concreto de ambos sistemas (m³)

Fuente: Propia. Elaboración: Propia

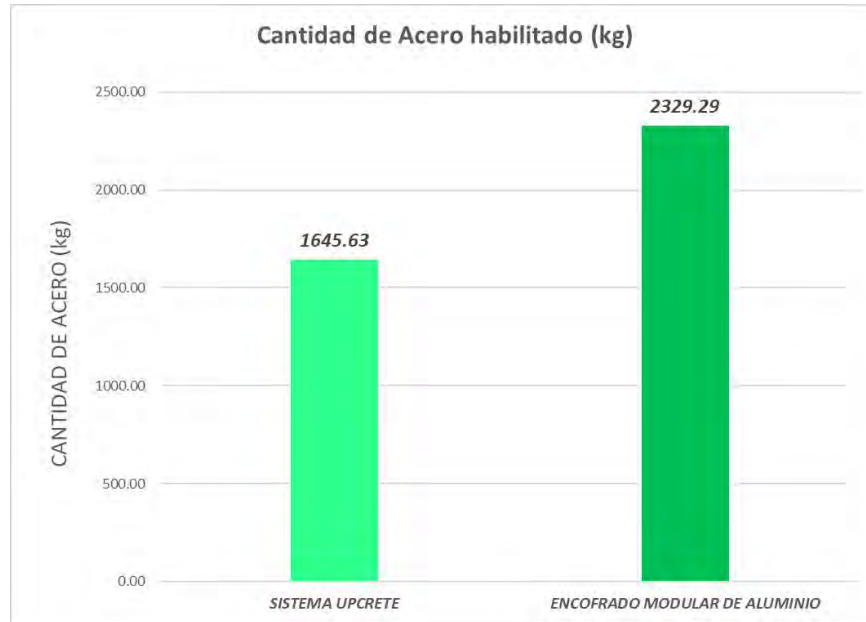


Gráfico 15: Comparación – cantidad de acero habilitado de ambos sistemas (kg)

Fuente: Propia. Elaboración: Propia

La cantidad de concreto premezclado usado en la vivienda Uprete de área de 77.04 m² se aproxima a la mitad de la cantidad que se usa en el otro sistema de la misma área. Con respecto al acero habilitado en el sistema de encofrado de aluminio es 41.54% superior respecto al sistema Uprete.

Por un lado, el sistema de encofrado de aluminio requiere gran manipulación y traslado de los moldes de aluminio y accesorios al sitio donde se requiere construir, lo que implica incluir en Análisis de Precios Unitarios (APUs) relacionados a esta actividad, lo cual implica generar residuos y aumentar el costo de producción. Además, si el proyecto conlleva la producción de una gran cantidad de viviendas, superior al uso máximo del encofrado, se debe agregar un costos de partidas de No Calidad mejorar la producción. Por otro lado, el sistema Uprete cuenta con una planta de fabricación fija con moldes fijos en cada estación y un procedimiento estandarizado que no requiere grandes traslados entre cada producción, lo que reduce la manipulación, tiempo traslado de materiales y accesorios y la cantidad de desperdicios generados.

Además, el costo por el uso de la tecnología upcrete costo por vivienda es mayor al sistema de encofrado de aluminio debido a que se utiliza una gran cantidad de tecnología en las maquinarias (Gráfico 17) y el costo por el uso del sistema upcrete se puede estimar al 15% del costo directo de las partidas de concreto armado. De la misma manera sucede en la inversión inicial que tiene la implementación del sistema upcrete en una región diferente a la ciudad de Ica. Sin embargo, la planta de producción ubicada en la urbanización Buenavista será temporal hasta el cierre de producción de viviendas, debido a que en un futuro se usará el casco de la estructura metálica construida para la implementación de un centro comercial o un gran mercado que permita complementar el proyecto Buenavista.

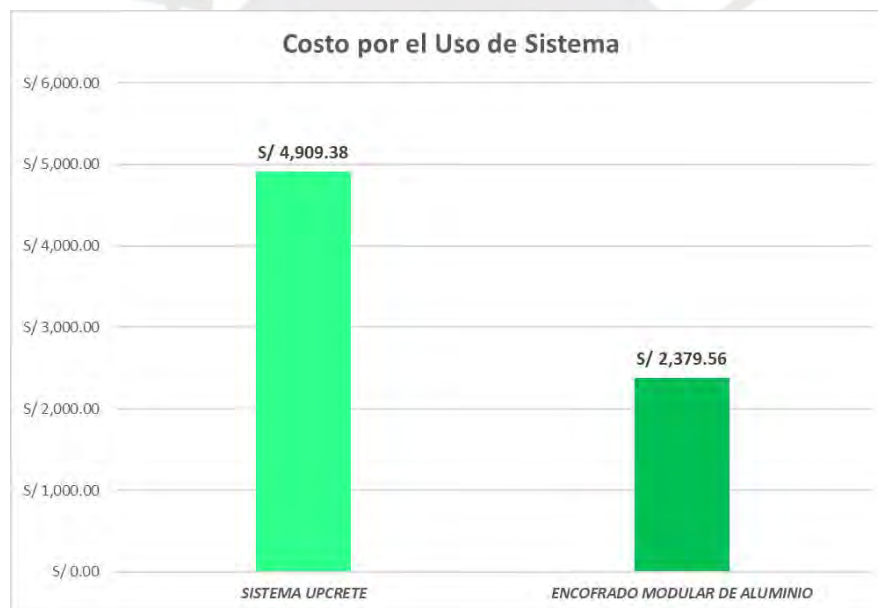


Gráfico 16: Comparación de por el uso de cada sistema (S./)

Fuente: Propia. Elaboración: Propia

En general, el costo de producción de las estructuras de concreto armado en el sistema Upcrete es menor y como se observa en el gráfico 16, el costo directo (en soles) de producción en este sistema es 60.25% menor respecto al sistema de encofrado de aluminio. Esto también se

podría ver reflejado en un precio de venta menor de una vivienda Upcrete, ya que resultarían ser más accesibles para familias de mediano y bajo nivel económico.

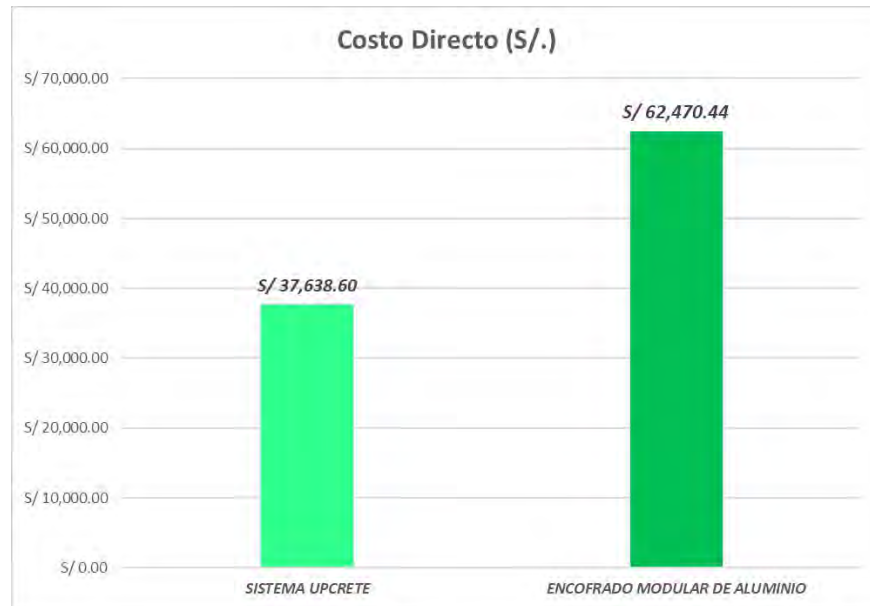


Gráfico 17: Comparación de costo directo de producción ambos sistemas (S./)

Fuente: Propia. Elaboración: Propia

- Producción y seguridad laboral

El sistema Upcrete presenta una gran ventaja en el número de viviendas producidas al día en casco y por semana con todos los acabados completos. Y esto se observa en los gráficos 10 y 11 donde el casco estructural del primer sistema se realiza en solo un día y luego se cura los elementos de las viviendas, mientras que en el otro sistema se logra desencofrar por completo aproximadamente en el día 4. Esto sucede debido a que los elementos de la vivienda Upcrete son vaciados de manera individual (módulo, techo, escalera, balcón y muros divisorios) y luego ensamblados, lo que acorta el tiempo que en el otro sistema se tiene por el apuntalamiento continuo de los elementos horizontales y, si abarca un proyecto de vivienda social, el plazo del proyecto usando el sistema Upcrete sería mucho menor, debido al menor tiempo en producción y entrega de viviendas.

Con respecto a la seguridad laboral, en el sistema Upcrete la mayor incidencia de mano de obra es en el armado del esqueleto de acero y en el ensamblaje del módulo de vivienda, debido a que el vaciado de concreto en el molde metálico se hace de manera automática, donde no se necesita un vibrado de la mezcla. Además, el traslado del módulo y componentes se realiza mediante un puente grúa, camión de carga y una grúa in situ en el lote de la vivienda; en cambio, todas las partidas del sistema de encofrado de aluminio involucran un gran aporte de mano de obra durante el armado y desarmado del encofrado y no existe un procedimiento automatizado mediante alguna maquinaria como en el Sistema Upcrete.

Por un lado, la incidencia de la mano de obra en el sistema de encofrado de aluminio representa aproximadamente el 36.41% del costo total de producción de una vivienda de 62.73 m² de área y de 36.99% en una vivienda de 77.04 m² de área, lo que podría estimar un porcentaje entre un 35% y 40% del costo de producción. Mientras que en el Sistema Upcrete, la incidencia de la mano de obra representa el 21.43%, lo cual indica que existe una reducción en la incidencia del personal obrero con el Sistema Upcrete.

- **Sistema de Encofrado de Aluminio (Área de vivienda = 62.73 m²)**

Tabla 19: Costos y Porcentajes de Incidencia - Encofrado Aluminio (A=62.73 m²)

INCIDENCIA DE COSTOS - ENCOFRADO ALUMINIO DE 62.73 m²			
COSTO TOTAL	S/	52,182.89	
TIPO	% PARTICIPACION	SUB TOTAL	
MATERIALES	49.54%	S/	25,849.05
MANO DE OBRA	36.41%	S/	18,999.40
EQUIPO	10.34%	S/	5,396.88
SUB-CONTRATOS	3.71%	S/	1,937.56
	100.00%	S/	52,182.89

Fuente: Propia. Elaboración propia

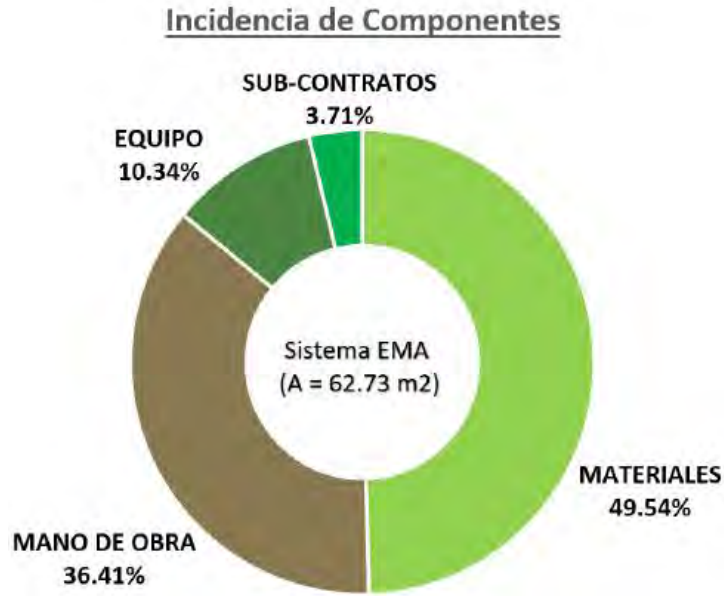


Gráfico 18: Incidencia de Mano de Obra – Encofrado Aluminio (A=62.73 m2)

Fuente: Propia. Elaboración: Propia

- **Sistema de Encofrado de Aluminio (Área de vivienda = 77.04 m2)**

Tabla 20: Costos y Porcentajes de Incidencia - Encofrado Aluminio (A=77.04 m2)

INCIDENCIA DE COSTOS - ENCOFRADO ALUMINIO DE 77.04 m2			
COSTO TOTAL	S/	62,470.44	
TIPO	% PARTICIPACION	SUB TOTAL	
MATERIALES	49.26%	S/	30,774.22
MANO DE OBRA	36.99%	S/	23,106.81
EQUIPO	9.94%	S/	6,209.85
SUB-CONTRATOS	3.81%	S/	2,379.56
	100.00%	S/	62,470.44

Fuente: Propia. Elaboración propia



Gráfico 19: Incidencia de Mano de Obra – Encofrado de Aluminio (A=77.04 m2)

Fuente: Propia. Elaboración: Propia

- **Sistema Upcrete (Área de vivienda = 77.04 m2)**

Tabla 21: Costos y Porcentajes de Incidencia – Sistema Upcrete (A=77.04 m2)

INCIDENCIA DE COSTOS - UPCRETE DE 77.04 m2			
COSTO TOTAL		S/ 37,638.60	
TIPO	% PARTICIPACION S/ UPCRETE	% PARTICIPACION C/ UPCRETE	SUB TOTAL
MATERIALES	68.10%	59.22%	S/ 22,289.18
MANO DE OBRA	24.65%	21.43%	S/ 8,067.77
EQUIPO	7.25%	6.30%	S/ 2,372.27
SUBTOTAL	100.00%	75.00%	S/ 32,729.22
SUB-CONTRATOS (UPCRETE)		15.00%	S/ 4,909.38
		100.00%	S/ 37,638.60

Fuente: Propia. Elaboración propia



Gráfico 20: Incidencia de Mano de Obra – Sistema Upcrete (A=77.04 m²)

Fuente: Propia. Elaboración: Propia

- Satisfacción residencial

De acuerdo con las encuestas realizadas a los 43 residentes de la Urbanización Buenavista, los residentes tienen una buena experiencia con respecto a su vivienda Upcrete y destacan el bajo precio de adquisición de la vivienda respecto a otras viviendas de interés social. Además, también resaltan que existe una cantidad de espacios interior y exterior en la cual se pueden desenvolver de una manera correcta con su entorno.

7.2. Conclusiones

- El presente trabajo de investigación demuestra que el sistema constructivo no convencional Upcrete presenta diferentes ventajas en consumo de materiales, plazo de construcción, calidad de acabados en casco estructural y seguridad en obra en la producción de viviendas sociales.

- Con respecto al consumo de materiales como concreto y acero corrugado, en una vivienda de 77.04 m² de área, se aprecia que el consumo de concreto premezclado y acero corrugado con el sistema upcrete representa un 50.31% y 41.54% menos, en el orden dado, respecto al sistema de encofrado de aluminio, lo que influye directamente en el costo directo de la vivienda y se puede obtener un costo comercial menor a otros sistemas. Es por ello que, a pesar de su alto costo inicial de inversión por la implementación del sistema y del costo estimado por el uso del sistema Upcrete, el costo de producción de vivienda con este sistema representa un 36.81% menos respecto al costo de producción con sistema de encofrado de aluminio.
- Se evidencia que el plazo de producción de viviendas disminuye con el uso del sistema Upcrete en aproximadamente 50%, lo que resulta una producción en cadena más efectiva en un proyecto de vivienda masiva. En los casos estudio, se propuso un proyecto que supere la producción de 3000 viviendas.
- Se muestra que la incidencia de la mano de obra (operario, oficial, y peón) en el sistema Upcrete se reduce significativamente en costo (soles) respecto al otro sistema. Con el primer sistema el costo es de S/8,067.77 soles, mientras que en el segundo sistema es de S/23,106.81 soles, lo que representa una reducción del 34.91%.

7.3. Recomendaciones

- En nuestro país, se debe promover e incentivar el uso de nuevos sistemas constructivos que permitan obtener diferentes y mejores beneficios en costo, calidad y plazo en la edificación de viviendas de interés social, ya que el sector inmobiliario aún presenta una escasa oferta ante la crecida de la demanda de viviendas de calidad y bajo costo y estos sistemas prefabricados, junto a la inversión privada, pueden ser una oportunidad para acelerar el

- crecimiento de la oferta de vivienda y realizar proyectos con procesos más eficientes y productivos. Además, debemos ponderar como un factor importante el buen desarrollo de la familia peruana en un ambiente que permita su estancia en una vivienda de calidad y sin carencia de espacios, servicios básicos y/o una vivienda que no esté acorde a sus necesidades básicas.
- Debido a que el sistema Upcrete presenta ventajas en sostenibilidad, es una gran oportunidad para implementarlo en proyectos de construcción sostenible que cumplan con las normativas medioambientales solicitados en el Perú. Además, existe la posibilidad de implementación en proyectos de vivienda social de mayor altura a un piso y proyectos de diseños arquitectónicos complejos, debido a la flexibilidad en el diseño y moldeado de figuras complejas que pueden adaptarse a las necesidades de innovación en el sector – esta variedad de innovación ya se desarrolla en Filipinas, Alemania y China y otros países alrededor del mundo. Por tal motivo, para incentivar el uso del sistema Upcrete y otros nuevos sistemas constructivos, es fundamental realizar ensayos y/o demostraciones en diferentes proyectos piloto en otras zonas del Perú, lo cual permita mostrar las ventajas del sistema en distintos entornos.
 - Como se mencionó en el inciso 4.3, el sistema no convencional Llaxta (Upcrete) cuenta con una resolución vigente y renovada que vence en el 2033 y que cuenta con la aprobación del Ministerio de Vivienda, Comunicaciones y Saneamiento; y SENSICO para la construcción de viviendas de 2 pisos como máximo y es una gran oportunidad el realizar nuevos estudios con el objetivo de monitorear, evaluar y mejorar el sistema Upcrete para poder extender el campo de acción de este tipo de sistemas en nuestro país.

- Todo lo descrito conlleva a que este sistema constructivo podría mantenerse en el mercado inmobiliario peruano y se estima que para el 2025 se tendrá más de 6000 viviendas Upcrete habitadas en los distintos proyectos que se tiene en las zonas de Ica, Chincha y Piura. Sin embargo, este sistema solo resultará rentable en diferentes regiones si se promueve en realizar proyectos de gran envergadura en el sector inmobiliario con edificaciones de construcción repetitiva, debido a que cuenta con una gran inversión inicial.



BIBLIOGRAFIA

- Alquimodul Perú. (S/A). *Sistema constructivo modular*. Recuperado el 10 de julio de 2021, de Alquimodul Perú: <https://www.alquimodul-peru.com/sistemas-constructivos-modulares/sistema-de-construccion-modular-cm/>
- Apuntes de arquitectura. (30 de setiembre de 2014). *Arquitectura residencial en base a módulos - Aplihorsa Modular*. Recuperado el 09 de julio de 2021, de Apuntes - Revista digital de arquitectura: <http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2014/09/arquitectura-residencial-en-base.html>
- Aragones, J. (2010). *La construcción en el antiguo Perú*. Recuperado el 2021 de junio de 12, de Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía: <http://www.minasyenergia.upm.es/attachments/article/631/bouso.pdf>
- Aragónés, J. L. (2010). *La construcción en el antiguo Perú*. Lima. Recuperado el 10 de junio de 2021, de http://oa.upm.es/11669/2/Materiales_de_construccion.Criterios_de_sostenibilidad_y_desarrollo.pdf
- Archdaily. (30 de diciembre de 2015). *Sistema constructivo modular de hormigón / SUMMARY*. Recuperado el 08 de julio de 2021, de Archdaily Perú: <https://www.archdaily.pe/pe/779654/sistema-gomos-saas-samuel-goncalves>
- Baca, J. (01 de marzo de 2021). *El potencial del Sector Construcción como reactivador*. Recuperado el 16 de junio de 2021, de Alerta Economica: <https://alertaeconomica.com/el-potencial-del-sector-construccion-como-reactivador/>
- Ballester, F. (21 de marzo de 2012). *Industrialización de la Construcción: avances y retos futuros*. Recuperado el 30 de junio de 2021, de Universidad de Cantabria - GITECO: http://www.anmopyc.es/resources/archivos/noticias/124/mesa_redonda_2_-_industrializacion_para_la_construccion.pdf
- Banco Central de Reserva del Perú. (2024). *BCRPData*. Recuperado el 01 de junio de 2024, de Estadísticas BCRP - Gerencia Central de Estudios Económicos: <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/trimestrales/resultados/PN02504AQ/html>
- Blanco, J. (2003). *Estudio relativo a la construcción modular*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Bloomquist, M. (28 de enero de 2016). *El panel de Tilt-Up más alto del mundo erigido en Miami - Florida*. Recuperado el 02 de julio de 2021, de Tilt-Up Today: <http://tilt-up.org/tilt-uptoday/2016/01/28/el-panel-de-tilt-up-mas-alto-del-mundo-erigido-cerca-de-miami-florida/>
- Bloqueras Org. (S/A). *Bloques de Concreto*. Recuperado el 29 de junio de 2021, de Bloqueras: <https://bloqueras.org/bloques-concreto/>

- BOSSGOO. (s.f.). *Ventajas y desventajas del encofrado de aluminio*. Recuperado el 04 de julio de 2021, de BOSSGOO - Sitio web: https://es.bossgoo.com/member_cndeming/razor-wire/aluminum-formwork-advantages-and-disadvantages-56727875.html
- Bussines Empresarial. (26 de Abril de 2023). *Sector inmobiliario peruano se mantendrá dinámico en el 2023, según Jorge González Izquierdo*. Recuperado el 08 de Setiembre de 2023, de Business Empresarial: <https://www.businessempresarial.com.pe/sector-inmobiliario-peruano-se-mantendra-dinamico-en-2023-segun-jorge-gonzalez-izquierdo/>
- Calderon, L. A. (2015). *Revista El Arquitecto Peruano. Reseña de la Cultura Arquitectonica del Perú*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 10 de junio de 2021
- Casa Prefabricadas. (2017). *Casas modulares y otros prefabricados por Aplihorsa Modular*. Recuperado el 11 de julio de 2021, de Casas prefabricadas ya - Sitio web: <https://casasprefabricadasya.com/casas-modulares-otros-prefabricados-aplihorsa-modular/>
- Cementos Inka. (26 de enero de 2019). *PRINCIPALES MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN*. Recuperado el 21 de mayo de 2021, de Cementos Inka - Pagina web: <http://www.cementosinka.com.pe/blog/principales-materiales-de-construccion/>
- Champa, M. J. (2018). *Conjuntos Habitacionales Años 50*. Recuperado el 12 de junio de 2021, de Scribd: <https://es.scribd.com/presentation/368502121/Conjuntos-Habitacionales-Anos-50>
- Chang, M. A. (2014). *Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema modular de construcción industrializada modular*. Lima.
- Constructor Civil. (02 de mayo de 2013). *PRINCIPALES ETAPAS EN EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCIÓN*. Recuperado el 01 de junio de 2021, de Tips para la Construcción de Edificaciones, Casas Materiales y Equipos de Construcción.: <https://www.elconstructorcivil.com/2013/05/principales-etapas-en-el-desarrollo-de.html>
- Containers Sudamérica Perú. (S/A). *Productos*. Recuperado el 10 de julio de 2021, de Constainers Sudamérica Perú - Sitio web: <https://www.containersudamericaperu.com/index.php/producto/modulo-oficina-20-o-40-pies/>
- COSTOS SAC. (mayo de 2024). Suplemento Técnico. (L. U. Cullanco, Ed.) *Costos - Revista Especializada para la Construcción* (331), 51. Recuperado el 15 de junio de 2024
- Díaz, M. (02 de Febrero de 2023). ASEI: Sector inmobiliario creció 4% en 2022. *Economía*. (M. R. Enciso, Entrevistador) El Comercio. Recuperado el 08 de Setiembre de 2023, de El Comercio: <https://elcomercio.pe/economia/asei-sector-inmobiliario-crecio-4-en-2022-noticia/?ref=ecr>
- EcuRed. (S/A). *Arquitectura incaica*. Recuperado el 10 de junio de 2021, de EcuRed: https://www.ecured.cu/Arquitectura_incaica

- Espacio BIM. (S/A). *¿Qué es BIM?* Recuperado el 14 de julio de 2021, de Espacio BIM - Sitio web: <https://www.espaciobim.com/bim>
- Fernandez, J. D. (2014). *Evaluación estructural de una edificación usando el sistema constructivo no convencional "Sistema Constructivo Llaxta"*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Fondo MiVivienda. (2021). *Boletín Estadístico Anual - 2020*. Boletín, LIMA.
- Fondo MiVivienda. (Junio de 2021). Desembolso histórico de Bonos Habitacionales Familiares. *Excell*. Lima, Lima, Perú.
- Fondo MiVivienda. (junio de 2021). Desembolso histórico de los productos MiVivienda. *Excell*. Lima, Lima, Perú.
- Fondo MiVivienda. (2024). *Noticias del Sector*. Recuperado el 01 de junio de 2024, de Fondo MiVivienda - Portal Web: <https://www.mivivienda.com.pe/PORTALWEB/fondo-MIVIVIENDA/noticias-del-sector.aspx>
- Gestión, R. (18 de Agosto de 2020). *Sector construcción: balance negativo y perspectivas no tan favorables, según Capeco*. Recuperado el 25 de abril de 2021, de Gestión: <https://gestion.pe/economia/sector-construccion-balance-negativo-y-perspectivas-no-tan-favorables-revelo-capeco-noticia/>
- Gruppe, H. (11 de abril de 2016). *Unir, generar y analizar información con BIM*. Recuperado el 14 de julio de 2021, de Hildebrandt Group: <http://www.hildebrandt.cl/unir-generar-y-analizar-informacion-con-bim/>
- Gürtner, E. (21 de diciembre de 2016). *Prefabricación y vivienda social en Latinoamérica*. Recuperado el 12 de julio de 2021, de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/prefabricaci%C3%B3n-y-vivienda-social-en-latinoam%C3%A9rica-eduardo-g%C3%BCrtner/?originalSubdomain=es>
- INEI. (Setiembre de 2023). Perú: Producto Bruto Interno según actividad económica (Nivel 9), 1951-2022. Lima, Lima, Perú. Recuperado el 10 de Setiembre de 2023, de INEI: <https://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/main-macroeconomic-indicators/>
- Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP) de la Cámara de Comercio de Lima. (26 de Diciembre de 2022). *La Cámara*. Recuperado el 11 de Setiembre de 2023, de Economía peruana: El 2022 no fue un buen año: <https://lacamara.pe/economia-peruana-el-2022-no-fue-un-buen-ano/>
- Instituto Peruano de Economía. (14 de abril de 2024). *Portal del Instituto Peruano de Economía*. Recuperado el 25 de mayo de 2024, de <https://www.ipe.org.pe/portal/construccion-habria-crecido-66-en-el-primer-trimestre/>
- Insuma Sur. (29 de junio de 2020). *¿Steel Framing? y ¿Steel-Deck?: De qué se tratan estas nuevas formas de construir*. Recuperado el 03 de julio de 2021, de Insuma Sur - Sitio web:

- <https://www.insumasur.com/novedades/steel-framing-y-steel-deck-de-que-se-tratan-estas-nuevas-formas-de-construir/>
- Ladrillo Lark. (S/A). *Ladrillos Para Muro*. Recuperado el 29 de junio de 2021, de Ladrillos LARK: <https://ladrilloslark.com.pe/productos/ladrillos-para-muro/>
- Laminas y Aceros de Yucatán S.A. (01 de agosto de 2017). *Vigas y Columnas: Presentes en cualquier sistema constructivo*. Recuperado el 28 de junio de 2021, de Blog Laminas y Acero: <https://blog.laminasyaceros.com/blog/vigas-y-columnas.-presentes-en-cualquier-sistema-constructivo>
- Llaxta Perú. (S/A). *Llaxta - Quiénes somos*. Recuperado el 10 de julio de 2021, de Llaxta Perú - Sitio web: <http://www.llaxta.com/>
- Manyas, C. (15 de enero de 2013). *Chan Chan, la gran capital de barro del poderoso Reino Chimú*. Recuperado el 15 de junio de 2021, de Historia - National Geographic: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/chan-chan-gran-capital-barro-poderoso-reino-chimu_6850
- Manyas, C. (24 de octubre de 2019). *Caral, una gran civilización al norte de Perú*. Recuperado el 01 de junio de 2021, de Historia - National Geographic: https://historia.nationalgeographic.com.es/a/caral-gran-civilizacion-norte-peru_14823
- Ministerio de Cultura del Perú. (2017). Concreto Expuesto: Expansión y legado de la arquitectura brutalista. *Perú Cultura*, 1 - 9.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2012 de enero de 2012). *Aprobar el Sistema Constructivo No Convencional denominado "SISTEMA CONSTRUCTIVO LLAXTA", presentado por la empresa LLAXTA S.A.C, por un plazo de 10 (diez) años*. Obtenido de Portal del Gobierno Peruano: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/14288-24-2012-vivienda>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (20 de diciembre de 2023). *Aprobar el Sistema Constructivo No Convencional "Sistema Constructivo Llaxta", presentado por la empresa Inmobiliaria Yaurilla S.A.C., con una vigencia de diez (10) años*. Obtenido de Portal del Gobierno Peruano: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/4956249-560-2023-vivienda>
- Morales, R. (19 de agosto de 2017). *Arquitectura Chavín: Características y Obras Más Notables*. Recuperado el 02 de junio de 2021, de Liferder: <https://www.liferder.com/arquitectura-chavin/>
- Multitainer S.A. (14 de diciembre de 2018). *Keetwonen, la ciudad de los CONTENEDORES*. Recuperado el 10 de julio de 2021, de Multitainer - Sitio web: <https://www.multitainer.com.pe/keetwonen-la-ciudad-de-los-contenedores/>

- ONTIL ORG. (S/A). *PLACA YESO 12.5 mm STANDARD KNAUF*. Recuperado el 28 de junio de 2021, de ONTIL: https://www.ontil.com.uy/placa-yeso-12-5-mm-standard-knauf-1-20-x-3-00/art_386/
- Ortega, M. (junio de 2020). Los beneficios de la industrialización de la construcción. *Journal BIM & Construction Management, Vol. II*, 1 - 9. Obtenido de Journal of BIM and Construction Management: <https://journalbim.org/?journal=jb&page=article&op=view&path%5B%5D=11&path%5B%5D=18>
- PERI GmbH. (2015). Formwork Scaffolding Engineering. *Revista PERI UNO*, 09, 40. Obtenido de PERI Perú.
- PERI GROUP. (s.f.). *PERI Group*. Recuperado el 01 de abril de 2024, de PERI Perú: <https://www.peri.com.pe/>
- Perú Info. (4 de abril de 2019). *Sechín: conoce la cultura previa a Chavín que marcó un hito en la arqueología peruana*. Recuperado el 9 de junio de 2021, de Blog Perú Info: <https://peru.info/es-pe/talento/noticias/6/24/sechin--conoce-la-cultura-previa-a-chavin-que-marco-un-hito-en-la-arqueologia-peruana>
- Preansa Perú. (2021). *Nosotros - Preansa Perú*. Recuperado el 12 de julio de 2021, de Preansa Perú - Sitio web: <http://www.preansa.com.pe/nosotros/>
- PROMET PERU. (2021). *Promet*. Recuperado el 31 de mayo de 2021, de Inicio Promet: <http://promet.com.pe/>
- Quispe, K. G. (03 de mayo de 2023). *Tasas de interés de los créditos del Fondo Mivivienda podrían bajar, adelanta el MVCS*. Recuperado el 01 de marzo de 2024, de Gestión Web: <https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/las-tres-medidas-que-apuntan-a-bajar-la-tasa-de-interes-de-los-creditos-del-fondo-mivivienda-creditos-hipotecarios-viviendas-peru-noticia/?ref=gesr>
- Ratec, & Reymann Technik. (2023). *Meet the people behind the better ideas*. Hockenheim: Ratec Organization.
- Raza, K. (07 de setiembre de 2016). *Arquitectura de la Cultura Mochica*. Recuperado el 05 de junio de 2021, de Slideshare: <https://es.slideshare.net/katherinekellyestrellamarcelo/arquitectura-de-la-cultura-mochica>
- Real Academia Española. (2020). *Construir*. Recuperado el 28 de junio de 2021, de Diccionario de la Real Academia Española: <https://dle.rae.es/construir>
- Redacción Gestión. (22 de enero de 2021). *Fondo Mivivienda informó que colocación de créditos cayó 31.6% en 2020 por pandemia*. Recuperado el 22 de junio de 2021, de Gestión: <https://gestion.pe/economia/fondo-mivivienda-informo-que-colocacion-de-creditos-cayo-316-en-2020-por-pandemia-nndc-noticia/>

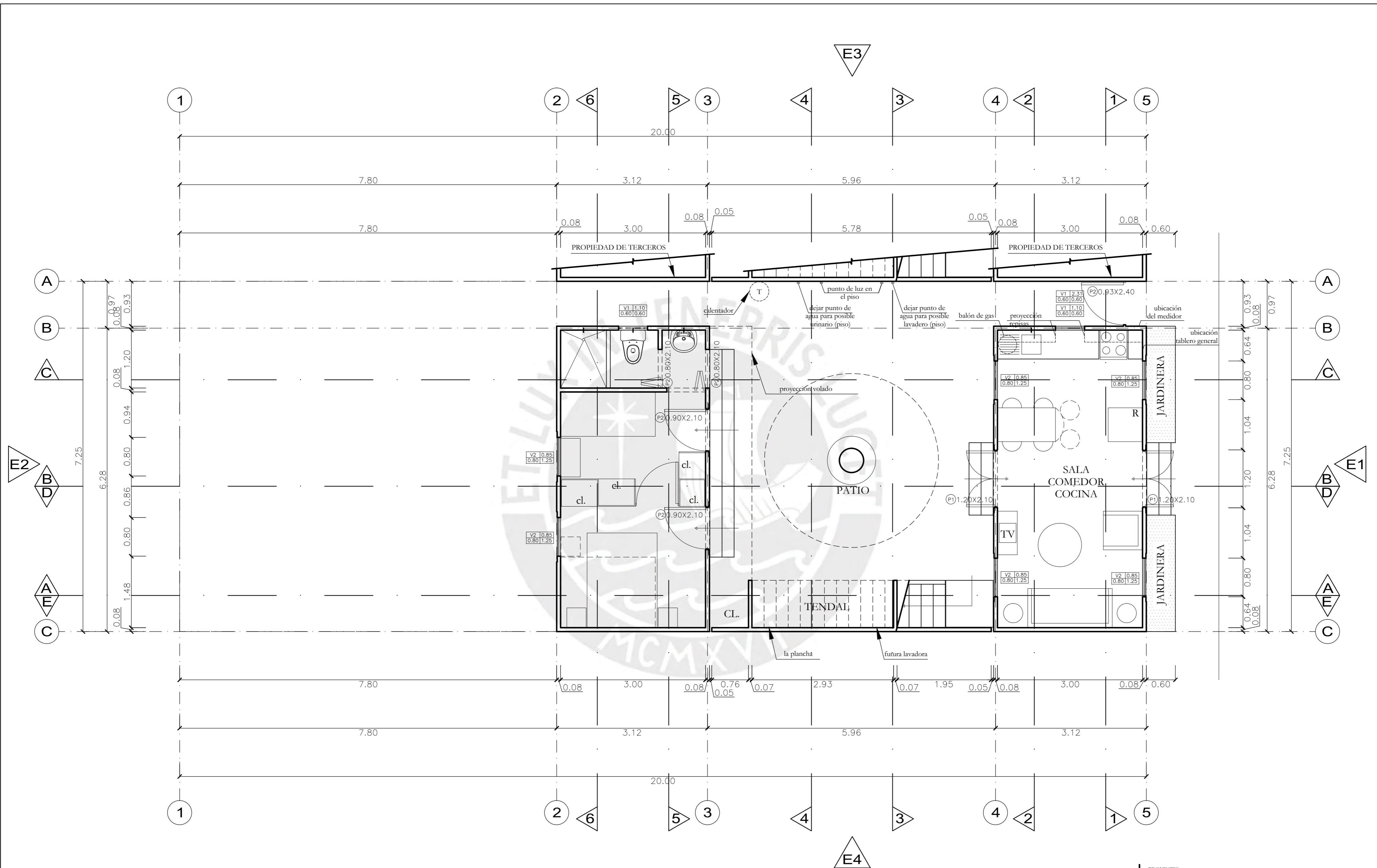
- Reymann Technik. (2019). Upcrete® – Technologie. *Meet the better ideas - upcrete® your business*, 1 - 32.
- Rodriguez, G., Gil, J., & Garcia, E. (2002). *Metodología de la investigación cualitativa*. Santiago de Cuba: PROGRAF.
- Sampieri, R., Collado, C., & Lucio, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Silva, O. (s.f.). *El Tilt-Up y las edificaciones industriales*. Recuperado el 02 de julio de 2021, de 360 en Concreto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/tilt-up-y-las-edificaciones-industriales>
- Silva, O. (S/A). *Formaletas tipo túnel para sistemas industrializados de muros y placas de concreto*. Recuperado el 10 de julio de 2021, de 360 en concreto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/formaleta-tipo-tunel-para-sistemas-industrializados>
- Tavera, L. (S/A). *Chilca, Pueblo 1*. Recuperado el 31 de mayo de 2021, de Sitios arqueológicos: <https://www.arqueologiadelperu.com.ar/chilca.htm>
- Tavera, L. (S/A). *Kotosh*. Recuperado el 02 de junio de 2021, de Sitios arqueológicos: <https://www.arqueologiadelperu.com.ar/kotosh.htm>
- Torres, H. (25 de Julio de 2023). *Sector construcción cayó 9,8% en el primer semestre del 2023, según Capeco*. Recuperado el 10 de Setiembre de 2023, de La República: <https://larepublica.pe/economia/2023/07/25/sector-construccion-cayo-98-en-el-primer-semestre-del-2023-segun-capeco-883575>
- ULMA Construction. (S/A). *Encofrado de grandes prestaciones*. Recuperado el 02 de julio de 2021, de ULMA Construction - sitio web: <https://www.ulmaconstruction.com.pe/es-pe/encofrados>
- VDM Construcciones. (09 de julio de 2018). *Obra Vivienda Unifamiliar – Steel Framing*. Recuperado el 03 de julio de 2021, de VDM Construcciones - Sitio web: <https://vdmconstrucciones.com/2018/07/09/obra-vivienda-unifamiliar-steel-frame/>
- Yepes Piquera, V. (01 de marzo de 2017). *¿Qué son y para qué sirven los encofrados?* Recuperado el 02 de julio de 2021, de Universidad Politécnica de Valencia: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2017/03/01/que-son-y-para-que-sirven-los-encofrados/>
- Yepes Piquera, V. (14 de mayo de 2018). *Carros de encofrado para la construcción de puentes por avance en voladizo*. Recuperado el 02 de julio de 2021, de Universidad Politécnica de Valencia: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/05/14/carros-de-encofrado-para-la-construccion-de-puentes-por-avance-en-voladizo/>
- Zoppi, G. (2003). *Sistema constructivo Tilt-Up*. Santiago: Universidad André Bello.



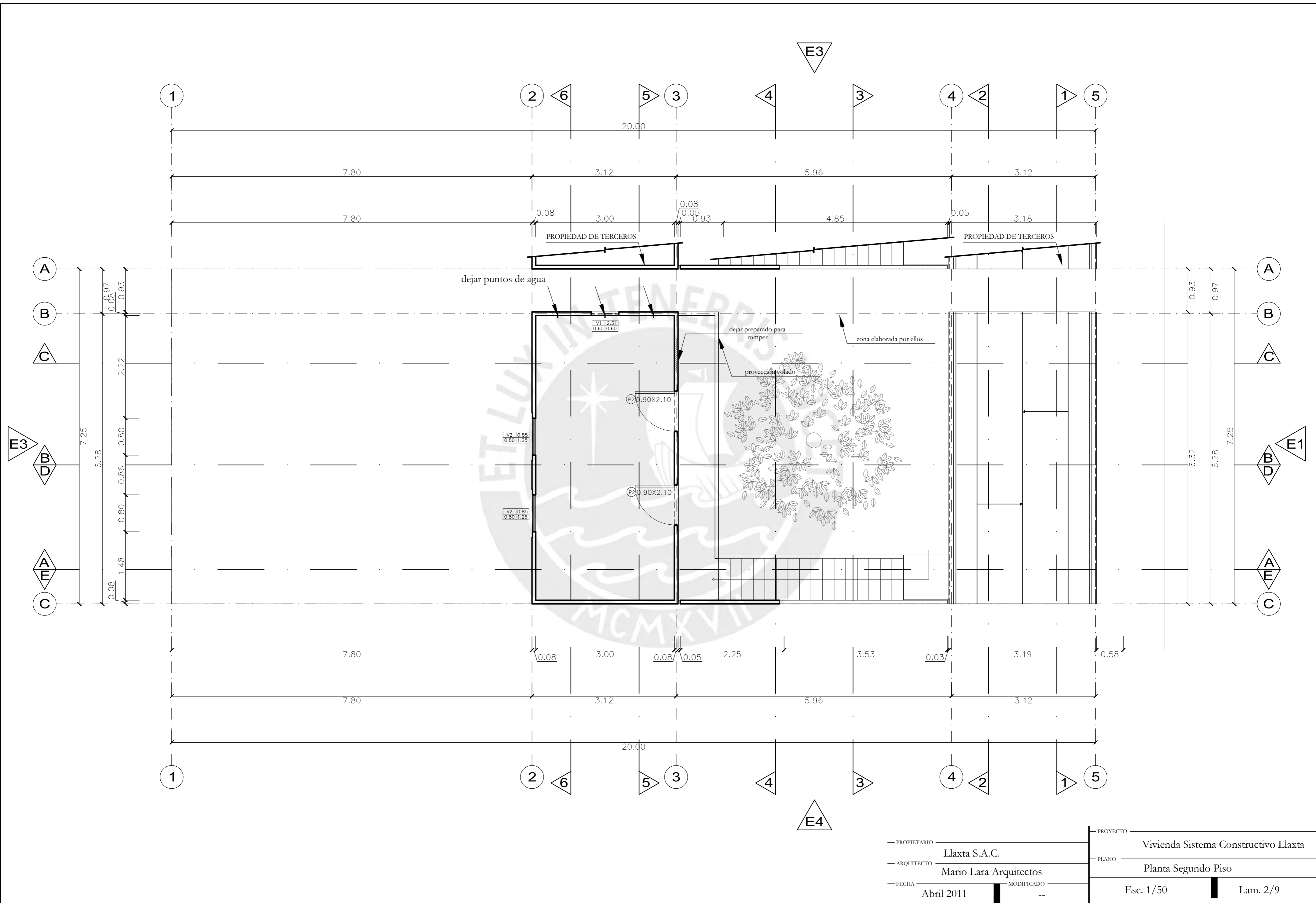
ANEXOS



ANEXO 1
Planos de Vivienda Llaxta



PROPIETARIO	Llaxta S.A.C.	PROYECTO	Vivienda Sistema Constructivo Llaxta
ARQUITECTO	Mario Lara Arquitectos	PLANO	Planta Primer Piso
FECHA	Abril 2011	MODIFICADO	Esc. 1/50
			Lam. 1/9



PROPIETARIO
Llaxta S.A.C.

ARQUITECTO
Mario Lara Arquitectos

FECHA
Abril 2011

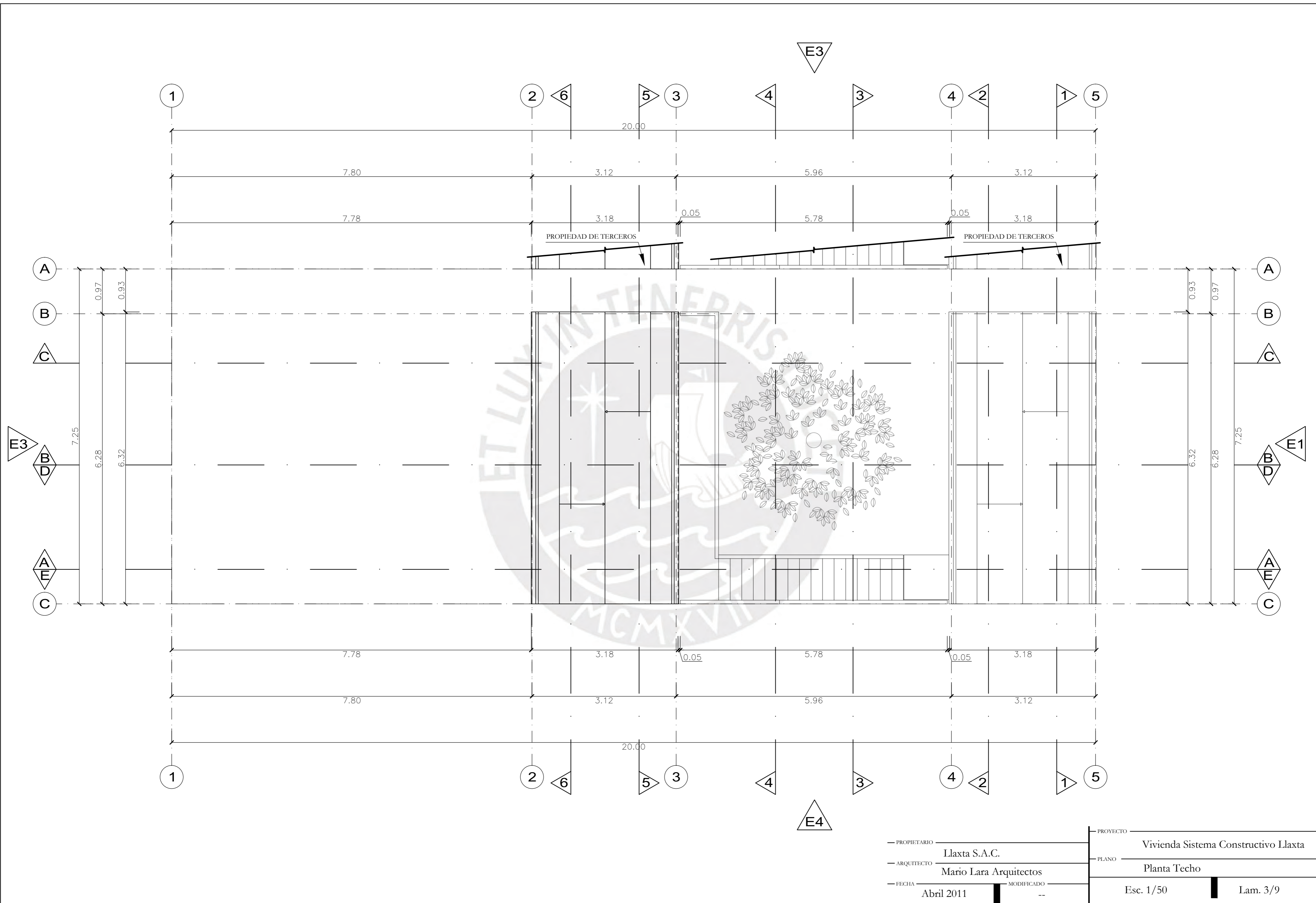
PROYECTO
Vivienda Sistema Constructivo Llaxta

PLANO
Planta Segundo Piso

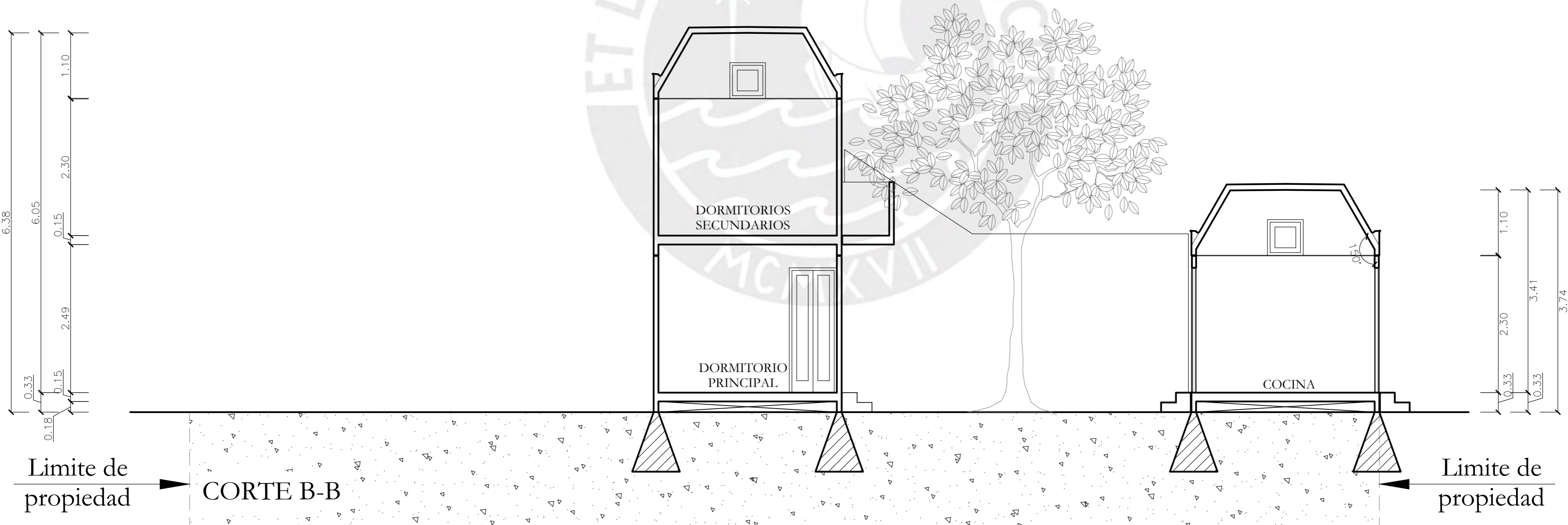
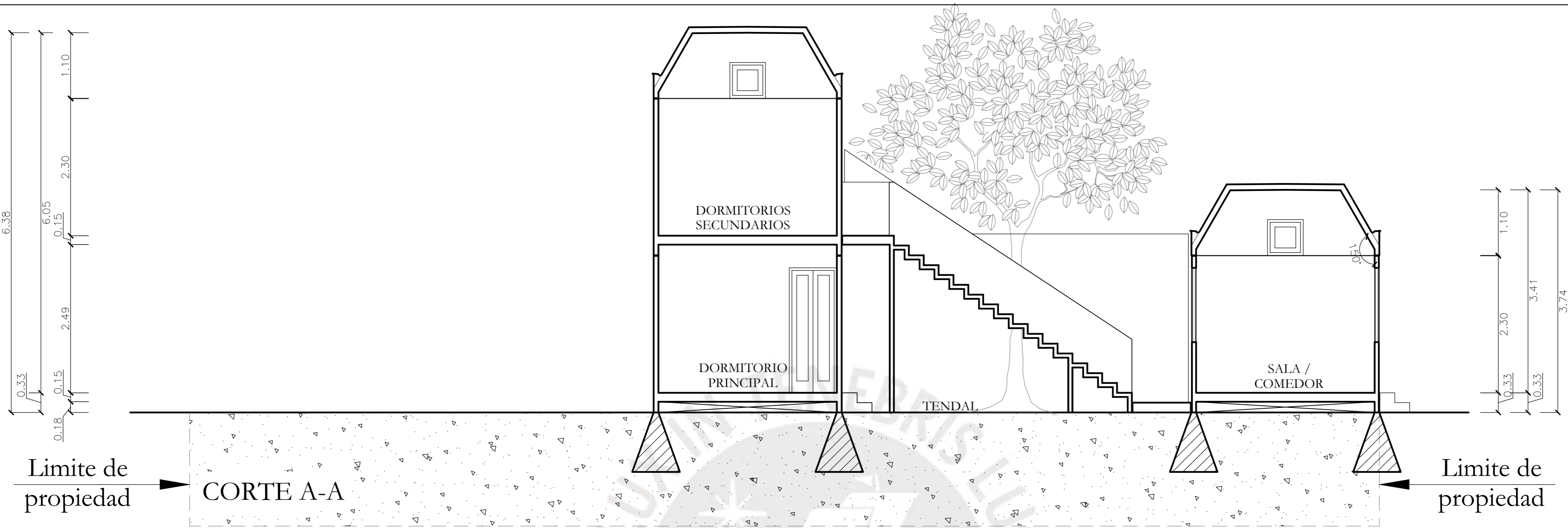
MODIFICADO
--

Esc. 1/50

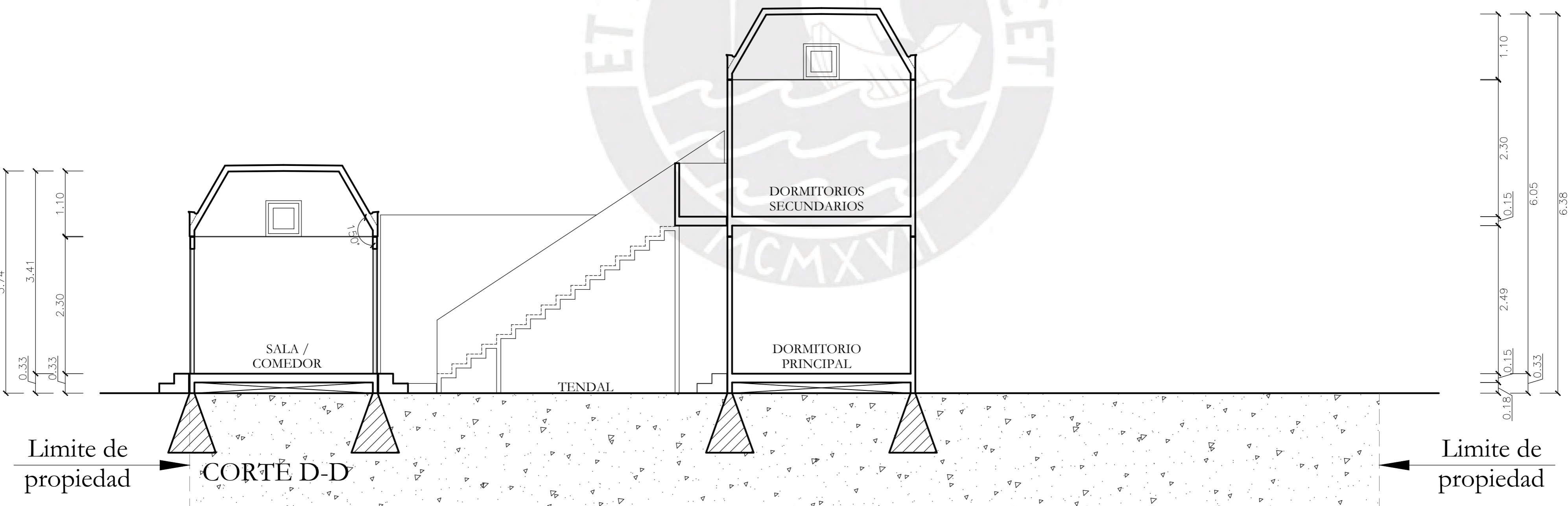
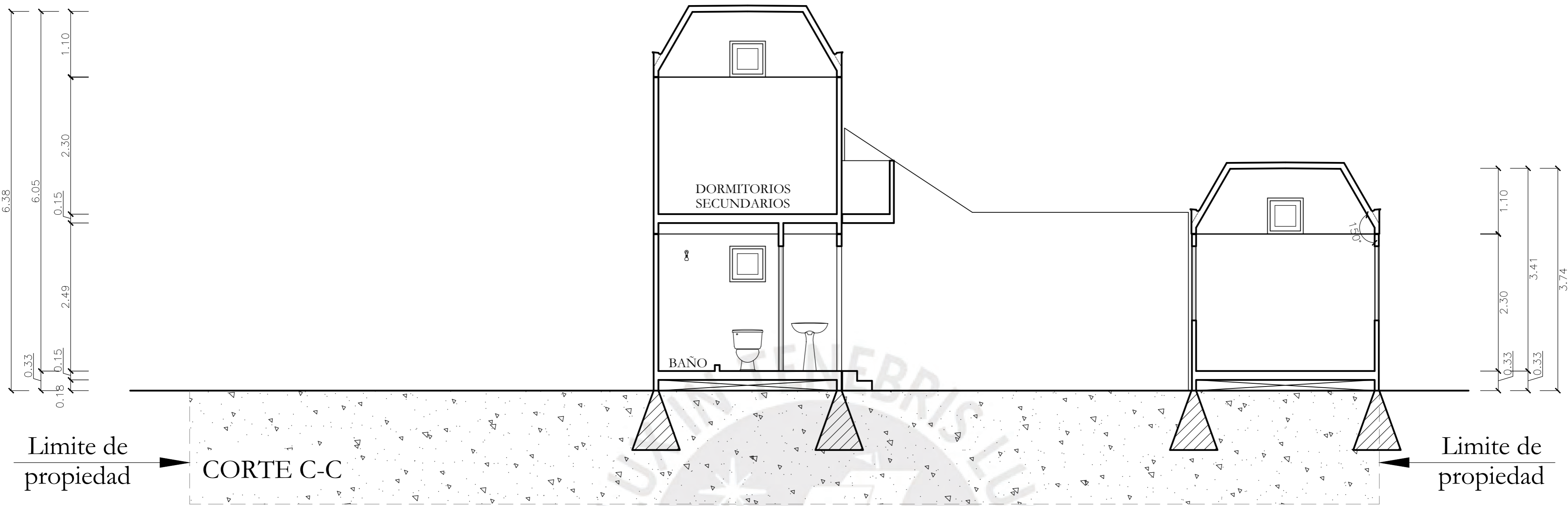
Lam. 2/9



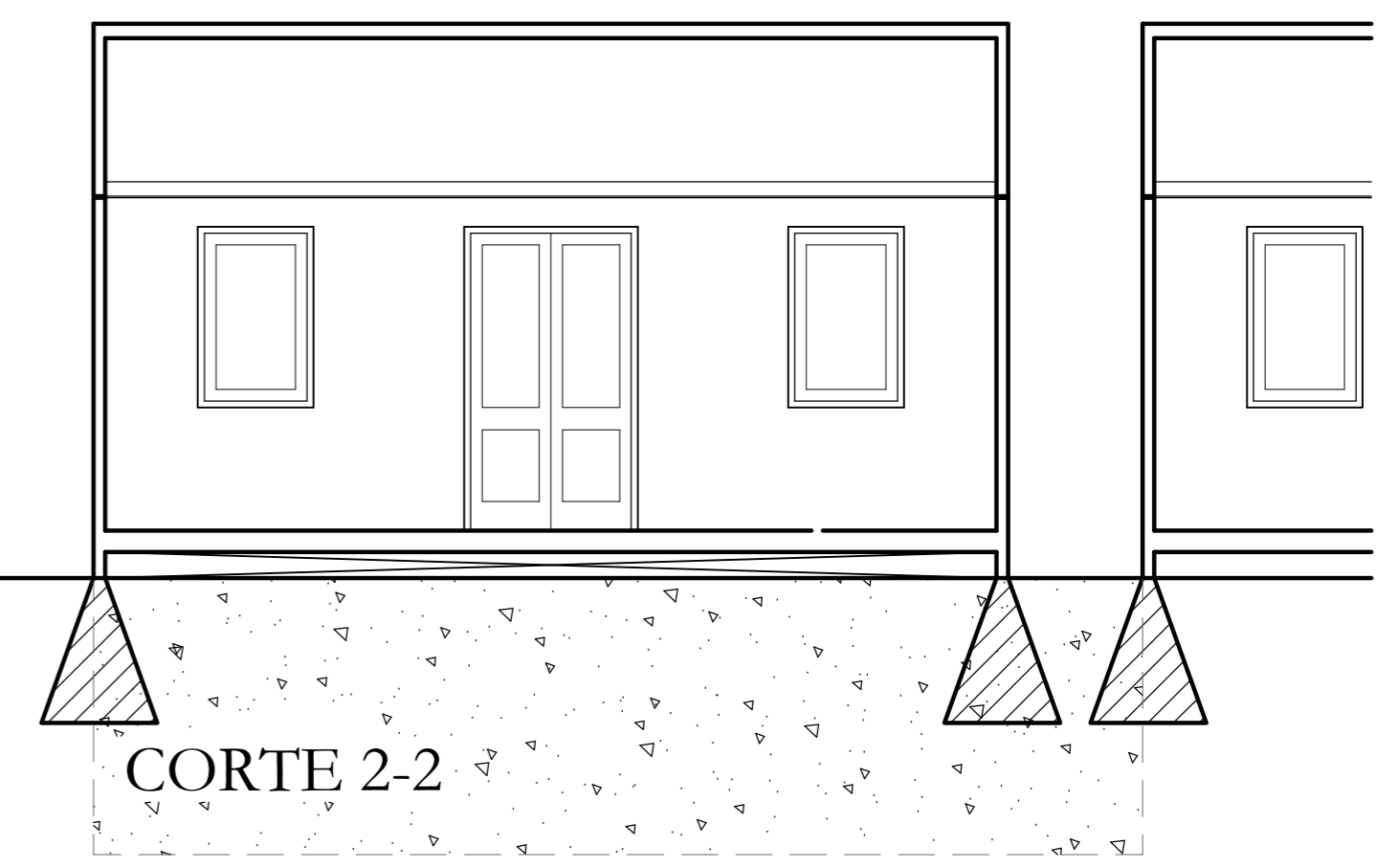
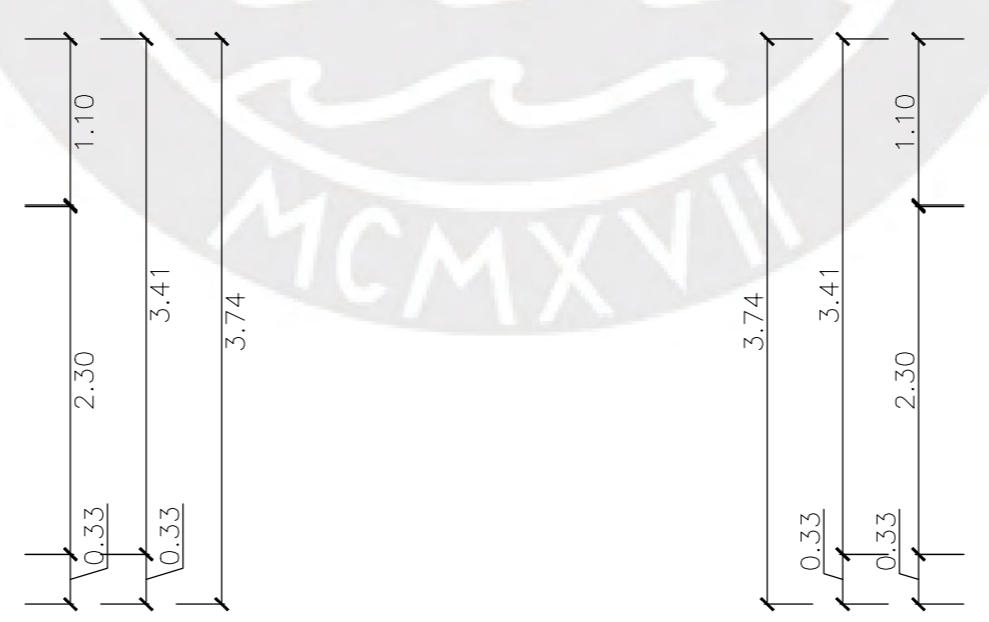
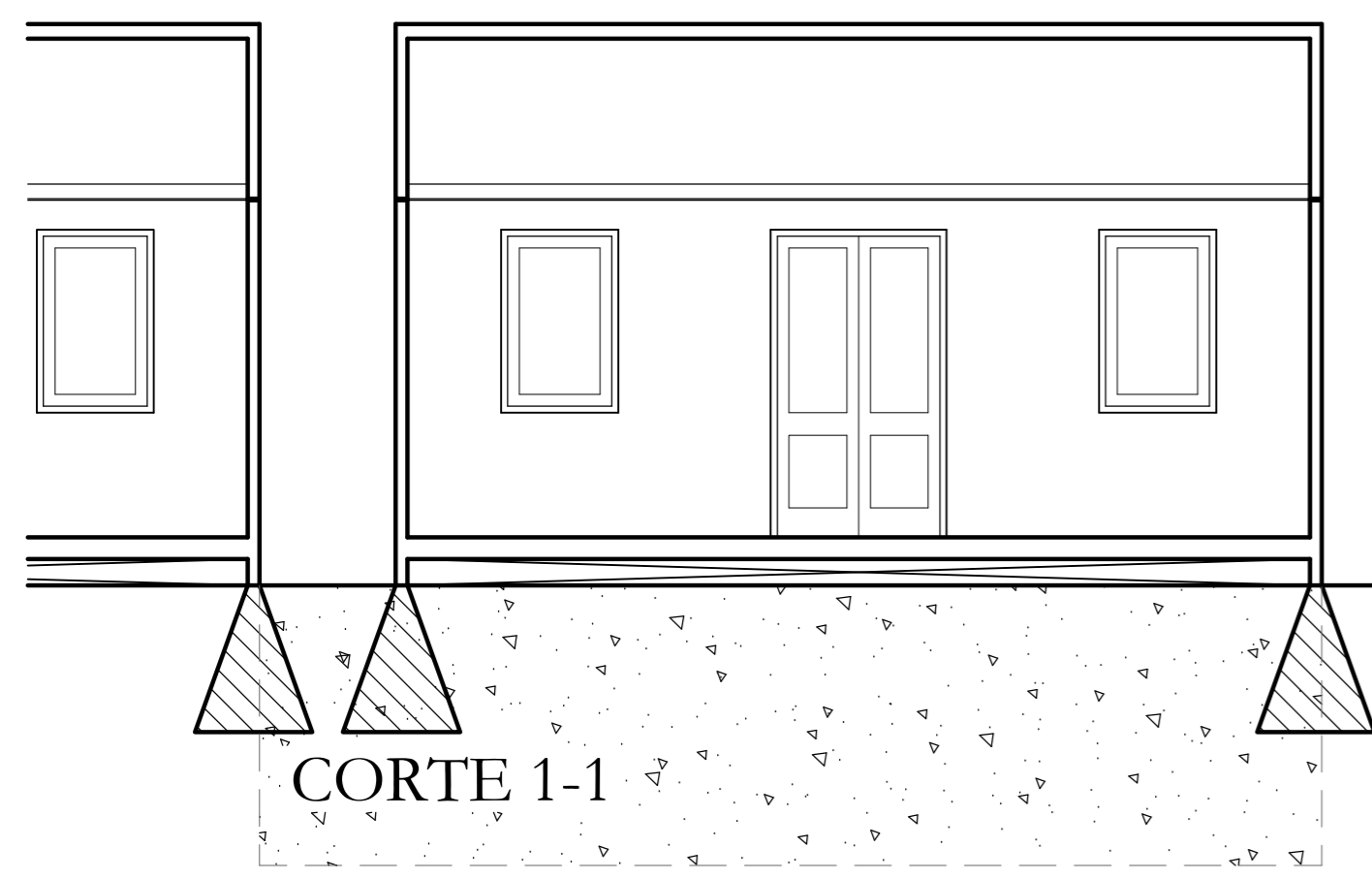
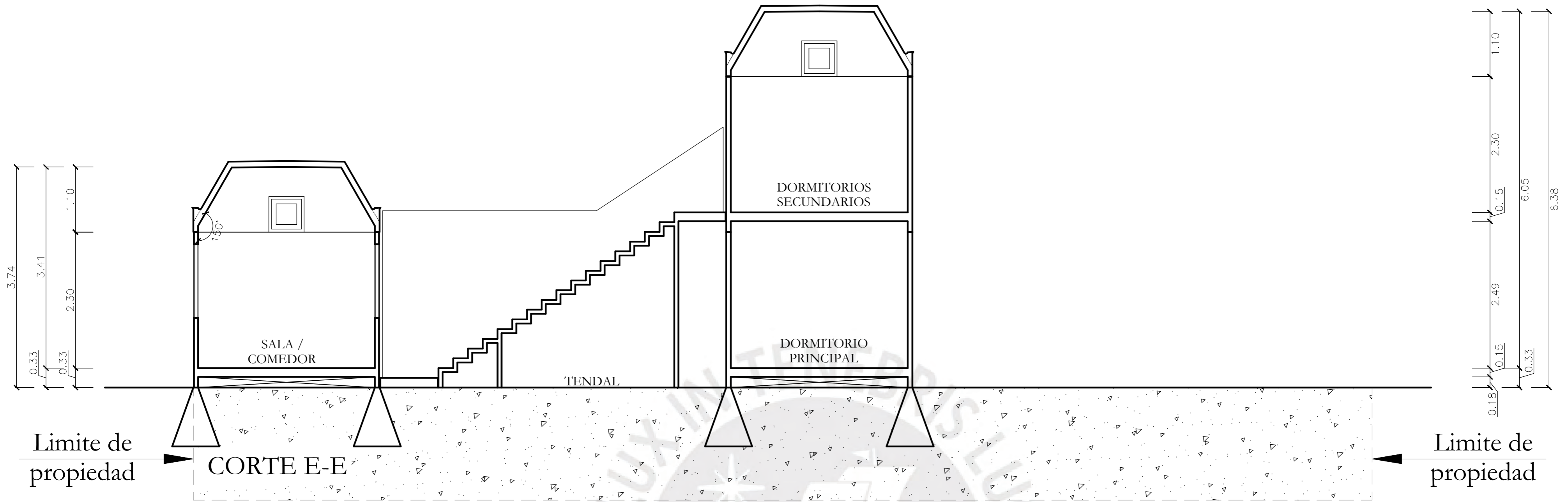
PROYECTO	Vivienda Sistema Constructivo Llaxta
PLANO	Planta Techo
Esc. 1/50	Lam. 3/9



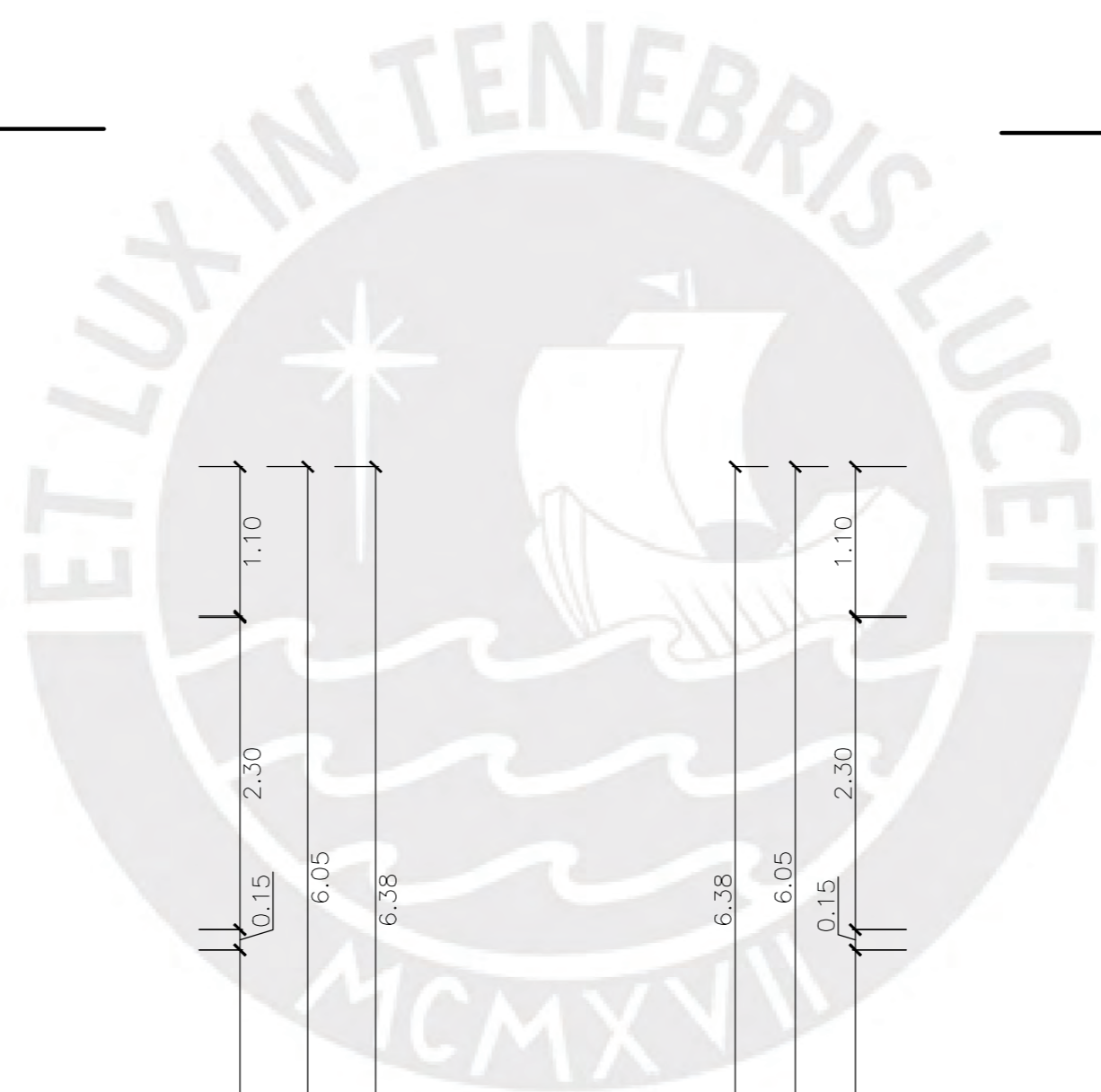
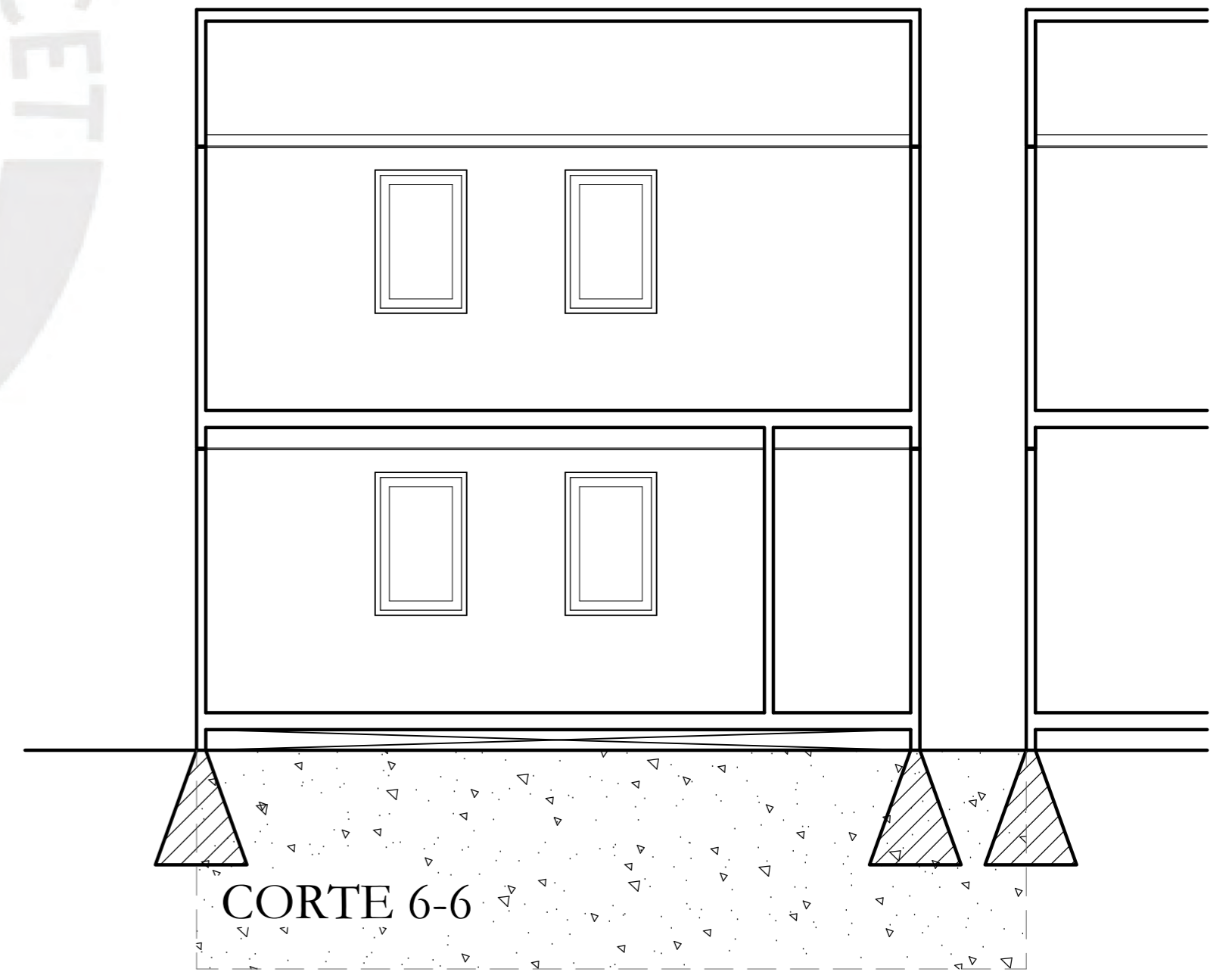
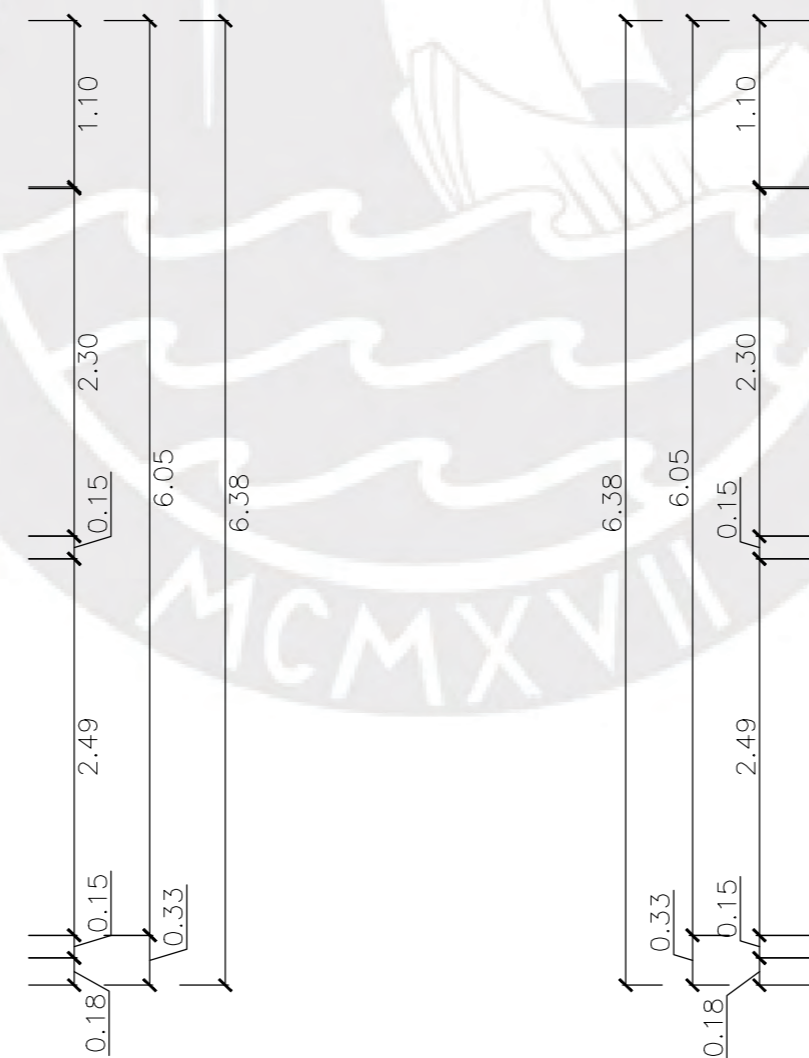
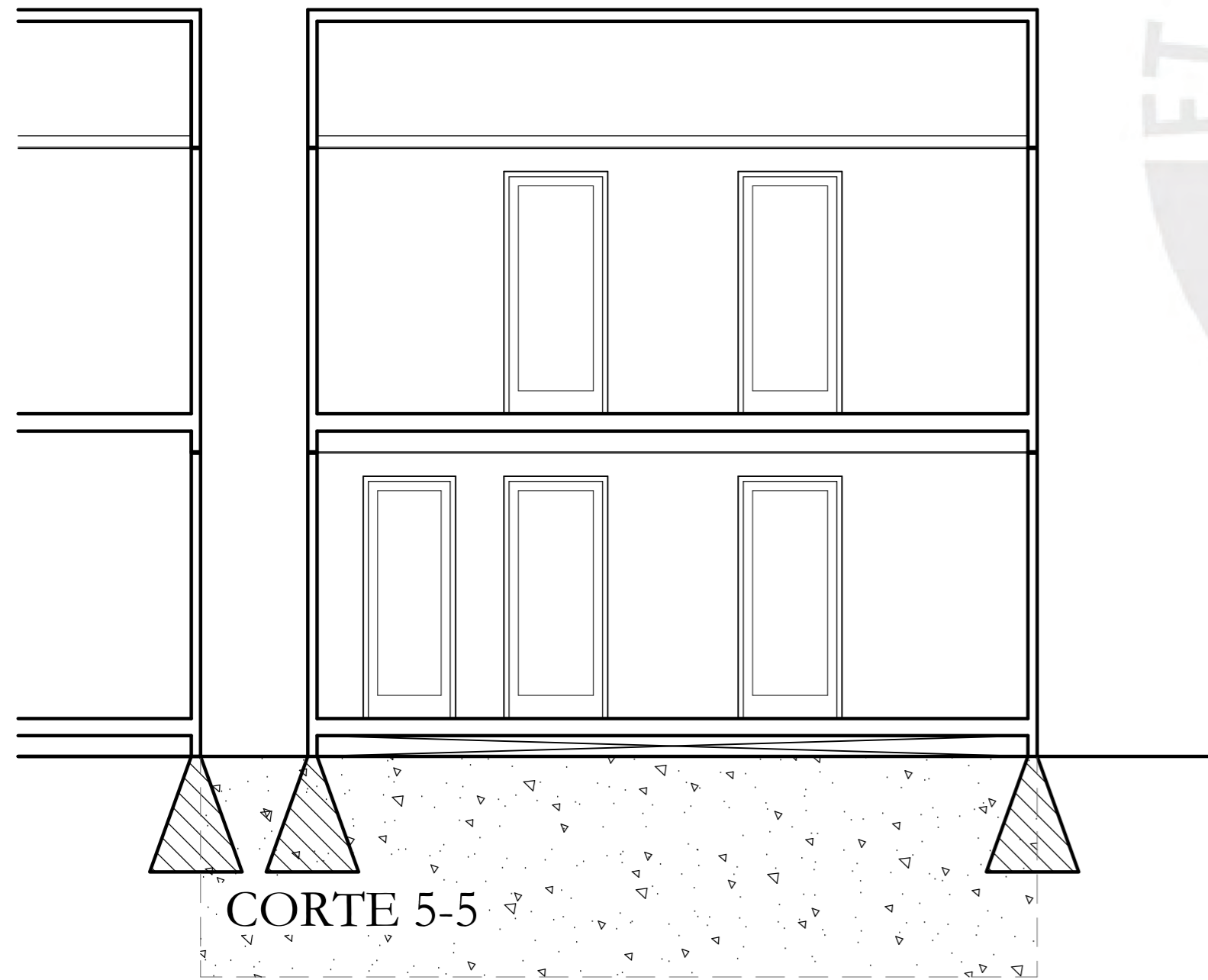
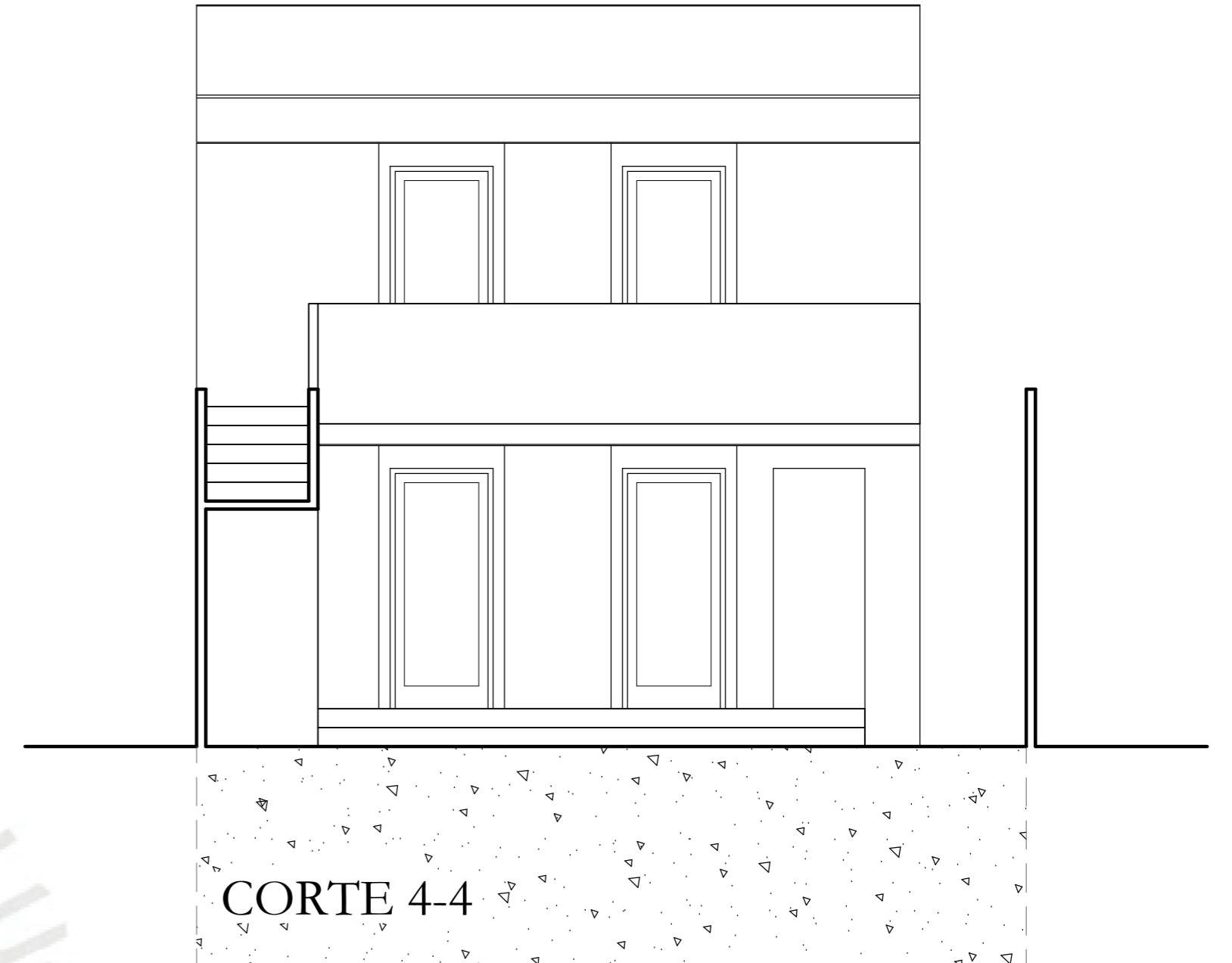
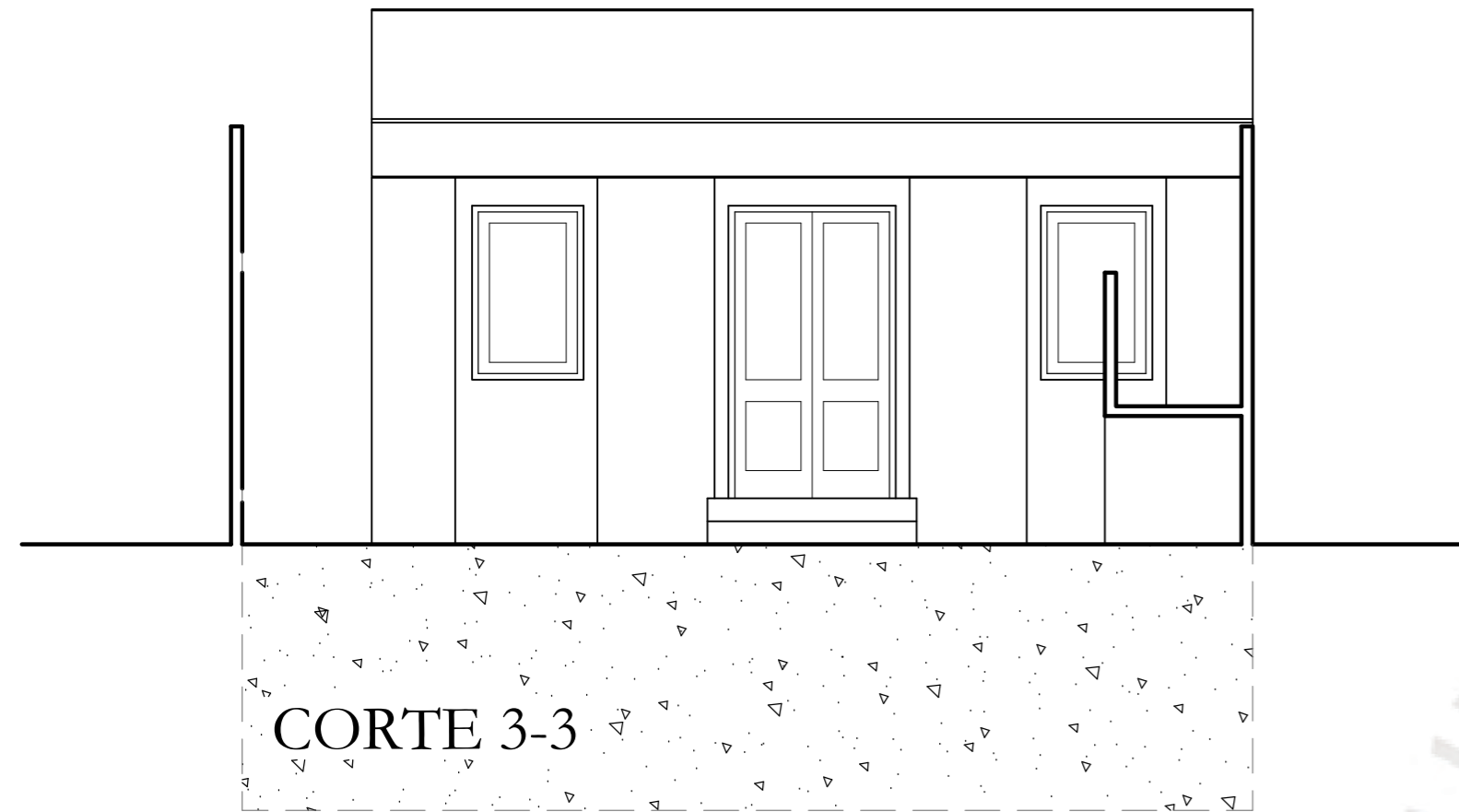
PROPIETARIO	Llaxta S.A.C.	PROYECTO	Vivienda Sistema Constructivo Llaxta
ARQUITECTO	Mario Lara Arquitectos	PLANO	Corte A-A, Corte B-B
FECHA	Abril 2011	MODIFICADO	Esc. 1/50
			Lam. 4/9



PROPIETARIO	Llaxta S.A.C.	PROYECTO	Vivienda Sistema Constructivo Llaxta
ARQUITECTO	Mario Lara Arquitectos	PLANO	Corte C-C, Corte D-D
FECHA	Abril 2011	MODIFICADO	Esc. 1/50
			Lam. 5/9

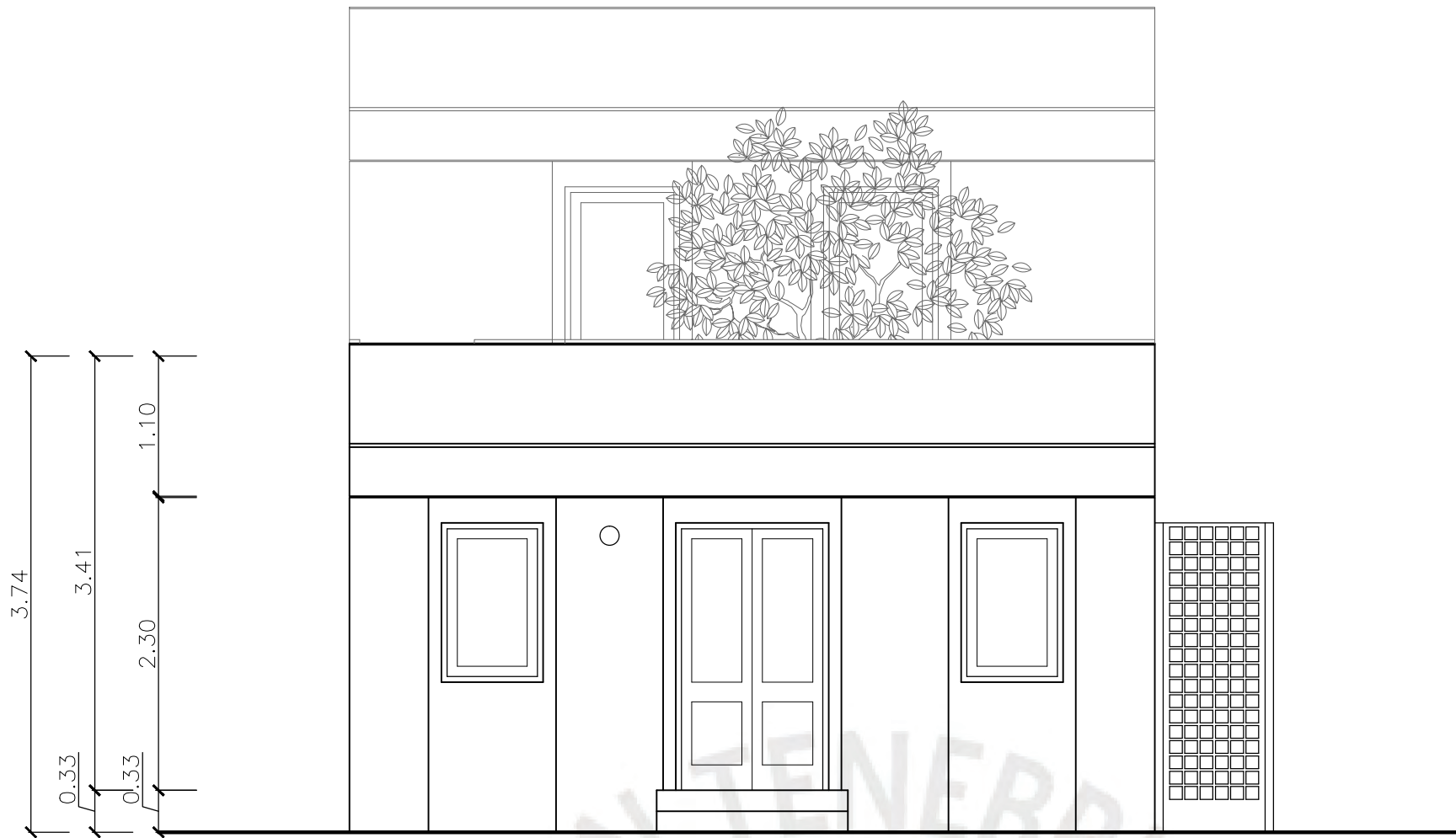


PROPIETARIO	Llaxta S.A.C.	PROYECTO	Vivienda Sistema Constructivo Llaxta
ARQUITECTO	Mario Lara Arquitectos	PLANO	Corte E-E, 1-1 y 2-2
FECHA	Abril 2011	MODIFICADO	Esc. 1/50
			Lam. 6/9

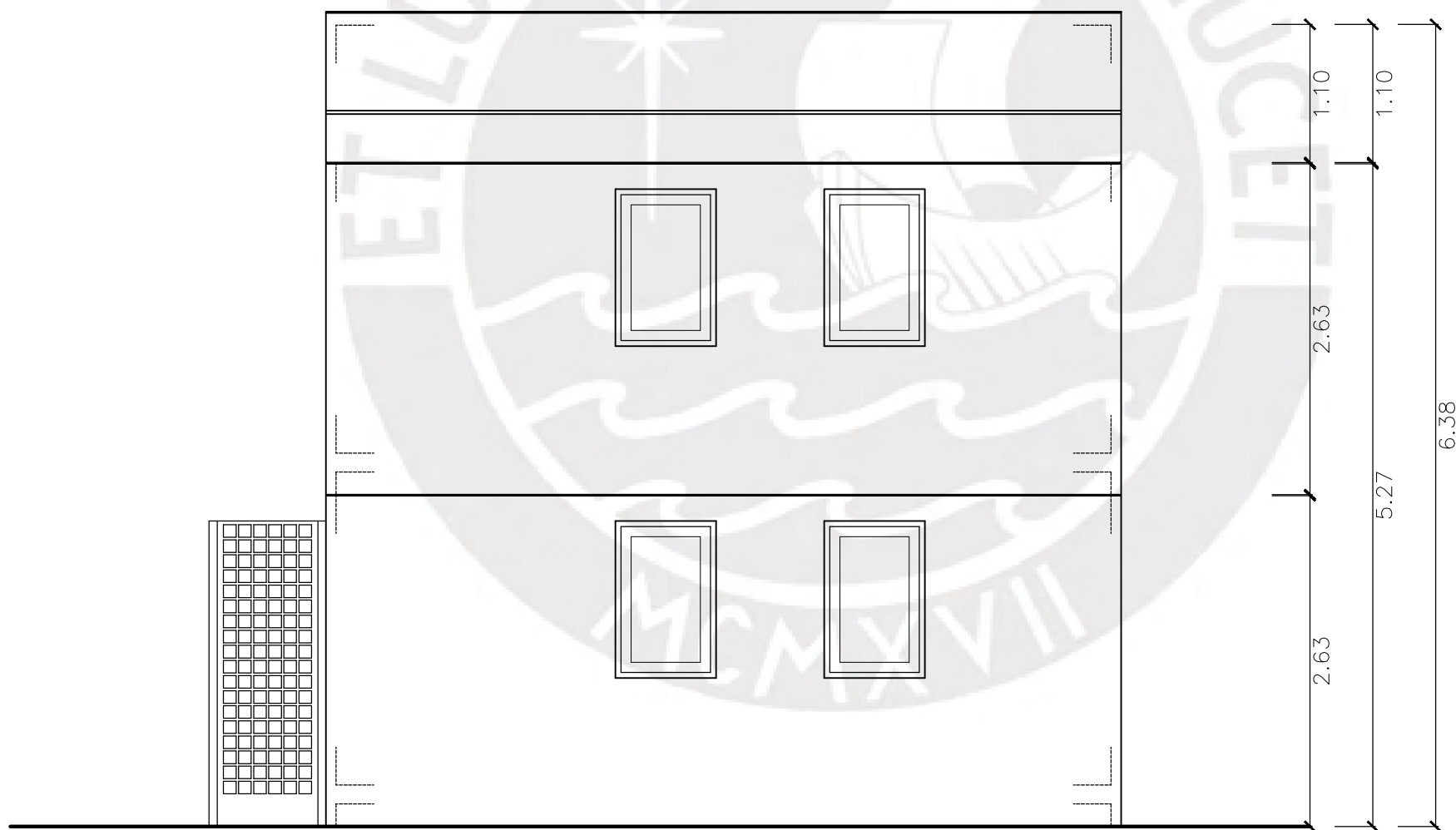


— PROPIETARIO —
Llaxta S.A.C.
— ARQUITECTO —
Mario Lara Arquitectos
— FECHA —
Abril 2011

— PROYECTO —
Vivienda Sistema Constructivo Llaxta
— PLANO —
Corte 3-3, 4-4, 5-5 y 6-6
Esc. 1/50 MODIFICADO —
— Lam. 7/9

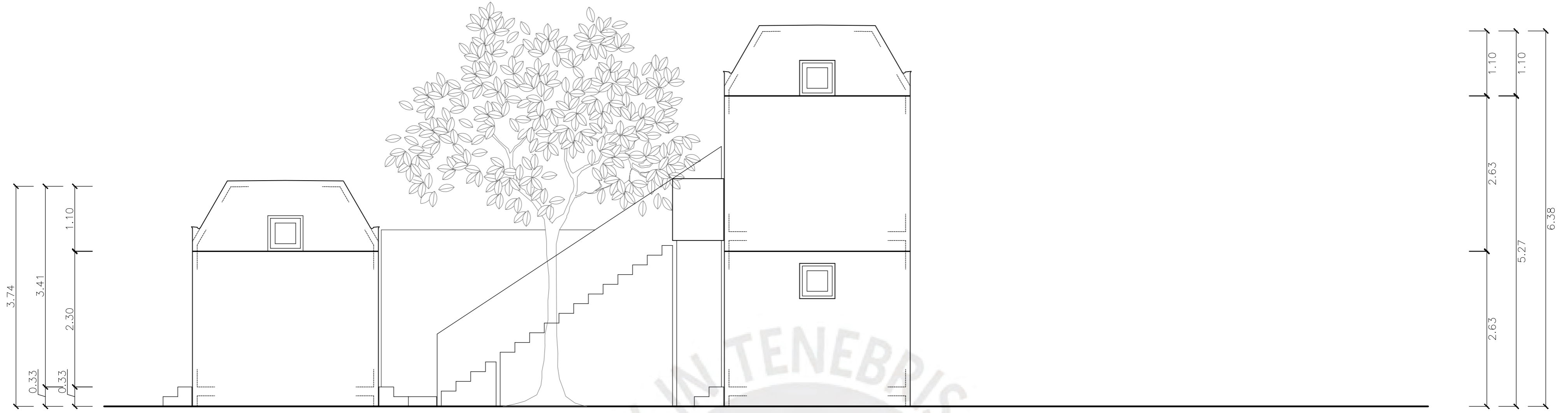


ELEVACIÓN 1

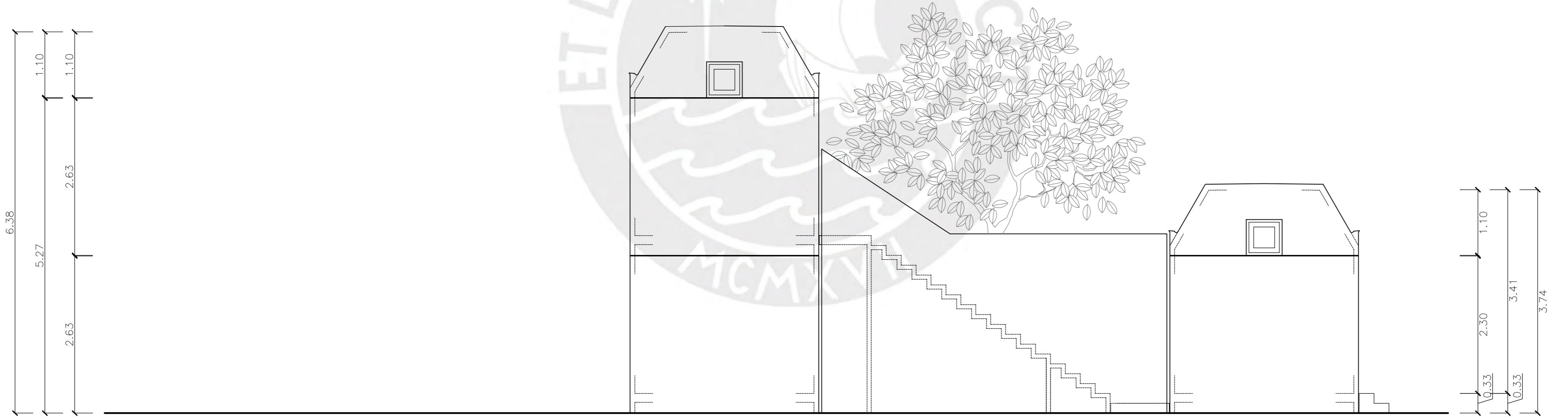


ELEVACIÓN 2

PROPIETARIO	Llaxta S.A.C.	PROYECTO	Vivienda Sistema Constructivo Llaxta
ARQUITECTO	Mario Lara Arquitectos	PLANO	Elevación 1 y 2
FECHA	Abril 2011	MODIFICADO	--
		Esc. 1/50	Lam. 8/9

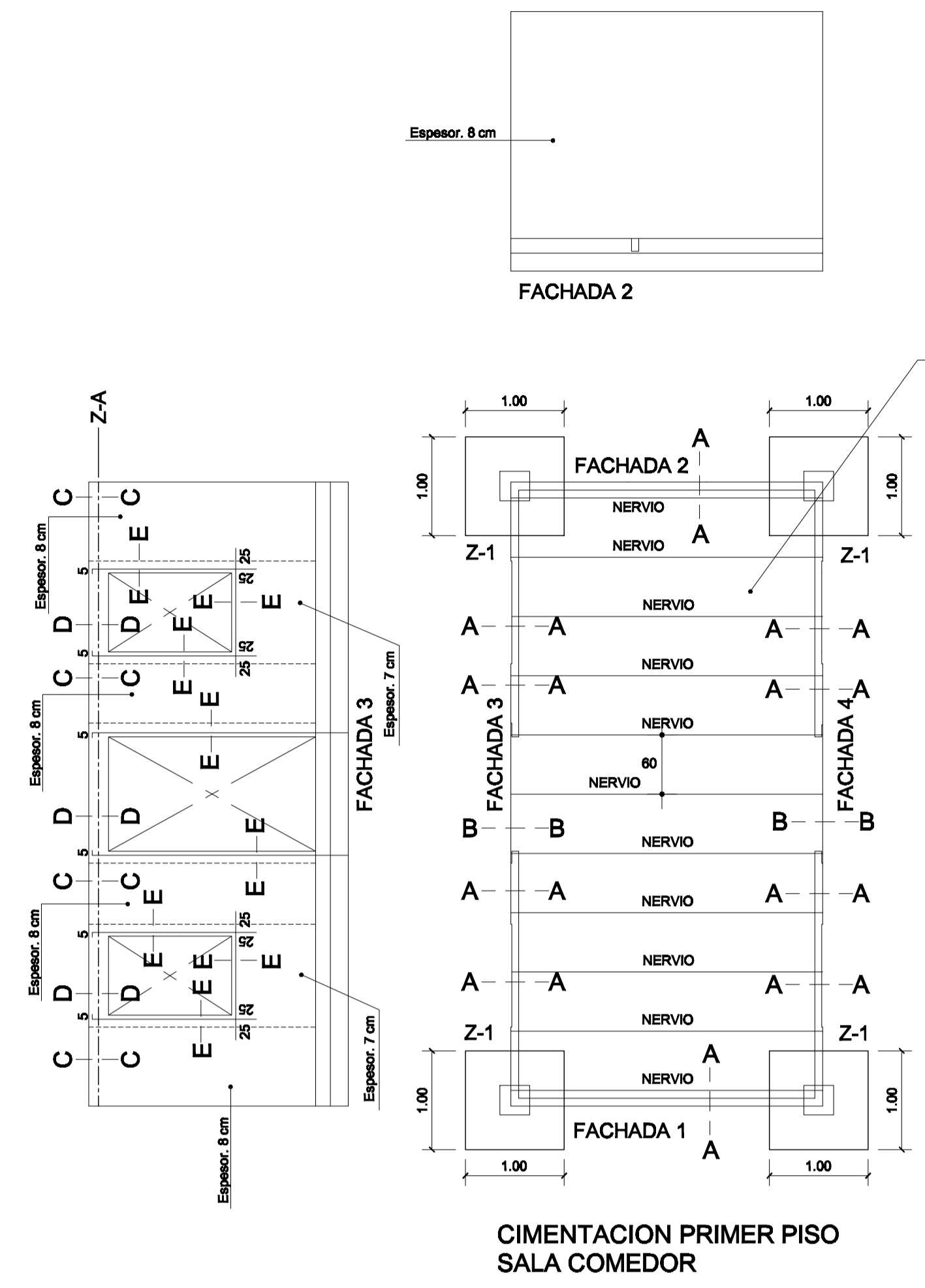


ELEVACIÓN 3

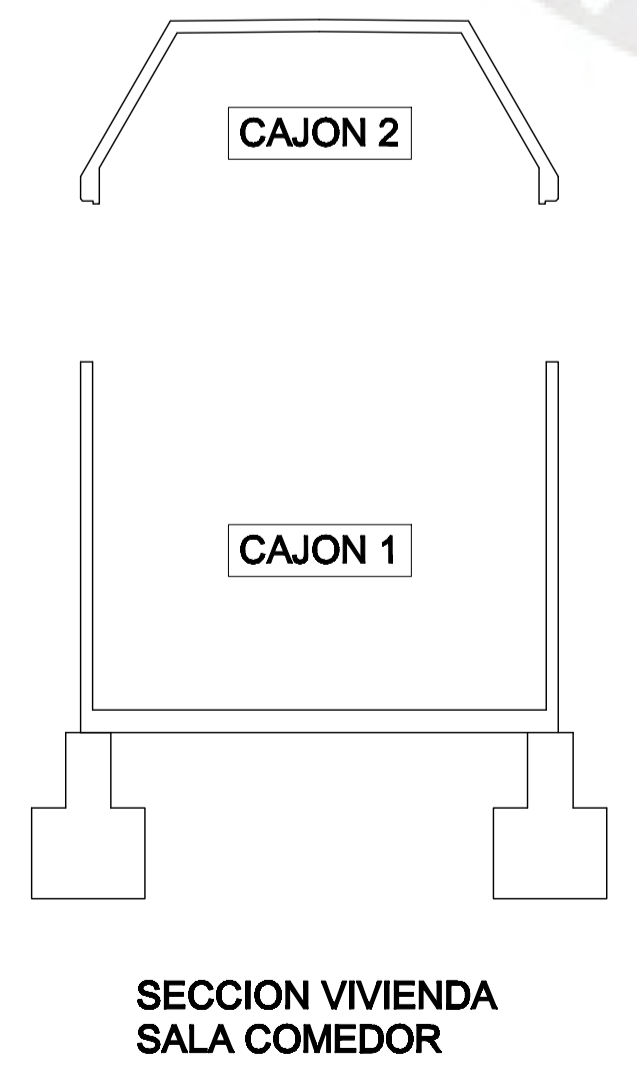
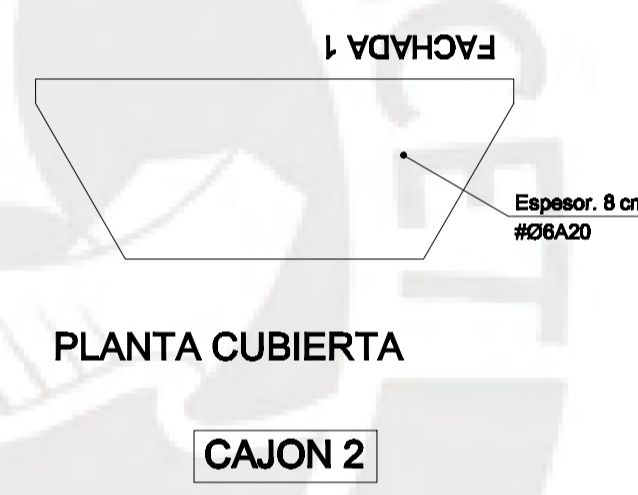
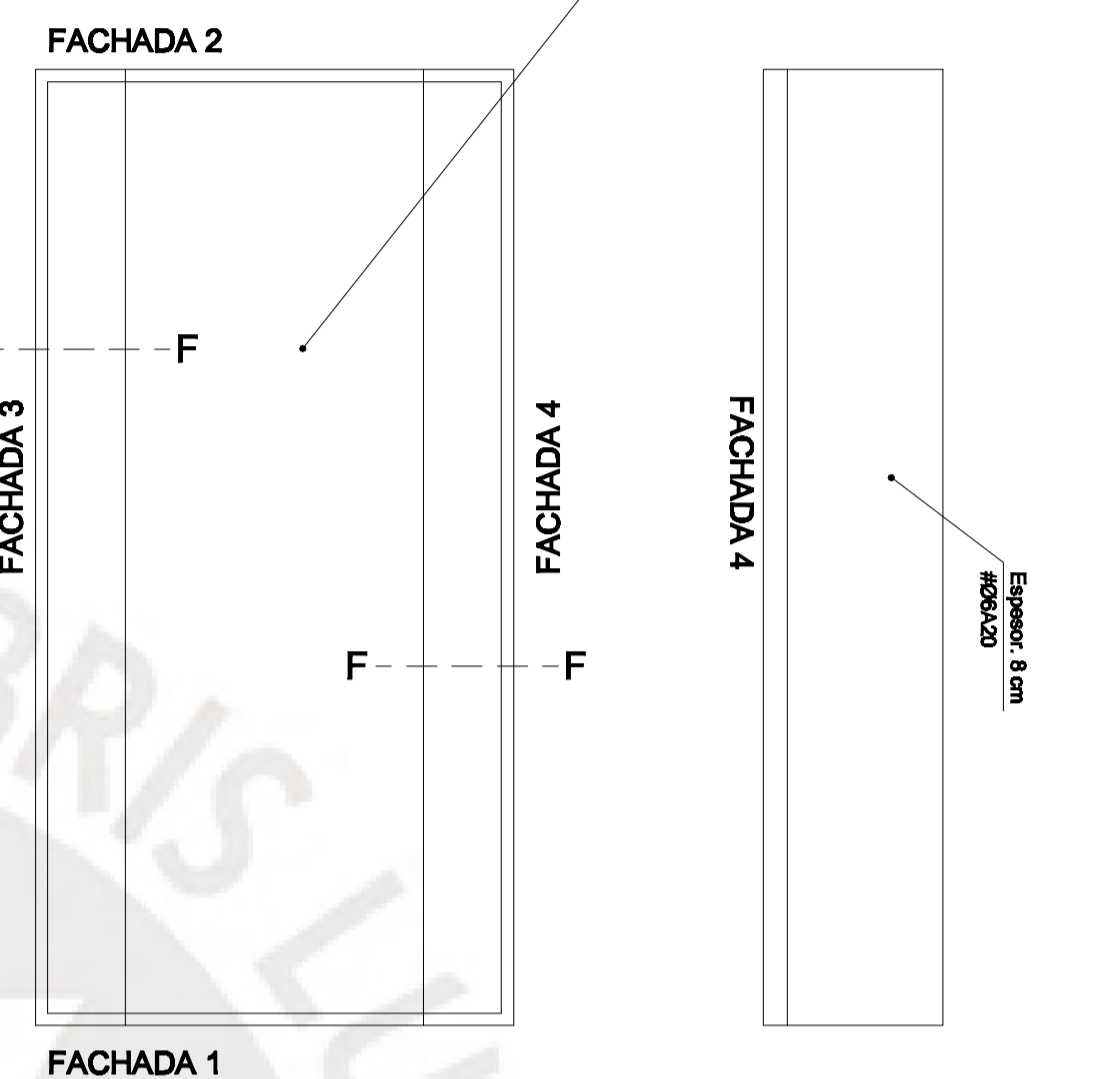
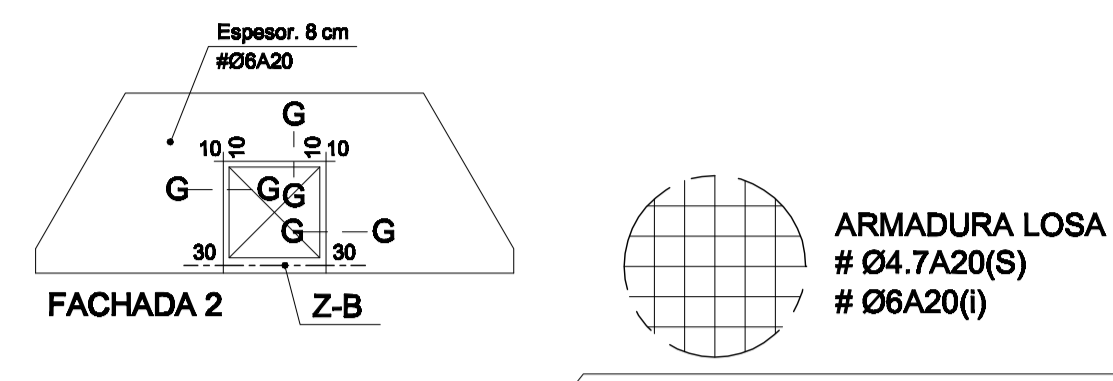
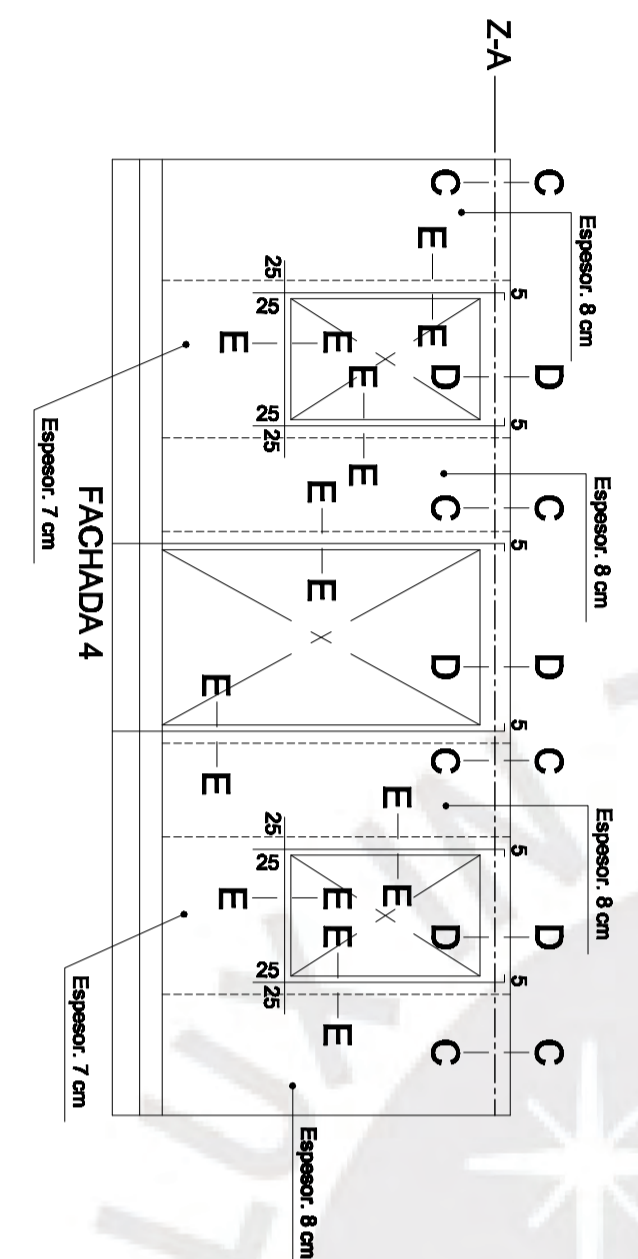
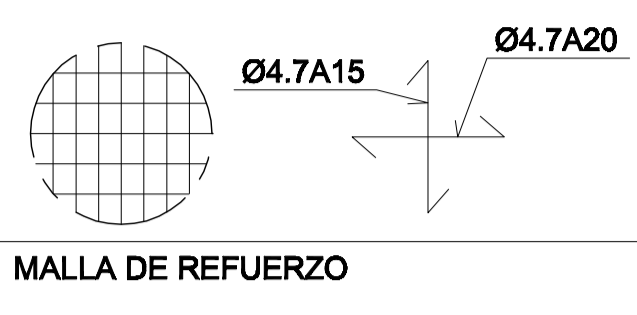
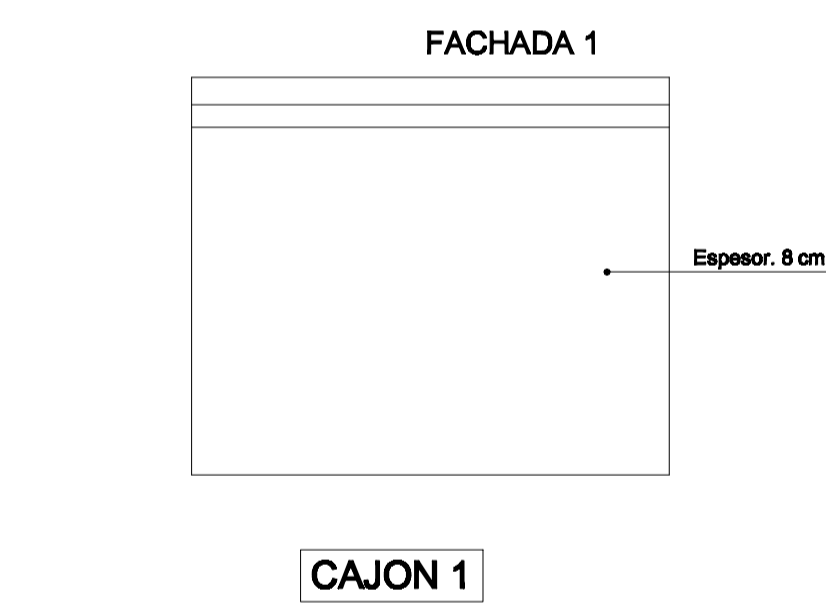


ELEVACIÓN 4

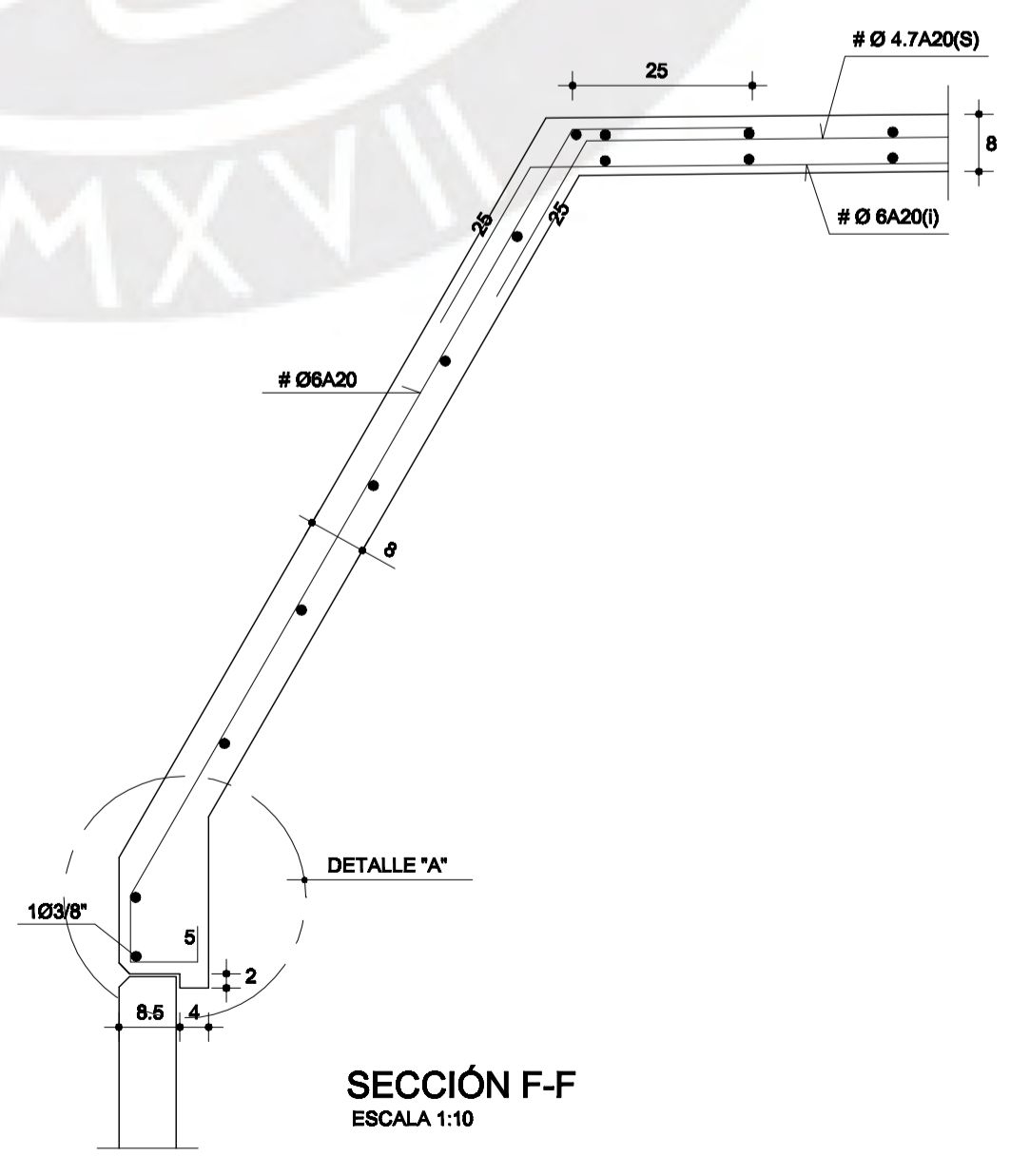
PROPIETARIO	Llaxta S.A.C.	PROYECTO	Vivienda Sistema Constructivo Llaxta
ARQUITECTO	Mario Lara Arquitectos	PLANO	Elevación 3 y 4
FECHA	Abril 2011	MODIFICADO	Esc. 1/50
			Lam. 9/9



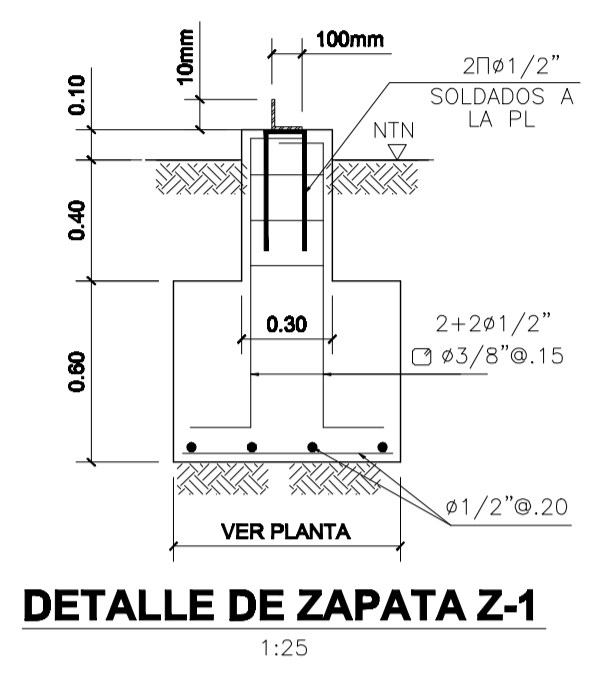
CIMENTACION PRIMER PISO SALA COMEDOR



SECCION VIVIENDA SALA COMEDOR



SECCION F-F ESCALA 1:10



DETALLE DE ZAPATA Z-1 1:25

ESPECIFICACIONES GENERALES

- CONCRETO ARMADO**
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- RECUBRIMIENTOS**
 MUROS ————— 3 cm.
 LOSAS ————— 2 cm.
- ESTRUCTURA METALICA**
 PLANCHA ACERO $f_y = 2400 \text{ Kg/cm}^2$
 PERNOS A325 $f_y = 5700 \text{ Kg/cm}^2$
- RESISTENCIA DEL TERRENO**
 $\bar{\sigma}_t = 2.0 \text{ Kg/cm}^2$ (VER ESTUDIO DE SUELOS)
 PROFUNDIDAD MINIMA DE ZAPATA = 1.00 DEBAJO DEL NTN

NOTAS:
 1.- PARA EL TRAZO DE LA CIMENTACION COORDINAR ESTRUCTURAS CON ARQUITECTURA

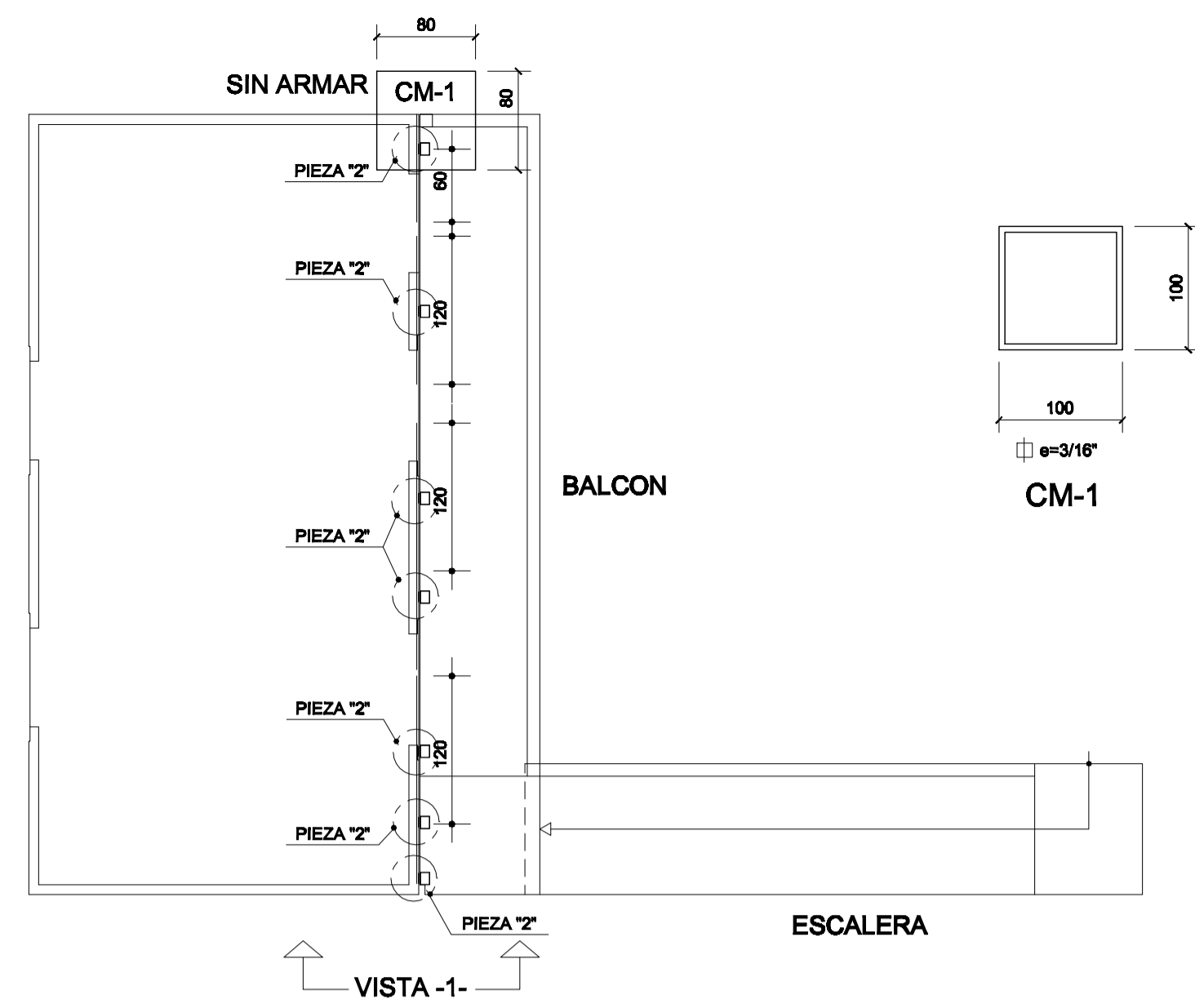
DANIEL TORREALVA DAVILA
 INGENIEROS ESTRUCTURALES

SISTEMA CONSTRUCTIVO LLAXTA
 ZONA SALA-COMEDOR

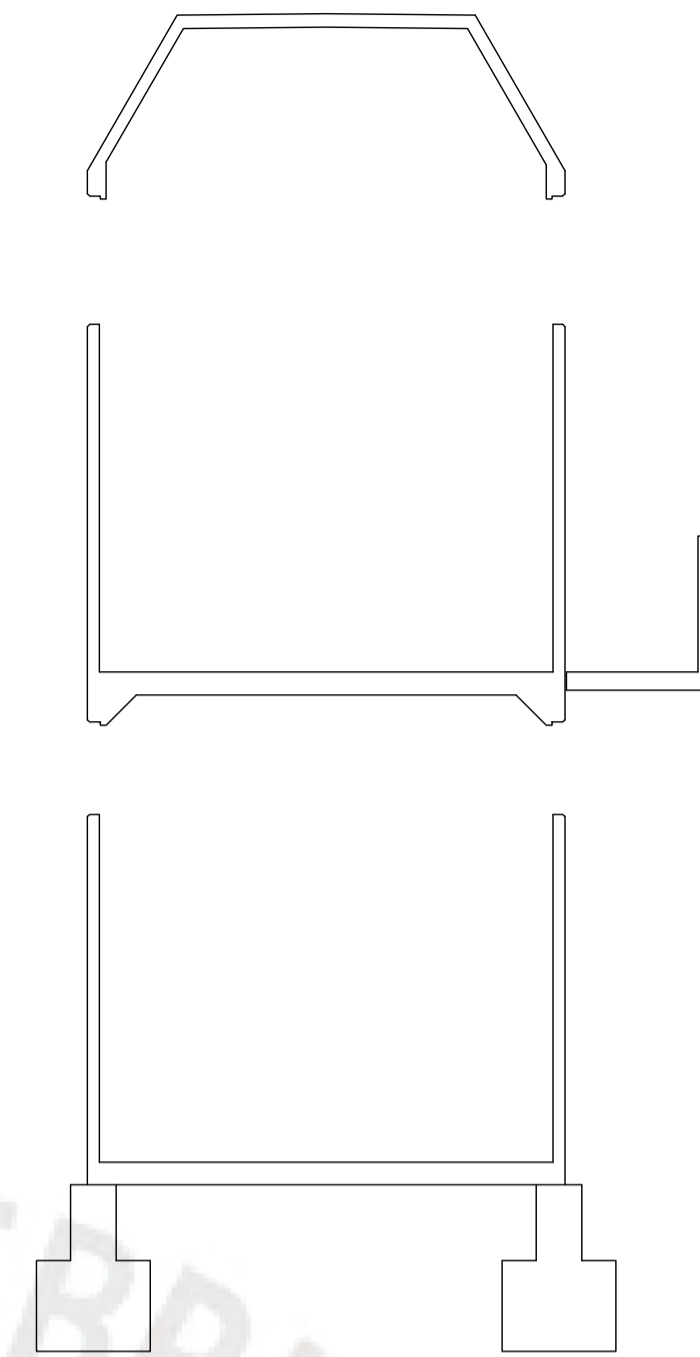
Diseño : D.T.D. Dibujo : C.V.P. Rev. : D.T.D. Fecha : 03-11 Escala : INDICADAS Plano N° : E-01 de 8



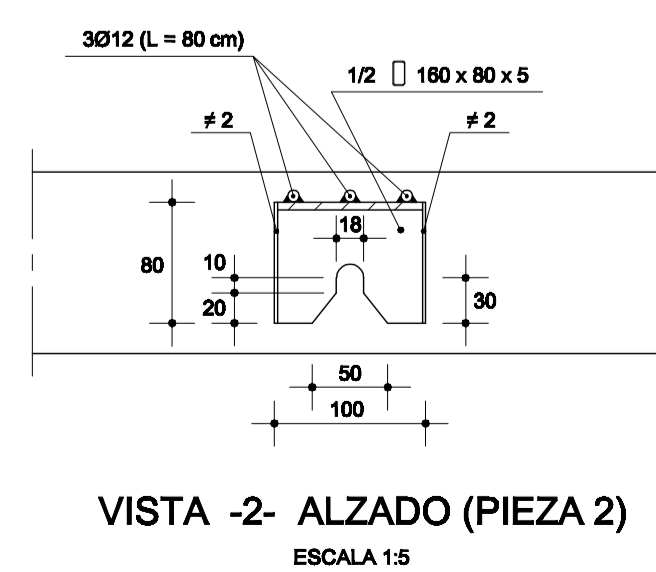
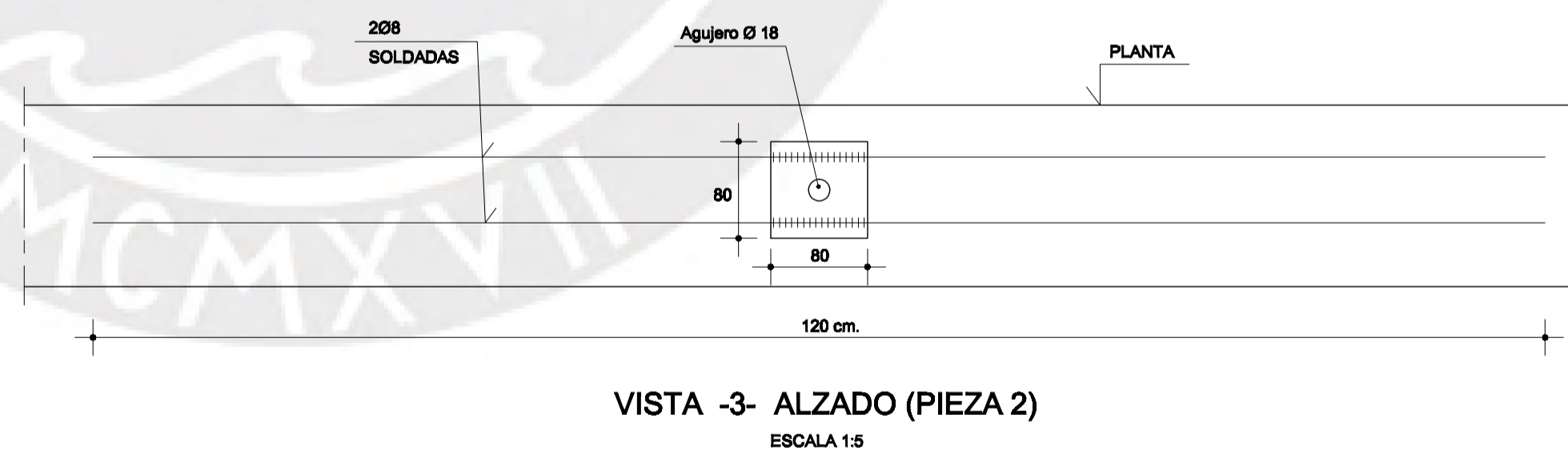
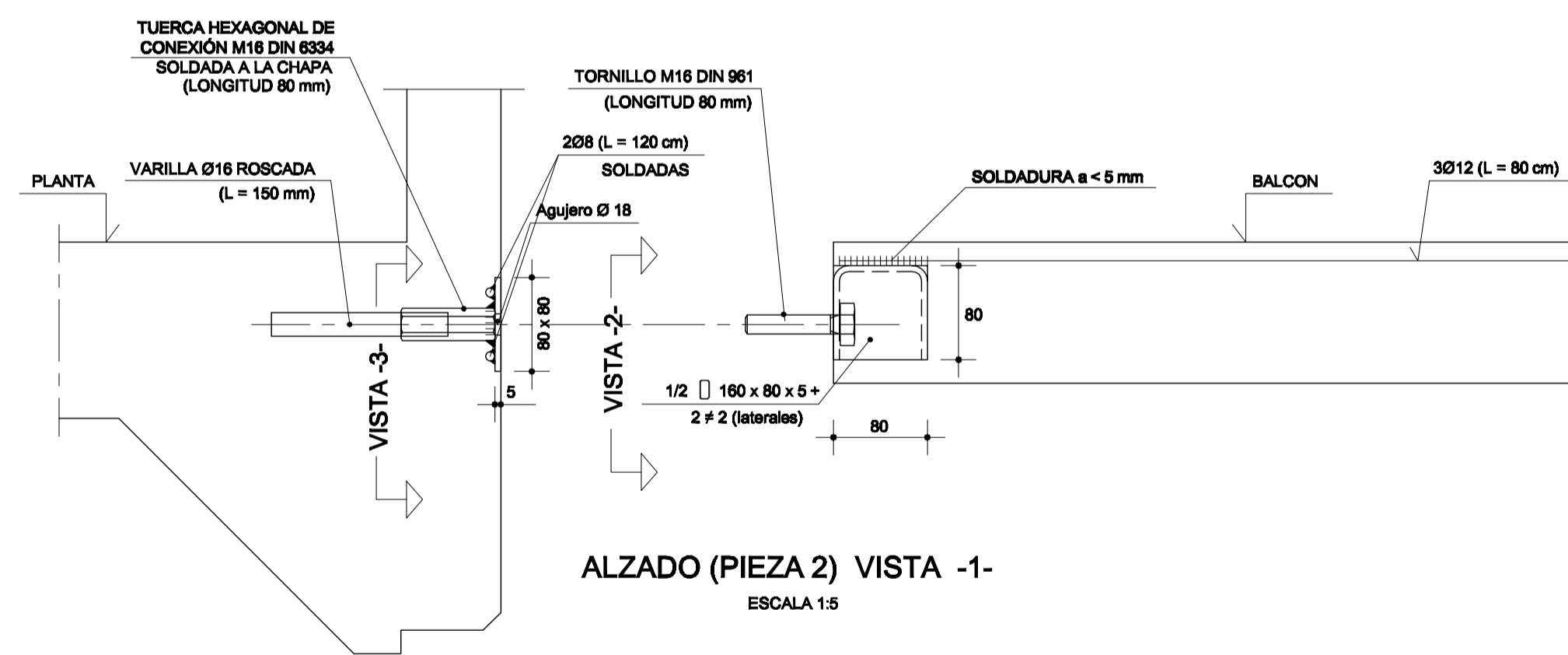
CALLE 1 A-B LOS ALAMOS DE MONTERRIO SURCO - TELEFAX : 345-1915



PLANTA SEGUNDO PISO
DORMITORIOS
ESCALA 1:50

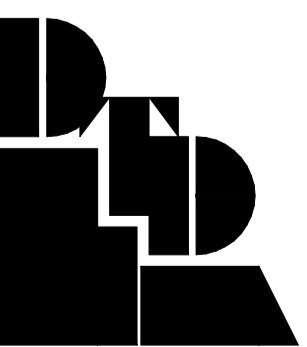


SECCION VIVIENDA
DORMITORIOS
ESCALA 1:50



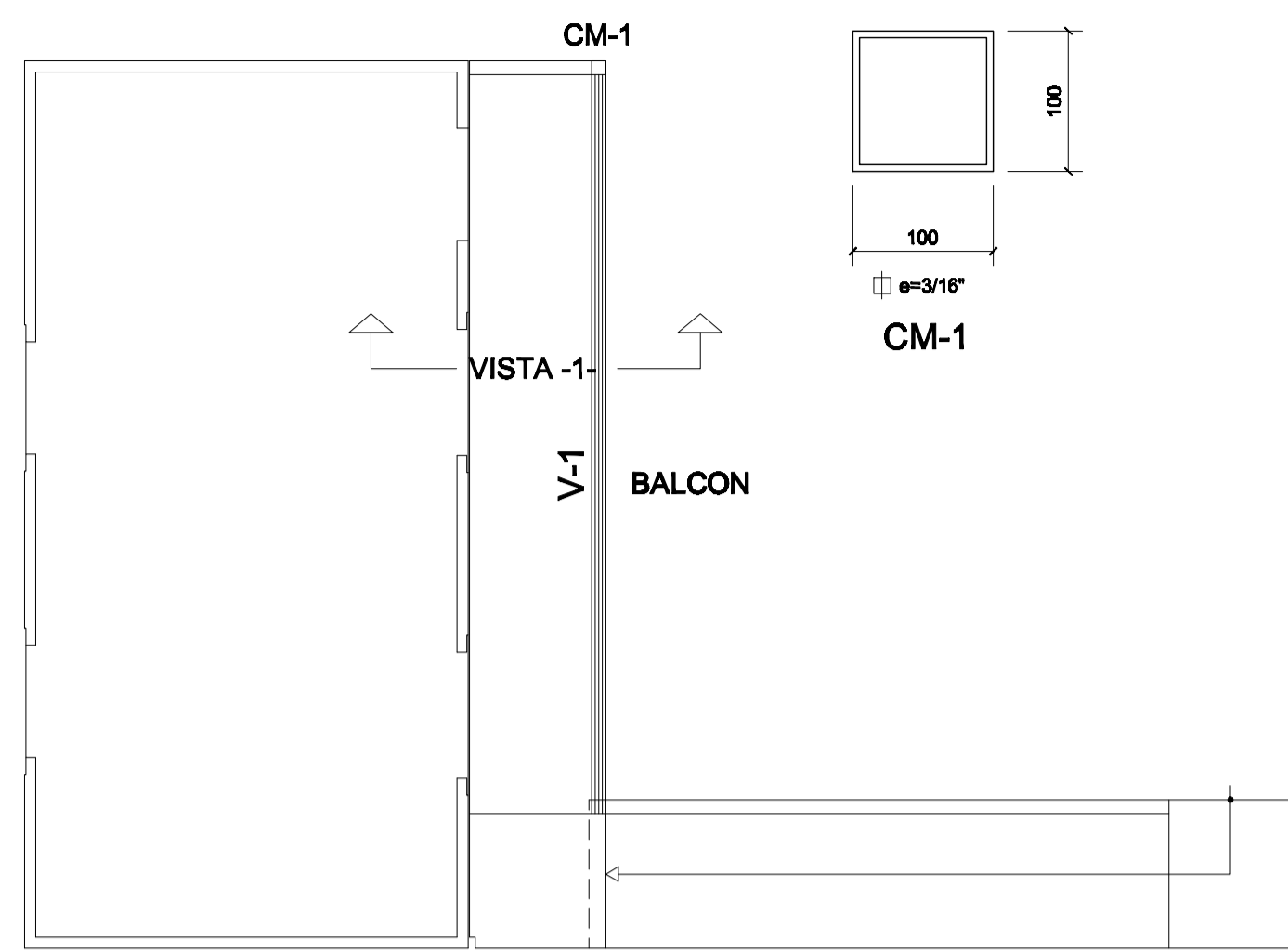
DANIEL TORREALVA DAVILA
INGENIEROS ESTRUCTURALES

SISTEMA CONSTRUCTIVO LLAXTA
ARMADO BALCON



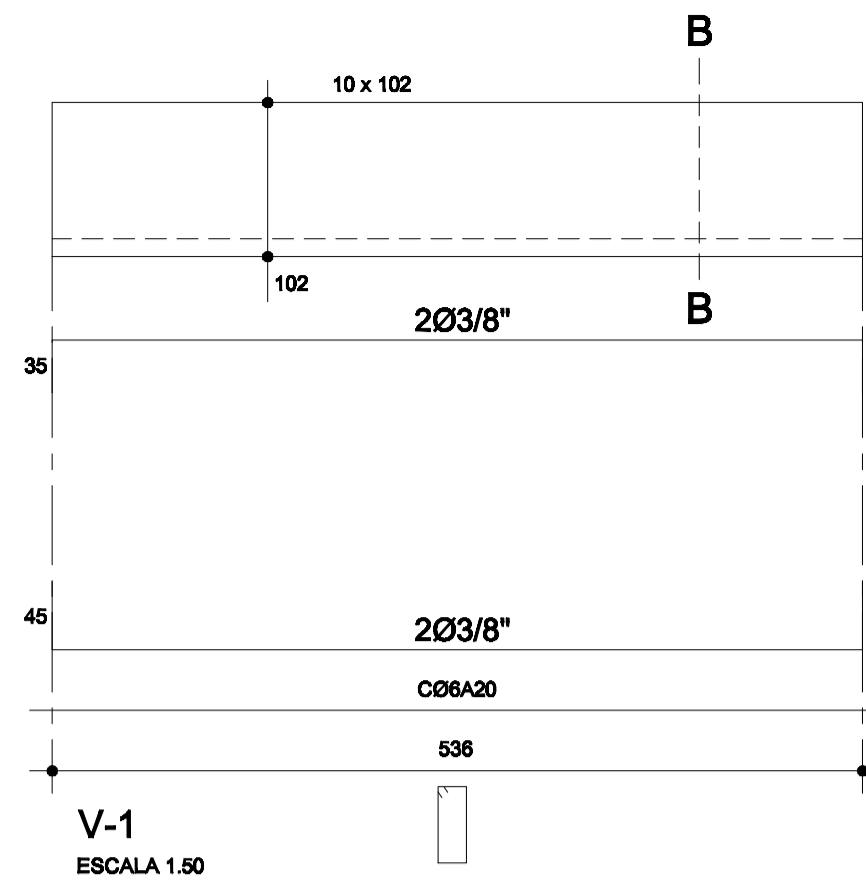
CALLE 1 A-B LOS ALAMOS DE MONTERREO SURCO - TELEFAX : 345-1915

Diseño : D.T.D.	Dibujo : C.V.P.	Rev. : D.T.D.	Fecha : 03-11	Escala : INDICADAS	Plano N° : E-08 de 8
--------------------	--------------------	------------------	------------------	-----------------------	-------------------------

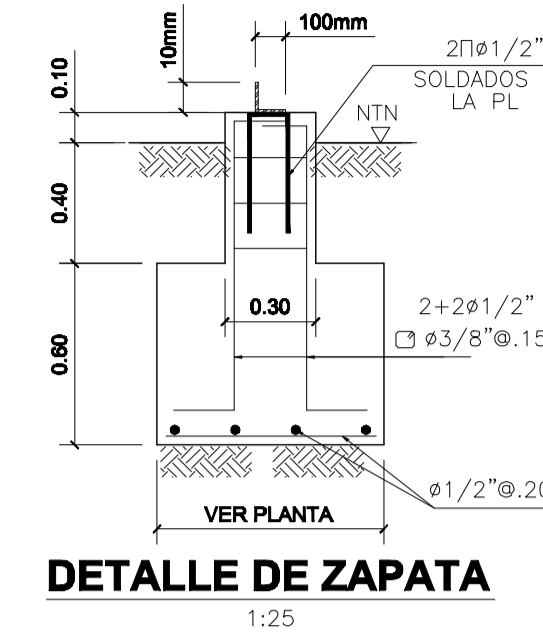
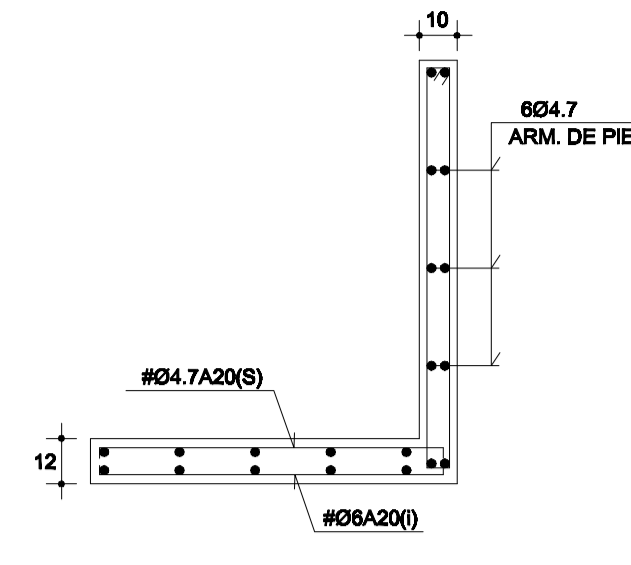


PLANTA SEGUNDO PISO
DORMITORIOS
ESCALA 1:50

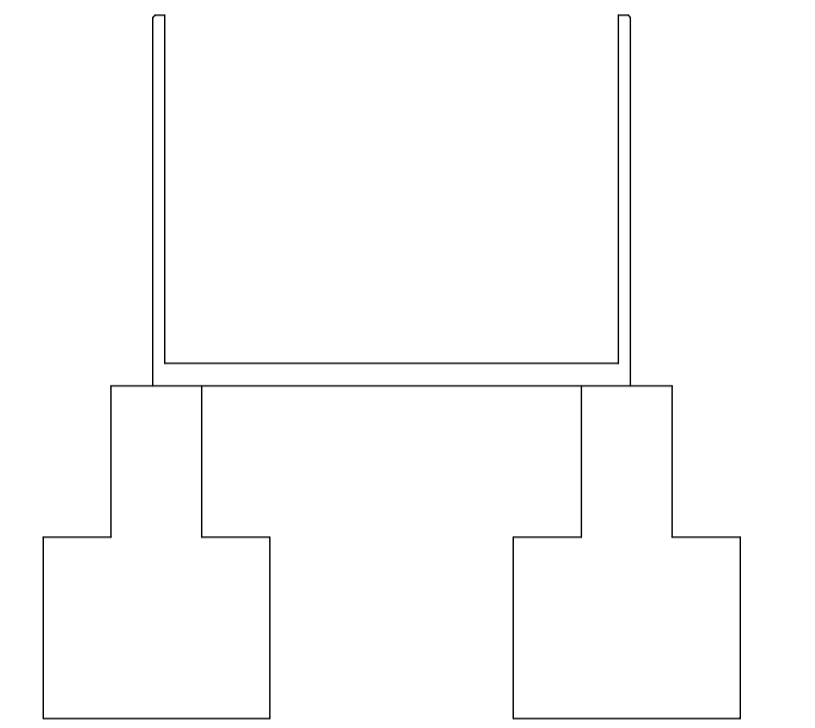
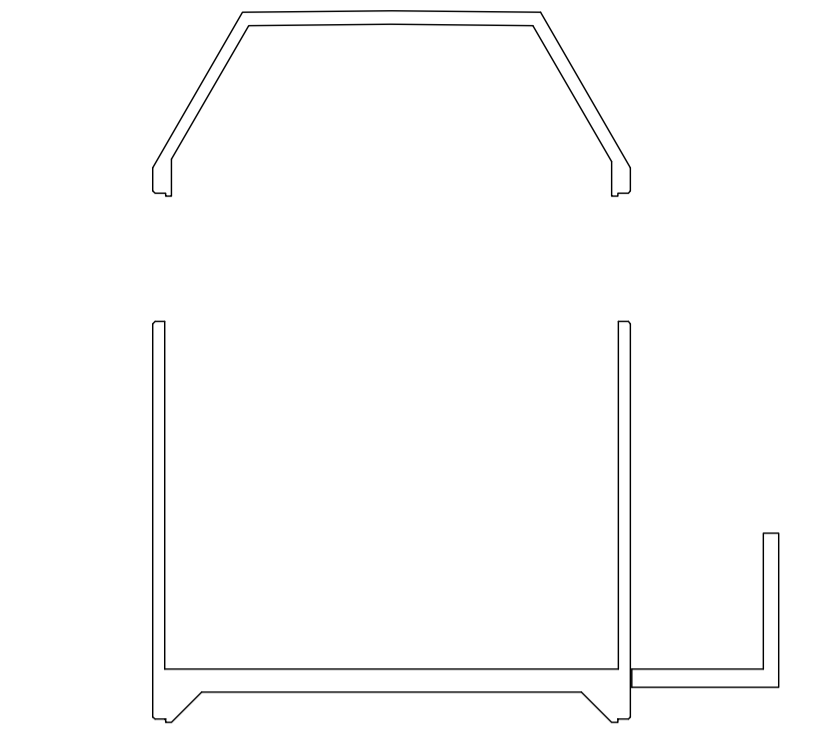
ESCALERA



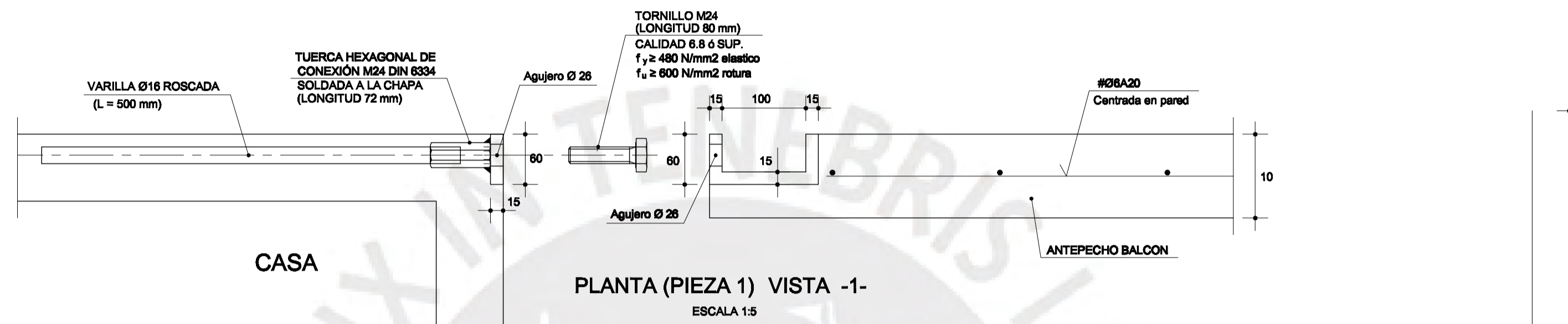
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:20



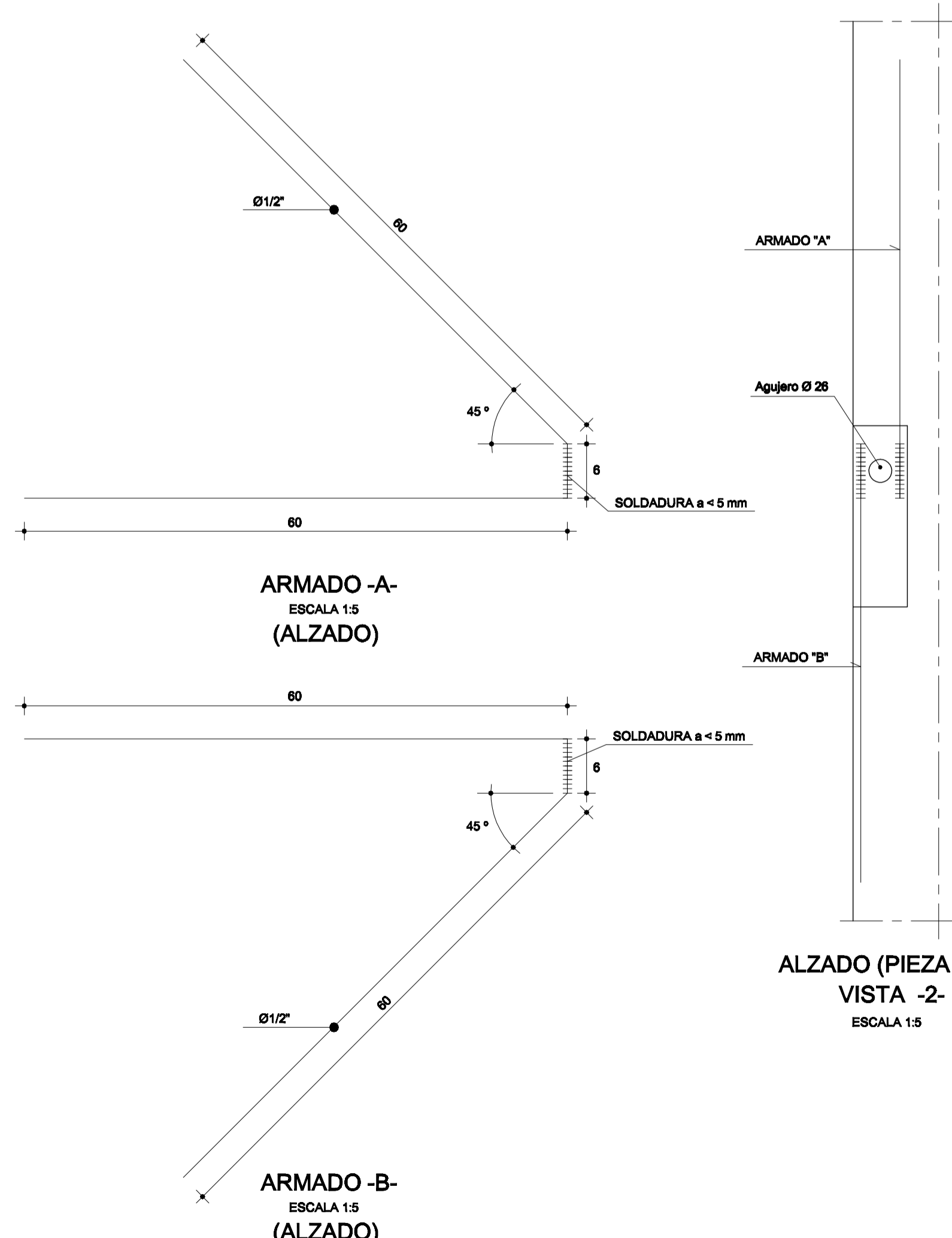
DETALLE DE ZAPATA
1:25



SECCION VIVIENDA
DORMITORIOS
ESCALA 1:50

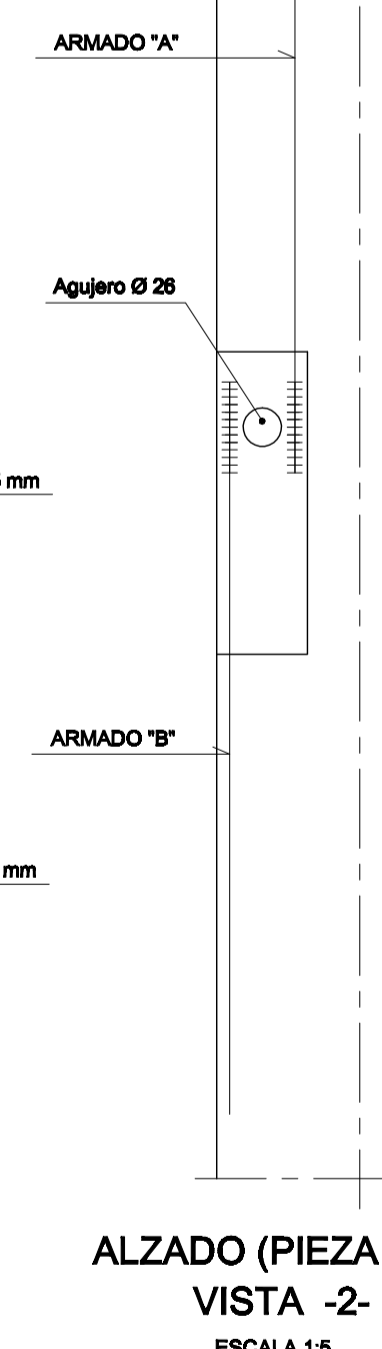


PLANTA (PIEZA 1) VISTA -1-
ESCALA 1:5

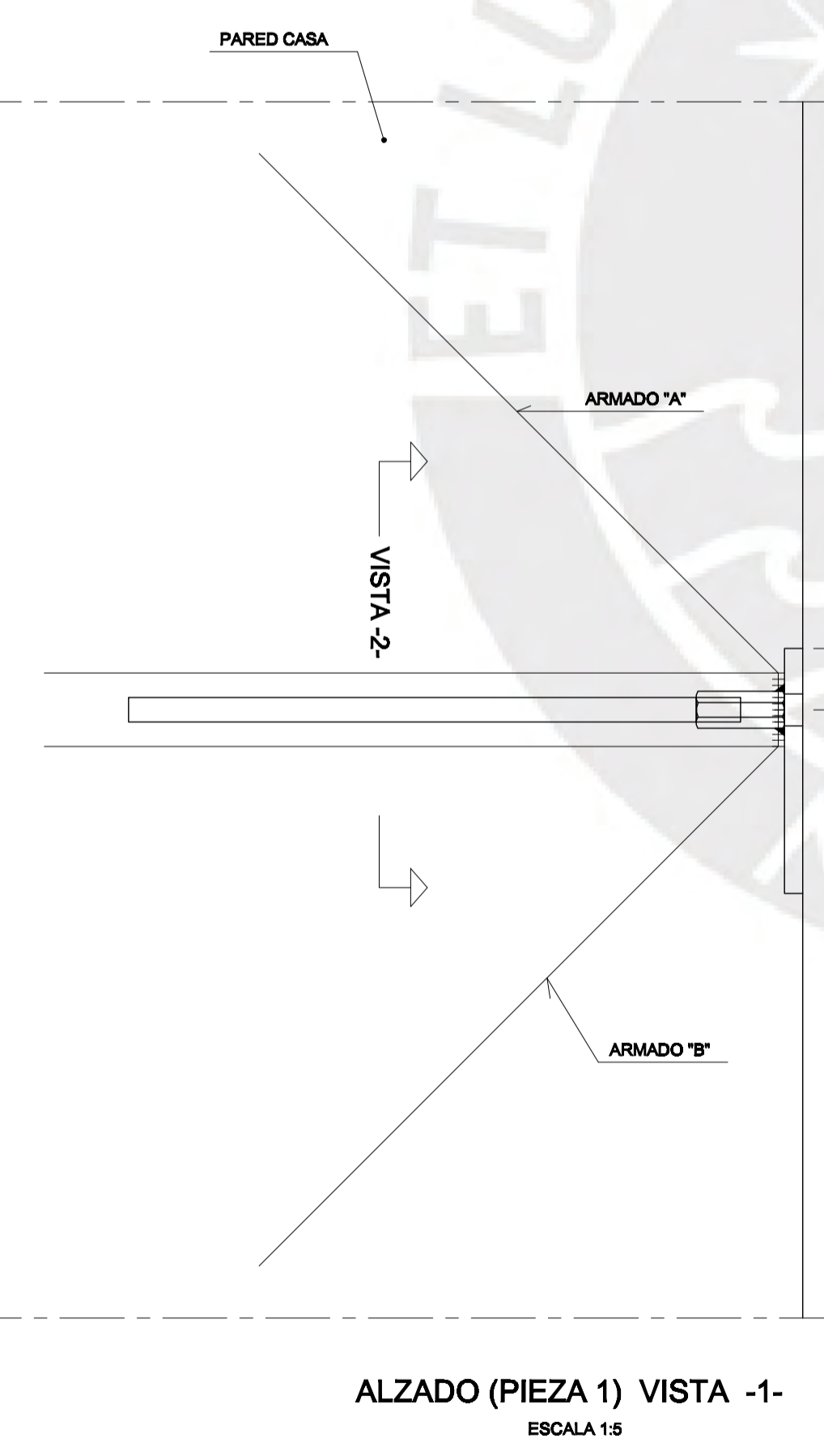


ARMADO -A-
ESCALA 1:5
(ALZADO)

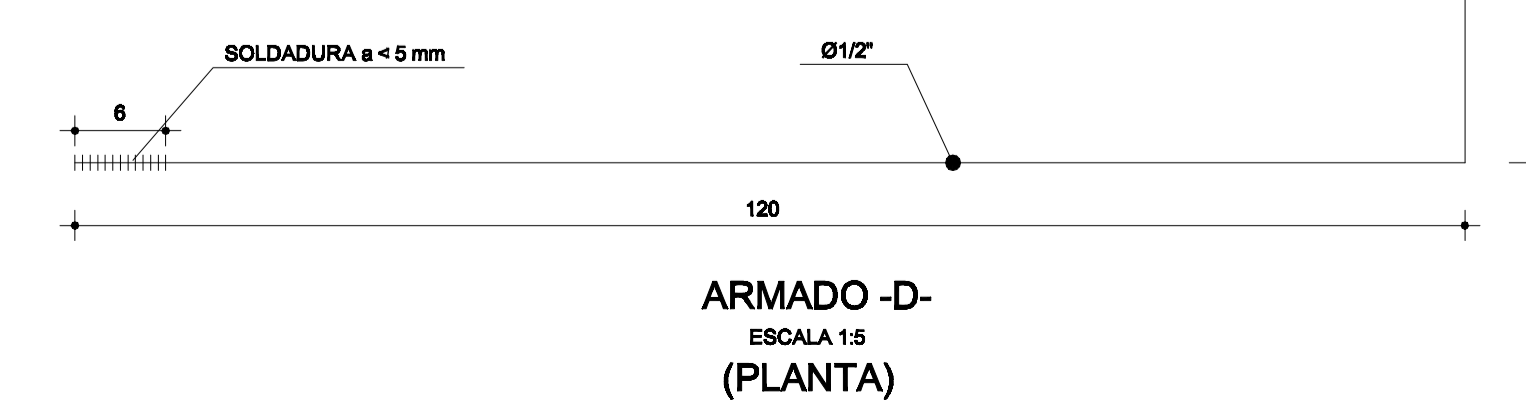
ARMADO -B-
ESCALA 1:5
(ALZADO)



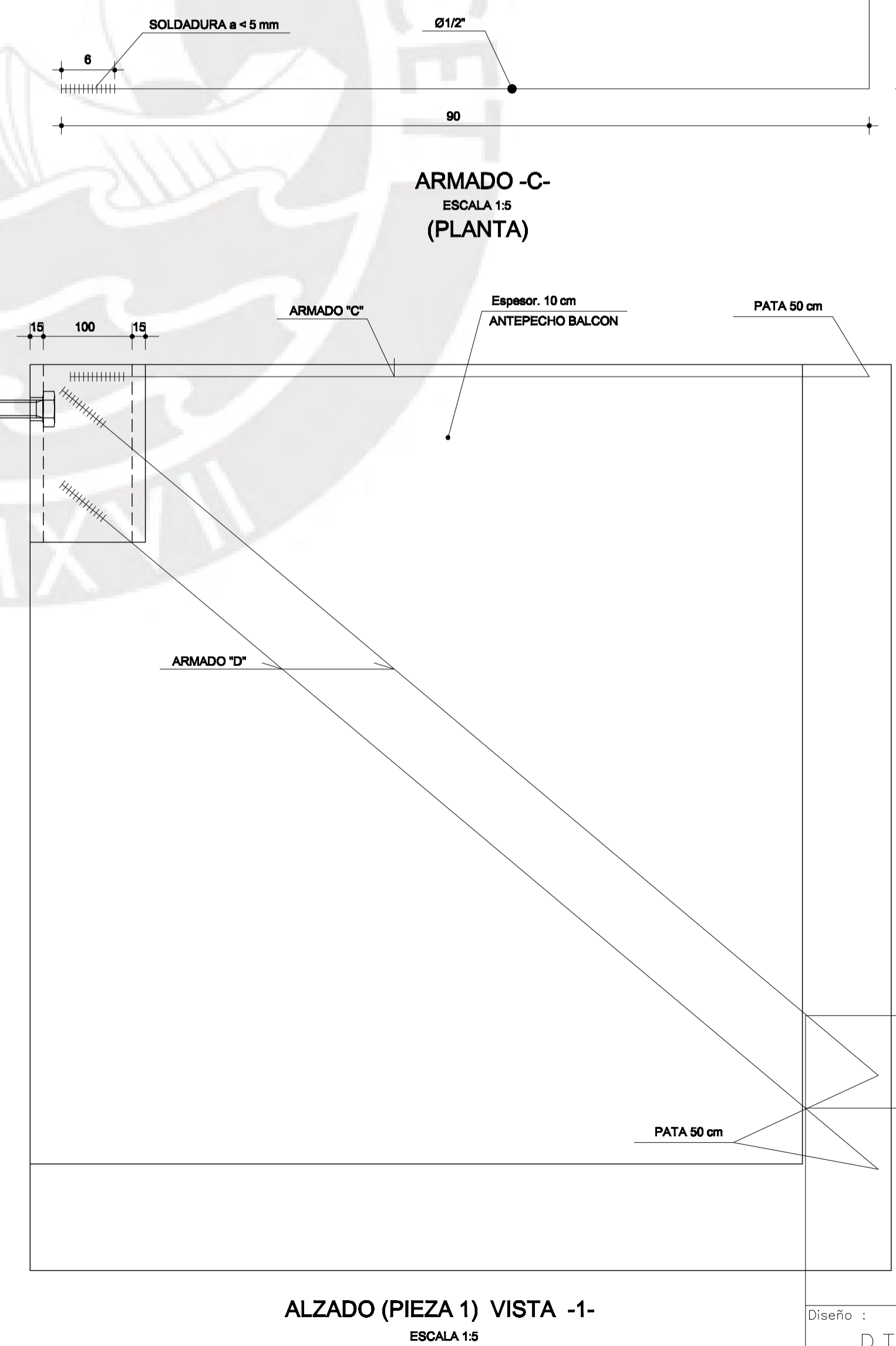
ALZADO (PIEZA 1)
VISTA -2-
ESCALA 1:5



ALZADO (PIEZA 1) VISTA -1-
ESCALA 1:5



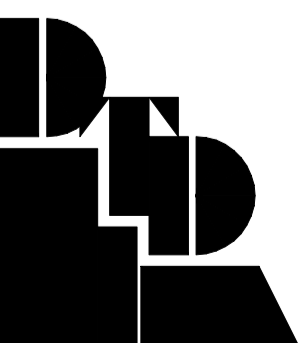
ARMADO -D-
ESCALA 1:5
(PLANTA)



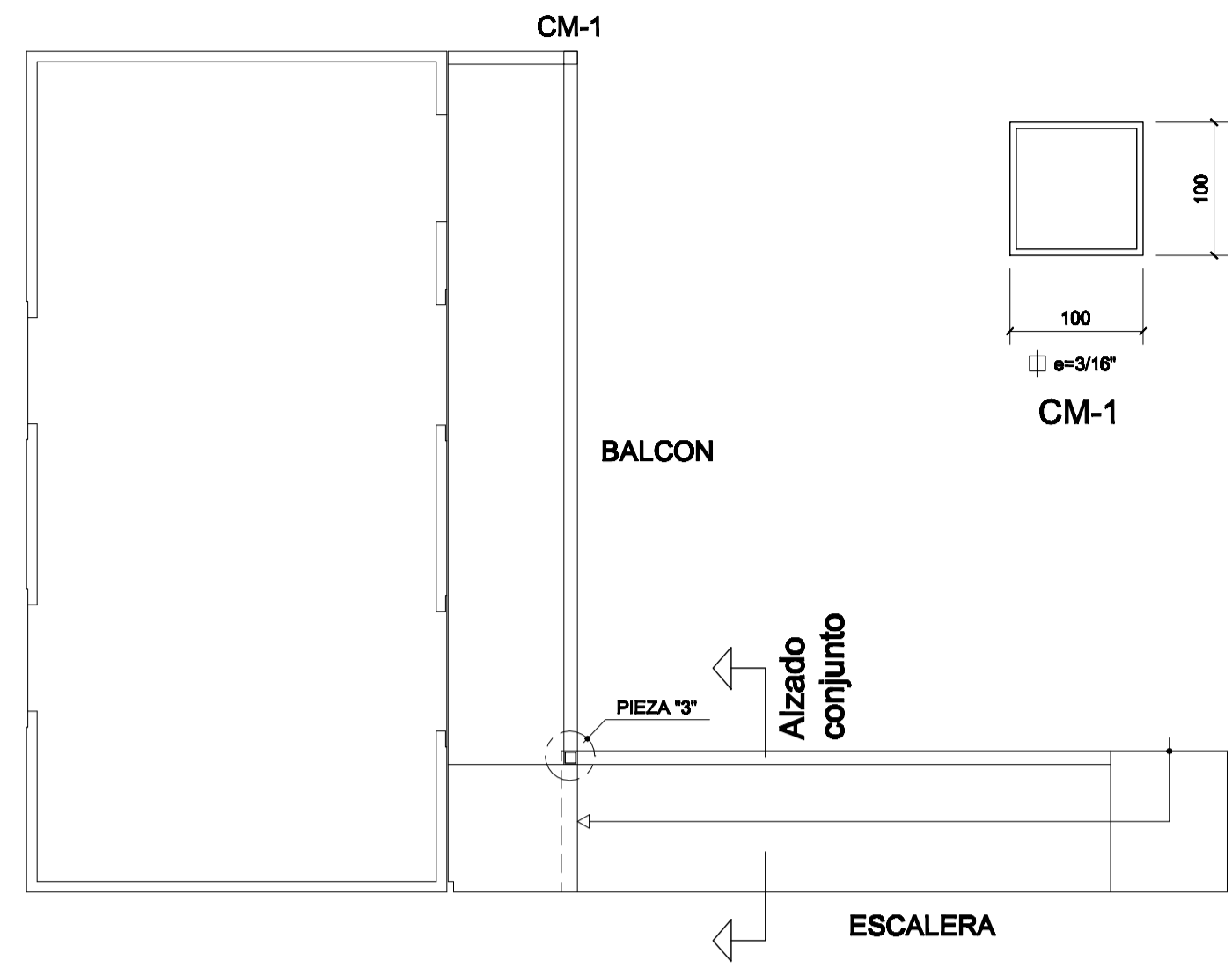
ALZADO (PIEZA 1) VISTA -1-
ESCALA 1:5

DANIEL TORREALVA DAVILA
INGENIEROS ESTRUCTURALES

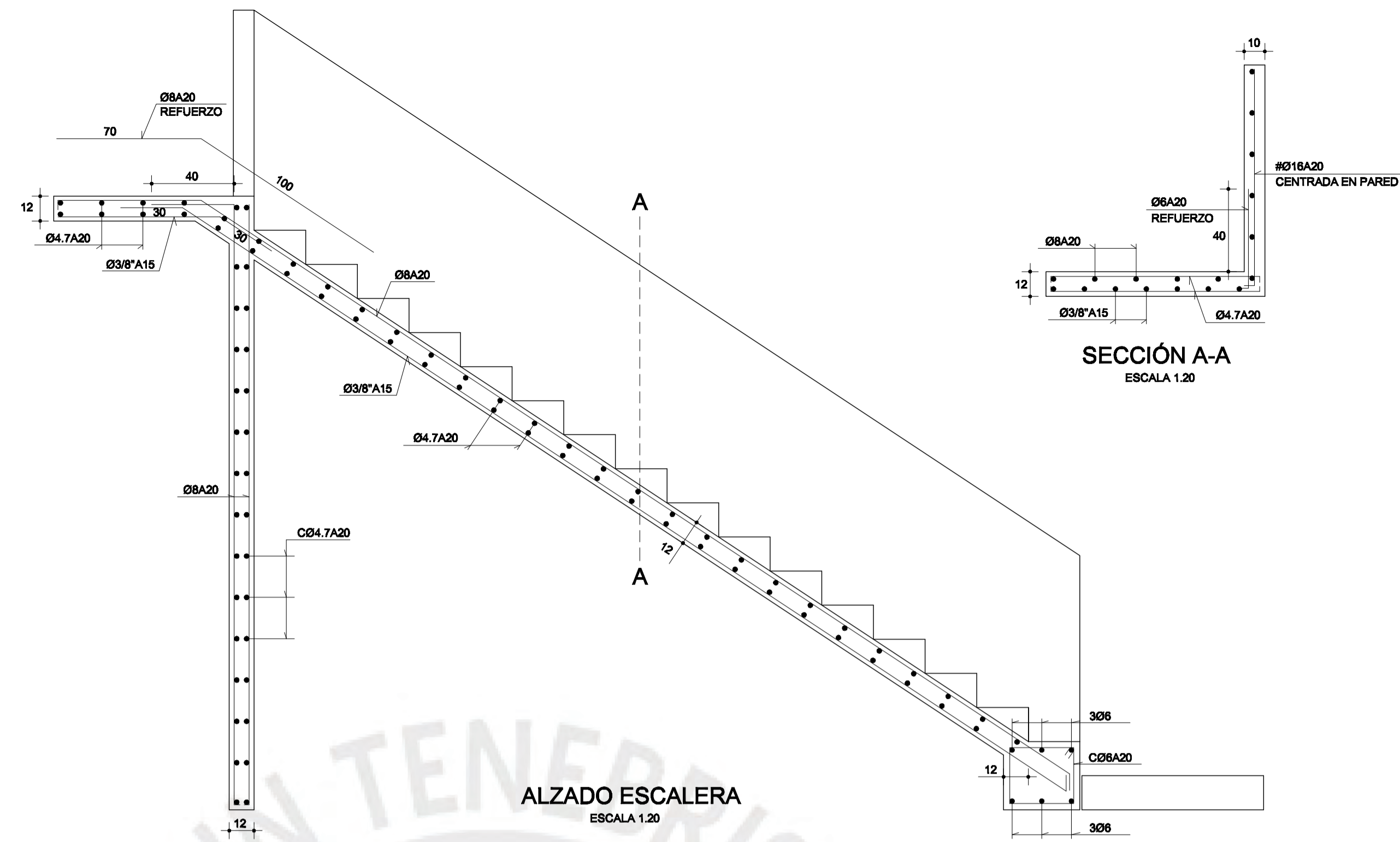
SISTEMA CONSTRUCTIVO LLAXTA
ARMADO BALCON



CALLE 1 A-B LOS ALAMOS DE MONTERRICO
SURCO - TELEFAX : 345-1915

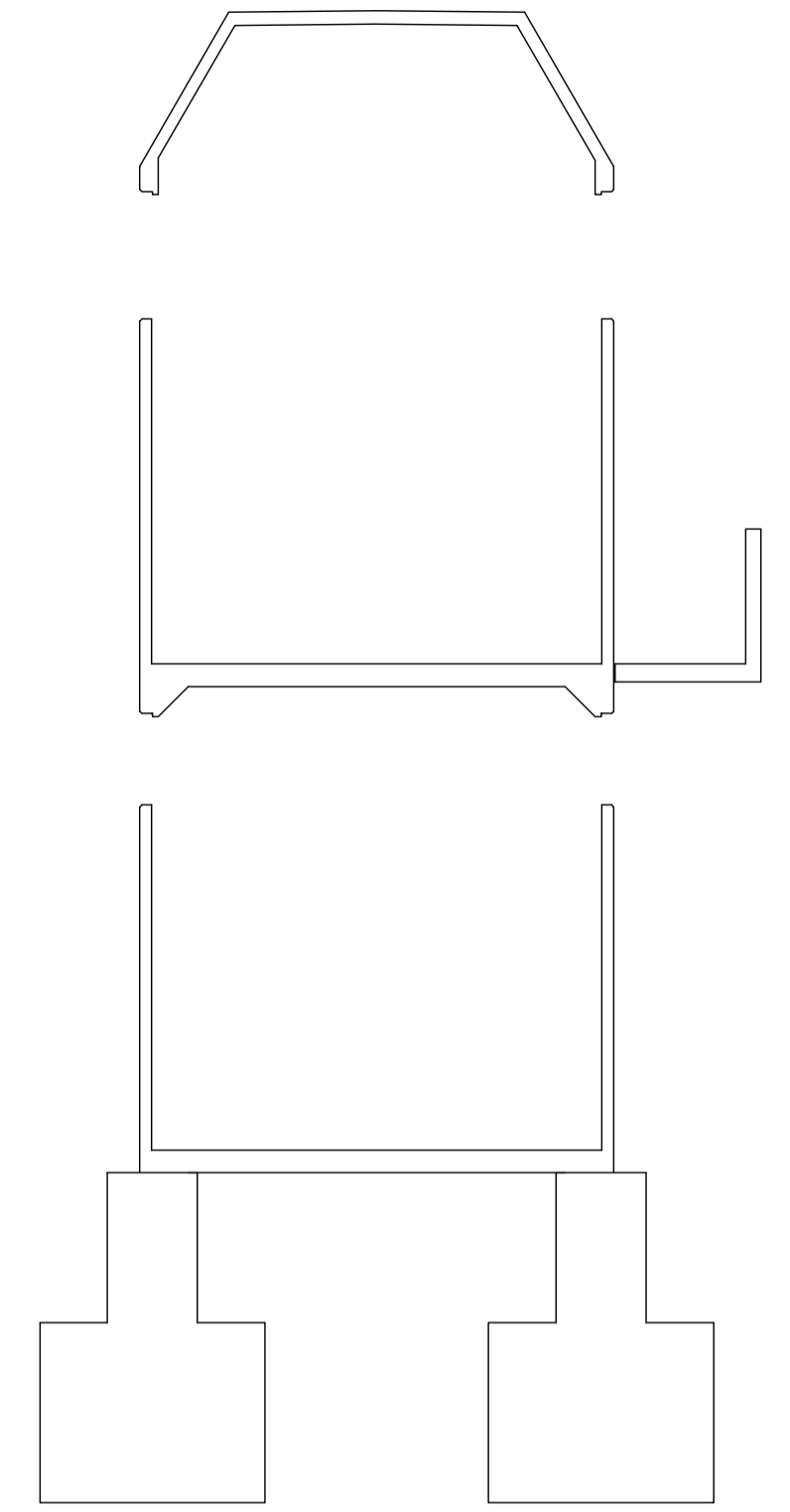


PLANTA SEGUNDO PISO
DORMITORIOS
ESCALA 1:50

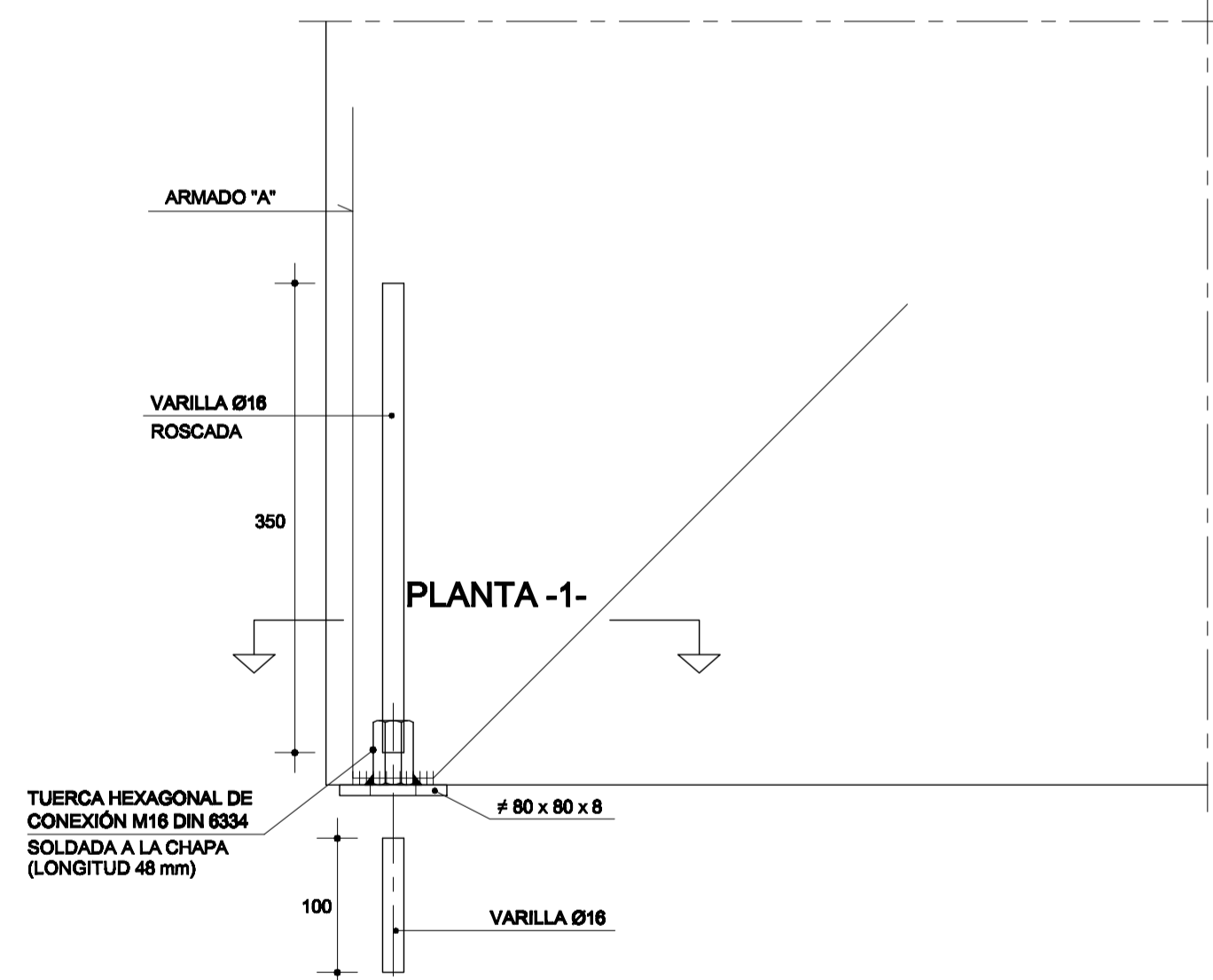


ALZADO ESCALERA
ESCALA 1:20

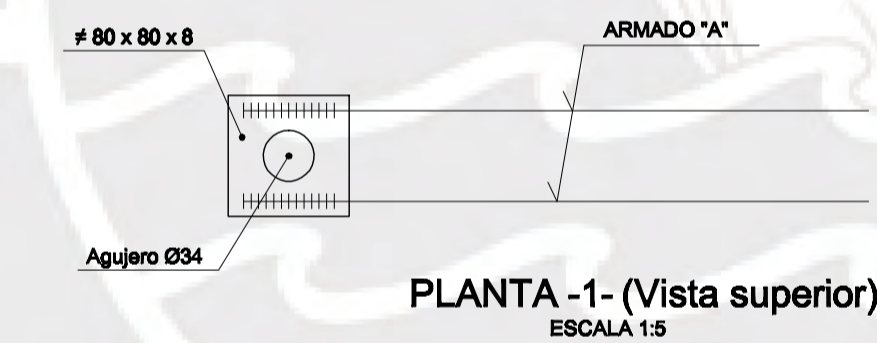
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:20



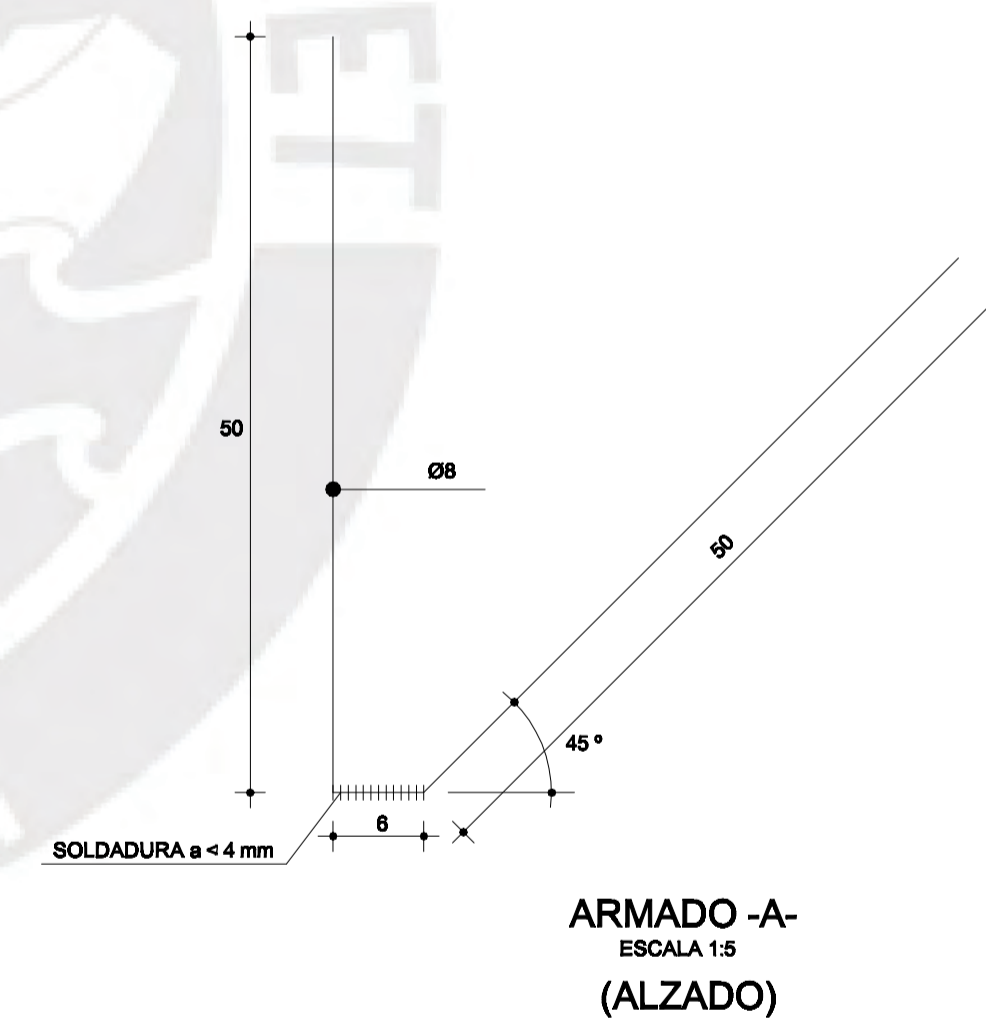
SECCION VIVIENDA
DORMITORIOS
ESCALA 1:50



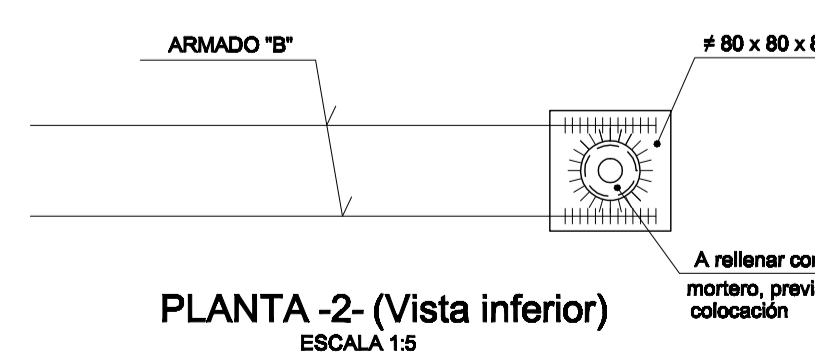
ALZADO CONJUNTO (PIEZA 3)
ESCALA 1:5



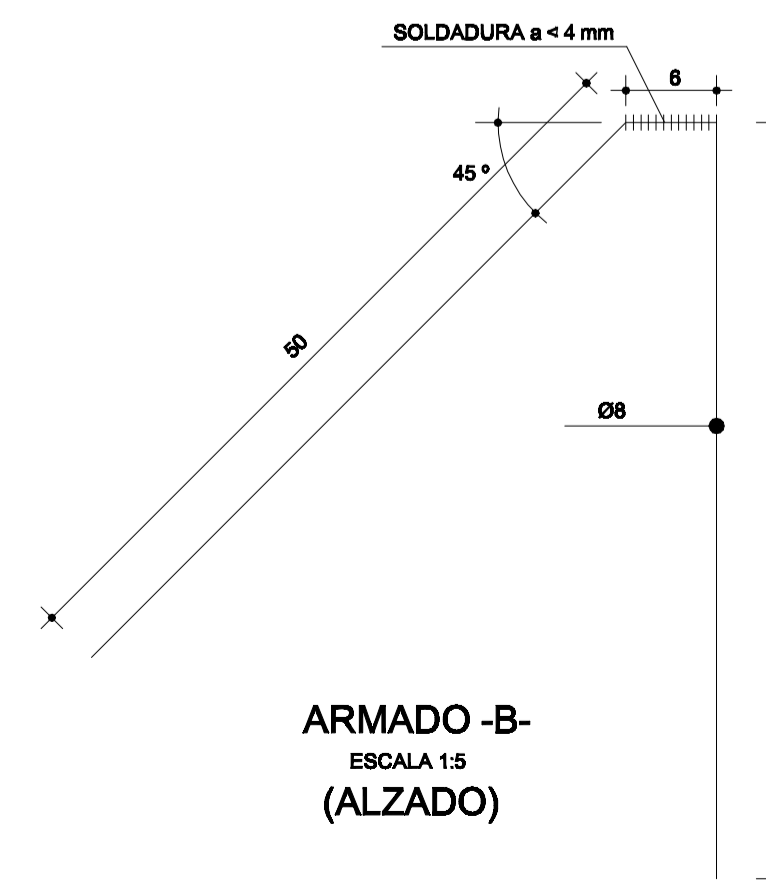
PLANTA -1- (Vista superior)
ESCALA 1:5



ARMADO -A-
ESCALA 1:5
(ALZADO)



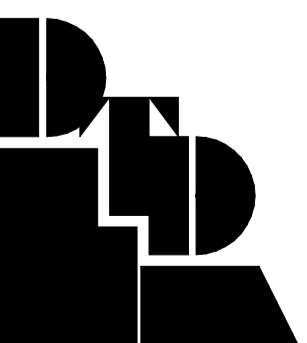
PLANTA -2- (Vista inferior)
ESCALA 1:5



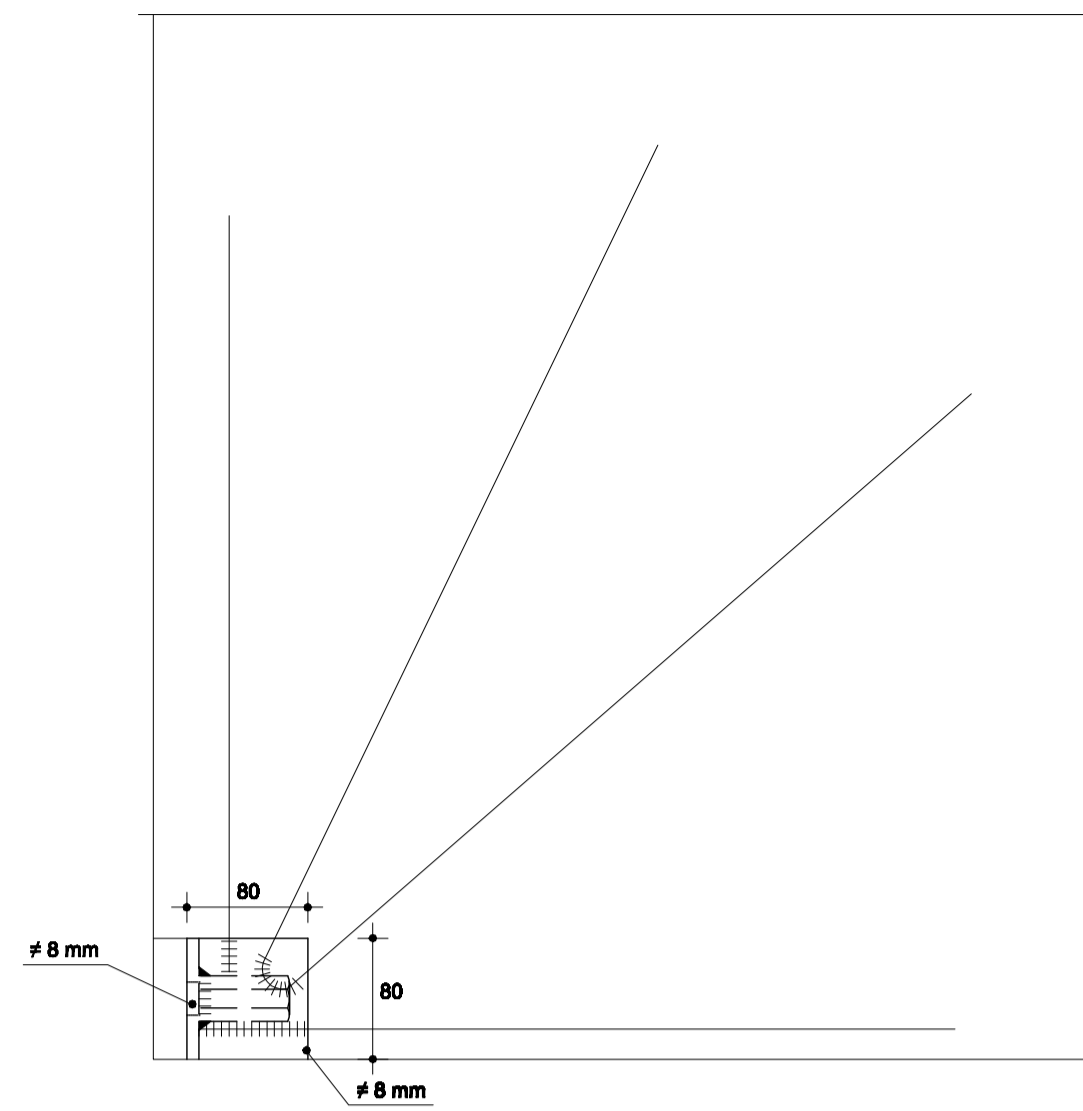
ARMADO -B-
ESCALA 1:5
(ALZADO)

DANIEL TORREALVA DAVILA
INGENIEROS ESTRUCTURALES

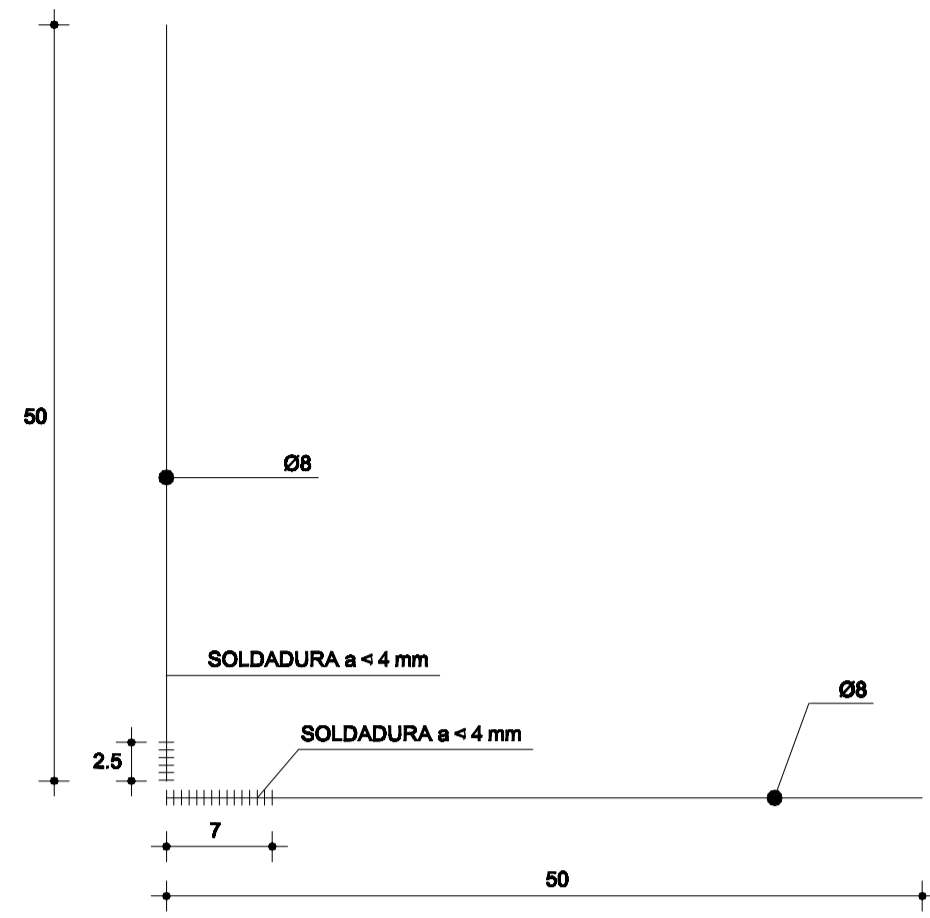
SISTEMA CONSTRUCTIVO LLAXTA
ARMADO ESCALERA



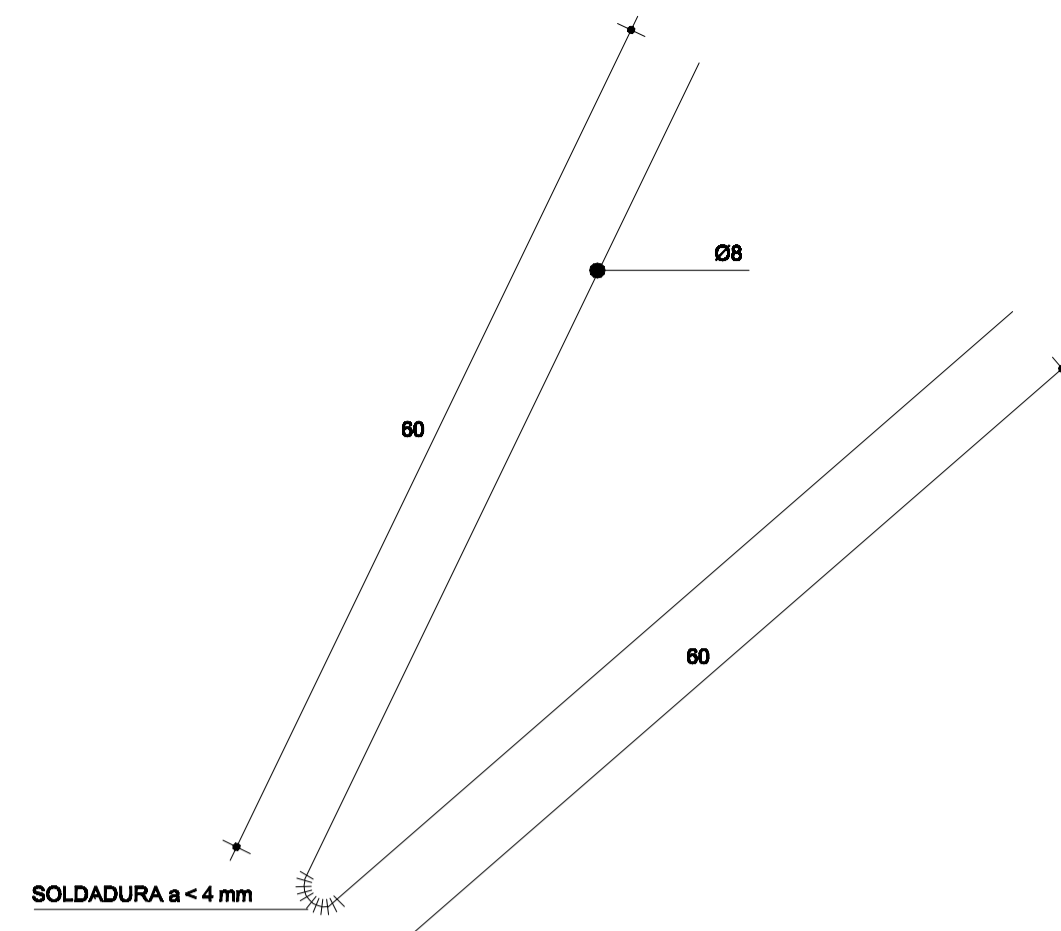
CALLE 1 A-B LOS ALAMOS DE MONTERRECO
SURCO - TELEFAX : 345-1915



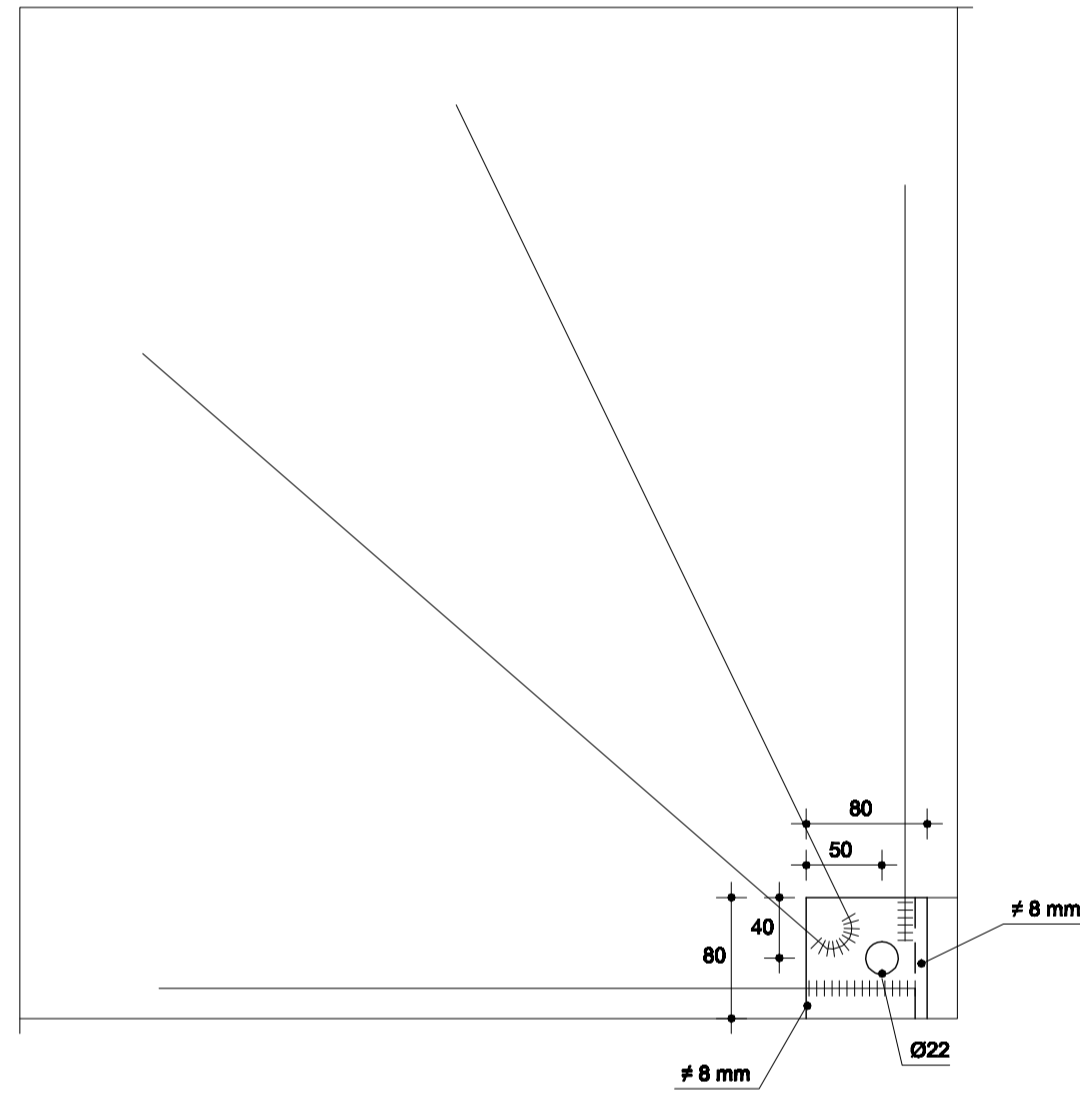
VISTA -1-
ESCALA 1:5



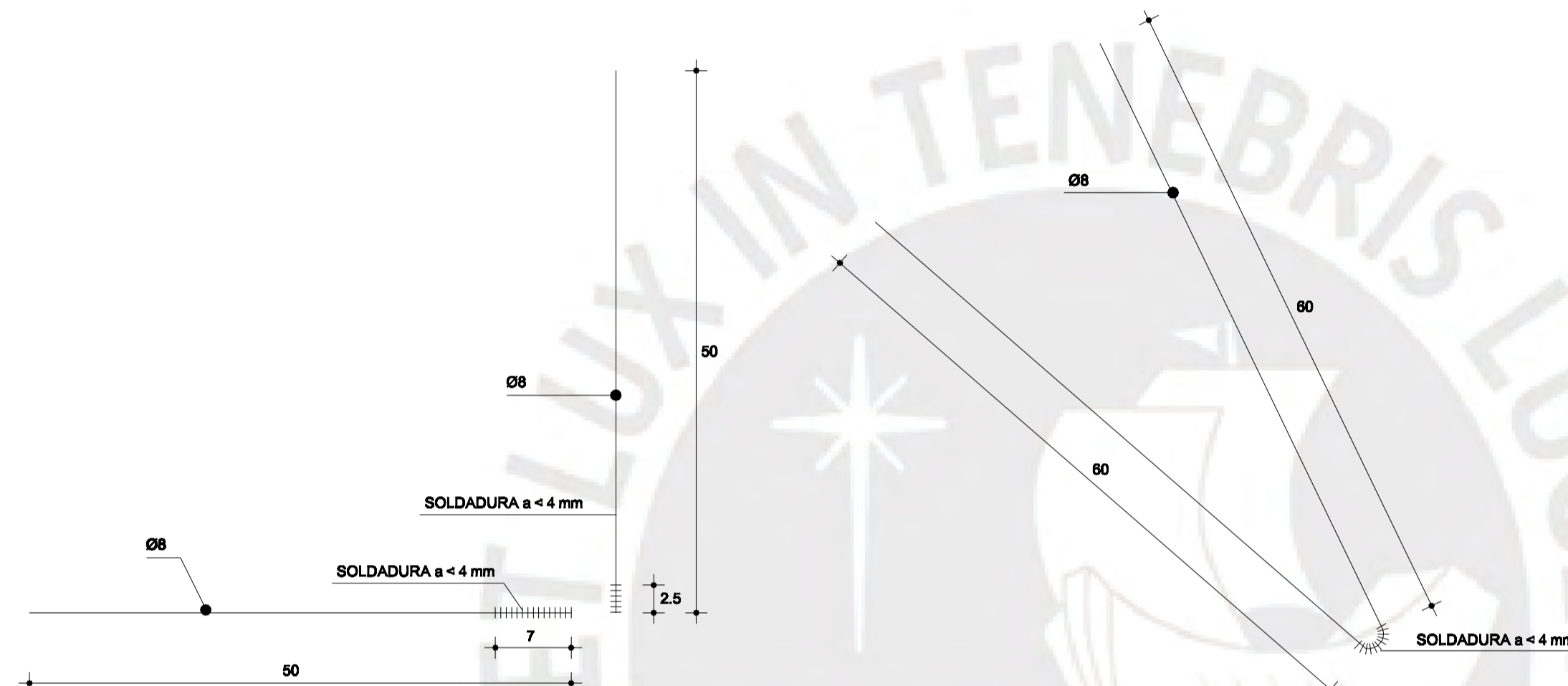
ARMADO -A-
ESCALA 1:5
(PLANTA)



ARMADO -B-
ESCALA 1:5
(ALZADO)

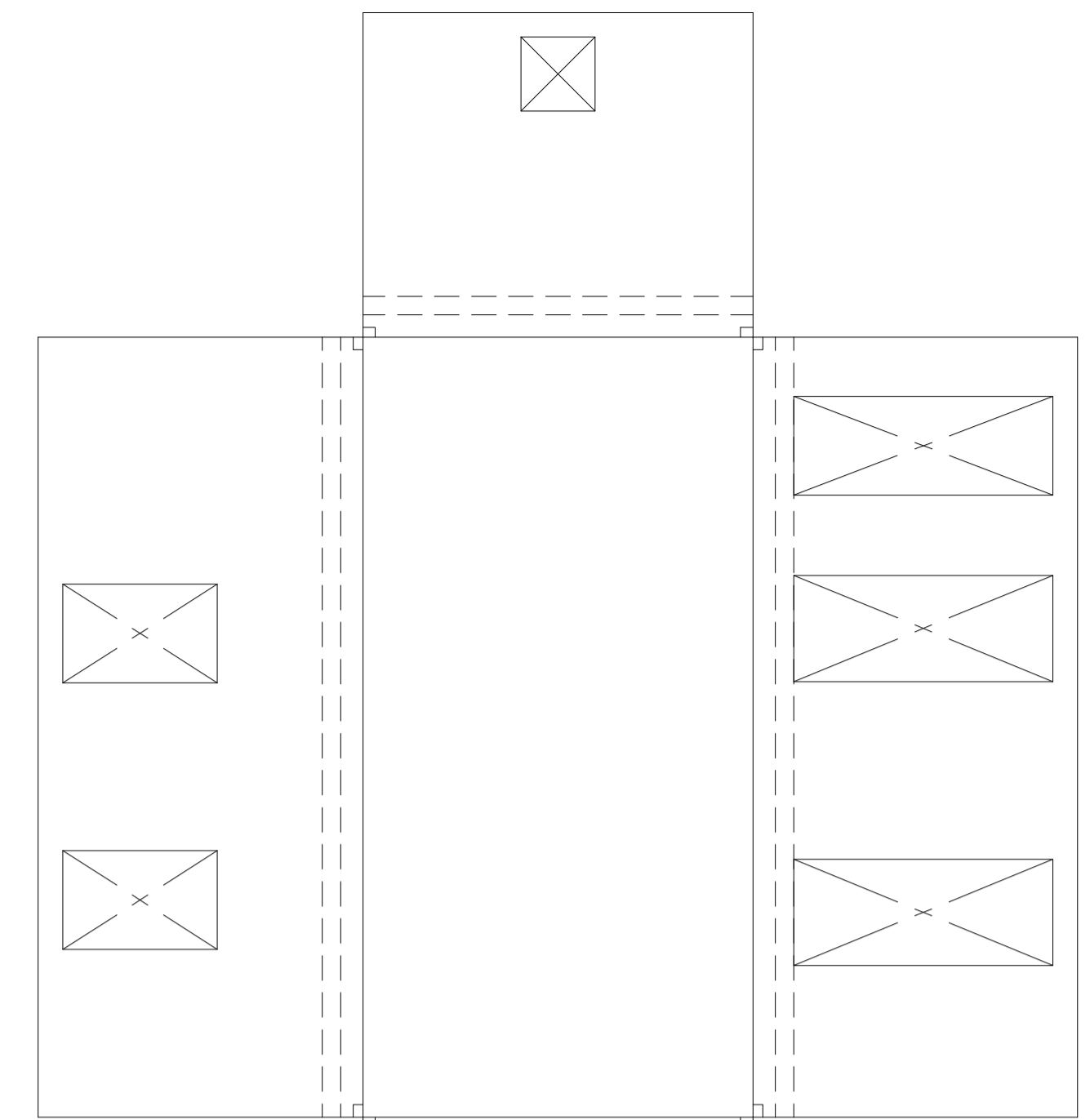


VISTA -2-
ESCALA 1:5

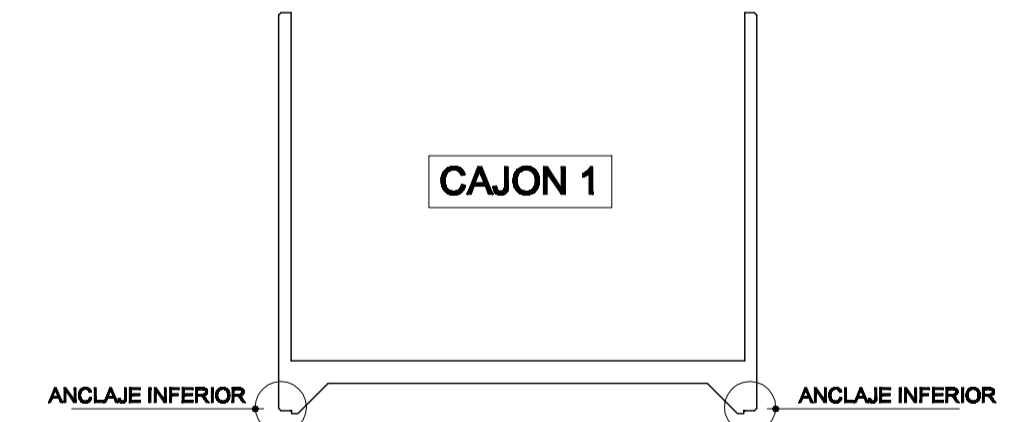
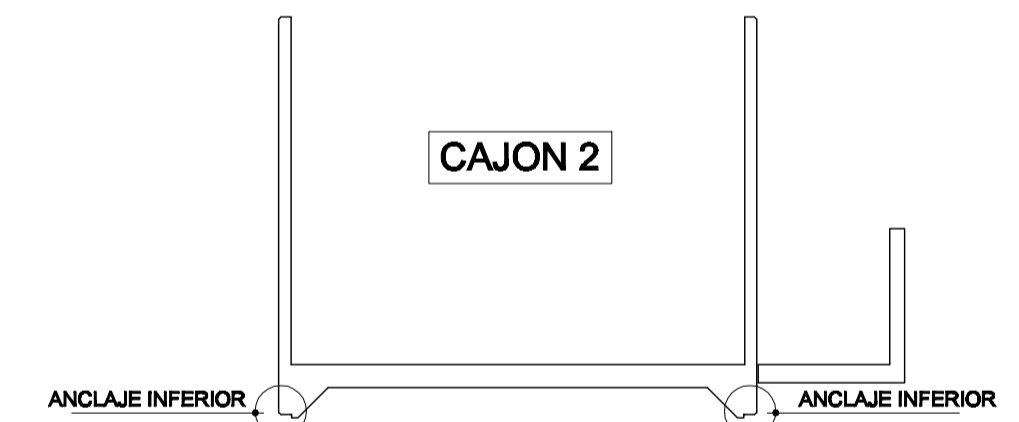
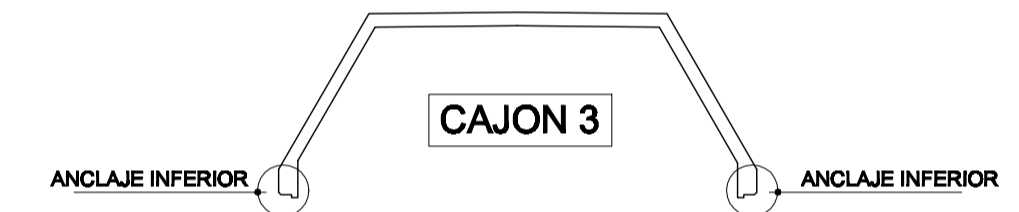


ARMADO -A-
ESCALA 1:5
(PLANTA)

ARMADO -B-
ESCALA 1:5
(ALZADO)

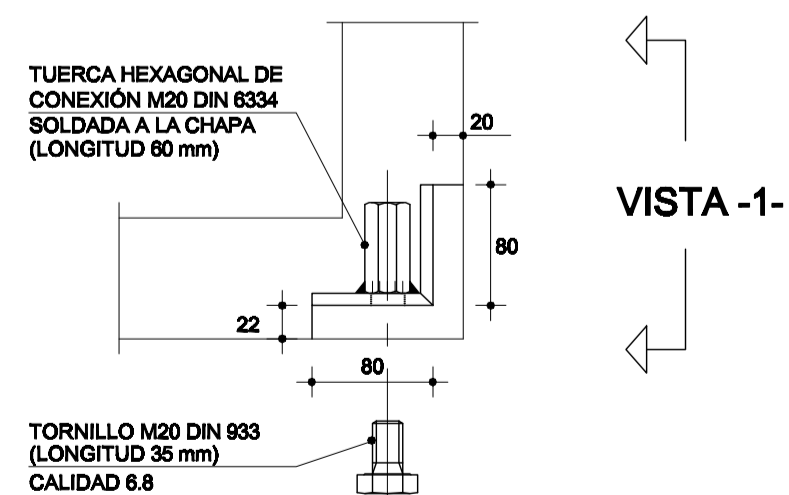


POSICION REFUNDIDO (DESARROLLO FACHADAS)
(ANCLAJE ALTO)
ESCALA 1:50



SECCION VIVIENDA
DORMITORIOS
ESCALA 1:50

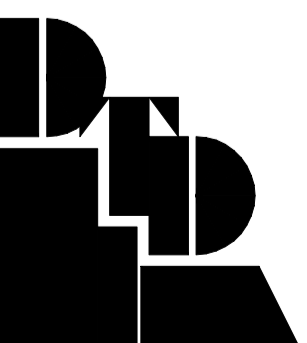
DETALLE DE PLANCHA INFERIOR DE CONEXION



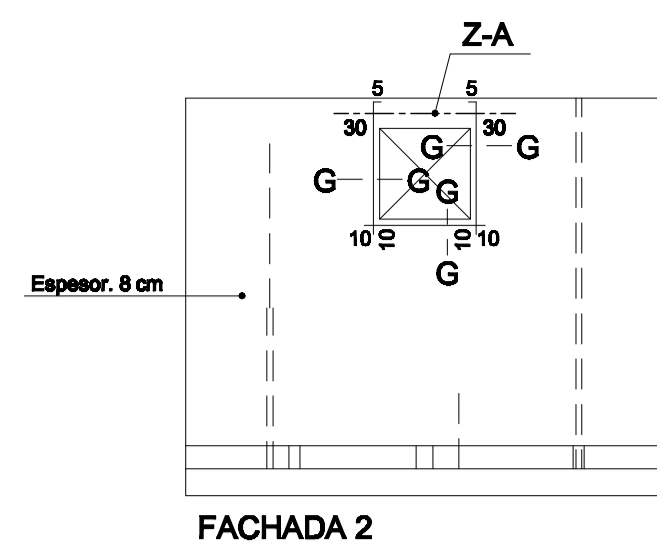
PLACA UNION MODULOS
ESCALA 1:5

DANIEL TORREALVA DAVILA
INGENIEROS ESTRUCTURALES

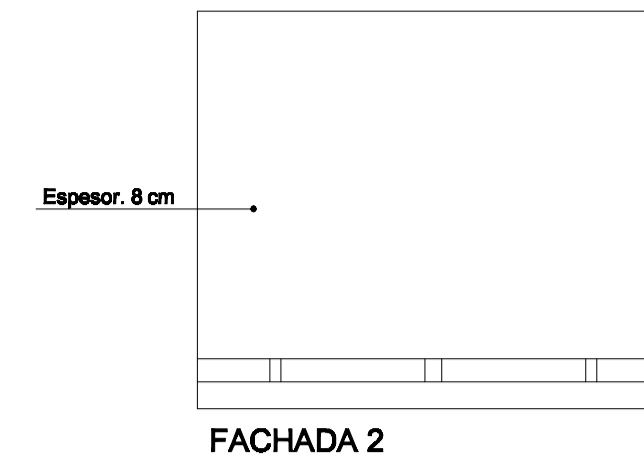
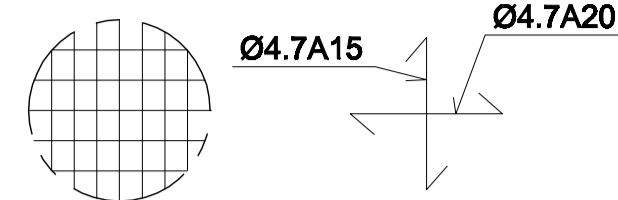
SISTEMA CONSTRUCTIVO LLAXTA
ANCLAJE INFERIOR



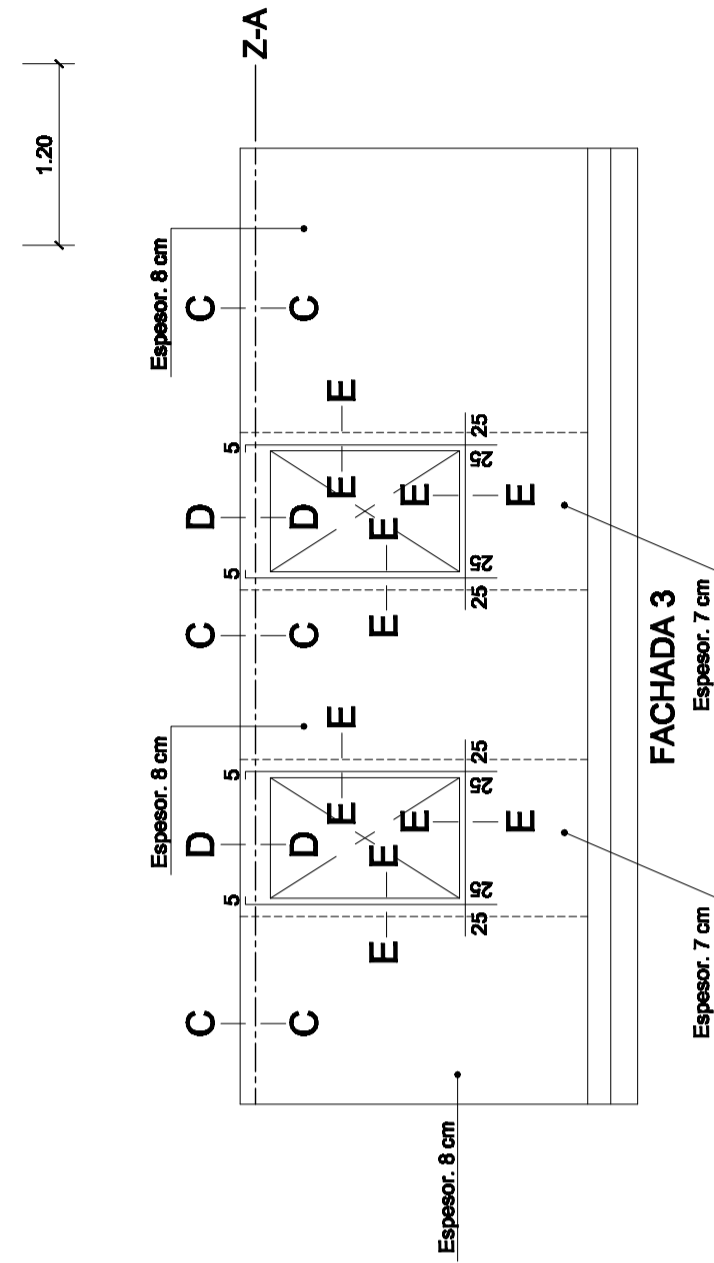
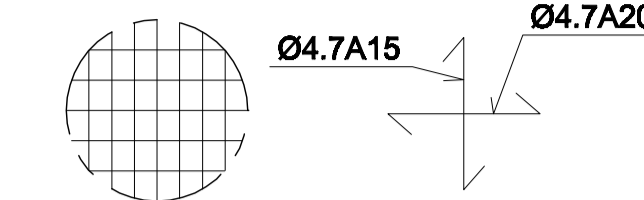
CALLE 1 A-B LOS ALAMOS DE MONTERREO SURCO - TELEFAX : 345-1915



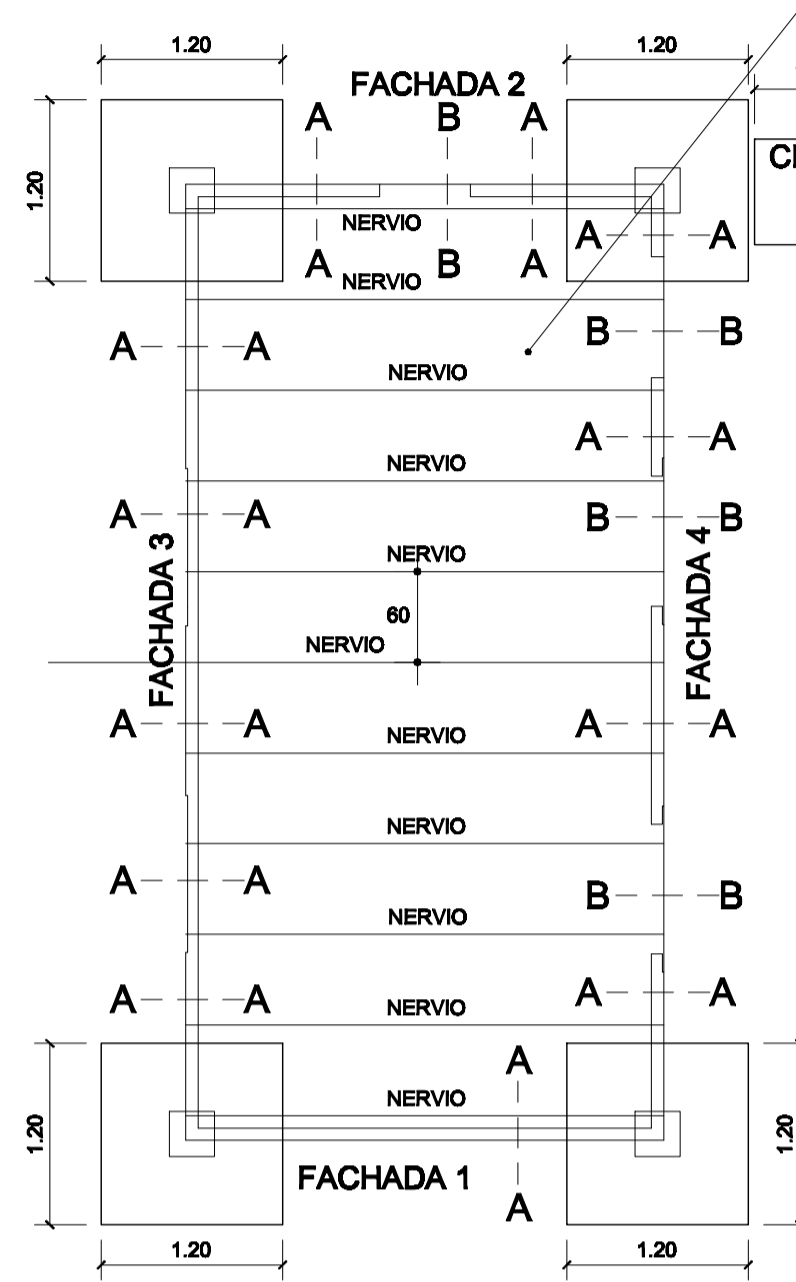
FACHADA 2



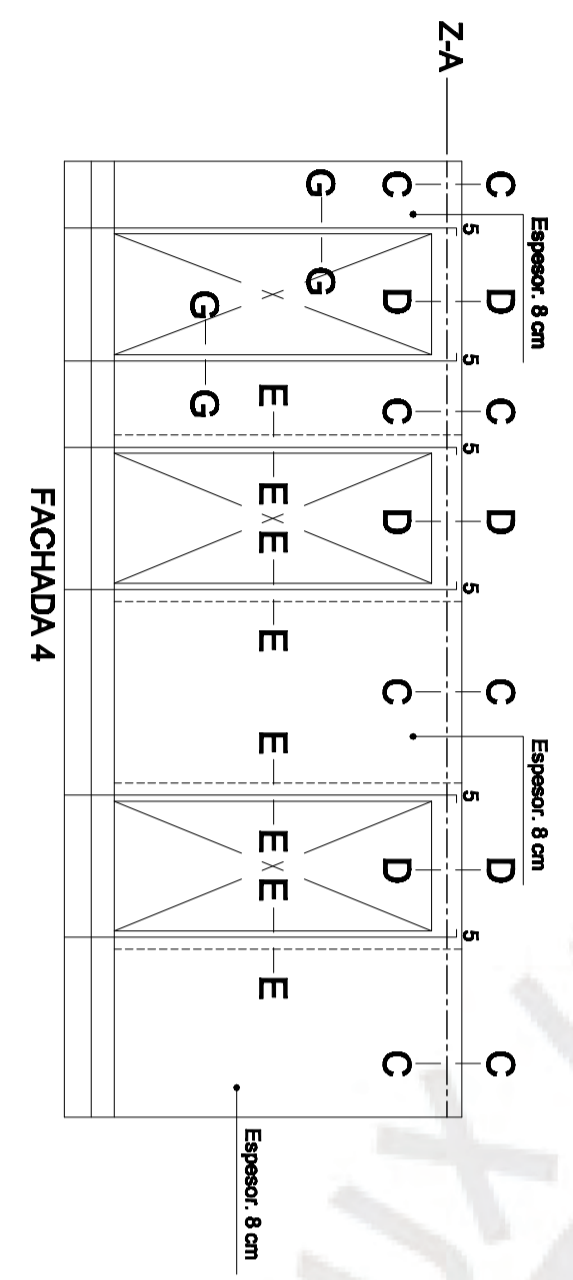
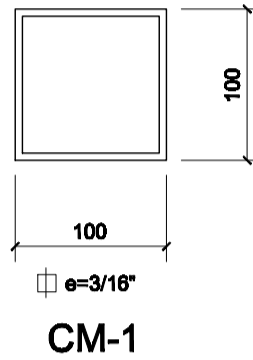
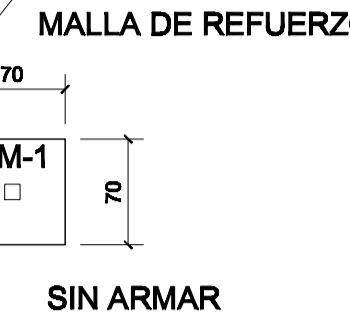
FACHADA 2



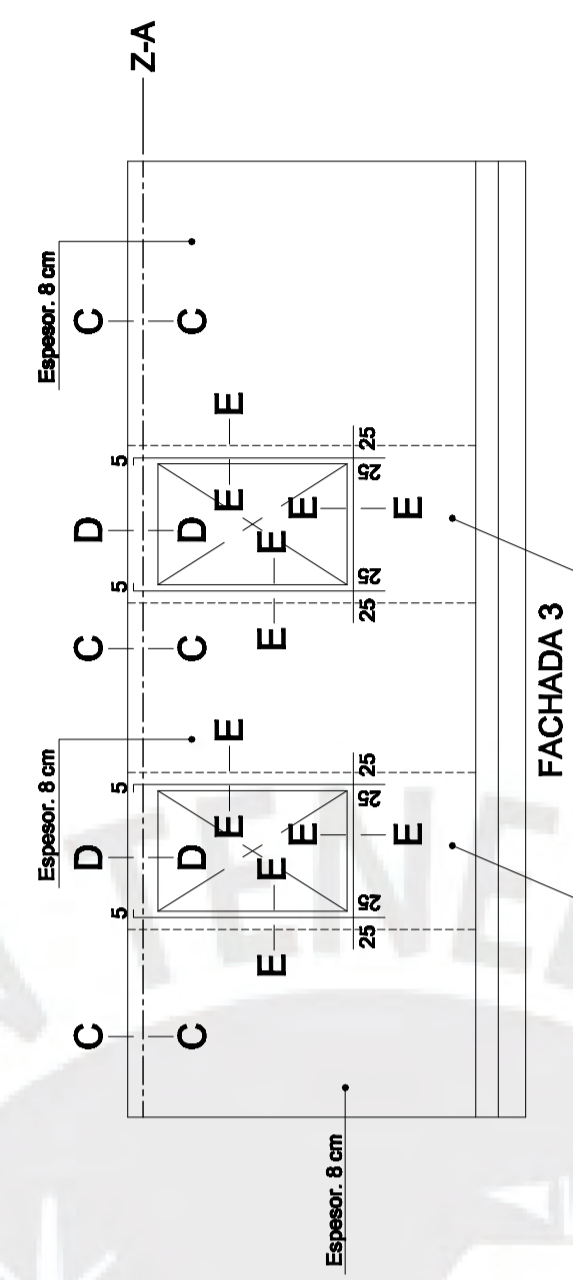
FACHADA 3



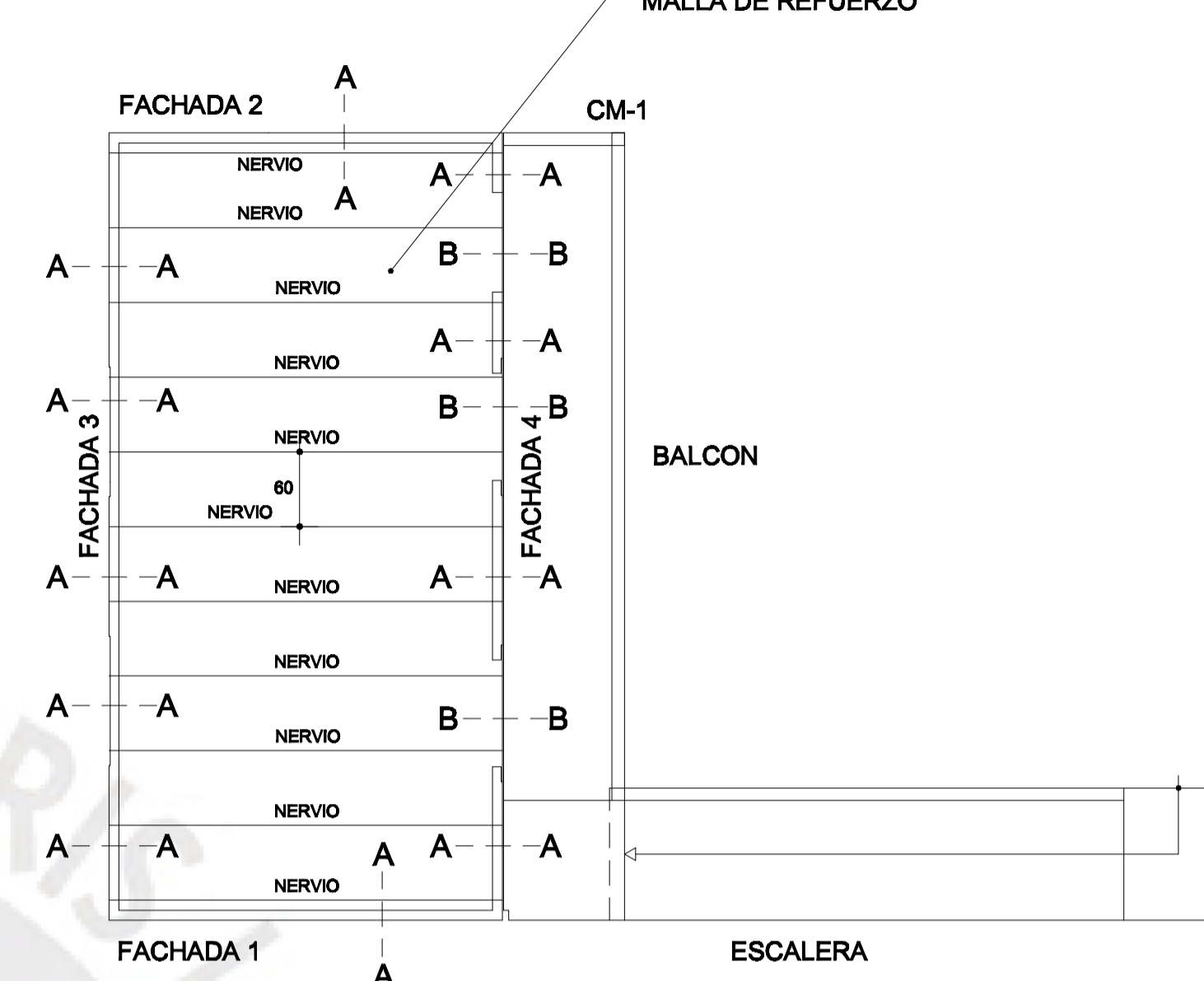
CIMENTACION Y LOSA PRIMER PISO DORMITORIOS



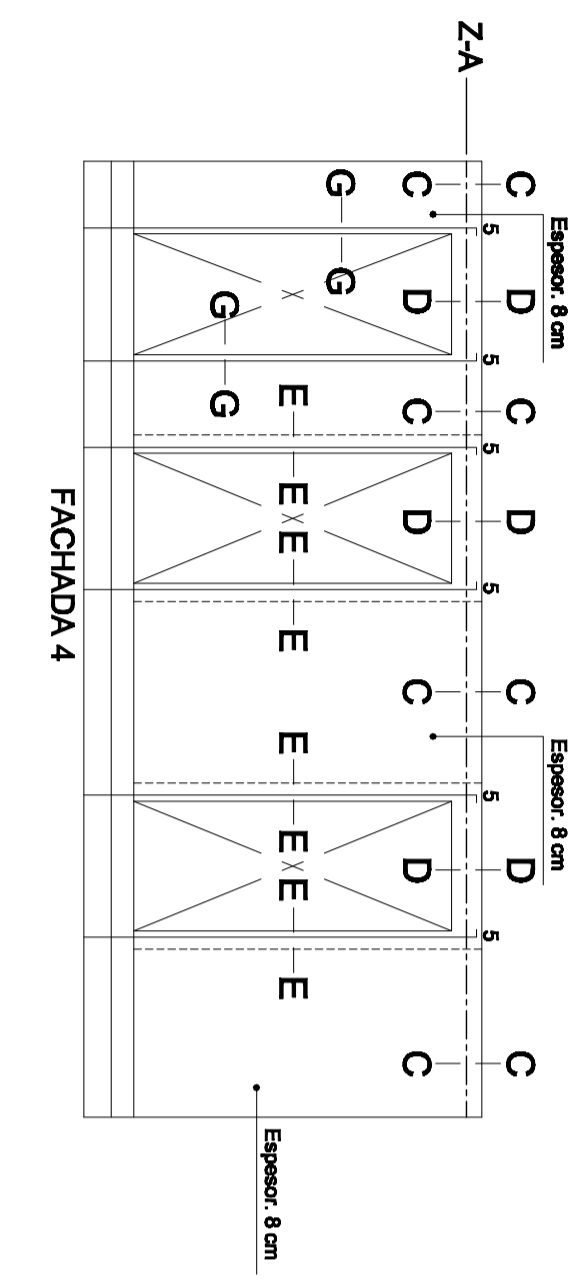
FACHADA 4



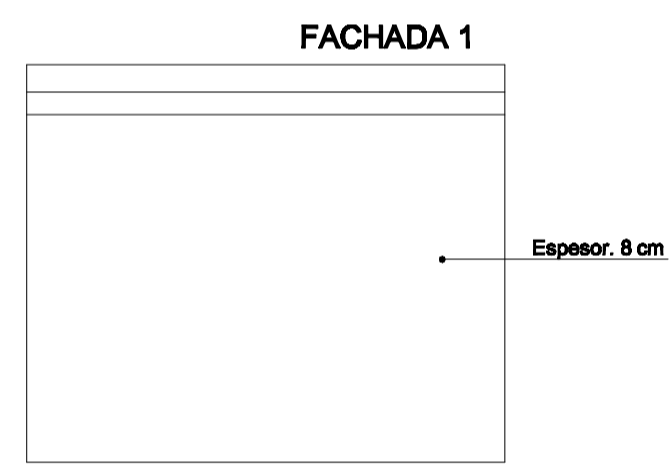
FACHADA 3



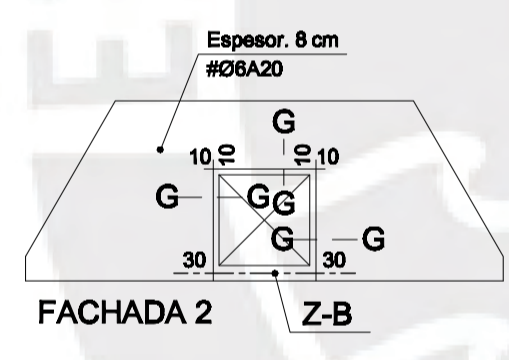
PLANTA SEGUNDO PISO DORMITORIOS



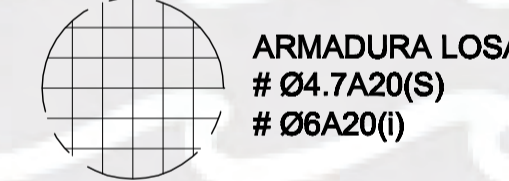
FACHADA 4



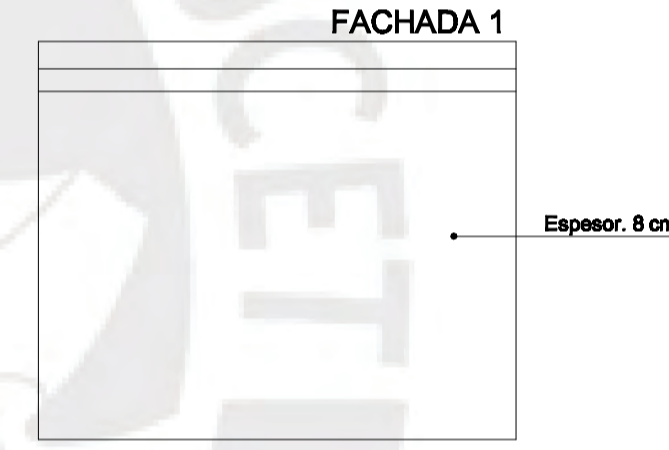
FACHADA 1



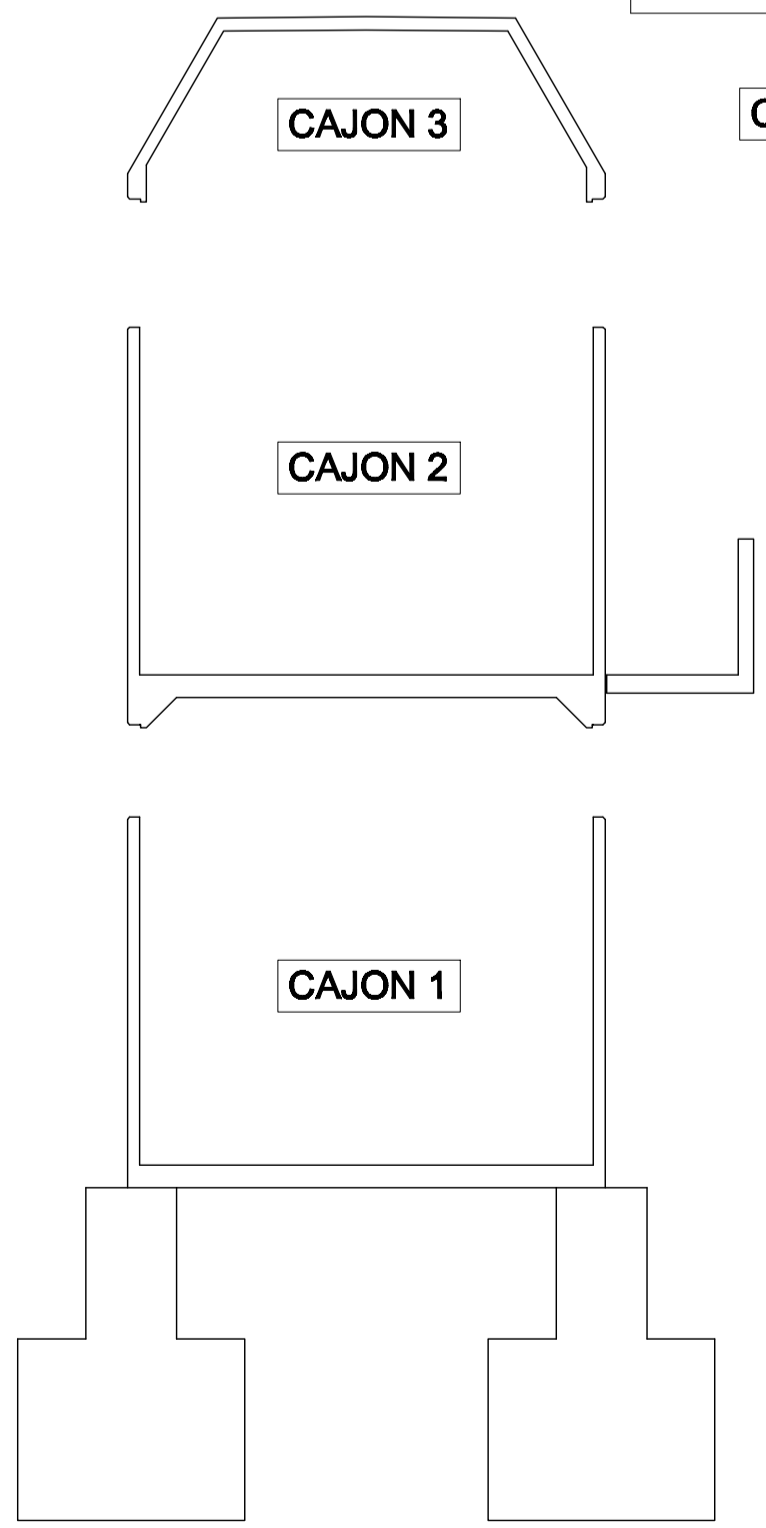
FACHADA 2



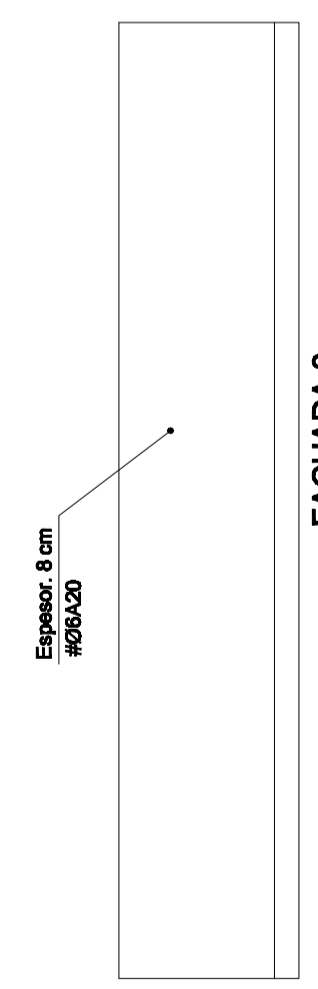
ARMADURA LOSA # 04.7A20(S) # 06A20(I)



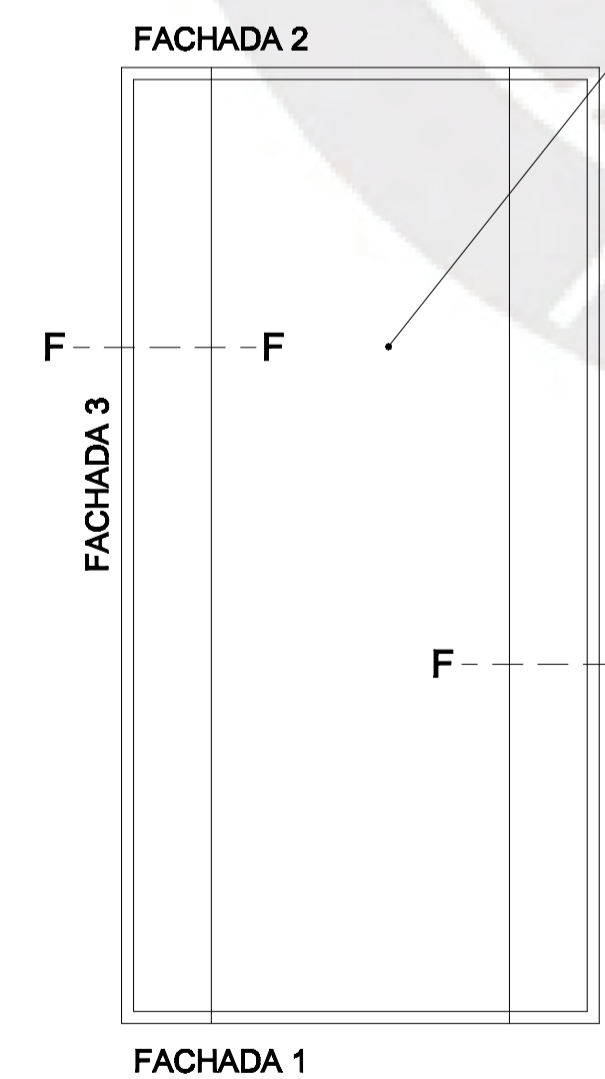
CAJON 2



SECCION VIVIENDA DORMITORIOS

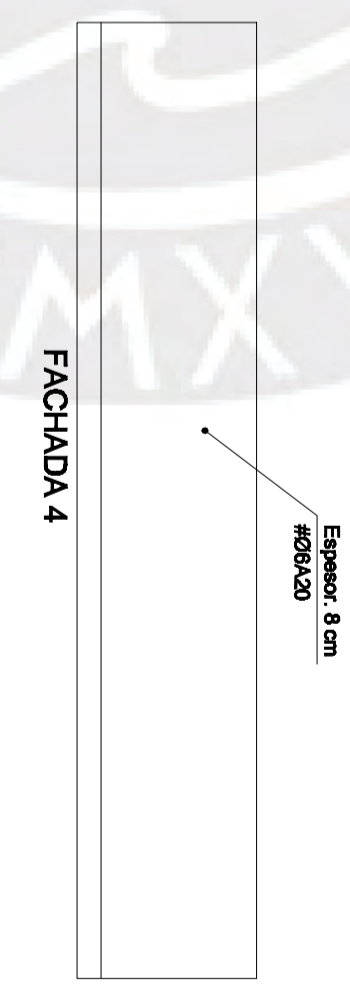


FACHADA 3

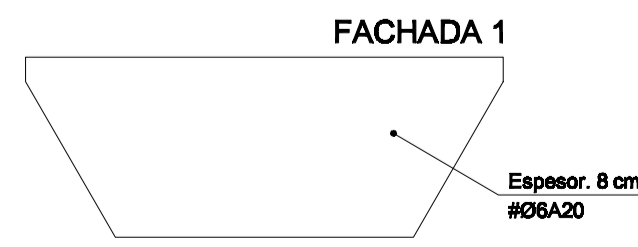


FACHADA 2

FACHADA 4



FACHADA 4

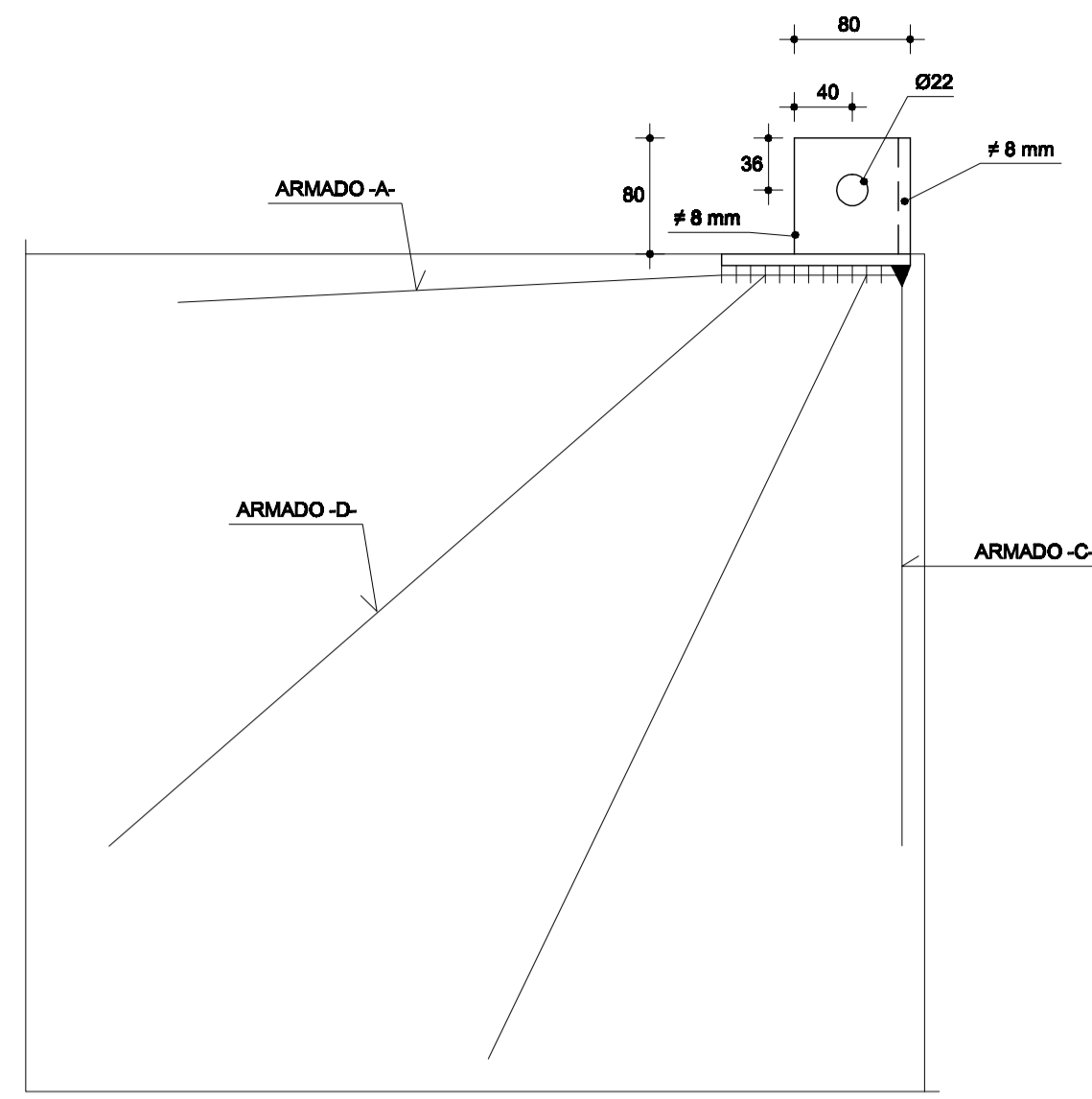


FACHADA 1

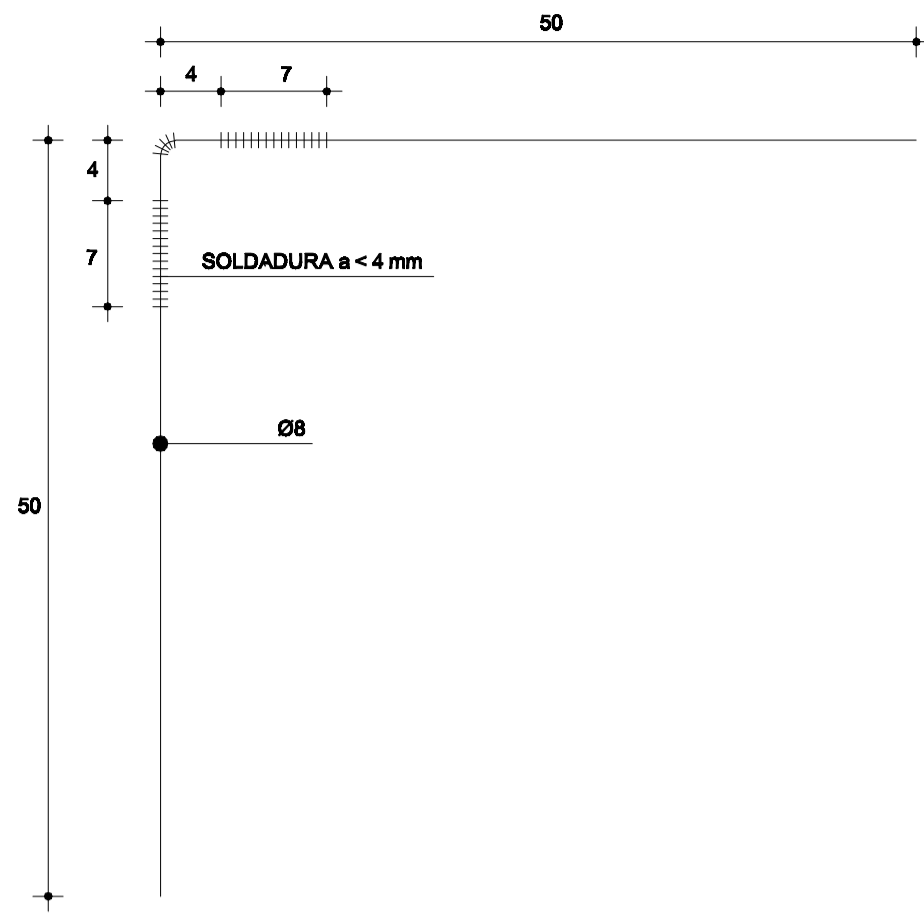
PLANTA CUBIERTA

CAJON 3

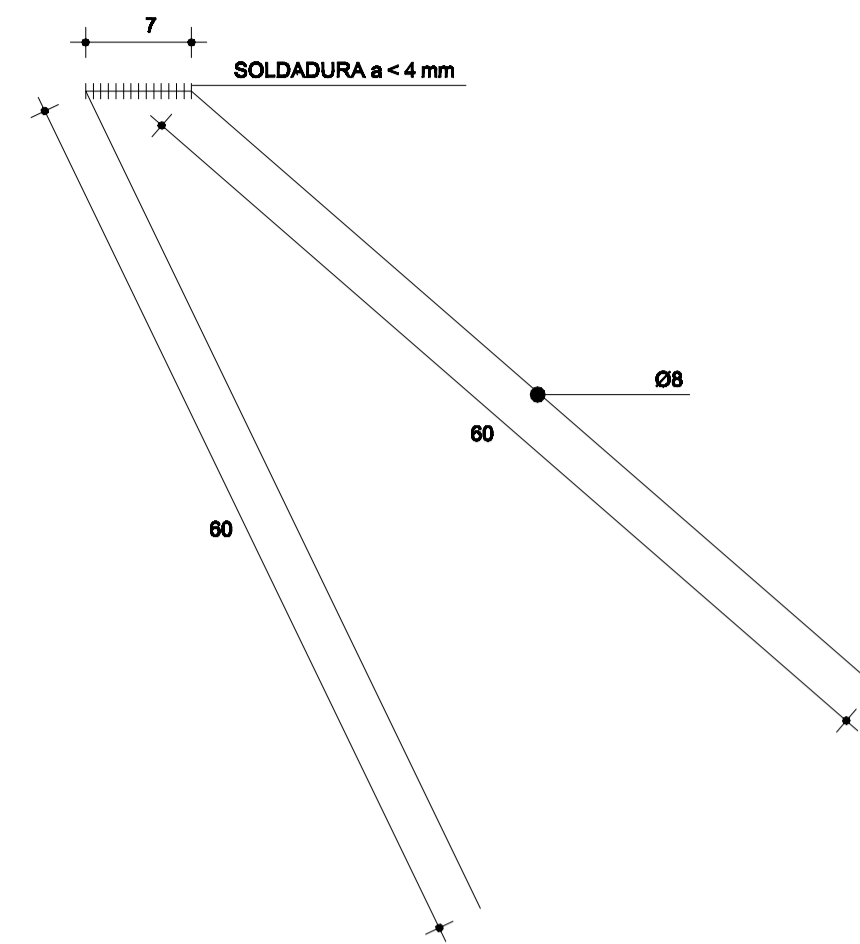
<p>DANIEL TORREALVA DAVILA INGENIEROS ESTRUCTURALES</p>					
<p>SISTEMA CONSTRUCTIVO LLAXTA ZONA DORMITORIOS</p>					
Diseño :	Dibujo :	Rev. :	Fecha :	Escala :	Plano N° :
D.T.D.	C.V.P.	D.T.D.	03-11	INDICADAS	E-04 de 8



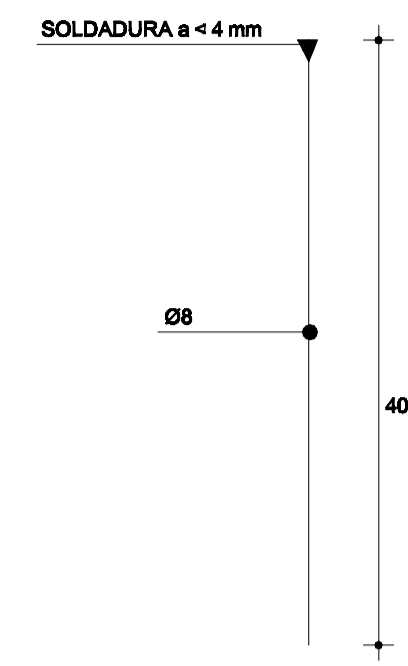
VISTA -1-
ESCALA 1:5



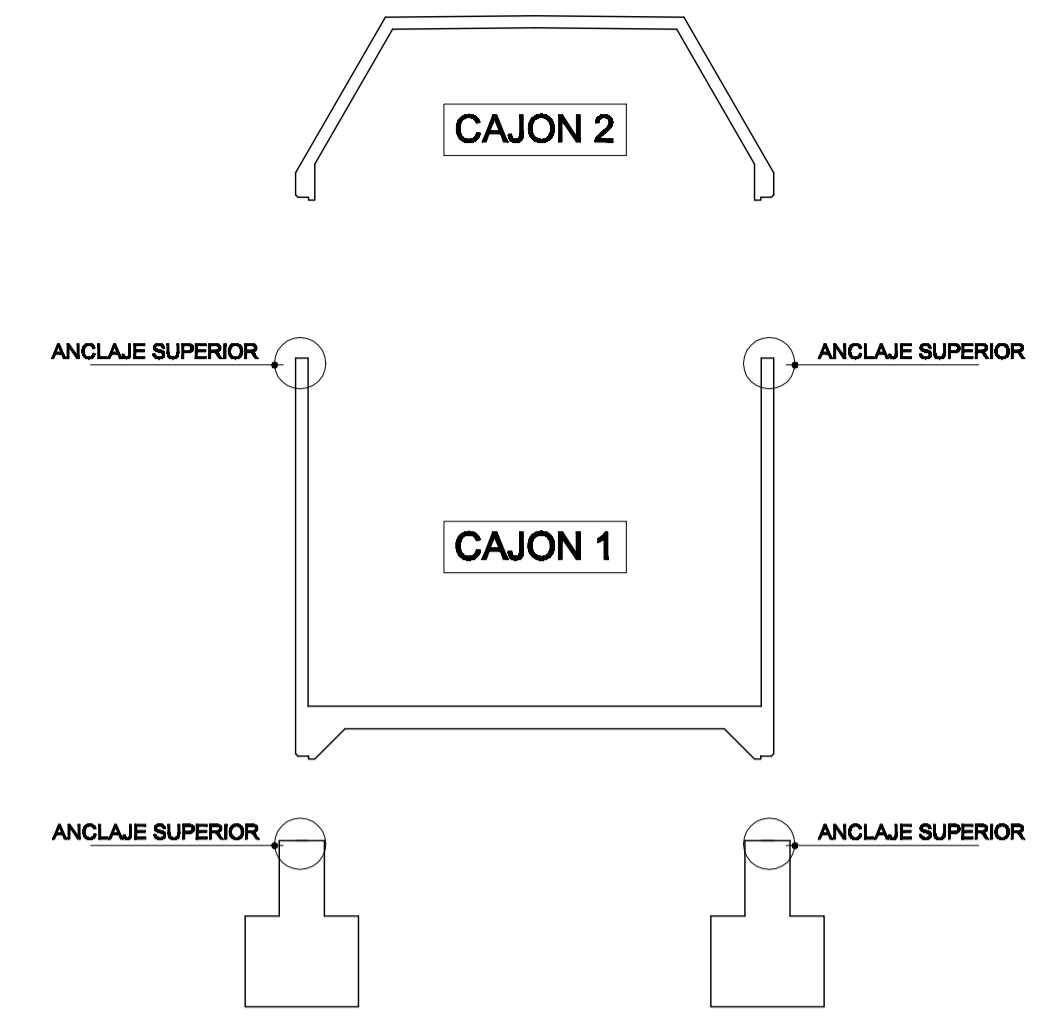
ARMADO -A-
ESCALA 1:5
(PLANTA)



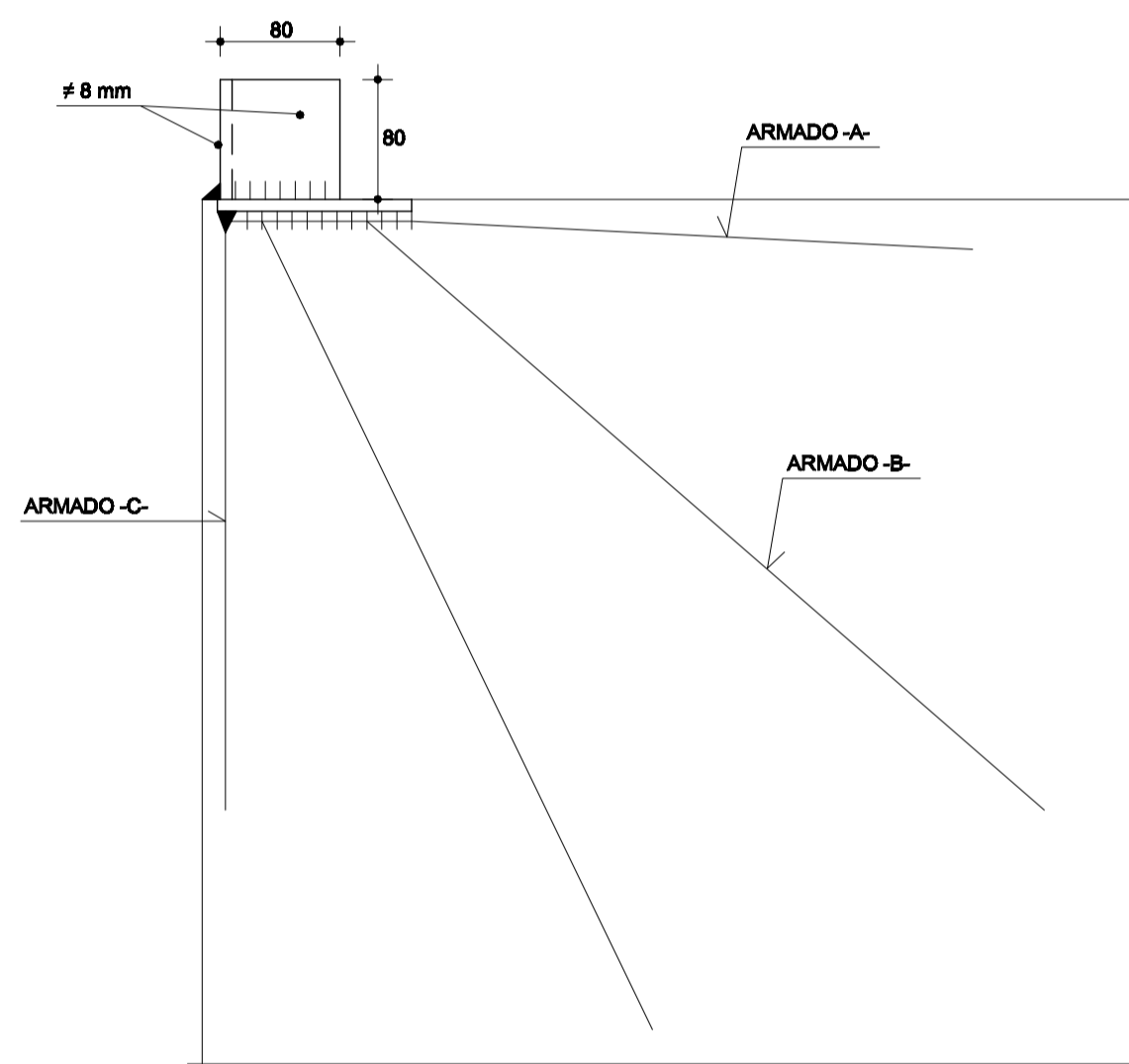
ARMADO -B-
ESCALA 1:5
(ALZADO)



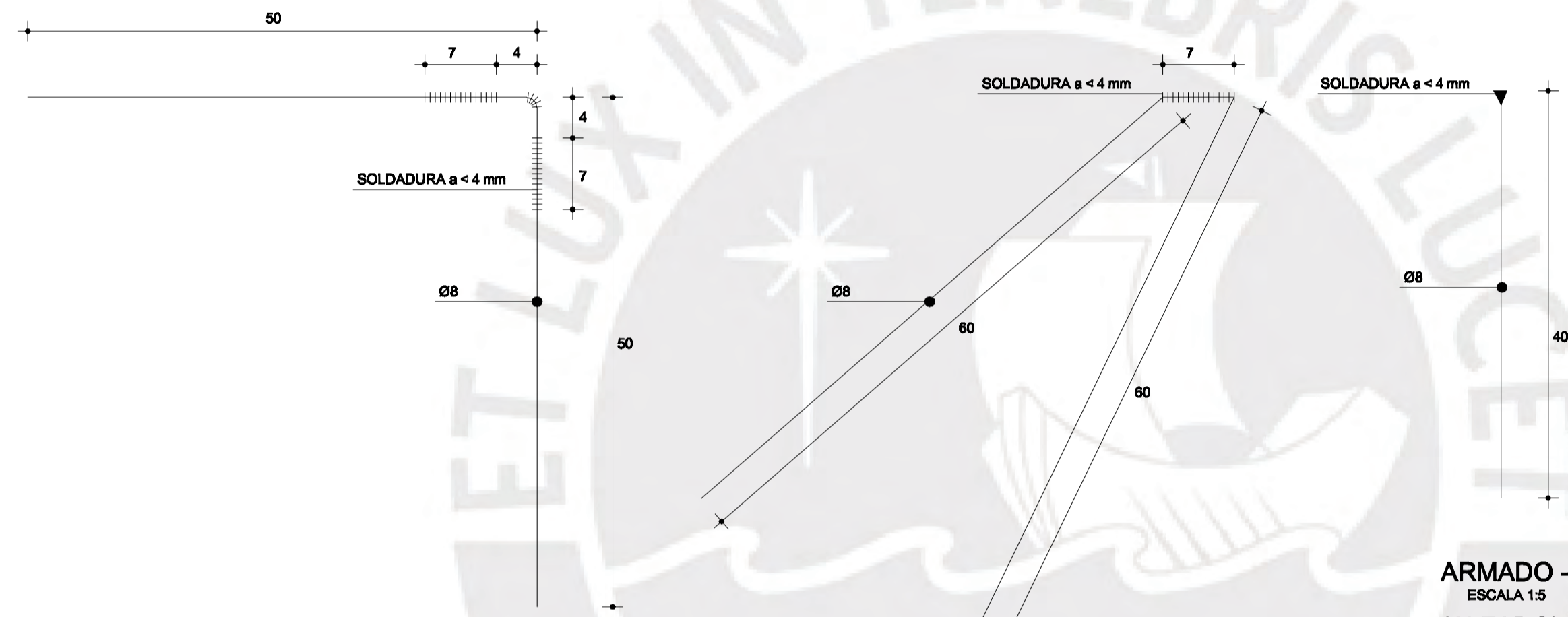
ARMADO -C-
ESCALA 1:5
(ALZADO)



SECCION VIVIENDA
SALA COMEDOR
ESCALA 1:50



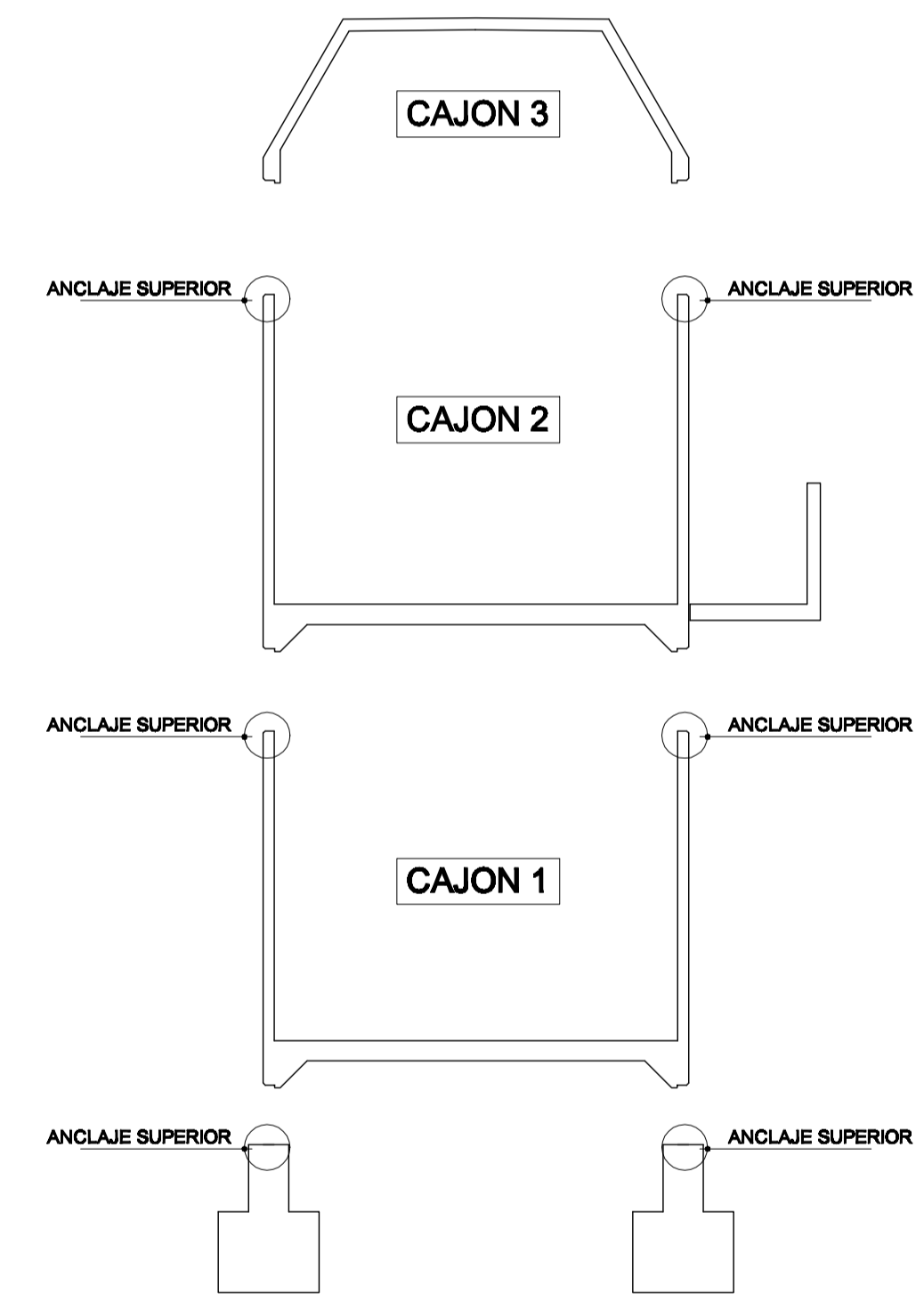
VISTA -2-
ESCALA 1:5



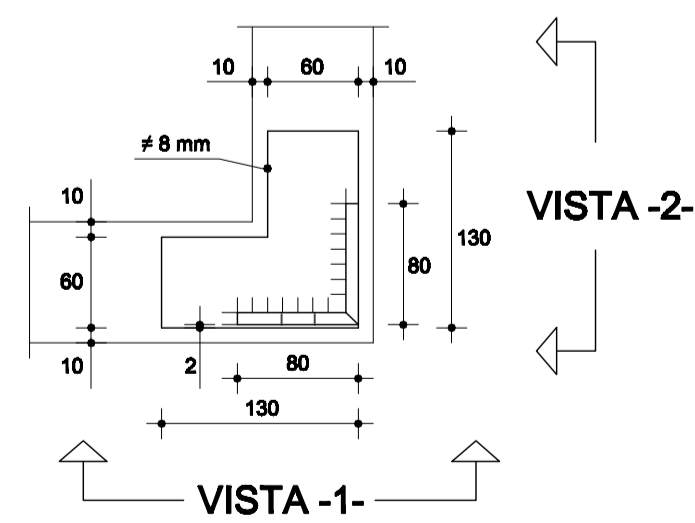
ARMADO -A-
ESCALA 1:5
(PLANTA)

ARMADO -D-
ESCALA 1:5
(ALZADO)

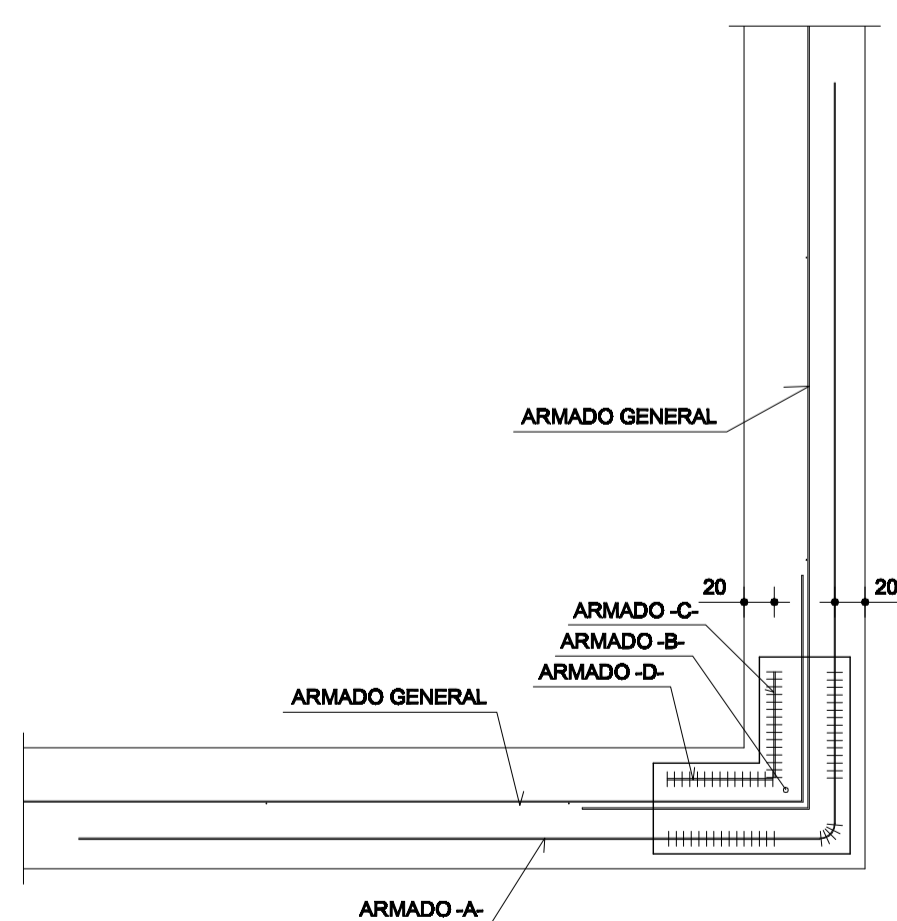
ARMADO -C-
ESCALA 1:5
(ALZADO)



SECCION VIVIENDA
DORMITORIOS
ESCALA 1:50



PLACA UNION MODULOS
ESCALA 1:5

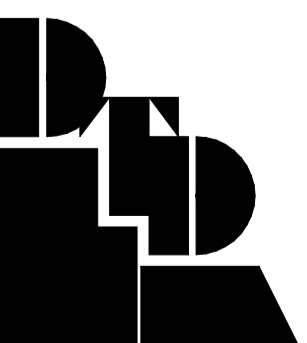


POSICION BARRAS SOLDADAS (PLANTA)
ESCALA 1:5

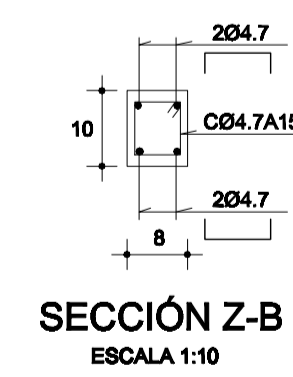
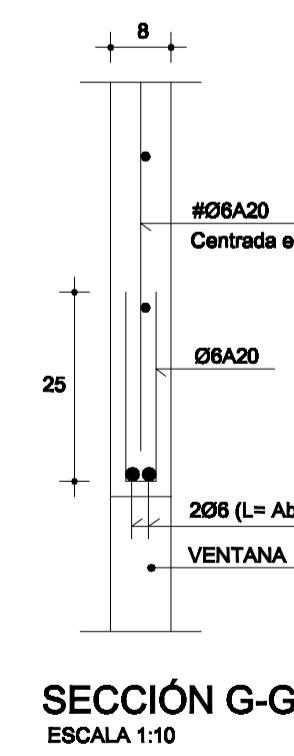
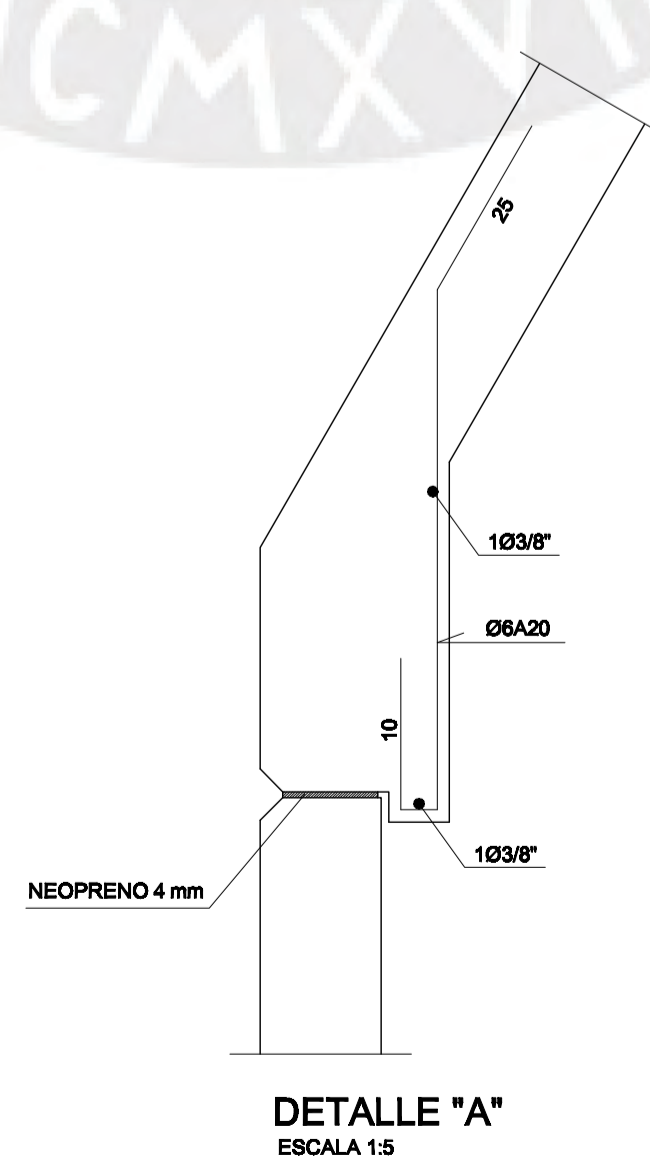
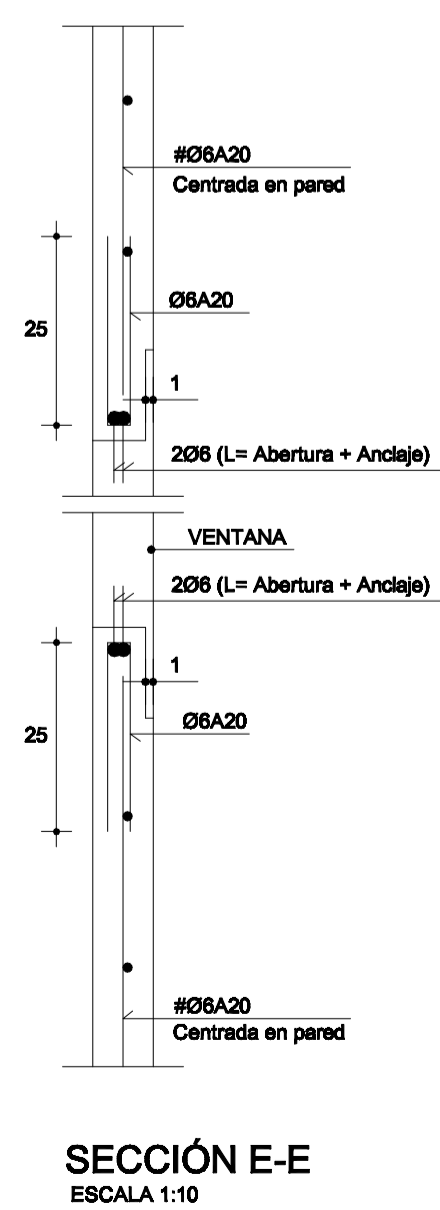
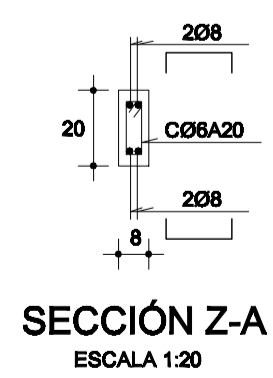
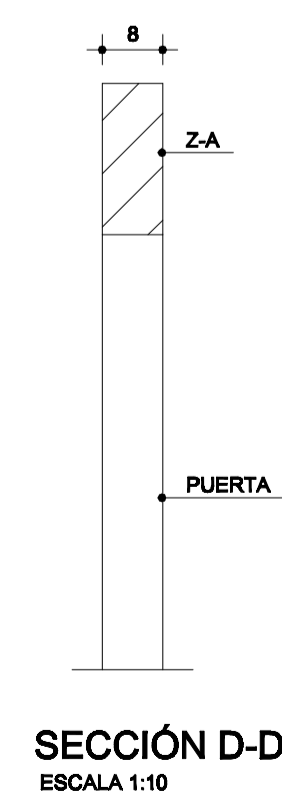
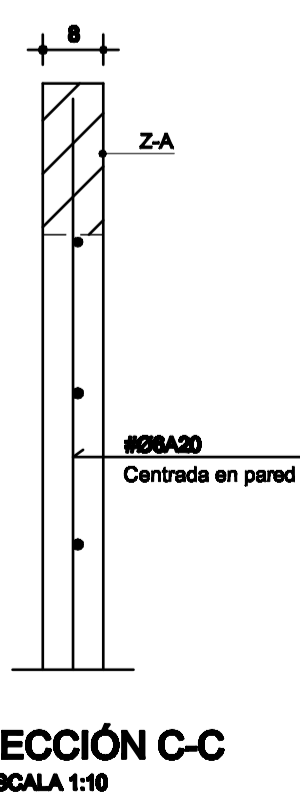
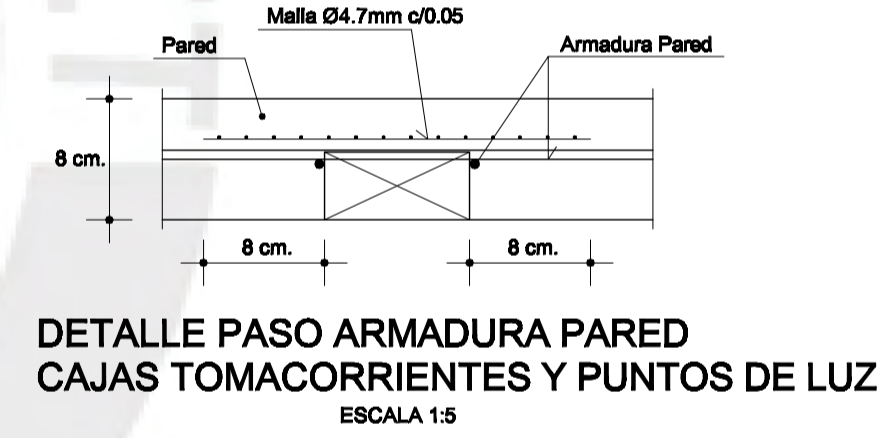
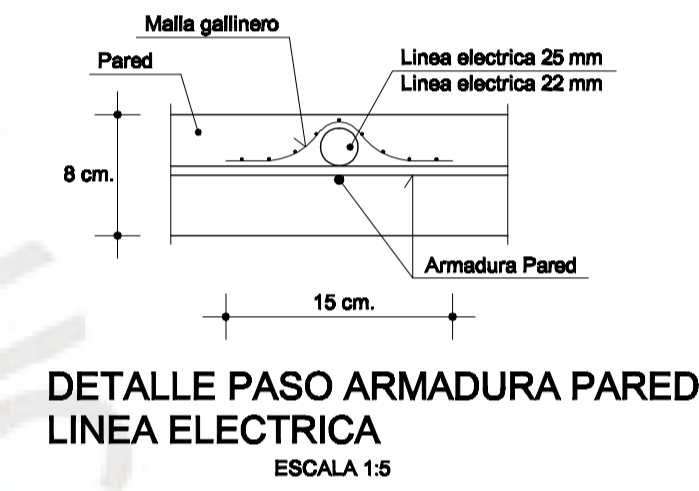
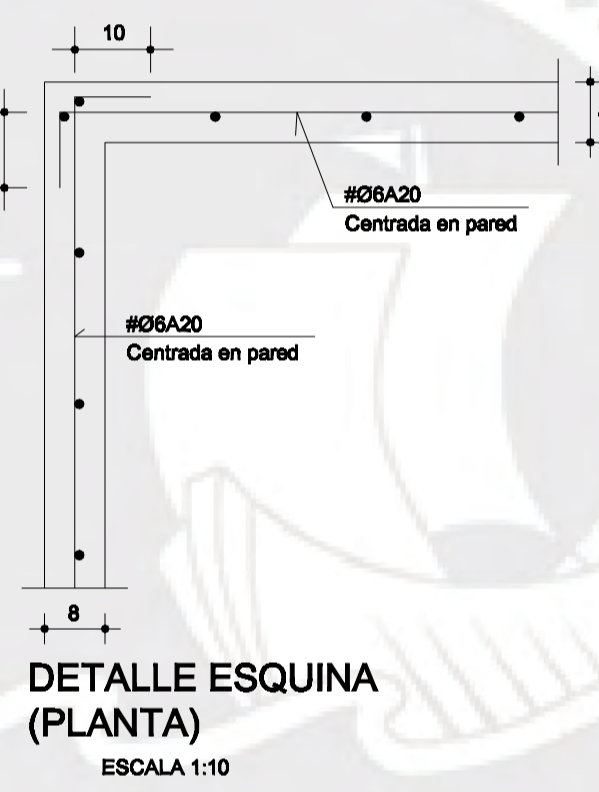
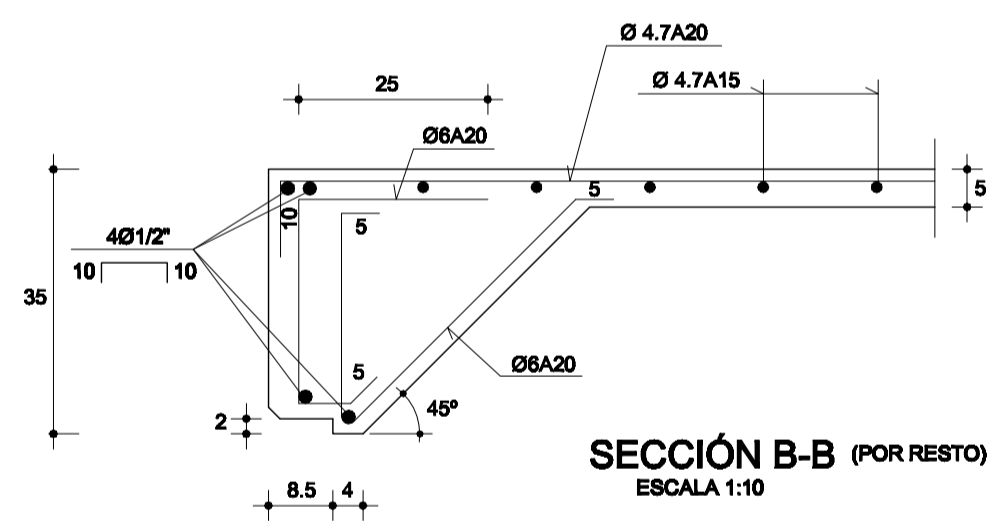
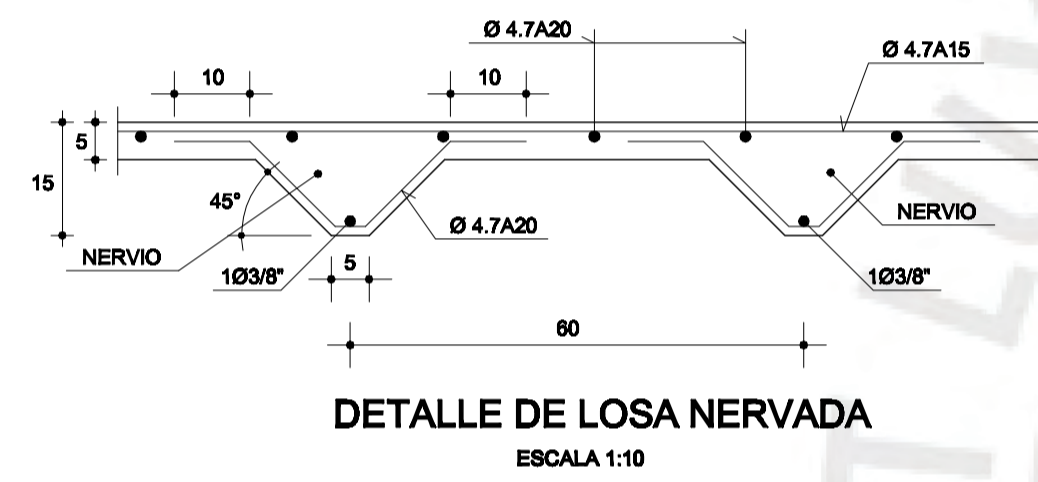
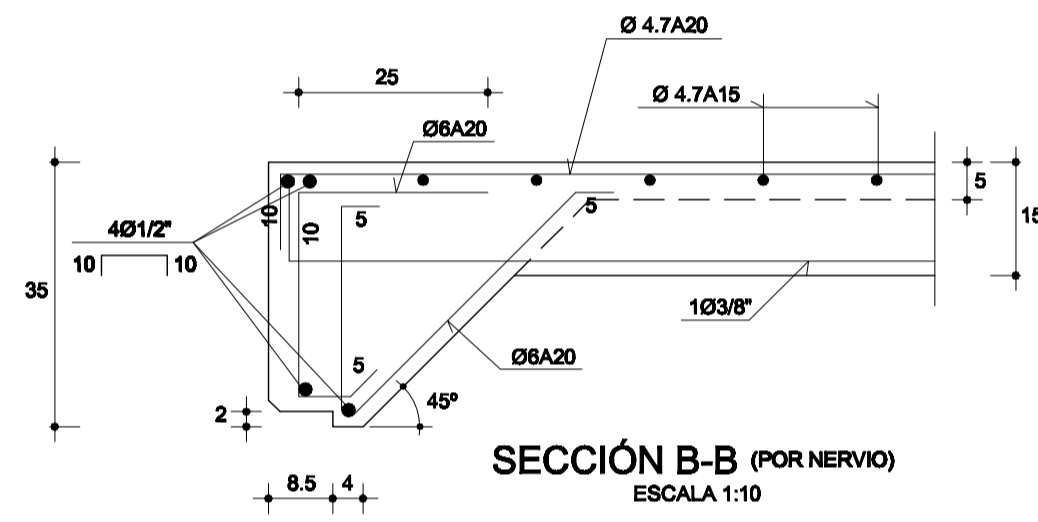
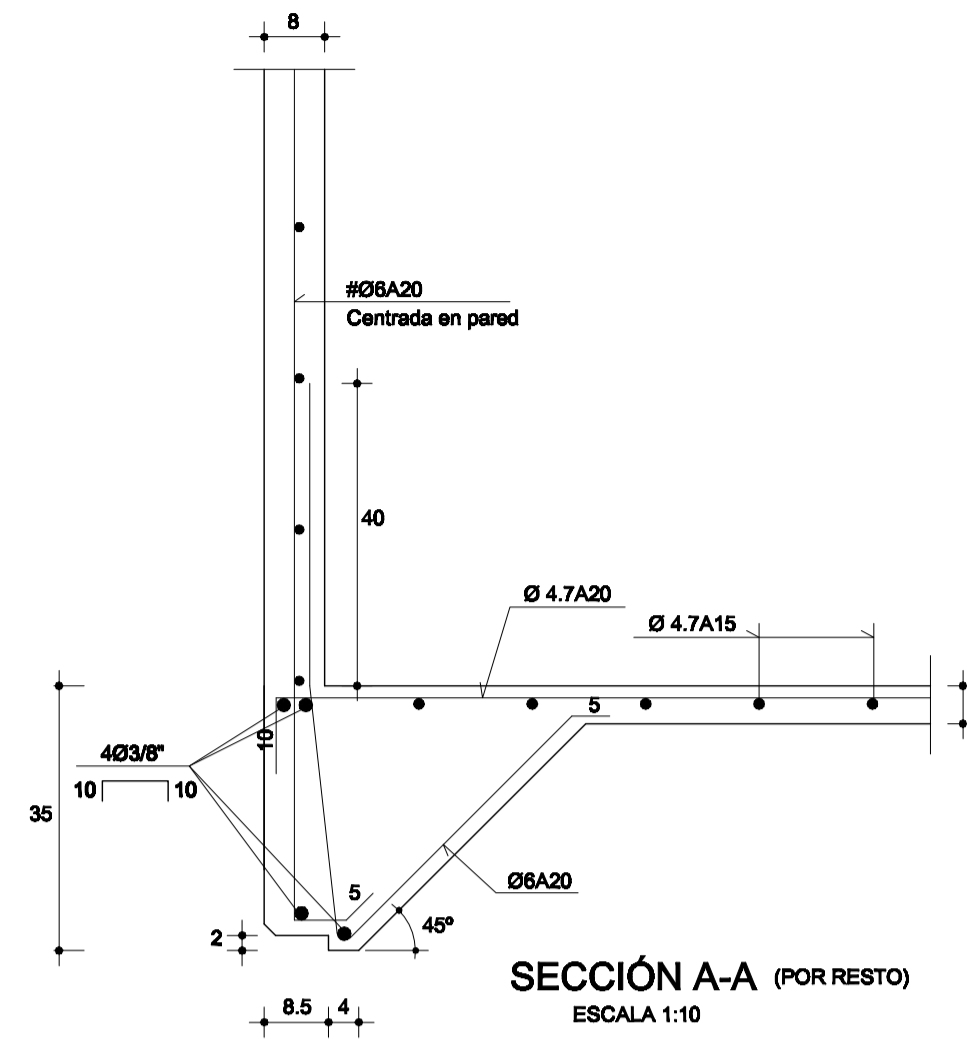
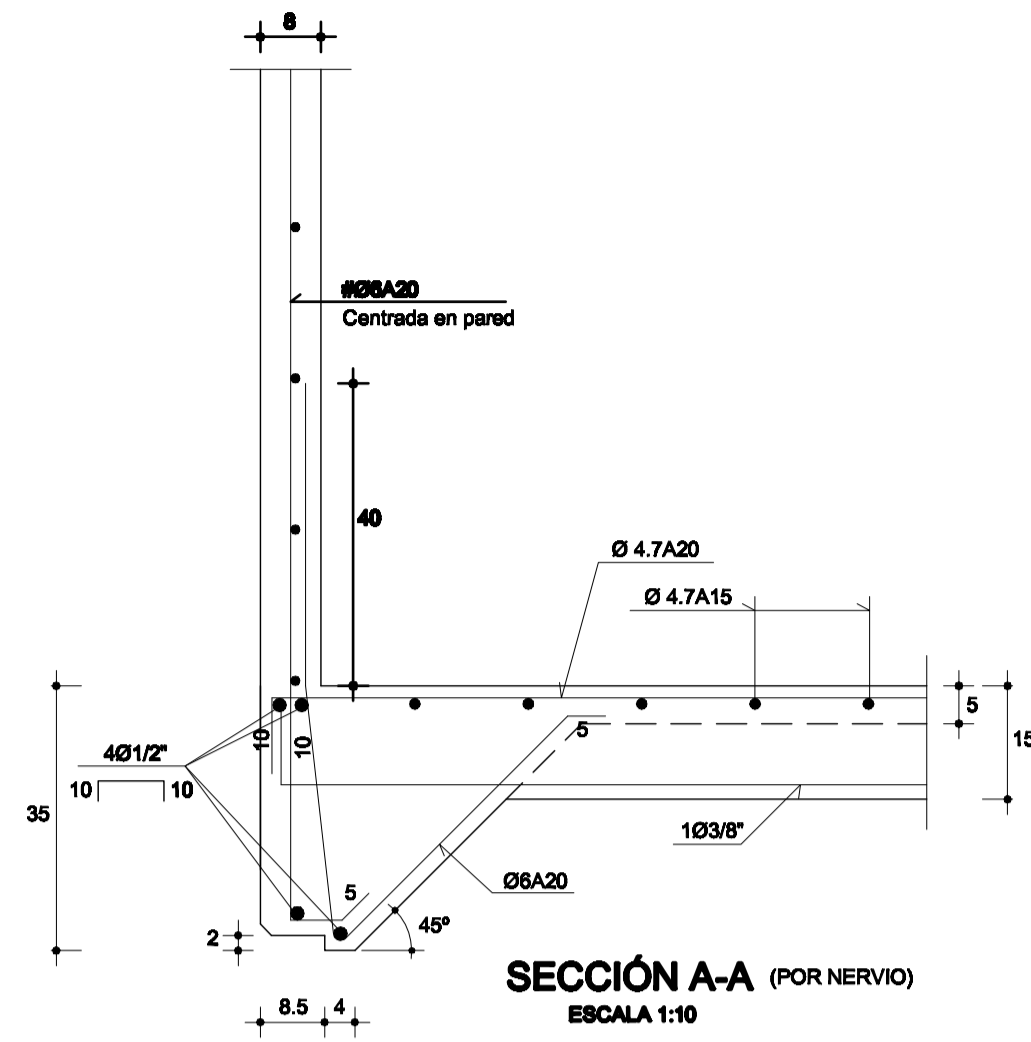
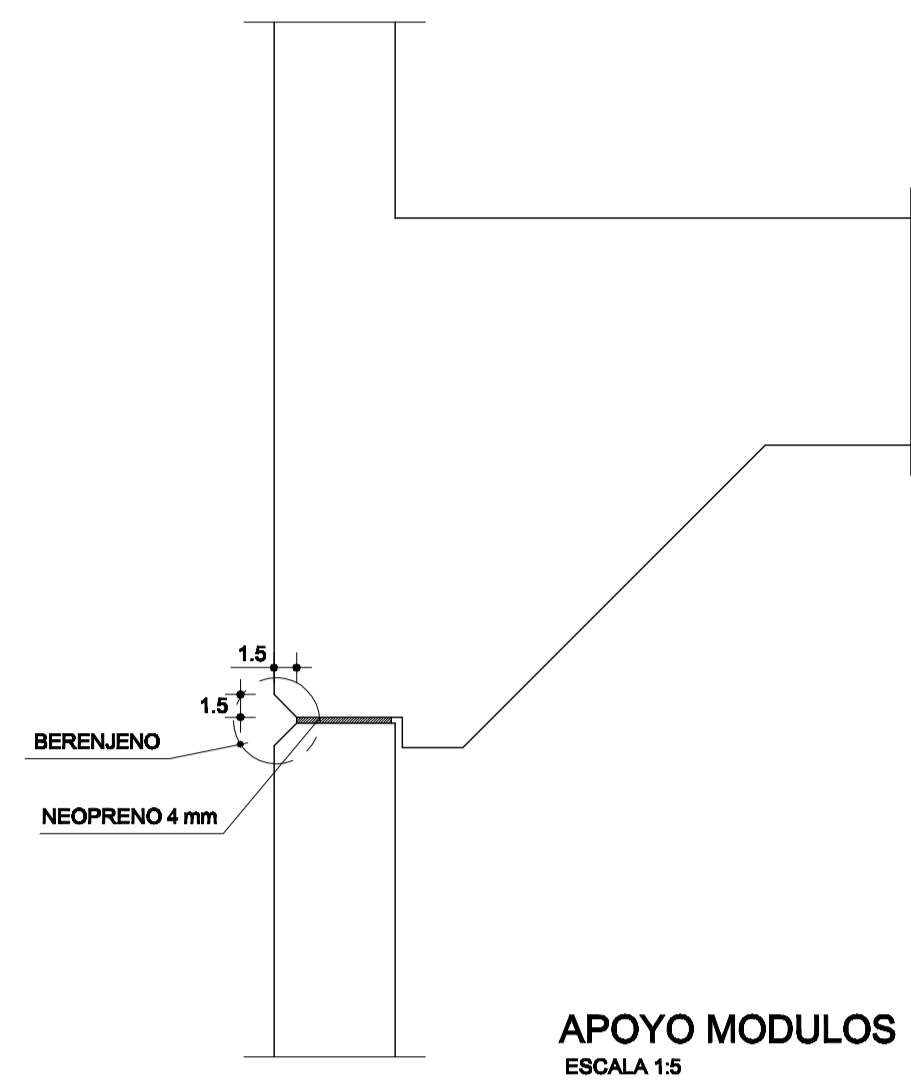
DETALLE DE PLANCHA SUPERIOR DE CONEXION

DANIEL TORREALVA DAVILA
INGENIEROS ESTRUCTURALES

SISTEMA CONSTRUCTIVO LLAXTA
ANCLAJE SUPERIOR

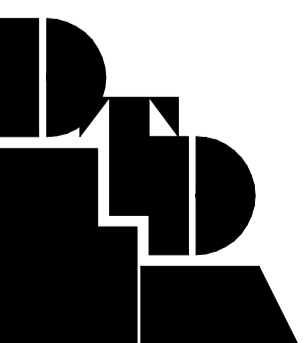


CALLE 1 A-B LOS ALAMOS DE MONTECRISO
SURCO - TELEFAX : 345-1915

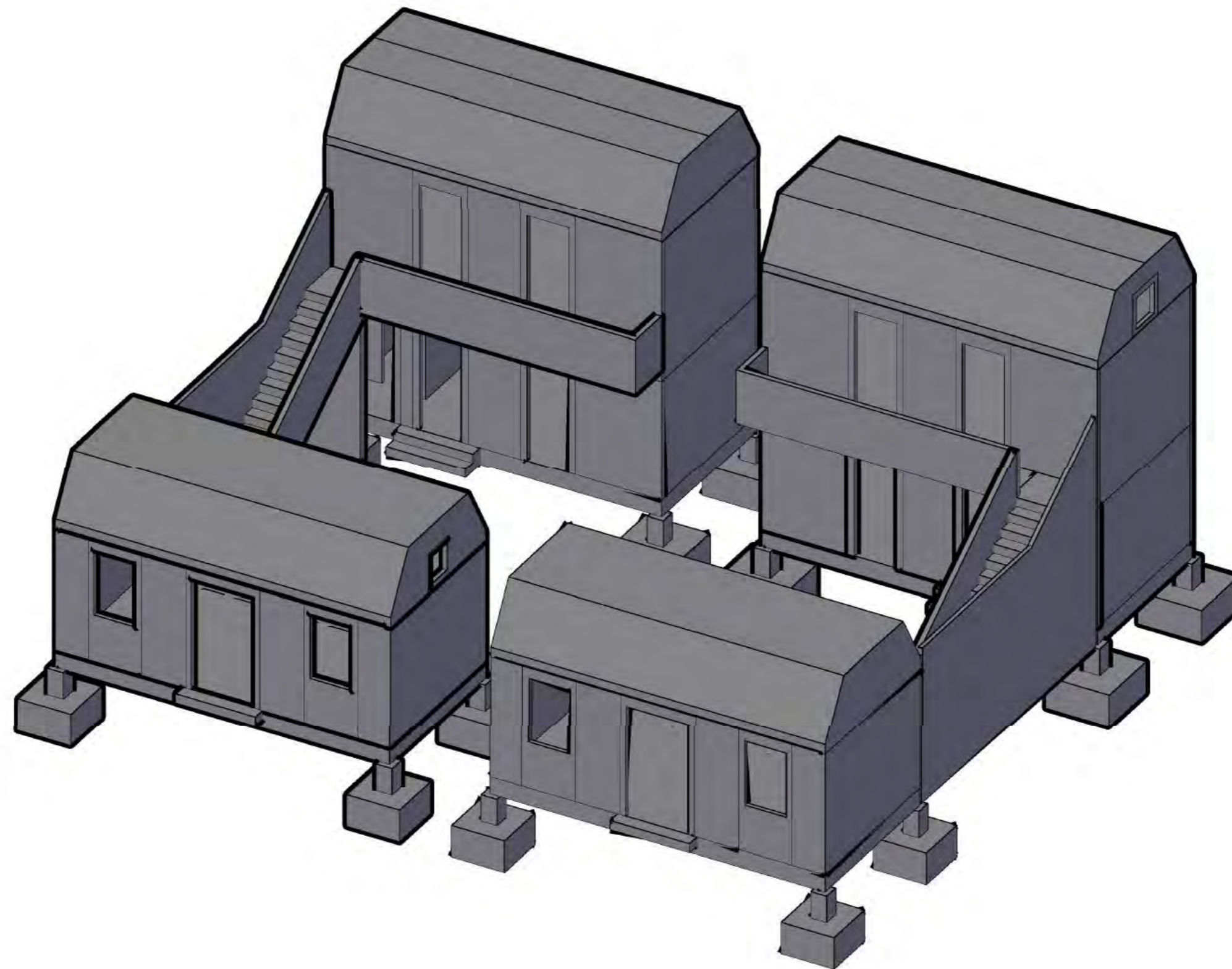
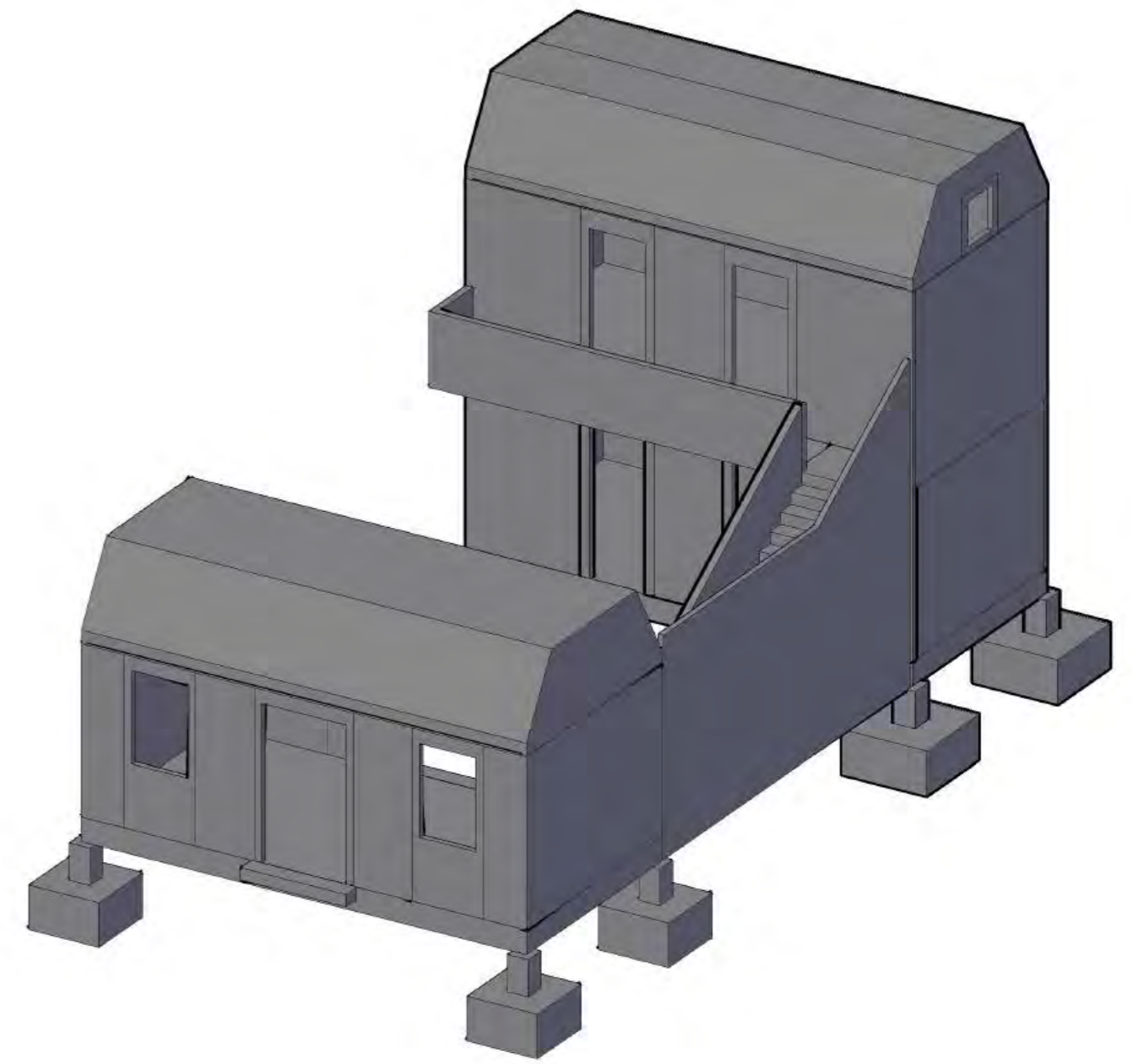
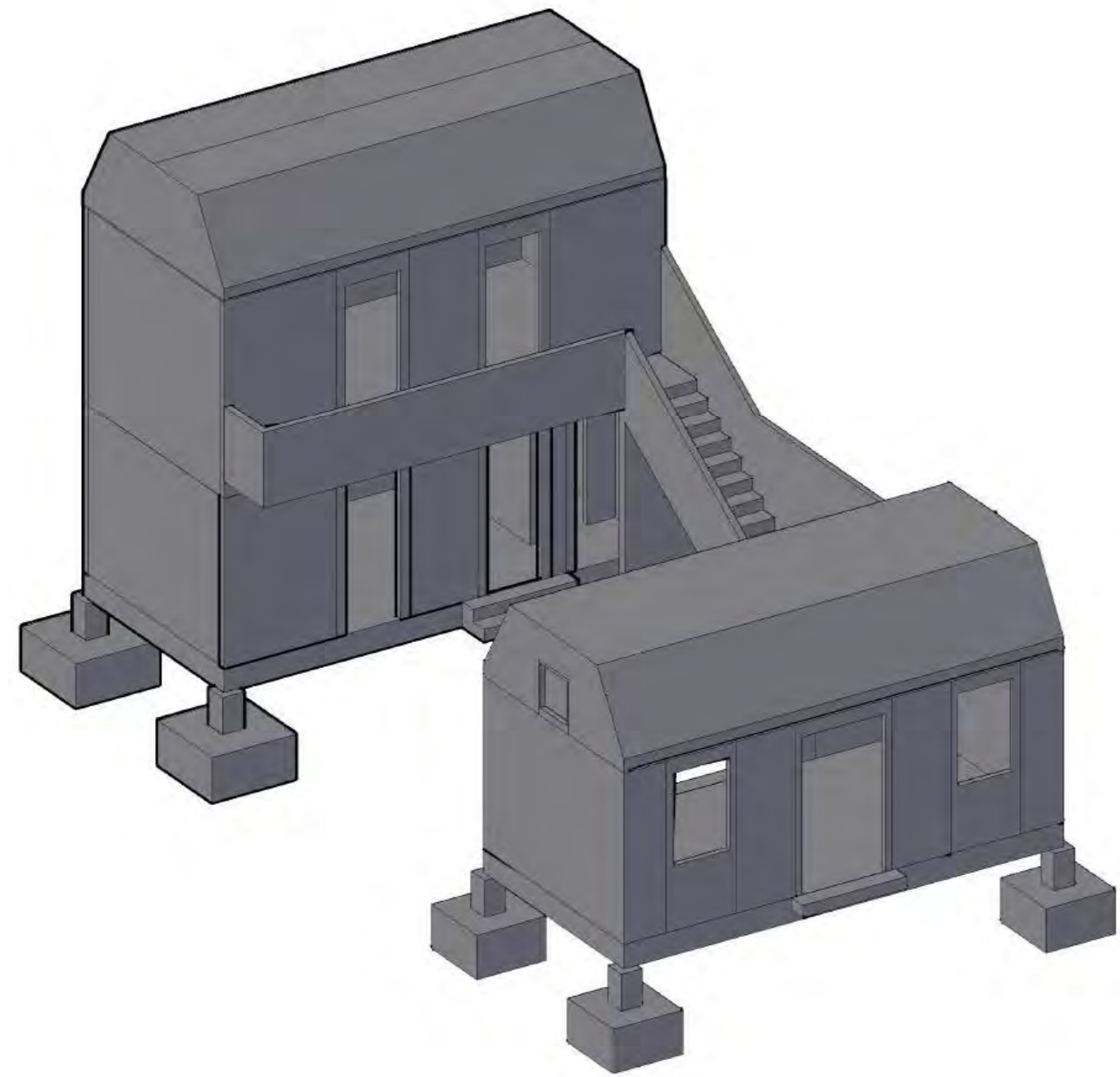


DANIEL TORREALVA DAVILA
INGENIEROS ESTRUCTURALES

SISTEMA CONSTRUCTIVO LLAXTA
DETALLES



CALLE 1 A-B LOS ALAMOS DE MONTERREO SURCO - TELEFAX : 345-1915



JUAN CARLOS RISCO SULLON

SISTEMA DE ENCOFRADO DE ALUMINIO
VIVIENDA SAN AGUSTIN





ANEXO 2
Presupuesto y Análisis de Precios Unitarios – Vivienda
Buenavista

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : Proyecto Buenavista - Upcrete (A const = 77.04 m2)
 PRESUPUESTO 1.0 : Proyecto Upcrete
 PROPIETARIO : JUAN CARLOS RISCO SULLON
 UBICACION : DPTO: ICA PROV: ICA DIST: LOS AQUIJES LOC: TESIS JUAN RISCO
 FECHA PROYECTO : 26/03/2024

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1	Proyecto Upcrete					32,729.22
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD.					2,102.79
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					2,102.79
OE.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES					1,363.00
OE.1.1.1.1	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	qlb	10.00	136.30	1,363.00	
OE.1.1.2	TRABAJOS PRELIMINARES					495.67
OE.1.1.2.1	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m ²	106.14	4.67	495.67	
OE.1.1.3	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO					244.12
OE.1.1.3.1	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO C/ EQUIPO	m ²	106.14	2.30	244.12	
OE.2	ESTRUCTURAS.					26,875.59
OE.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS					3,827.89
OE.2.1.1	EXCAVACIONES					1,600.01
OE.2.1.1.1	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS HASTA h:1.40 m	m ³	16.35	97.86	1,600.01	
OE.2.1.2	RELLENOS					427.08
OE.2.1.2.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/ COMPACT. 4HP	m ³	5.31	80.43	427.08	
OE.2.1.3	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO					1,146.31
OE.2.1.3.1	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRENO C/ PISON MANUAL	m ²	106.14	10.80	1,146.31	
OE.2.1.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE					654.49
OE.2.1.4.1	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL DH = 30 m. (DIST. PROMEDIO)	m ³	16.35	40.03	654.49	
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					9.72
OE.2.2.1	SOLADOS					9.72
OE.2.2.1.1	SOLADO. CONCRETO C:H 1:12 e = 2"	m ²	0.24	40.48	9.72	
OE.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					23,037.98
OE.2.3.1	ZAPATAS					3,459.35
OE.2.3.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	6.22	444.22	2,763.05	
OE.2.3.1.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	149.10	4.67	696.30	
OE.2.3.2	ESTRUCTURAS PREFABRICADAS					19,578.63
OE.2.3.2.1	LOSAS					11,986.55
OE.2.3.2.1.1	LOSAS NERVADAS					6,200.40
OE.2.3.2.1.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	7.29	527.02	3,841.98	
OE.2.3.2.1.1.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	433.26	4.67	2,023.32	
OE.2.3.2.1.1.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	30.00	11.17	335.10	
OE.2.3.2.1.2	LOSAS NERVADAS - CUBIERTA					5,786.15
OE.2.3.2.1.2.1	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	6.65	527.02	3,504.68	
OE.2.3.2.1.2.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	347.13	4.67	1,621.10	
OE.2.3.2.1.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	59.12	11.17	660.37	
OE.2.3.2.2	MUROS REFORZADOS					4,399.93
OE.2.3.2.2.1	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	4.07	527.02	2,144.97	
OE.2.3.2.2.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	322.75	4.67	1,507.24	
OE.2.3.2.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	66.94	11.17	747.72	
OE.2.3.2.3	ESCALERAS					1,711.86
OE.2.3.2.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	2.02	527.02	1,064.58	
OE.2.3.2.3.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	104.64	4.67	488.67	
OE.2.3.2.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	14.20	11.17	158.61	
OE.2.3.2.4	BALCONES					1,082.36
OE.2.3.2.4.1	CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	1.11	527.02	584.99	
OE.2.3.2.4.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	79.38	4.67	370.70	
OE.2.3.2.4.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	11.34	11.17	126.67	
OE.2.6	ANCLAJE					397.93
OE.2.6.1	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	85.21	4.67	397.93	
OE.3	PERNOS UPCRETE					3,750.84
OE.3.1	PERNOS Y TUERCAS DE ALTA RESISTENCIA	und	1.00	3,750.84	3,750.84	

Costo Directo		S/ 32,729.22
MAQUINARIA Y GESTION UPCRETE (15% CD)	15%	S/ 4,909.38
COSTO TOTAL		S/ 37,638.60

[Son: Treinta y siete mil seiscientos treinta y ocho Soles con sesenta céntimos]

Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : Proyecto Buenavista - Upcrete (A const = 77.04 m2)
 PRESUPUESTO 1.0 : Proyecto Upcrete
 PROPIETARIO : JUAN CARLOS RISCO SULLON
 UBICACION : DPTO: ICA PROV: ICA DIST: LOS AQUIJES LOC: TESIS JUAN RISCO
 FECHA PROYECTO : 26/03/2024

Partida: OE.1.1.1.1 EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

Rendimiento:1 glb/Día

Costo unitario por glb **136.3**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
EQUIPO						136.3
370060001	CASCO DE SEGURIDAD	und	0	1	29.9	29.9
370060104	LENTE DE SEGURIDAD	und	0	1	3.5	3.5
300010045	ROPA (POLO + PANTALON)	und	0	1	42	42
370060105	GUANTES DE CUERO	par	0	1	10.9	10.9
300010046	BOTAS DE SEGURIDAD PUNTA DE ACERO	und	0	1	50	50

Partida: OE.1.1.2.1 LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO

Rendimiento:40 m²/Día

Costo unitario por m² **4.67**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						4.45
470020001	CAPATAZ	hh	0.1	0.02	31.85	0.64
470020008	PEON	hh	1	0.2	19.06	3.81
EQUIPO						0.22
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	4.45	0.22

Partida: OE.1.1.3.1 TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO C/ EQUIPO

Rendimiento:400 m²/Día

Costo unitario por m² **2.3**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.73
470020094	TOPOGRAFO	hh	1	0.02	27.49	0.55
470020007	OFICIAL	hh	1	0.02	21.06	0.42
470020008	PEON	hh	2	0.04	19.06	0.76
MATERIALES						0.48
21060090	CLAVOS CON CABEZA PROMEDIO	kg	-	0.005	4.7	0.02
300010047	WINCHA	und	-	0.001	5.9	0.01
300040001	YESO (20 kg)	bol	-	0.03	15	0.45
EQUIPO						0.09
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	1.73	0.09

Partida: OE.2.1.1.1 EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS HASTA h:1.40 m

Rendimiento:3.5 m³/Día

Costo unitario por m³ **97.86**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						93.2
470020006	OPERARIO	hh	0.1	0.2286	26.54	6.07
470020008	PEON	hh	2	4.5714	19.06	87.13
EQUIPO						4.66
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	93.2	4.66

Partida: OE.2.1.2.1 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/ COMPACT. 4HP

Rendimiento:30 m³/Día

Costo unitario por m³ **80.43**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						19.16
470020112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1	0.2667	27.38	7.3
470020001	CAPATAZ	hh	0.2	0.0533	31.85	1.7
470020008	PEON	hh	2	0.5333	19.06	10.16
MATERIALES						46.44
40010003	MATERIAL DE CANTERA	m³	-	1.2	38.7	46.44
EQUIPO						7.63
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	19.16	0.96
490110117	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1	0.2667	25	6.67
SUB-CONTRATOS						7.2
390130001	AGUA	m³	-	0.12	60	7.2

Partida: OE.2.1.3.1 NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRENO C/ PISON MANUAL

Rendimiento:60 m²/Día

Costo unitario por m² 10.8

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						6.48
470020007	OFICIAL	hh	0.5	0.0667	21.06	1.4
470020008	PEON	hh	2	0.2667	19.06	5.08
EQUIPO						4.32
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	6.48	0.32
480010006	PISON MANUAL	hm	0.5	0.0667	60	4

Partida: OE.2.1.4.1 ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL DH = 30 m. (DIST. PROMEDIO)

Rendimiento:4 m³/Día

Costo unitario por m³ 40.03

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						38.12
470020008	PEON	hh	1	2	19.06	38.12
EQUIPO						1.91
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	38.12	1.91

Partida: OE.2.2.1.1 SOLADO. CONCRETO C:H 1:12 e = 2"

Rendimiento:80 m²/Día

Costo unitario por m² 40.48

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						14.61
470020001	CAPATAZ	hh	0.1	0.01	31.85	0.32
470020006	OPERARIO	hh	1	0.1	26.54	2.65
470020007	OFICIAL	hh	1	0.1	21.06	2.11
470020008	PEON	hh	5	0.5	19.06	9.53
EQUIPO						3.23
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	14.61	0.73
490110117	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1	0.1	25	2.5
SUB-PARTIDAS						22.64
CU0010211	CONCRETO C:H 1:12 c/ MEZCLADORA	m³	-	0.1	226.43	22.64

Partida: OE.2.3.1.1 CONCRETO PREMEZCLADO (f'c = 210 kg/cm2)

Rendimiento:20 m³/Día

Costo unitario por m³ 444.22

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						116.19
470020001	CAPATAZ	hh	1	0.4	31.85	12.74
470020006	OPERARIO	hh	4	1.6	26.54	42.46
470020008	PEON	hh	8	3.2	19.06	60.99
MATERIALES						302
801060031	CONCRETO PREMEZCLADO f'c 210 kg/cm2	m³	-	1	302	302
EQUIPO						26.03
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	116.19	5.81
491060026	VIBRADOR DE 4 HP	hm	2	0.8	5.28	4.22
491060032	BOMBA DE CONCRETO	hm	1	0.4	40	16

Partida: OE.2.3.1.2 ACERO DE REFUERZO f'c: 4200 kg/cm2 G60

Rendimiento:250 kg/Día

Costo unitario por kg 4.67

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						0.81
470020001	CAPATAZ	hh	0.05	0.0016	31.85	0.05
470020006	OPERARIO	hh	0.5	0.016	26.54	0.42
470020007	OFICIAL	hh	0.5	0.016	21.06	0.34
MATERIALES						3.78
20030121	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG # 16	kg	-	0.035	3.77	0.13
30030001	ACERO CORRUGADO f'y: 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	-	1.1	3.32	3.65
EQUIPO						0.08
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	0.81	0.04
370140122	CIZALLA PARA CORTE DE HIERRO	hm	0.165	0.0053	4	0.02
480010001	DOBLADORA	hm	0.165	0.0053	3.5	0.02

Partida: OE.2.3.2.2.1 CONCRETO PREMEZCLADO EN PLANTA (f'c = 210 kg/cm2)

Rendimiento: 25 m³/Día

Costo unitario por m³ 527.02

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						24.06
470020006	OPERARIO	hh	1	0.32	26.54	8.49
470020007	OFICIAL	hh	0.5	0.16	21.06	3.37
470020008	PEON	hh	2	0.64	19.06	12.2
MATERIALES						501.76
40010002	ARENA FINA	m³	-	0.3496	20.5	7.17
50010001	PIEDRA 5 mm - 10 mm	m³	-	0.1314	52.5	6.9
50010002	PIEDRA 10 mm - 15 mm	m³	-	0.125	66.94	8.37
210080001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	-	12.5	31	387.5
390010008	AGUA	m³	-	0.197	60	11.82
300010044	ADITIVO SIKA VISCOCRETE 1110 PE	m³	-	0.008	10000	80
EQUIPO						1.2
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	24.06	1.2

Partida: OE.2.3.2.4.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento: 16 m²/Día

Costo unitario por m² 11.17

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						10.84
470020001	CAPATAZ	hh	0.05	0.025	31.85	0.8
470020008	PEON	hh	0.5	0.25	19.06	4.77
470020007	OFICIAL	hh	0.5	0.25	21.06	5.27
EQUIPO						0.33
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	3	10.84	0.33

Partida: OE.3.1 PERNOS Y TUERCAS DE ALTA RESISTENCIA

Rendimiento: 1 und/Día

Costo unitario por und 3750.84

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES						3750.84
260010007	TUERCA HEXAGONAL DE CONEXIÓN M16 DIN 6334 L = 80 mm	und	-	1	57.36	57.36
20010004	PERNO M16 DIN 934 L = 80 mm	und	-	1	81.56	81.56
260010009	TUERCA HEXAGONAL DE CONEXIÓN M24 DIN 6334 L = 72 mm	und	-	3	57.36	172.08
20010005	PERNO M24 DIN 934 L = 80 mm	und	-	3	81.56	244.68
260010012	TUERCA HEXAGONAL DE CONEXIÓN M20 DIN 6334 L = 60 mm	und	-	23	57.36	1319.28
20010006	PERNO M20 DIN 934 L = 35 mm	und	-	23	81.56	1875.88

Detalle de sub-partidas del presupuesto

CU0010211 CONCRETO C:H 1:12 c/ MEZCLADORA

Rendimiento: 25 m³/Día

Costo unitario por m³ 226.43

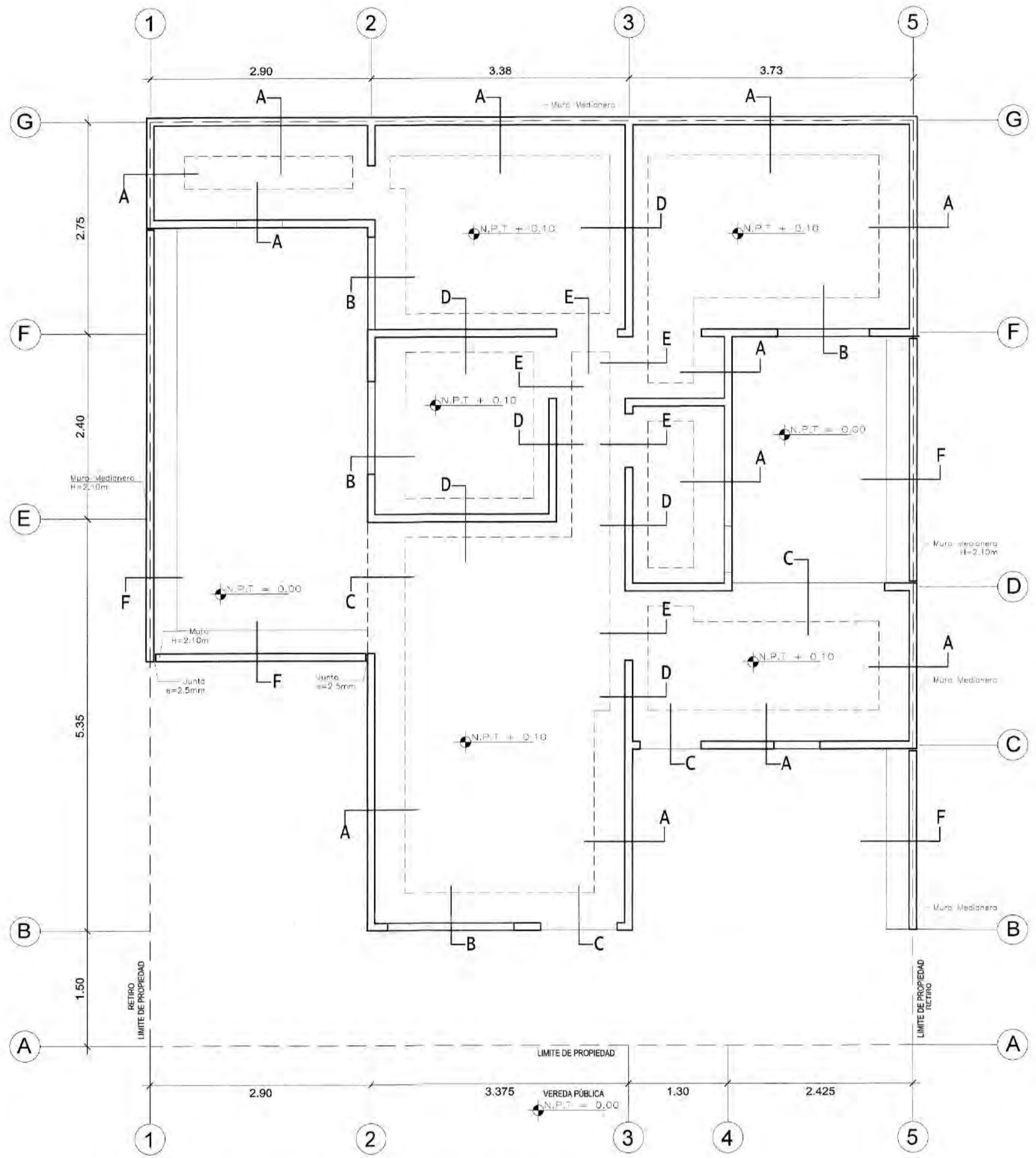
Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						43.31
470020001	CAPATAZ	hh	0.1	0.032	31.85	1.02
470020007	OFICIAL	hh	1	0.32	21.06	6.74
470020006	OPERARIO	hh	1	0.32	26.54	8.49
470020112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1	0.32	27.38	8.76
470020008	PEON	hh	3	0.96	19.06	18.3
MATERIALES						166.25
380040001	HORMIGON	m³	-	1.25	40	50
210080001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	-	3.75	31	116.25
EQUIPO						9.37
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	43.31	2.17
480110114	MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP TIPO TAMBOR DE 11-12 p3	hm	1	0.32	22.5	7.2
SUB-CONTRATOS						7.5
390130001	AGUA	m³	-	0.125	60	7.5



ANEXO 3
Metrado de Estructuras – Vivienda Buenavista

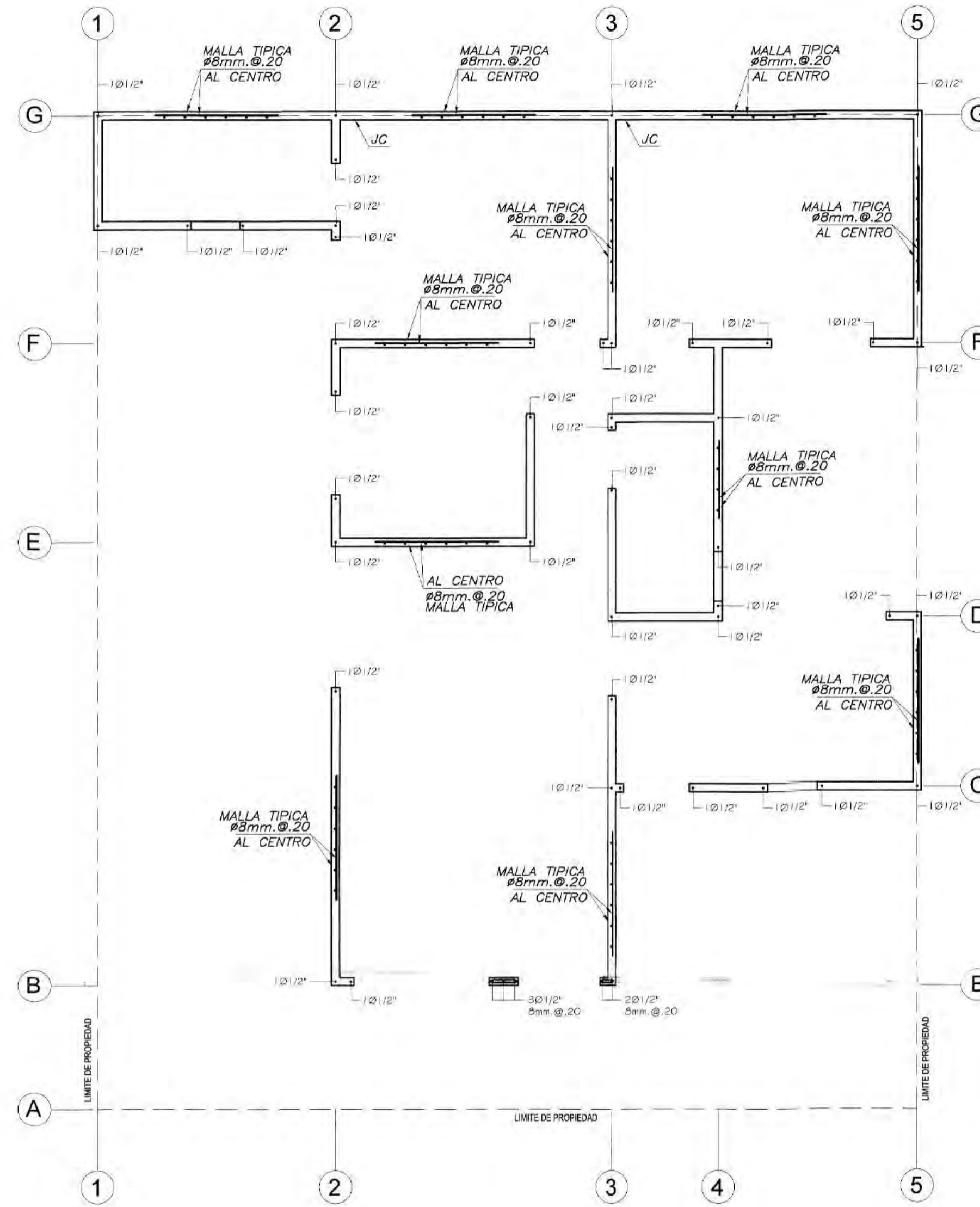


ANEXO 4
Planos de Vivienda San Agustín



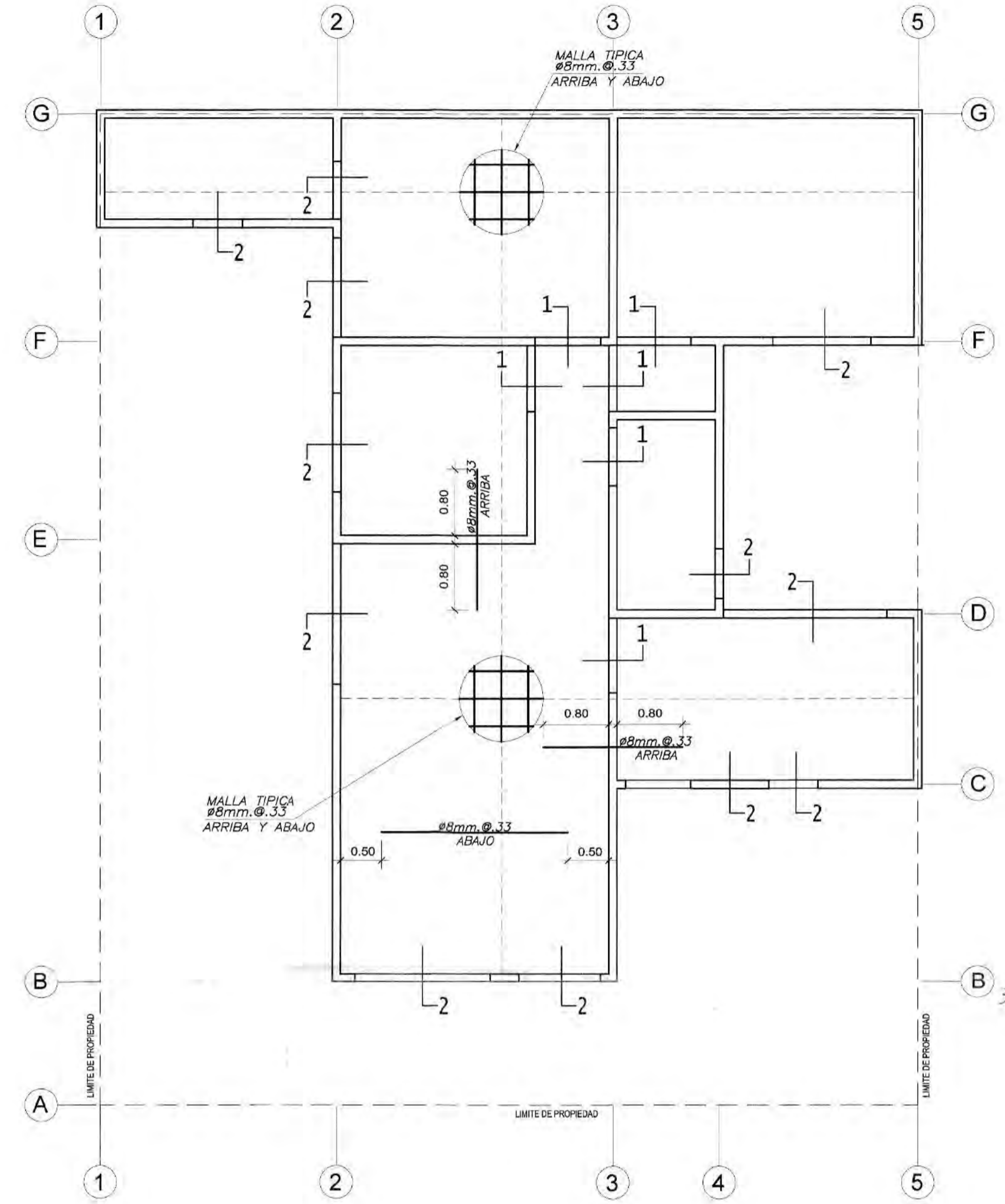
PLANTA CIMENTACION (MODULO 1 VIVIENDA)

NOTA: VERIFICAR DIMENSIONES CON ARQUITECTURA
ESC: 1/50



PLANO DE ARMADURA MUROS 1° PISO

(MODULO 1 VIVIENDA)
(PLANTA)
ESC: 1/50

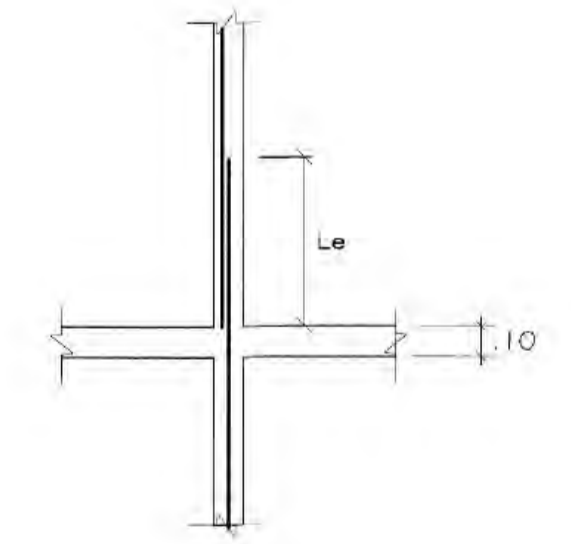
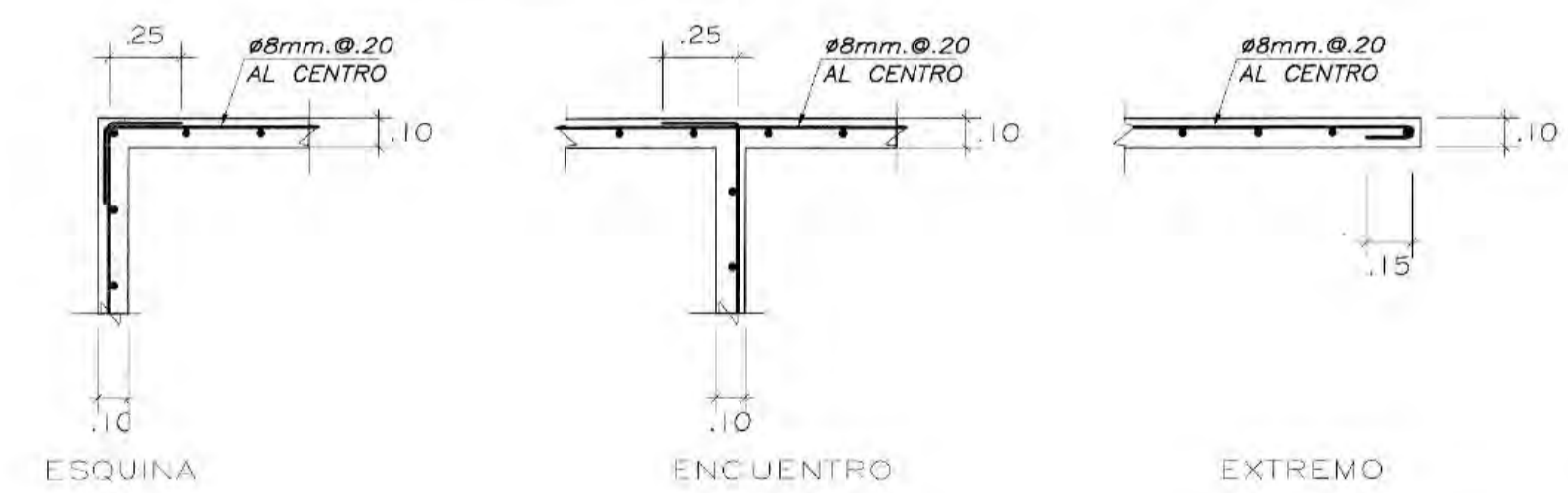
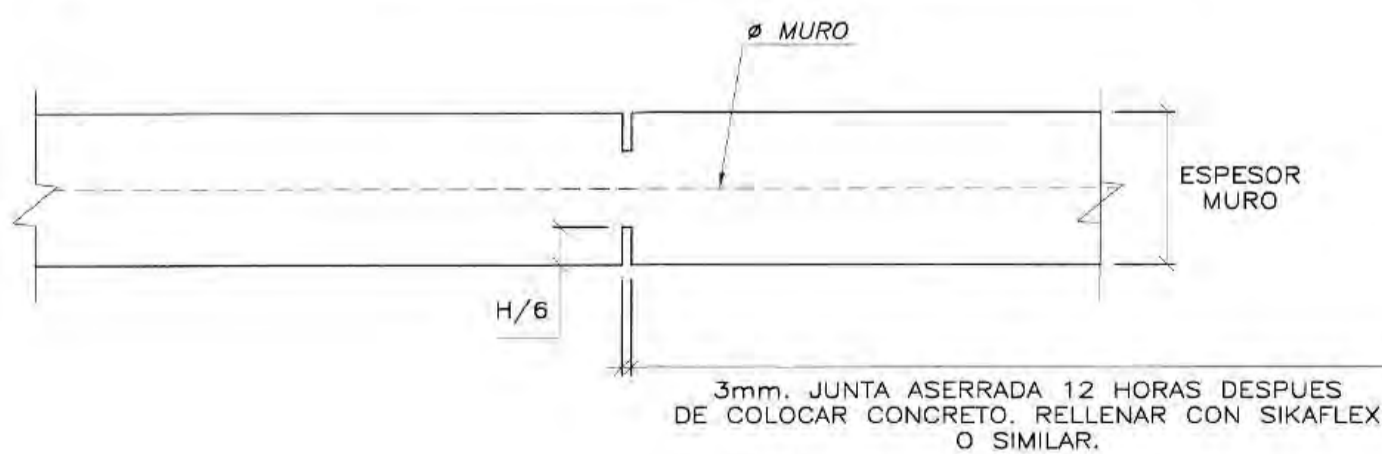


PLANO DE ENCOFRADO TECHO 1° PISO

(MODULO 1 VIVIENDA)
LOSA e=12cm., S/C=200Kg/m2
ESC: 1/50

NOTA:
- TODOS LOS MUROS SON DE 10cm. DE ESPESOR EXCEPTO INDICADO.

NOTA: VETR DETALLE DE CIMENTACION EN PLANO E-7



Ø	le (m)
3/8"	0.50
1/2"	0.60
5/8"	0.75



SECCION 1
ESC: 1/25



SECCION 2
ESC: 1/25

GUSTAVO JEREMIAS RIQUE PEREZ
Ingeniero Civil
CIP N° 138318

PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

E-01

PROYECTO: "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE PLANOS DE LAS VIVIENDAS DE LA URBANIZACIÓN SAN AGUSTÍN, BENEFICIARIOS DEL PACRI"

PROYECTADO: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

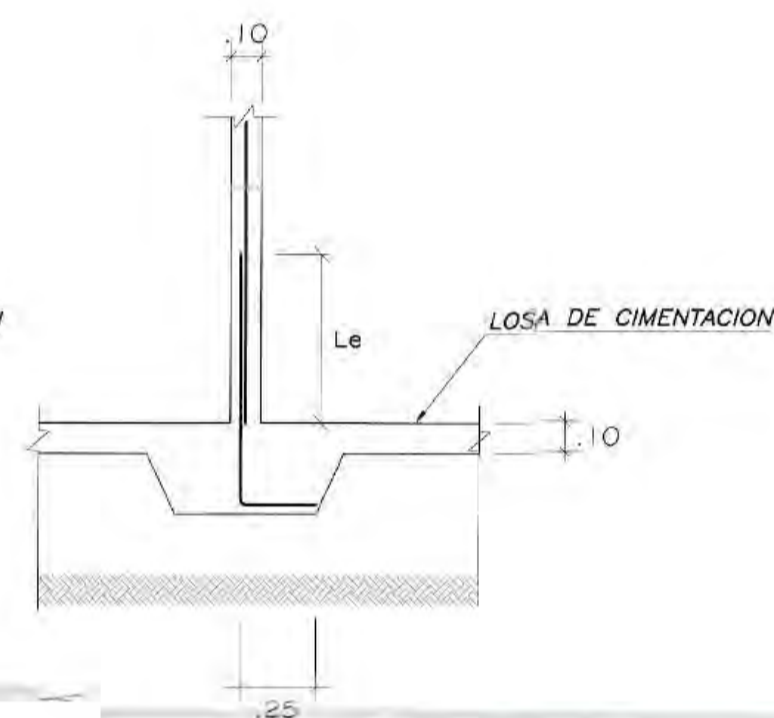
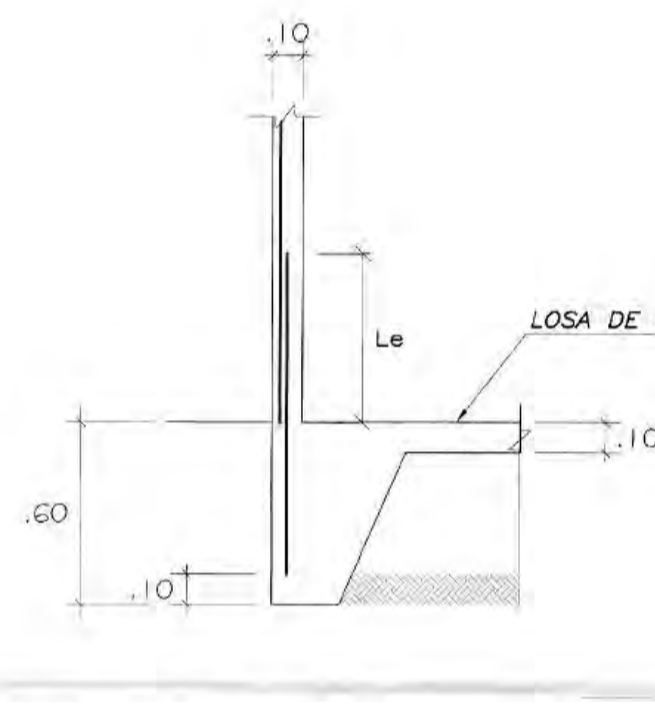
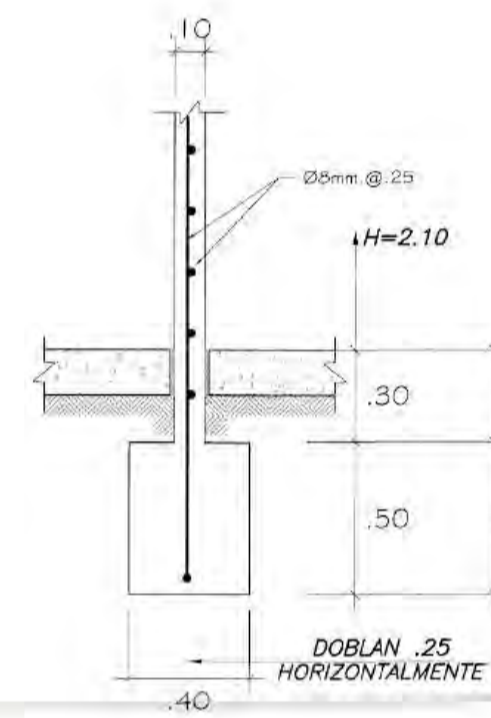
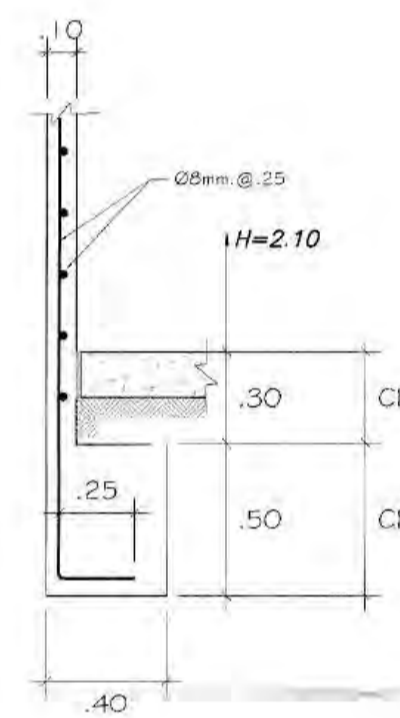
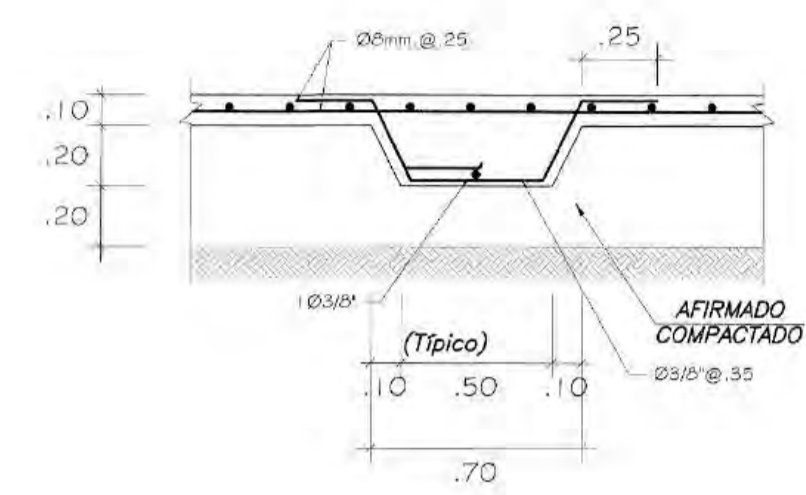
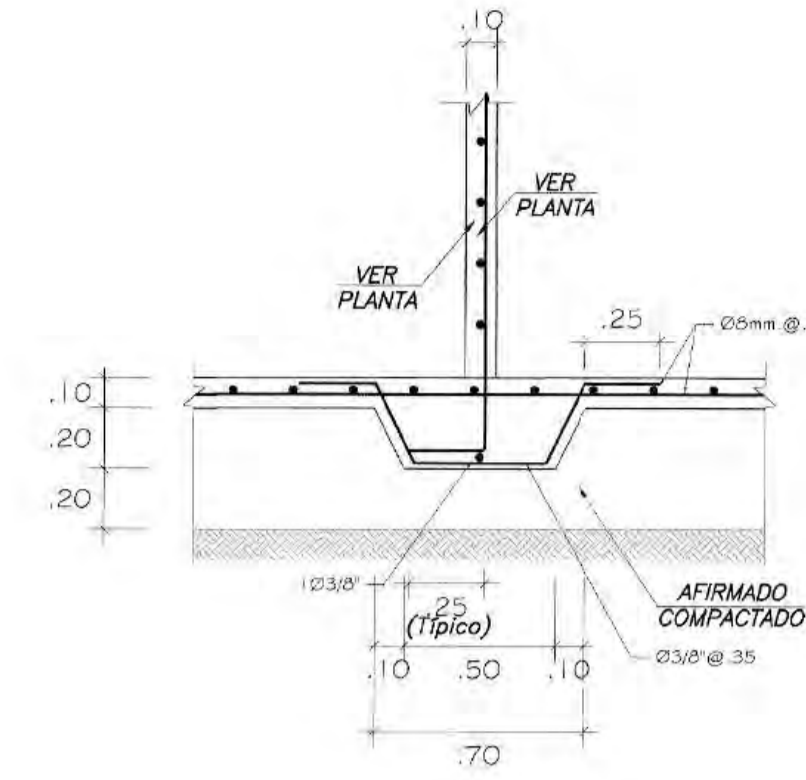
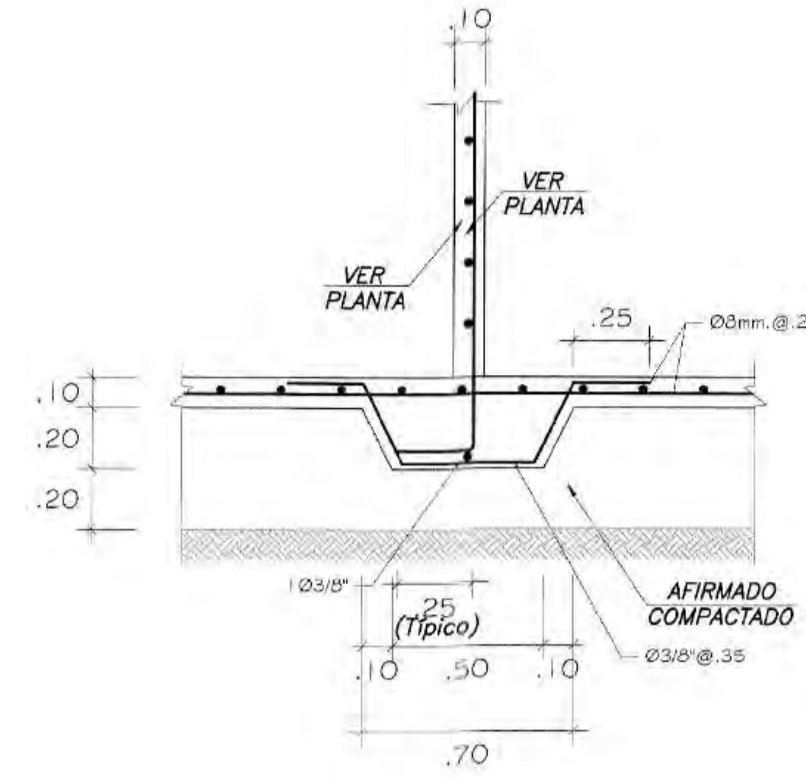
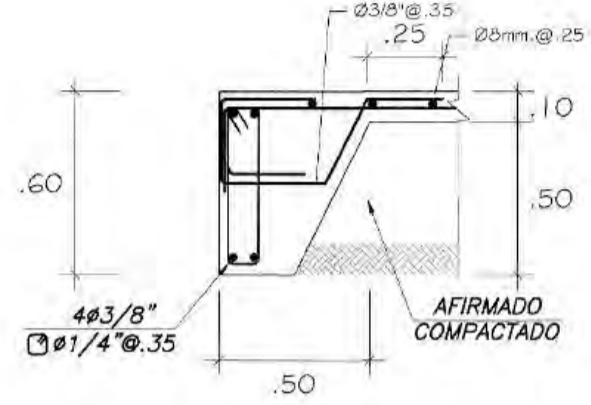
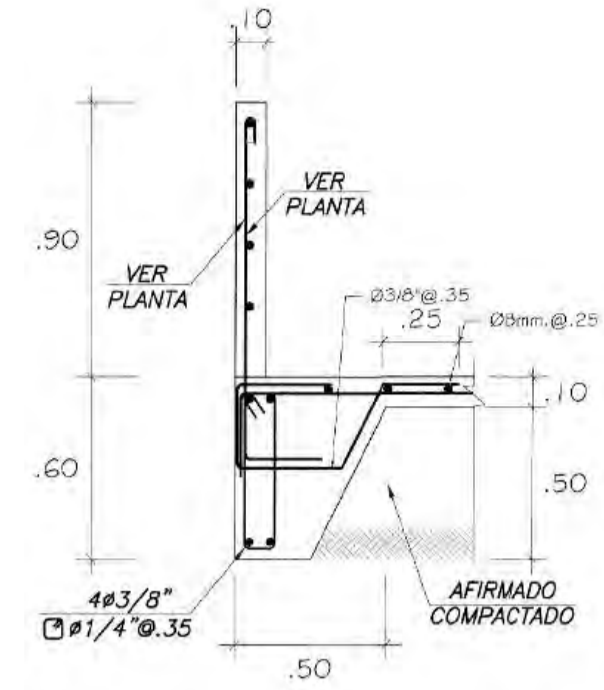
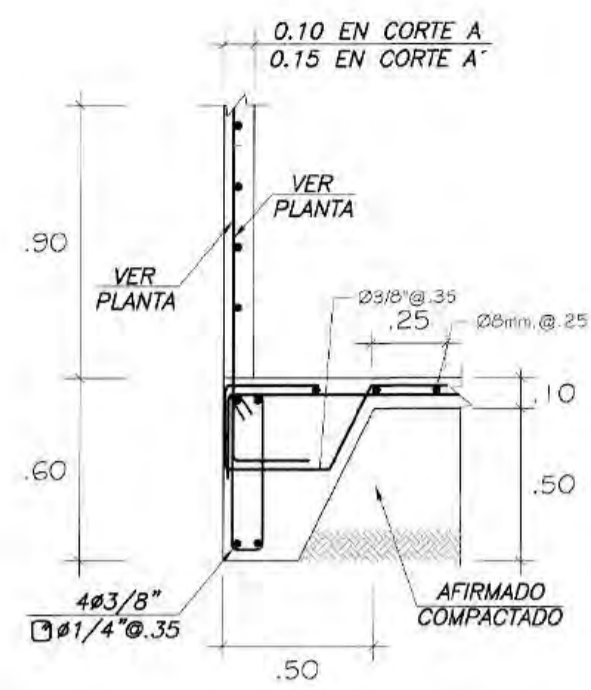
COMPONENTE: MÓDULO TÍPICO DE VIVIENDA

PLANTA CIMENTACION - PLANTA MUROS - ENCOFRADO TECHO 1° PISO

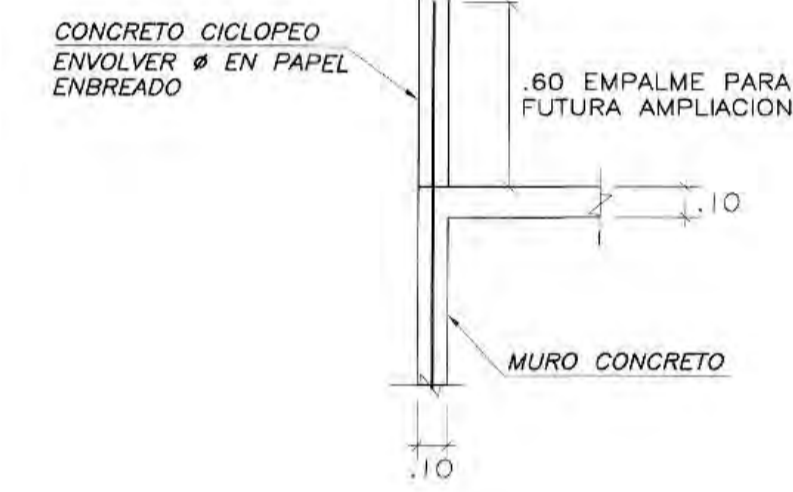
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS ESCALA: 1/50

PROFESIONAL RESPONSABLE: ING. CIVIL GUSTAVO JEREMIAS RIQUE PEREZ COLABORADOR: CIP. 138318

UBICACIÓN: URBANIZACIÓN: SAN AGUSTÍN DISTRITO: SAN MARTÍN DE PORRES REGION: LIMA REVISADO: J.A.C.T. FECHA: SETIEMBRE 2021



Ø	Le (m)
Ømm	0.40
3Ø"	0.50
1/2"	0.60



RESUMEN DE CONDICIONES DE CIMENTACION

-TIPO DE CIMENTACION: PLATEA DE CIMENTACION

LA CIMENTACION DE LOS MODULOS DE VIVIENDAS ESTARA APOYADA SOBRE UN MATERIAL DE MEJORAMIENTO, EL QUE TENDRA LAS MISMAS CARACTERISTICAS QUE EL MATERIAL DE SUB-BASE, TENIENDO EN CUENTA EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO:

- LIMPIEZA Y DESBROCE DEL SUELO NATURAL A UNA PROFUNDIDAD DE 0.10m, RETIRANDO ESCOMBROS Y MATERIALES ORGANICOS (RAMAS Y RAICES) EN LA ZONA OCUPADA POR LA CIMENTACION.
- NIVELACION Y COMPACTACION DE LA ZONA AFECTADA, SIENDO COMPACTADA HASTA UN 90% DE SU MAXIMA DENSIDAD.
- COLOCACION DE LA CAPA DE MATERIAL GRANULAR PARA EL MEJORAMIENTO DEL SUELO, DONDE SE APLICARAN LAS MISMAS EXIGENCIAS QUE UNA CAPA DE SUB-BASE (VER ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUB-BASE), DICHA CAPA TENDRA UN ESPESOR DE 20cm, MEDIDOS DESDE EL SUELO NATURAL HASTA LA PARTE INFERIOR MAS BAJA DE LA CIMENTACION, TAL COMO SE DEMUESTRA EN LOS DETALLES.
- CAPACIDAD PORTANTE DEL RELLENO: 1.00 Kg/cm².
- VER ESTUDIO DE SUELOS DEL ING. LUIS ABELARDO GONZALEZ RODRIGUEZ.

PARAMETROS SISMO RESISTENTES

- SISTEMA ESTRUCTURAL: XX: MUROS DE DUCTIBILIDAD LIMITADA
XX: MUROS DE DUCTIBILIDAD LIMITADA

- PARAMETROS DE FUERZA SISMICA

Factor de Zona 3: Z=0.4
Factor de Uso: U=1.0
Factor de Suelo 3: S=1.2
Periódico Perfil Suelo: T_p=0.6 seg.
R_x = R_y = 4 x 0.75 = 3.0
- DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS: XX: 0.28 cm. YY: 0.14 cm.

ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO ARMADO

-PLATEA DE CIMENTACION: f_c = 175 Kg/cm²
-MUROS Y LOSAS: f_c = 175 Kg/cm²
-ACERO VARILLAS: f_y = 4200 Kg/cm²

-RECUBRIMIENTOS:

PLACAS: 2.0 cm
LOSAS: 2.0 cm
LOSA DE CIMENTACION: 4.0 cm
S/C EN ESCALERA: 4.00 Kg/m²

SOBRECARGAS

S_{yc}: 200 Kg/m²

Ø	Li (m)	EMPALMES	ESTRIBOS
1/4"	30	<p>NO SE PERMITIRAN EMPALMES DE REFUERZO SUPERIOR (NEGATIVO) EN UNA LONGITUD DE 1/4 DE LA LUZ DE LA VIGA A CILADO DE LA COLUMNA</p>	
3/8"	40		
1/2"	50		
5/8"	60		
3/4"	70		
1"	1.20		

308

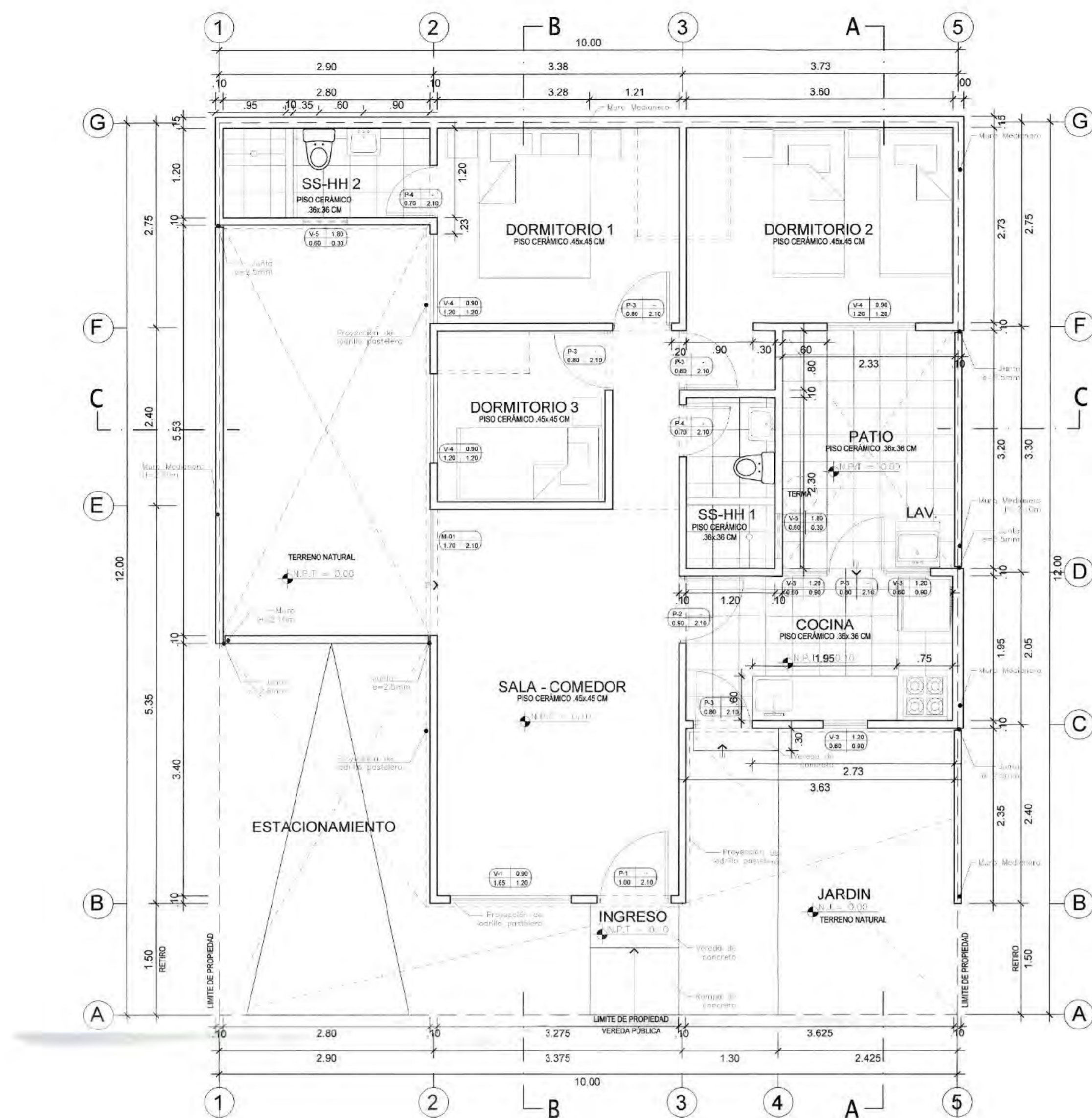
GUSTAVO JEREMIAS RIQUE PEREZ
Ingeniero Civil
CIP N° 138318

Ministerio de Transportes y Comunicaciones
E-02

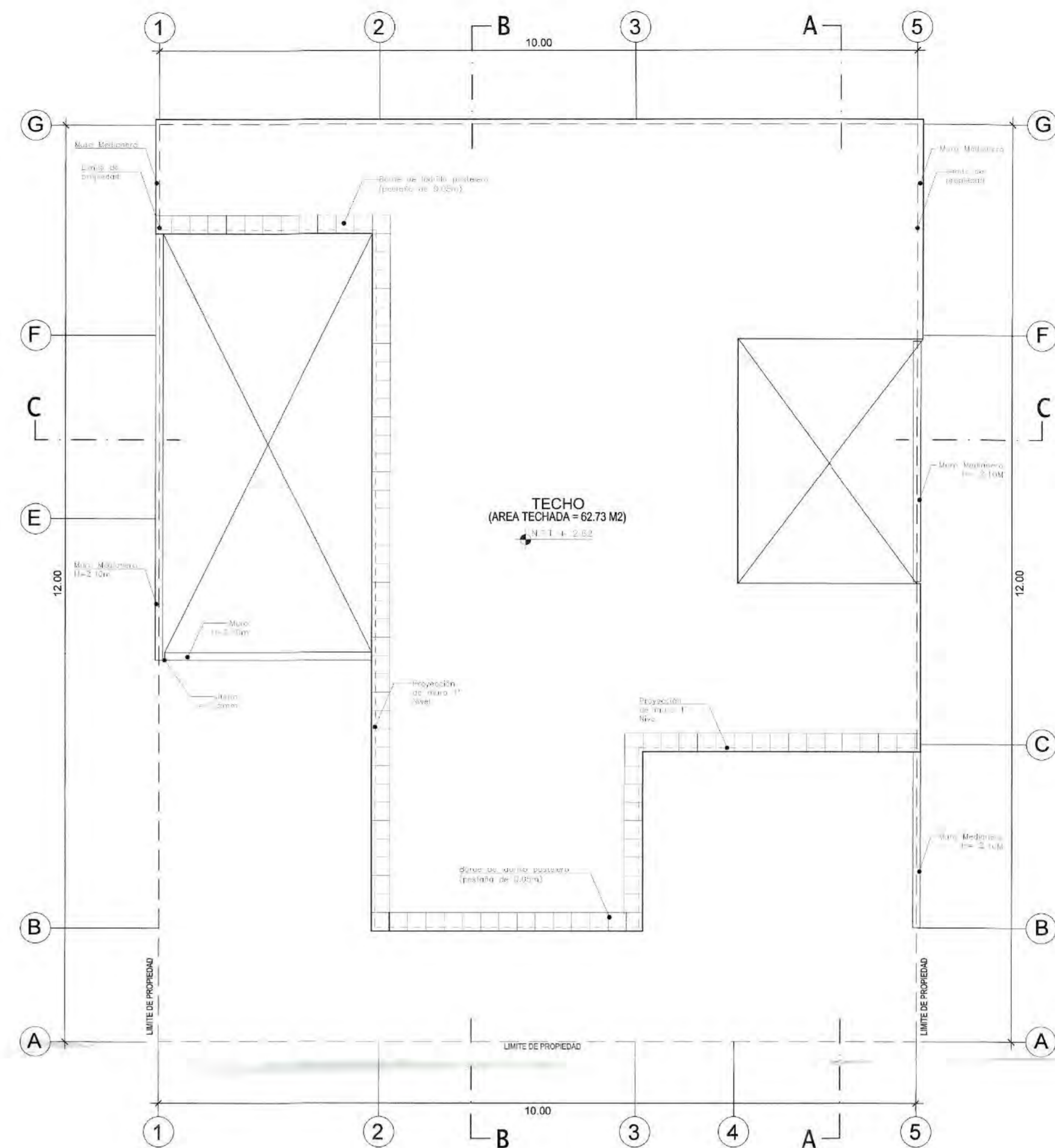
PROYECTO: "SERVICIO DE ELABORACION DE PLANOS DE LAS VIVIENDAS DE LA URBANIZACION SAN AGUSTIN, BENEFICIARIOS DEL PACRI"

PROFESIONAL RESPONSABLE: ING. CIVIL GUSTAVO JEREMIAS RIQUE PEREZ
CIP. 138318

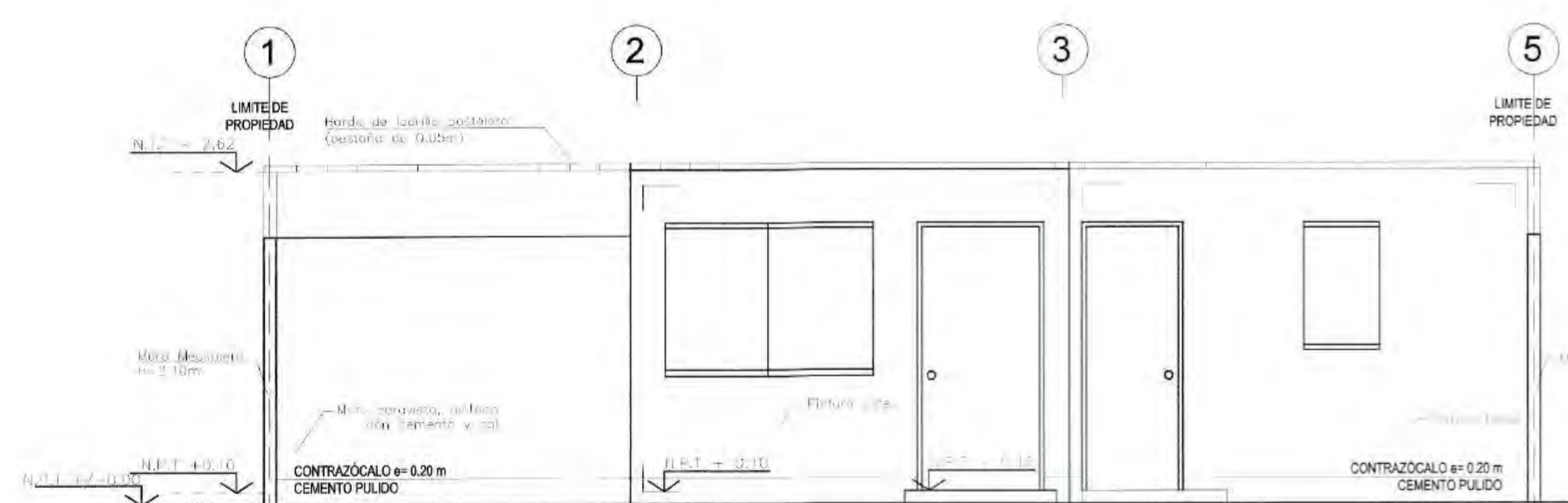
FECHA: SETIEMBRE 2021



PLANTA PRIMER NIVEL
ESCALA 1:50



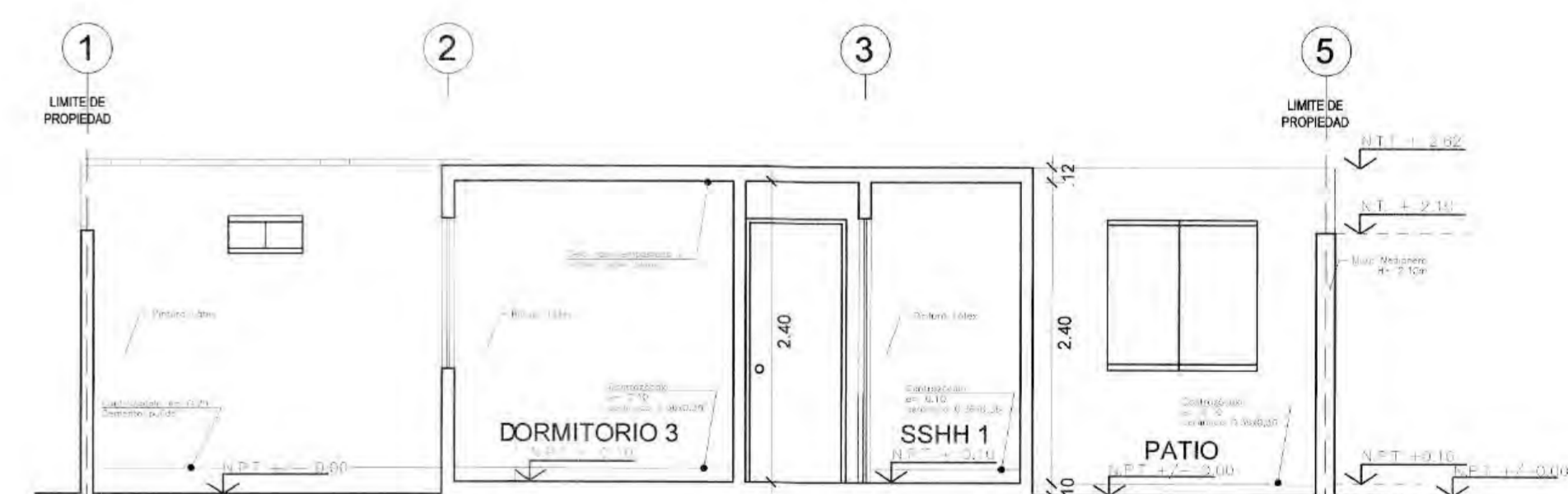
PLANTA TECHO
ESCALA 1:50



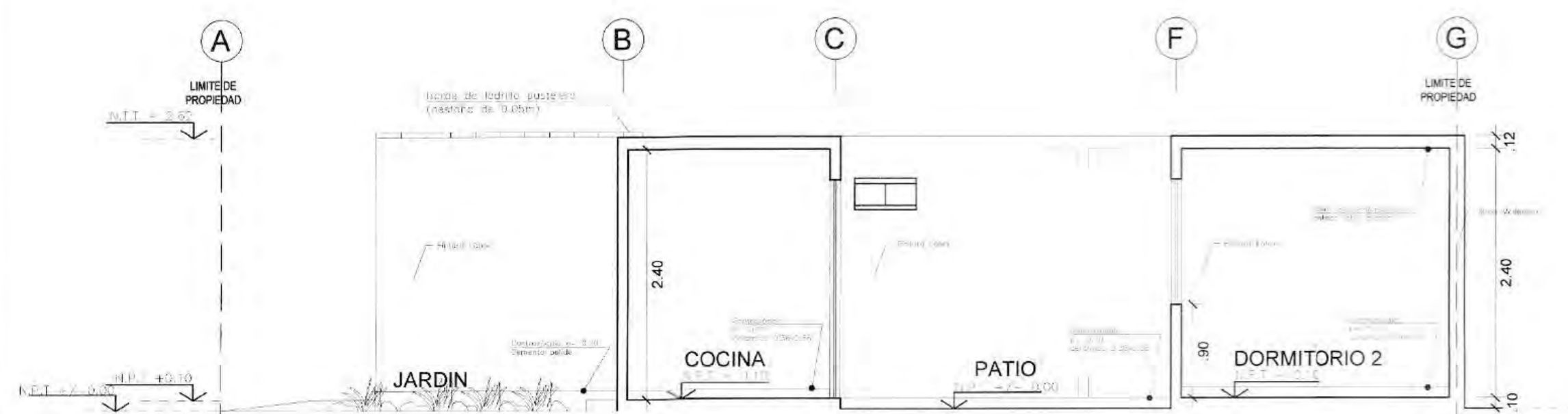
ELEVACION PRINCIPAL
ESCALA 1:50



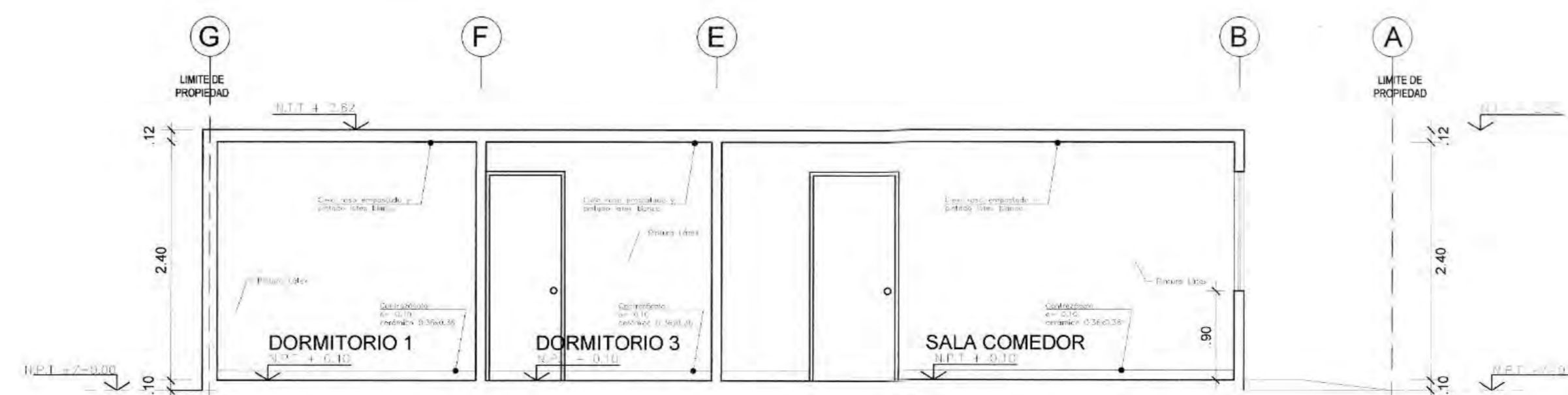
ELEVACION LATERAL Y CORTE
ESCALA 1:50



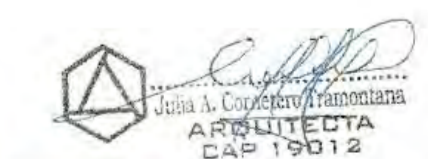
CORTE C - C
ESCALA 1:50



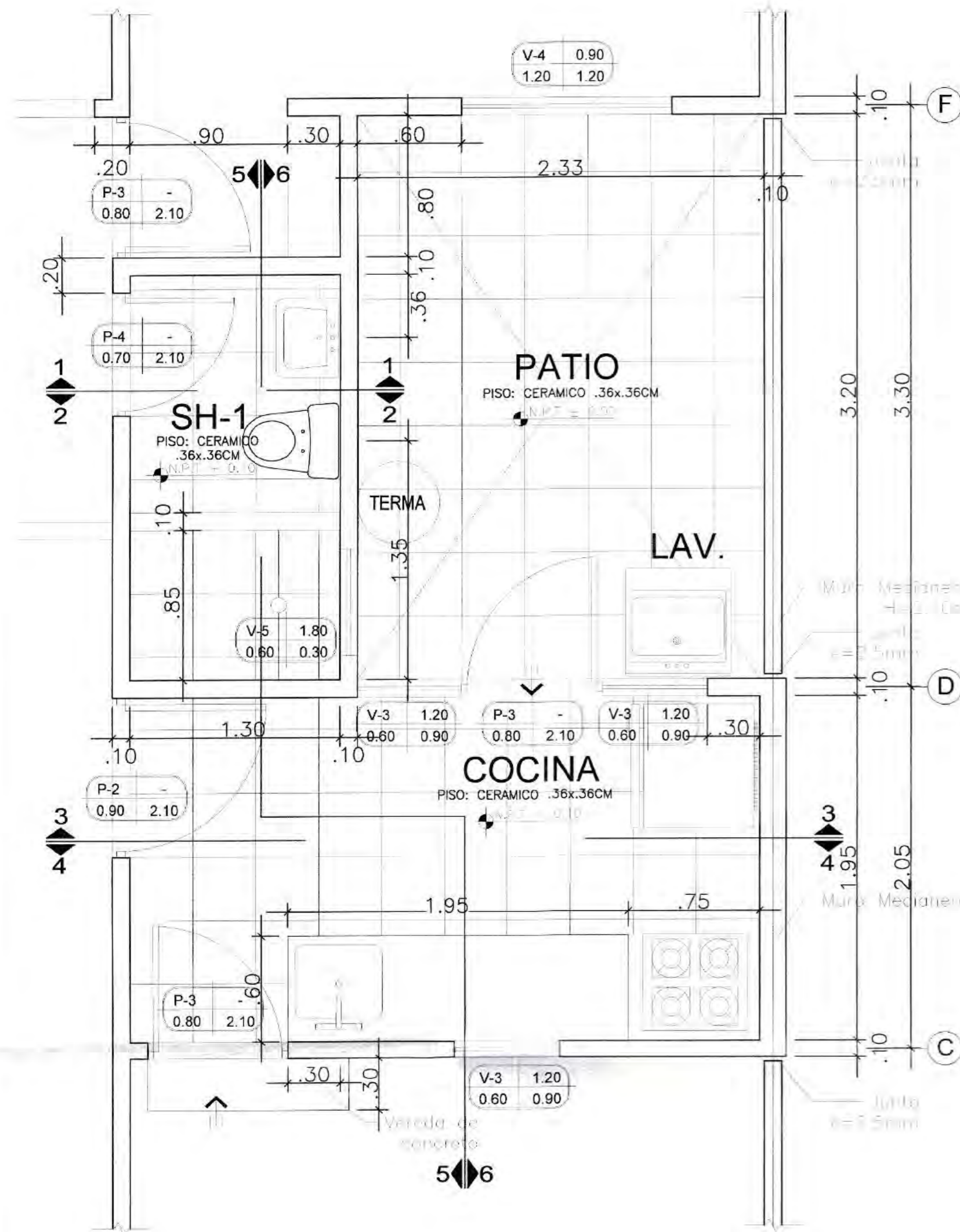
CORTE A - A
ESCALA 1:50



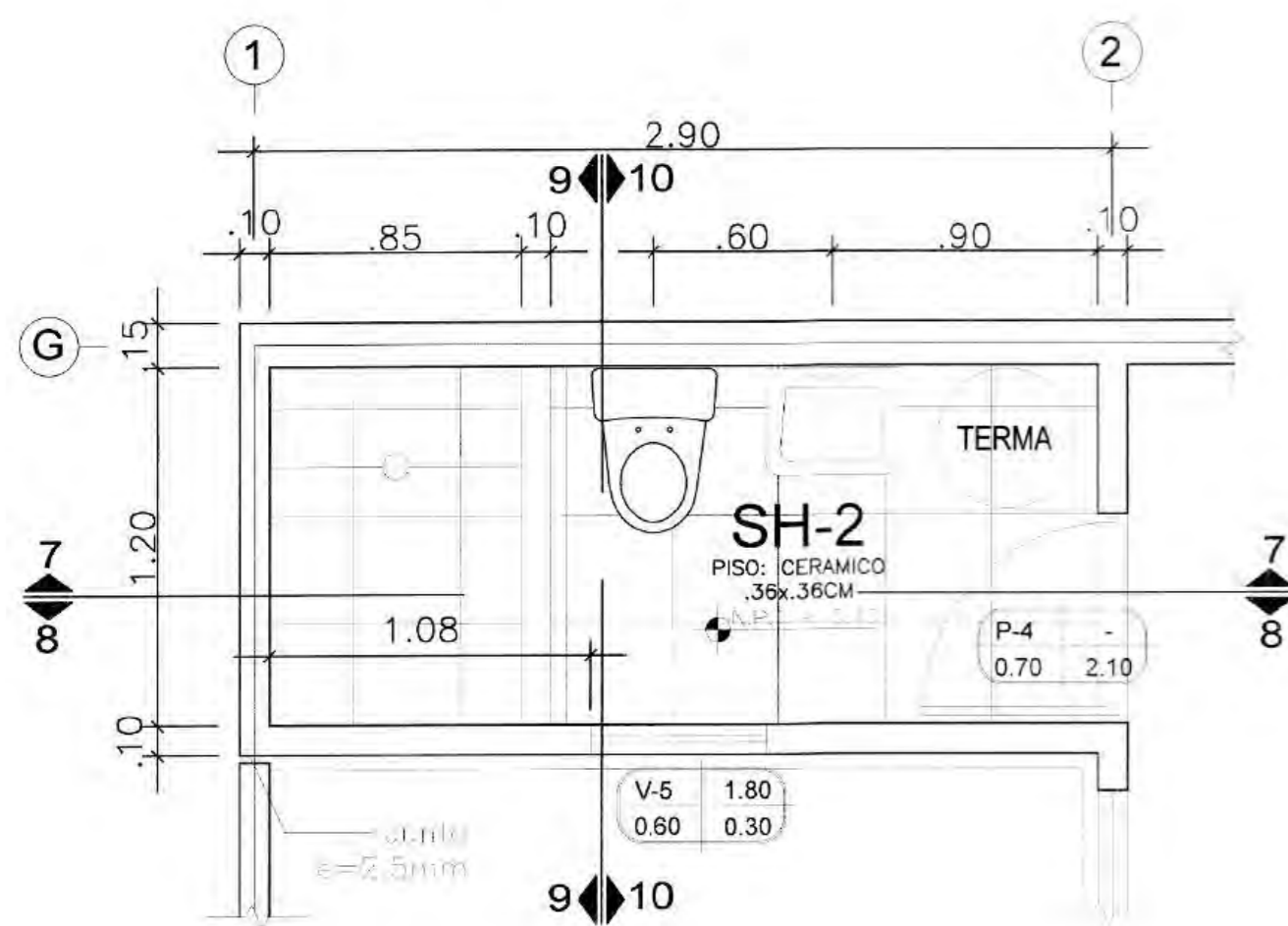
CORTE B - B
ESCALA 1:50



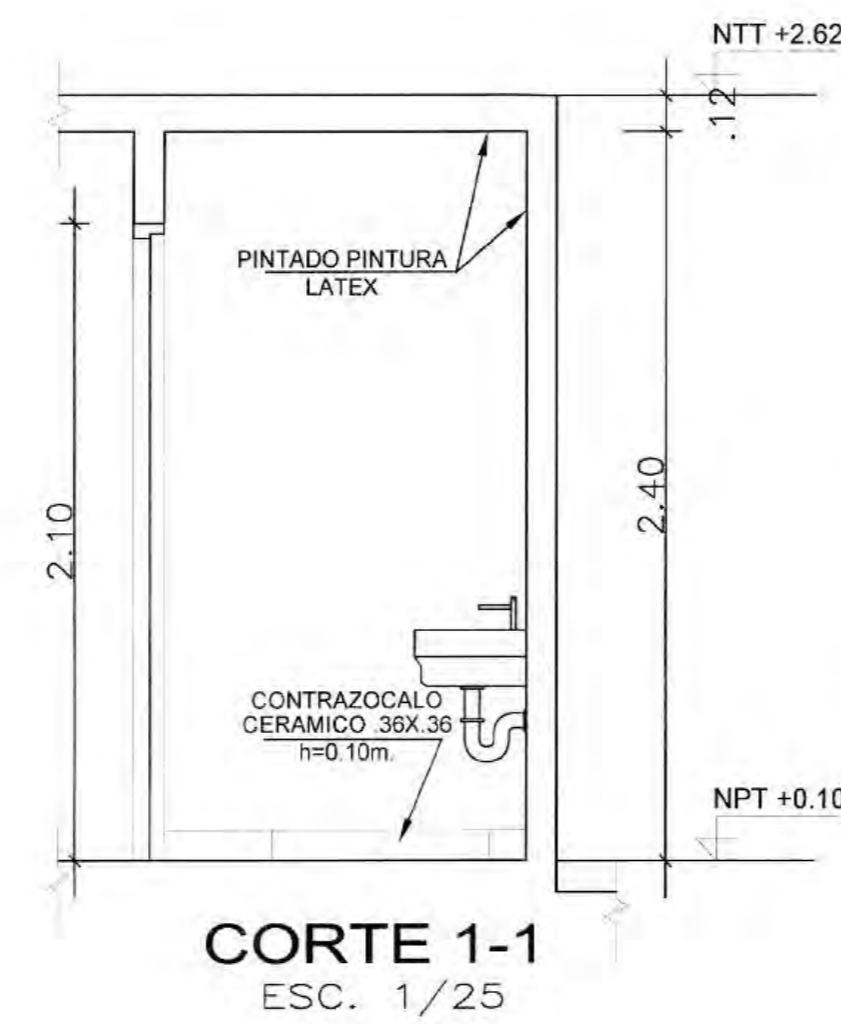
		Ministerio de Transportes y Comunicaciones		A-01
PROYECTO: "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE PLANOS DE LAS VIVIENDAS DE LA URBANIZACIÓN SAN AGUSTÍN, BENEFICIARIOS DEL PACRI"				
PROPIETARIO: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES				
COMPONENTE: MÓDULO TÍPICO DE VIVIENDA PLANTA PRIMER NIVEL - PLANTA TECHO - CORTES Y ELEVACIONES				
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA			ESCALA: 1/50	
PROFESIONAL RESPONSABLE: ARQ. JULIA CORNETERO TRAMONTANA			COORDINADOR: CAP 19012	
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: SAN AGUSTÍN DEPARTAMENTO: SAN MARTÍN DE PORCES		REVISADO: J.A.C.T. FECHA: SETIEMBRE 2021		



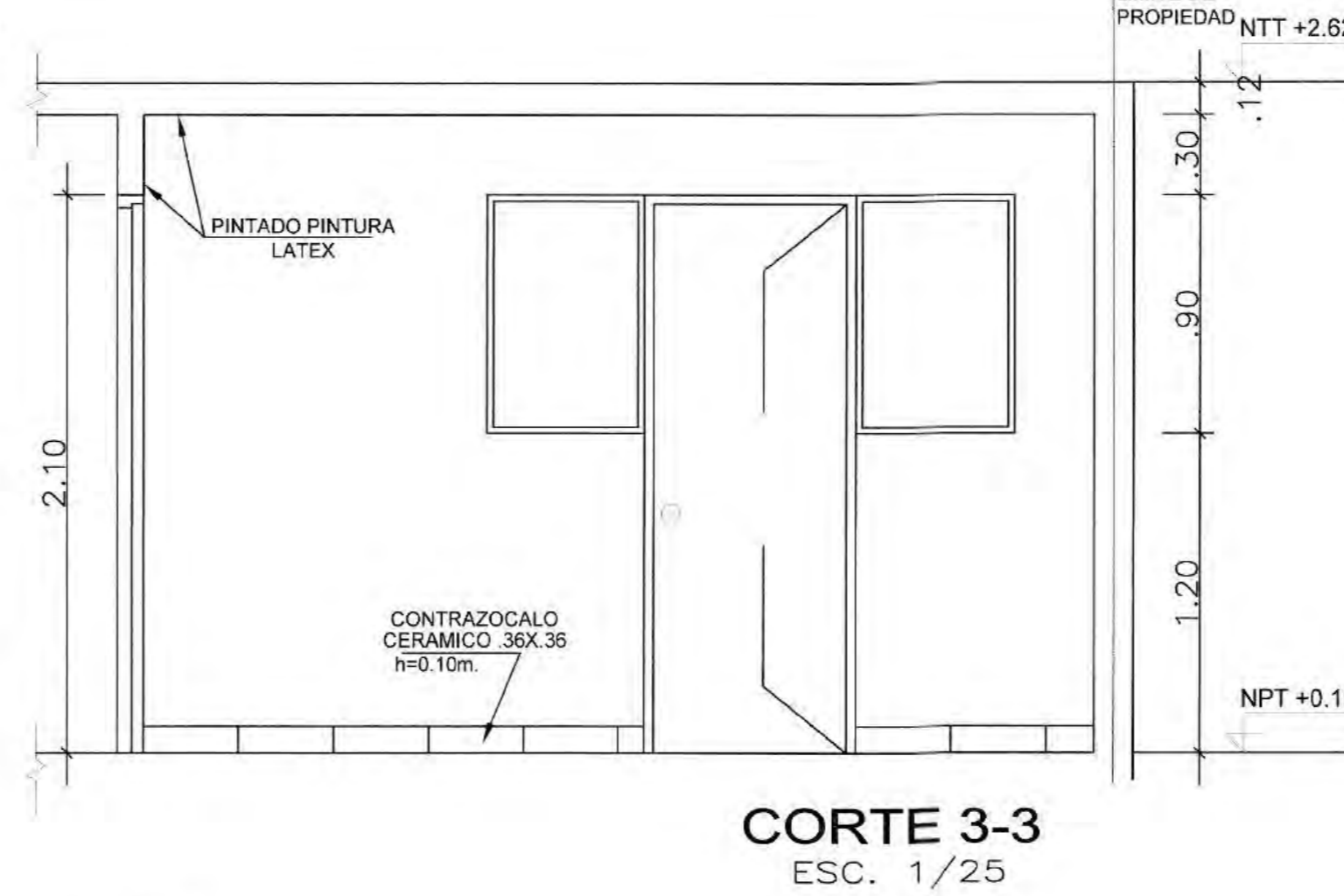
PLANTA S.H. COMUN
ESC. 1/25



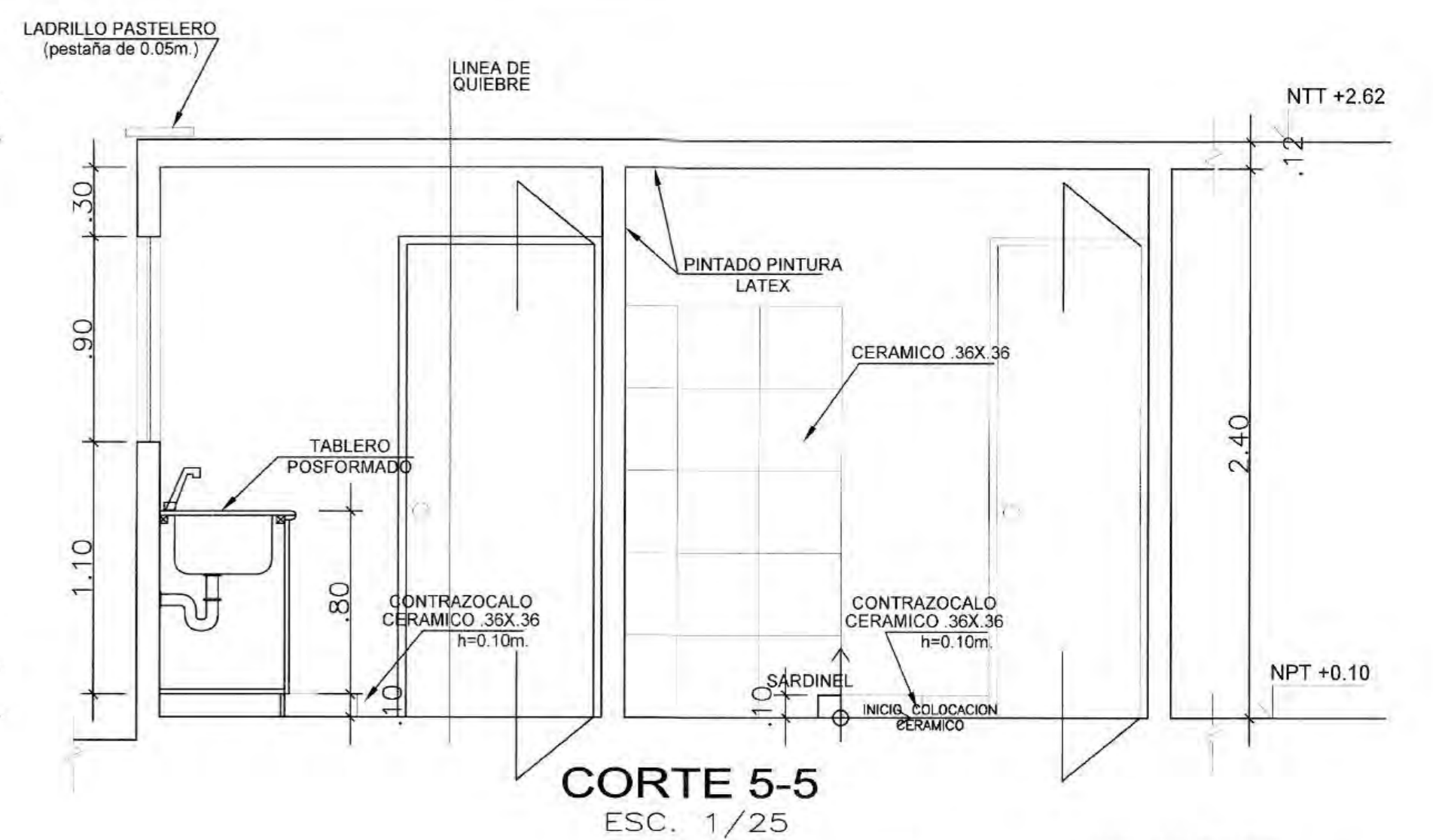
PLANTA S.H. DORMITORIO PRINCIPAL
ESC. 1/25



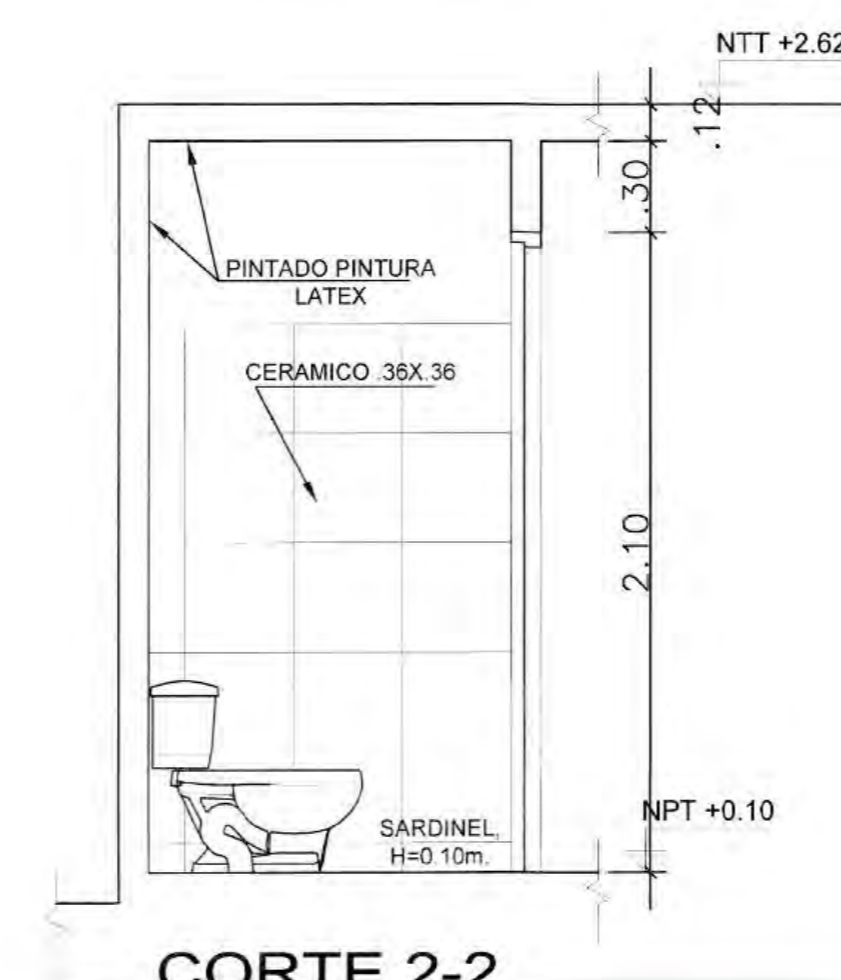
CORTE 1-1
ESC. 1/25



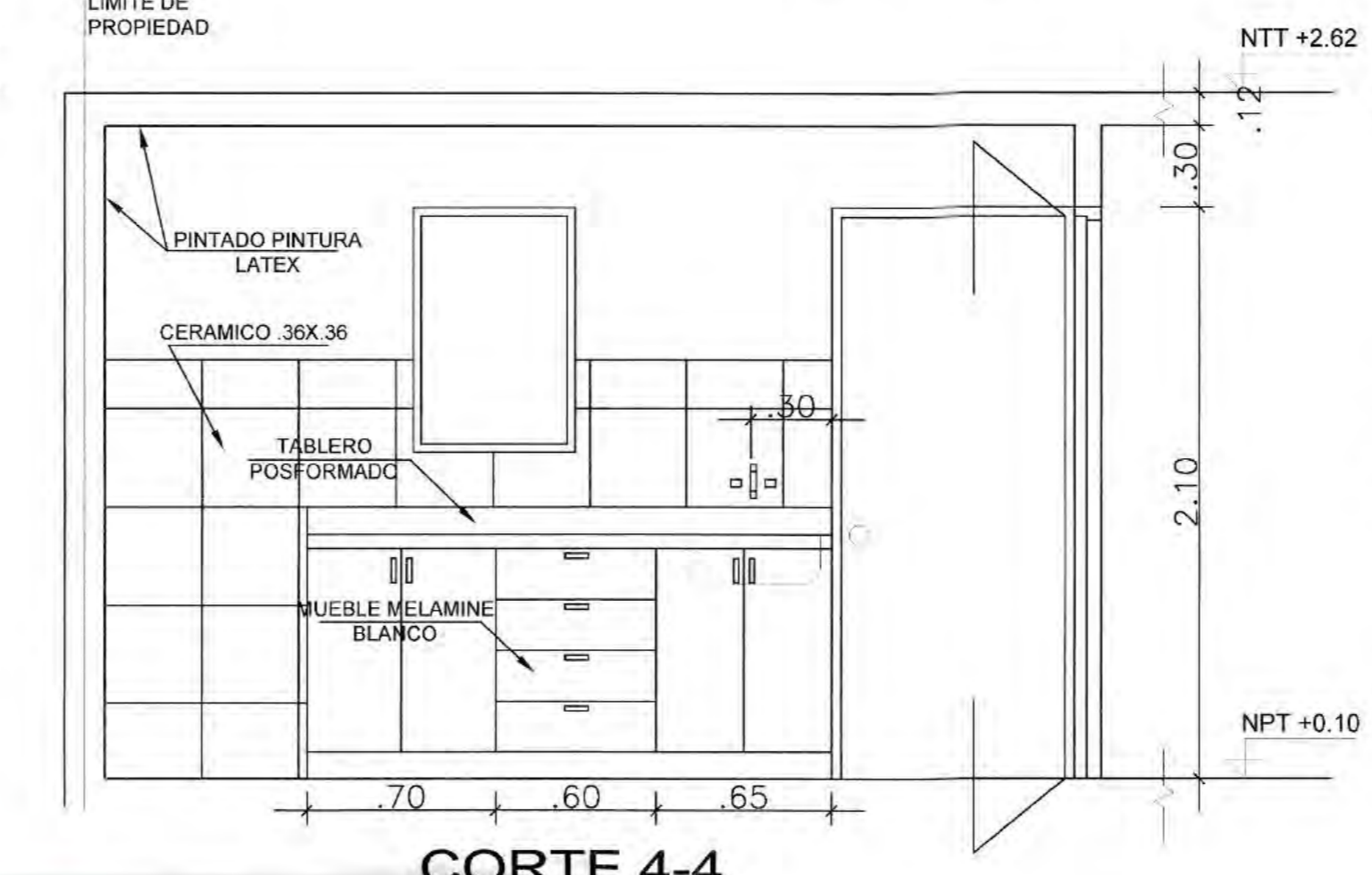
CORTE 3-3
ESC. 1/25



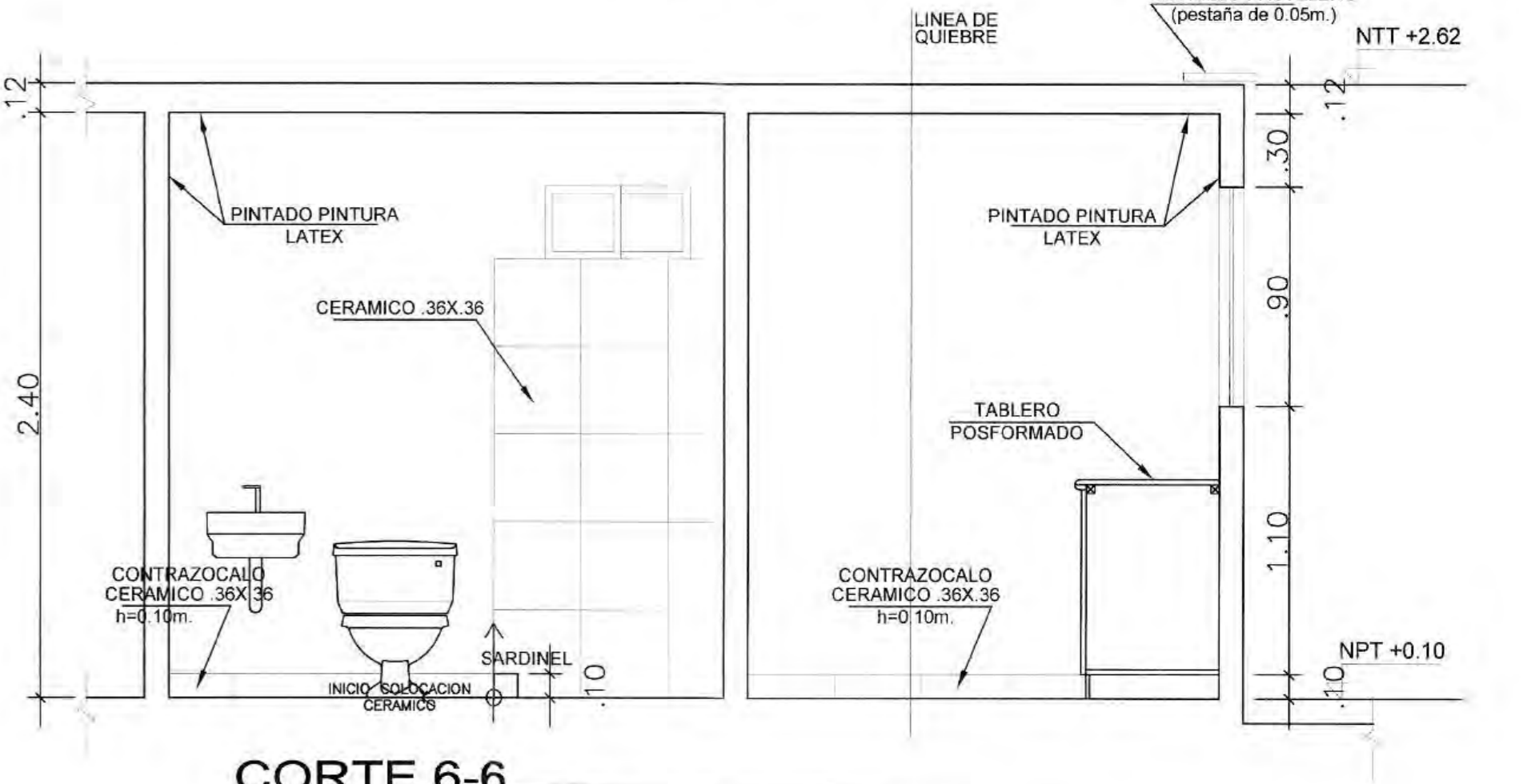
CORTE 5-5
ESC. 1/25



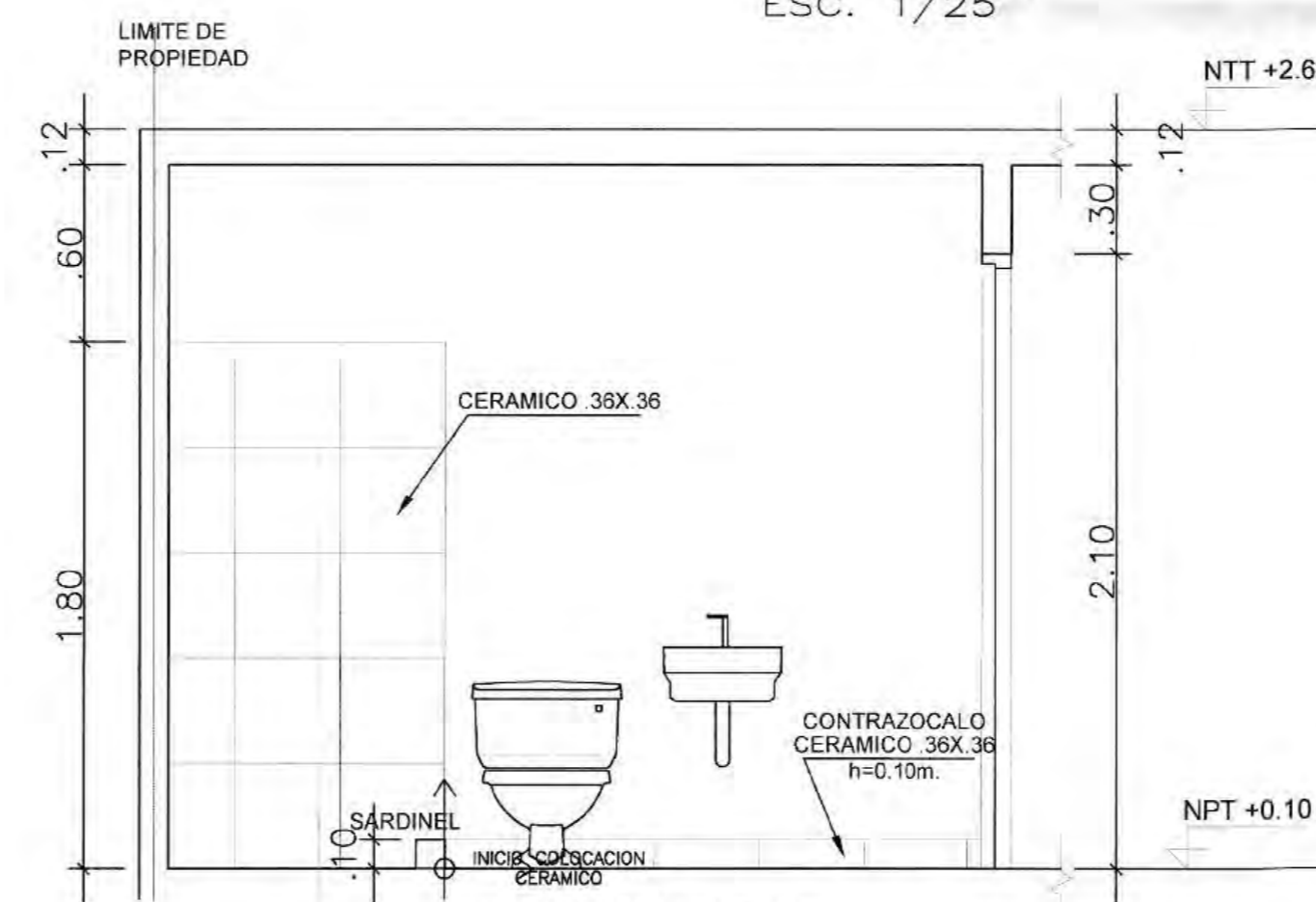
CORTE 2-2
ESC. 1/25



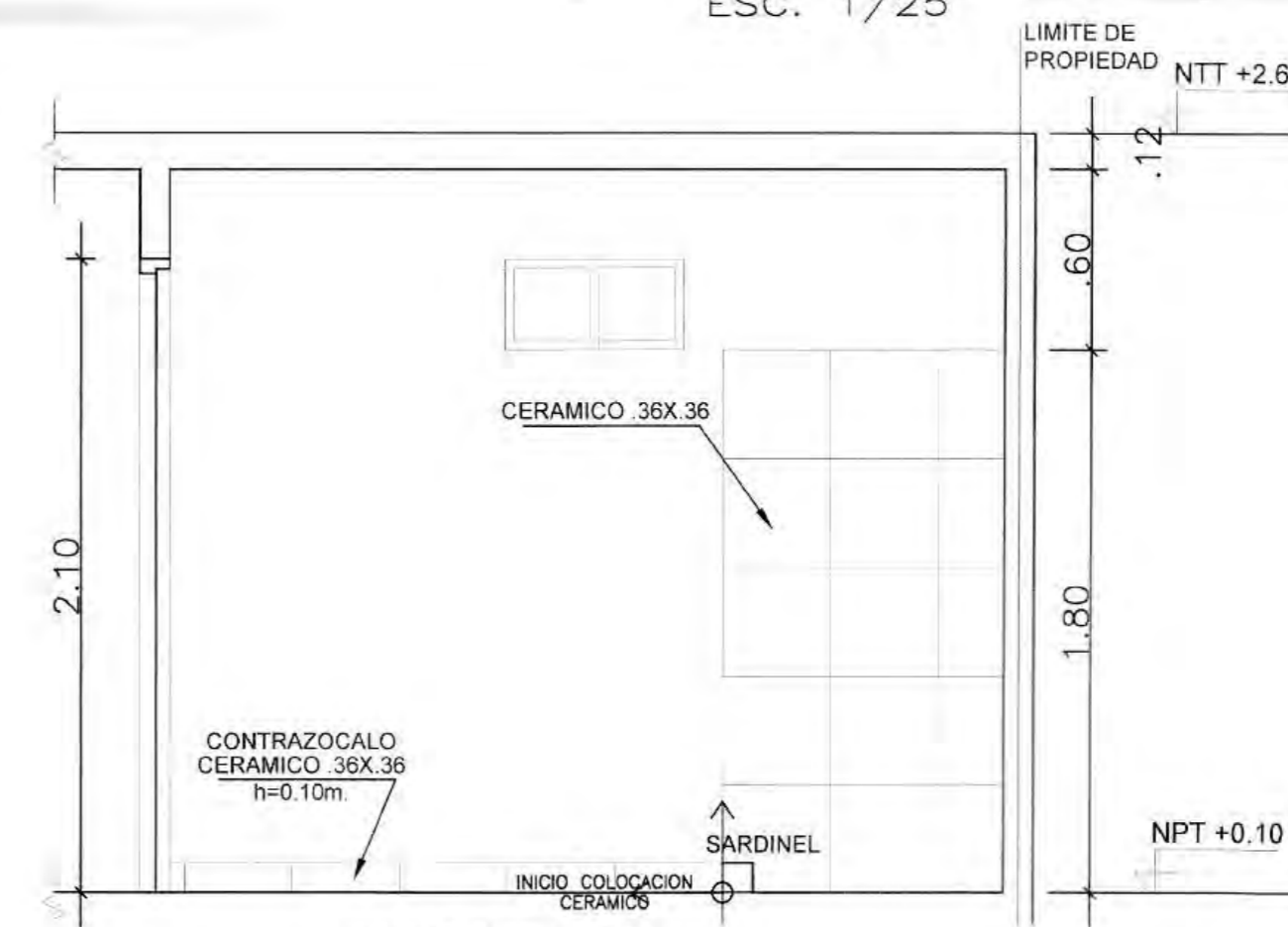
CORTE 4-4
ESC. 1/25



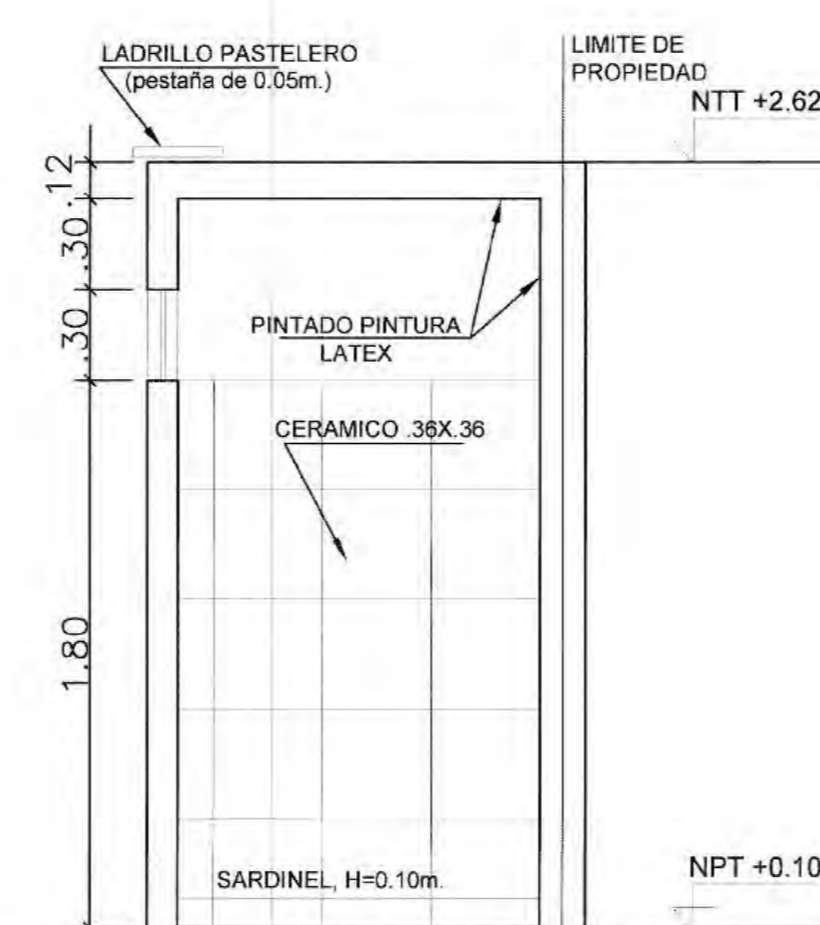
CORTE 6-6
ESC. 1/25



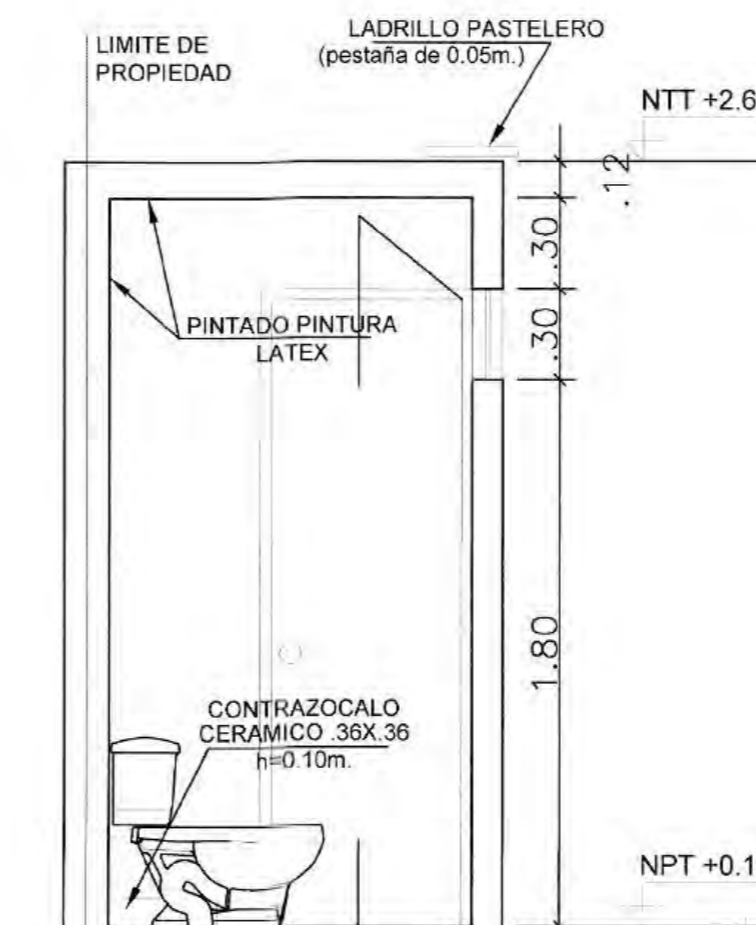
CORTE 7-7
ESC. 1/25



CORTE 8-8
ESC. 1/25



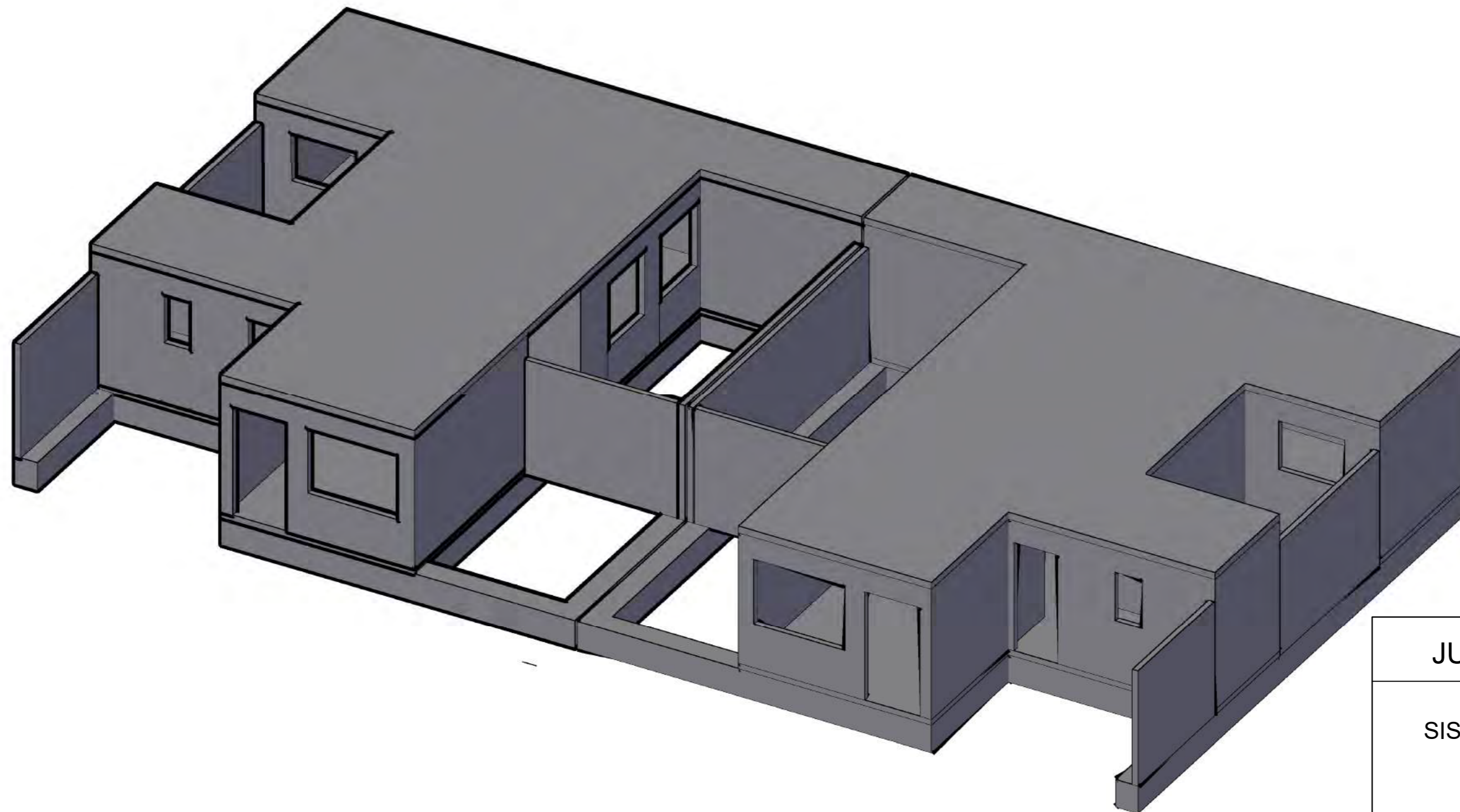
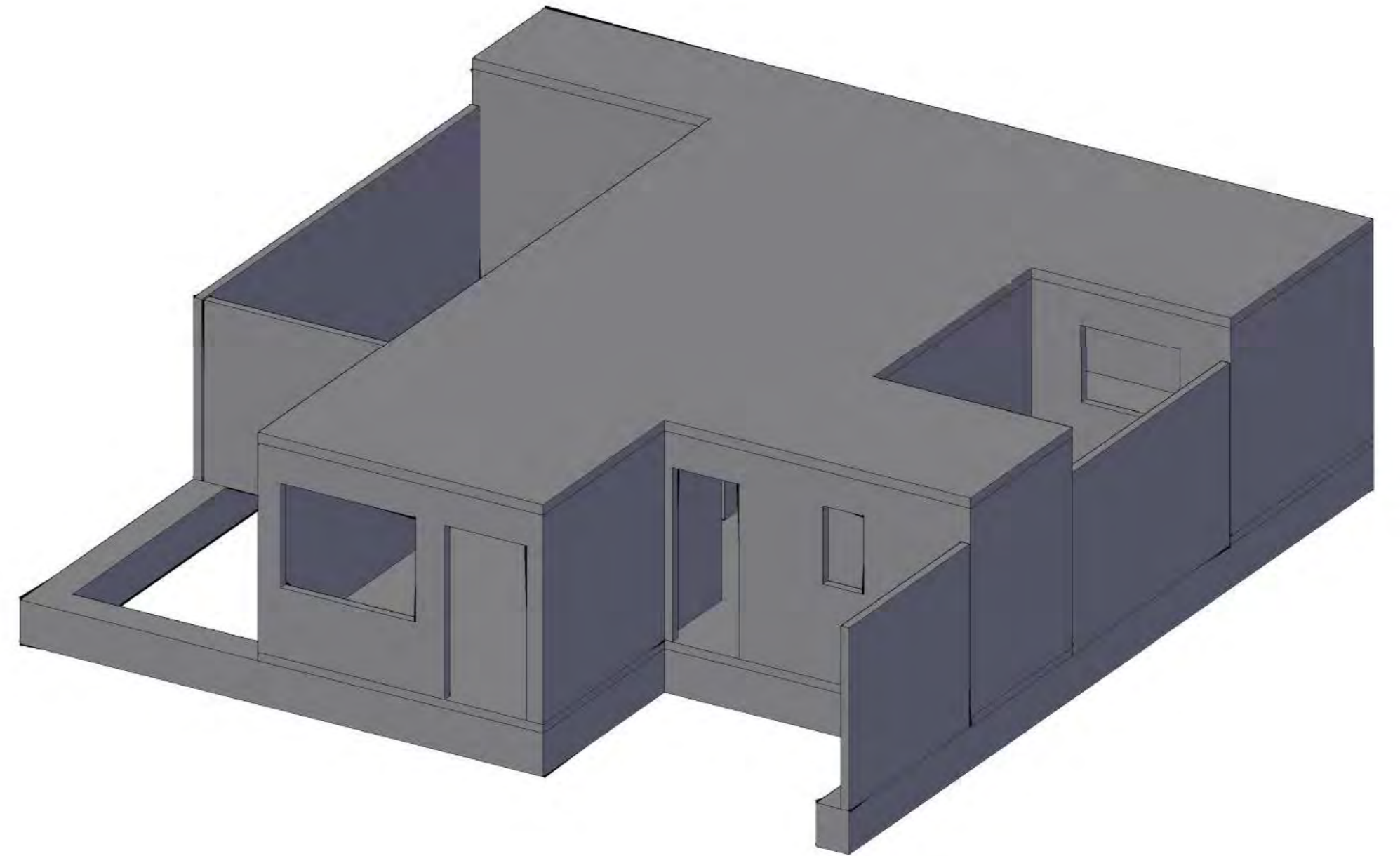
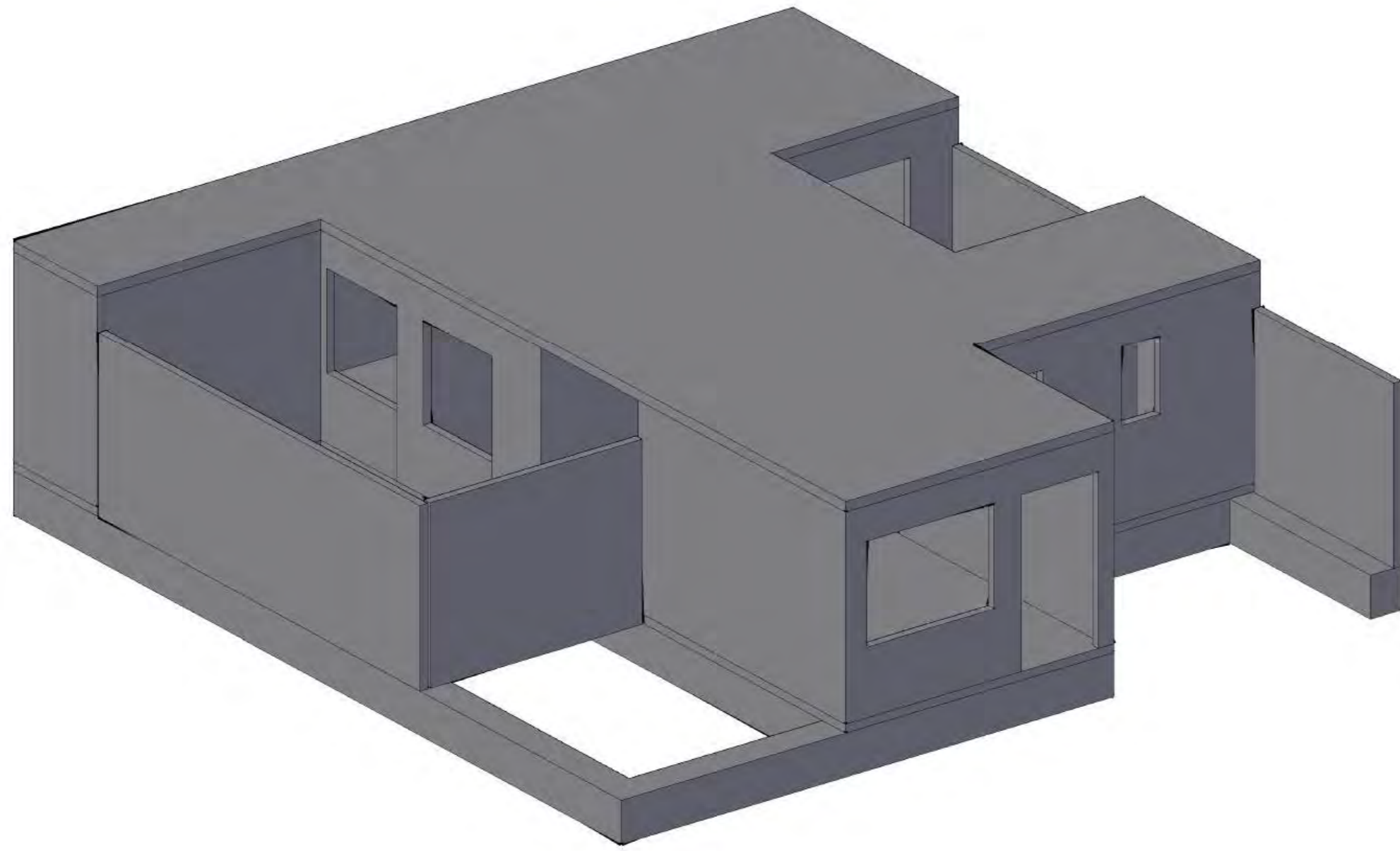
CORTE 9-9
ESC. 1/25



CORTE 10-10
ESC. 1/25




 PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones		A-02
PROYECTO: "SERVICIO DE ELABORACIÓN DE PLANOS DE LAS VIVIENDAS DE LA URBANIZACIÓN SAN AGUSTÍN, BENEFICIARIOS DEL PACRI"		
PROPIETARIO: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES		
COMPONENTE: MÓDULO TÍPICO DE VIVIENDA PLANTA Y CORTES DE COCINA Y SERVICIOS HIGIÉNICOS		
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA		ESCALA: 1/25
PROFESIONAL RESPONSABLE: ARQ. JULIA CORNETERO TRAMONTANA		COORDINADORA: CAP 19012
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN SAN AGUSTÍN, DISTRITO SAN MARCOS DE PORRAS, PROVINCIA LIMA	REVISADO: J.A.C.T.	FECHA: SETIEMBRE 2021



JUAN CARLOS RISCO SULLON

SISTEMA DE ENCOFRADO DE ALUMINIO
VIVIENDA SAN AGUSTIN





ANEXO 5
Presupuesto y Análisis de Precios Unitarios – Vivienda
San Agustín

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : Proyecto San Agustin (A const = 62.73 m2)
 PRESUPUESTO 1.0 : Proyecto Encofrado Metálico
 PROPIETARIO : JUAN CARLOS RISCO SULLON
 UBICACION : DPTO: LIMA PROV: LIMA DIST: SAN MARTIN DE PORRES LOC: TESIS JUAN RISCO
 FECHA PROYECTO : 26/03/2024

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1	Proyecto Encofrado Metálico					52,182.89
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD.					2,200.40
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					2,200.40
OE.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES					1,364.00
OE.1.1.1.1	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	qlb	10.00	136.40	1,364.00	
OE.1.1.2	TRABAJOS PRELIMINARES					560.40
OE.1.1.2.1	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m ²	120.00	4.67	560.40	
OE.1.1.3	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO					276.00
OE.1.1.3.1	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO C/ EQUIPO	m ²	120.00	2.30	276.00	
OE.2	ESTRUCTURAS.					48,044.93
OE.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS					12,464.88
OE.2.1.1	EXCAVACIONES					5,871.60
OE.2.1.1.1	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS HASTA h:1.40 m	m ³	60.00	97.86	5,871.60	
OE.2.1.2	RELLENOS					2,895.48
OE.2.1.2.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/ COMPACT. 4HP	m ³	36.00	80.43	2,895.48	
OE.2.1.3	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO					1,296.00
OE.2.1.3.1	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRENO C/ PISON	m ²	120.00	10.80	1,296.00	
OE.2.1.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE					2,401.80
OE.2.1.4.1	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL DH = 30 m. (DIST.	m ³	60.00	40.03	2,401.80	
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					1,371.86
OE.2.2.1	SOLADOS					1,371.86
OE.2.2.1.1	SOLADO. CONCRETO C:H 1:12 e = 2"	m ²	55.25	24.83	1,371.86	
OE.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					34,208.19
OE.2.3.1	CIMENTOS REFORZADOS					7,786.46
OE.2.3.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	17.07	376.70	6,430.27	
OE.2.3.1.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	265.40	5.11	1,356.19	
OE.2.3.4	LOSAS DE CIMENTACIÓN					5,221.17
OE.2.3.4.1	CONCRETO PREMEZCLADO (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	7.01	376.70	2,640.67	
OE.2.3.4.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	246.46	5.11	1,259.41	
OE.2.3.4.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	62.73	21.06	1,321.09	
OE.2.3.3	MUROS REFORZADOS					14,905.81
OE.2.3.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	17.71	376.70	6,671.36	
OE.2.3.3.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	1,029.30	5.11	5,259.72	
OE.2.3.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	141.25	21.06	2,974.73	
OE.2.3.4	LOSAS					6,294.75
OE.2.3.9.1	LOSAS MACIZAS					6,294.75
OE.2.3.9.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	8.03	376.70	3,024.90	
OE.2.3.9.1.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	355.48	5.11	1,816.50	
OE.2.3.9.1.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	69.01	21.06	1,453.35	
OE.3	ENCOFRADO METÁLICO					1,937.56
OE.3.1	ENCOFRADO DE ALUMINIO	und	1.00	1,937.56	1,937.56	

Costo Directo	S/ 52,182.89
SUB TOTAL	S/ 52,182.89

[Son: Cincuenta y dos mil ciento ochenta y dos Soles con ochenta y nueve céntimos]

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : Proyecto San Agustin (A const = 77.04 m2)
 PRESUPUESTO 1.0 : Proyecto Encofrado Metálico
 PROPIETARIO : JUAN CARLOS RISCO SULLON
 UBICACION : DPTO: LIMA PROV: LIMA DIST: SAN MARTIN DE PORRES LOC: TESIS JUAN RISCO
 FECHA PROYECTO : 26/03/2024

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1	Proyecto Encofrado Metálico					62,470.44
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD.					2,391.17
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS					2,391.17
OE.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES					1,364.00
OE.1.1.1.1	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	qlb	10.00	136.40	1,364.00	
OE.1.1.2	TRABAJOS PRELIMINARES					688.22
OE.1.1.2.1	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m ²	147.37	4.67	688.22	
OE.1.1.3	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO					338.95
OE.1.1.3.1	TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO C/ EQUIPO	m ²	147.37	2.30	338.95	
OE.2	ESTRUCTURAS.					57,699.72
OE.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS					15,308.52
OE.2.1.1	EXCAVACIONES					7,211.30
OE.2.1.1.1	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS HASTA h:1.40	m ³	73.69	97.86	7,211.30	
OE.2.1.2	RELLENOS					3,555.81
OE.2.1.2.1	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/ COMPACT. 4HP	m ³	44.21	80.43	3,555.81	
OE.2.1.3	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO					1,591.60
OE.2.1.3.1	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRENO C/	m ²	147.37	10.80	1,591.60	
OE.2.1.4	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE					2,949.81
OE.2.1.4.1	ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL DH = 30 m.	m ³	73.69	40.03	2,949.81	
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					1,684.96
OE.2.2.1	SOLIDOS					1,684.96
OE.2.2.1.1	SOLADO. CONCRETO C:H 1:12 e = 2"	m ²	67.86	24.83	1,684.96	
OE.2.3	OBRAS DE CONCRETO ARMADO					40,706.23
OE.2.3.1	CIMENTOS REFORZADOS					9,228.04
OE.2.3.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	20.23	376.70	7,620.64	
OE.2.3.1.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	314.56	5.11	1,607.40	
OE.2.3.4	LOSAS DE CIMENTACIÓN					6,245.52
OE.2.3.4.1	CONCRETO PREMEZCLADO (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	8.31	376.70	3,130.38	
OE.2.3.4.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	292.11	5.11	1,492.68	
OE.2.3.4.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	77.04	21.06	1,622.46	
OE.2.3.3	MUROS REFORZADOS					17,736.92
OE.2.3.3.1	CONCRETO PREMEZCLADO (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	20.99	376.70	7,906.93	
OE.2.3.3.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	1,219.96	5.11	6,234.00	
OE.2.3.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	170.75	21.06	3,596.00	
OE.2.3.4	LOSAS					7,495.74
OE.2.3.9.1	LOSAS MACIZAS					7,495.74
OE.2.3.9.1.1	CONCRETO PREMEZCLADO (f _c = 210 kg/cm ²)	m ³	9.52	376.70	3,586.18	
OE.2.3.9.1.2	ACERO DE REFUERZO f _c : 4200 kg/cm ² G60	kg	421.32	5.11	2,152.95	
OE.2.3.9.1.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m ²	83.41	21.06	1,756.61	
OE.3	ENCOFRADO METÁLICO					2,379.56
OE.3.1	ENCOFRADO DE ALUMINIO	und	1.00	2,379.56	2,379.56	

Costo Directo	S/ 62,470.44
SUB TOTAL	S/ 62,470.44

[Son: Sesenta y dos mil cuatrocientos setenta Soles con cuarenta y cuatro centimos]

Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : Proyecto San Agustin (A const = 77.04 m2)
 PRESUPUESTO 1.0 : Proyecto Encofrado Metálico
 PROPIETARIO : JUAN CARLOS RISCO SULLON
 UBICACION : DPTO: LIMA PROV: LIMA DIST: SAN MARTIN DE PORRES LOC: TESIS JUAN RISCO
 FECHA PROYECTO : 26/03/2024

Partida: OE.1.1.1.1 EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

Rendimiento:1 glb/Día

Costo unitario por glb **136.4**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
EQUIPO						136.4
370060001	CASCO DE SEGURIDAD	und	0	1	30	30
370060104	LENTES DE SEGURIDAD	und	0	1	3.5	3.5
300010045	ROPA (POLO + PANTALON)	und	0	1	42	42
370060105	GUANTES DE CUERO	par	0	1	10.9	10.9
300010046	BOTAS DE SEGURIDAD PUNTA DE ACERO	und	0	1	50	50

Partida: OE.1.1.2.1 LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO

Rendimiento:40 m²/Día

Costo unitario por m² **4.67**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						4.45
470020001	CAPATAZ	hh	0.1	0.02	31.85	0.64
470020008	PEON	hh	1	0.2	19.06	3.81
EQUIPO						0.22
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	4.45	0.22

Partida: OE.1.1.3.1 TRAZO, NIVEL Y REPLANTEO C/ EQUIPO

Rendimiento:400 m²/Día

Costo unitario por m² **2.3**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.73
470020094	TOPOGRAFO	hh	1	0.02	27.49	0.55
470020007	OFICIAL	hh	1	0.02	21.06	0.42
470020008	PEON	hh	2	0.04	19.06	0.76
MATERIALES						0.48
21060090	Clavos con cabeza promedio	kg	-	0.005	4.7	0.02
300010047	WINCHA	und	-	0.001	5.9	0.01
300040001	YESO (20 kg)	bol	-	0.03	15	0.45
EQUIPO						0.09
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	1.73	0.09

Partida: OE.2.1.1.1 EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS HASTA h:1.40 m

Rendimiento:3.5 m³/Día

Costo unitario por m³ **97.86**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						93.2
470020006	OPERARIO	hh	0.1	0.2286	26.54	6.07
470020008	PEON	hh	2	4.5714	19.06	87.13
EQUIPO						4.66
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	93.2	4.66

Partida: OE.2.1.2.1 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO C/ COMPACT. 4HP

Rendimiento:30 m³/Día

Costo unitario por m³ **80.43**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						19.16
470020112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1	0.2667	27.38	7.3
470020001	CAPATAZ	hh	0.2	0.0533	31.85	1.7
470020008	PEON	hh	2	0.5333	19.06	10.16
MATERIALES						53.64
40010003	MATERIAL DE CANTERA	m³	-	1.2	38.7	46.44
390010008	AGUA	m³	-	0.12	60	7.2
EQUIPO						7.63
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	19.16	0.96
490110117	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1	0.2667	25	6.67

Partida: OE.2.1.3.1 NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRENO C/ PISON MANUAL

Rendimiento: 60 m²/DíaCosto unitario por m² 10.8

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						6.48
470020007	OFICIAL	hh	0.5	0.0667	21.06	1.4
470020008	PEON	hh	2	0.2667	19.06	5.08
EQUIPO						4.32
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	6.48	0.32
480010006	PISON MANUAL	hm	0.5	0.0667	60	4

Partida: OE.2.1.4.1 ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL DH = 30 m. (DIST. PROMEDIO)

Rendimiento: 4 m³/DíaCosto unitario por m³ 40.03

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						38.12
470020008	PEON	hh	1	2	19.06	38.12
EQUIPO						1.91
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	38.12	1.91

Partida: OE.2.2.1.1 SOLADO. CONCRETO C:H 1:12 e = 2"

Rendimiento: 250 m²/DíaCosto unitario por m² 24.83

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.23
470020001	CAPATAZ	hh	0.5	0.016	31.85	0.51
470020006	OPERARIO	hh	0.5	0.016	26.54	0.42
470020008	PEON	hh	0.5	0.016	19.06	0.3
EQUIPO						0.86
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	1.23	0.06
490110117	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1	0.032	25	0.8
SUB-PARTIDAS						22.74
CU0010211	CONCRETO C:H 1:12 c/ MEZCLADORA	m ³	-	0.1	227.36	22.74

Partida: OE.2.3.9.1.1 CONCRETO PREMEZCLADO (f_c = 210 kg/cm²)Rendimiento: 60 m³/DíaCosto unitario por m³ 376.7

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						24.12
470020001	CAPATAZ	hh	0.1	0.0133	31.85	0.42
470020006	OPERARIO	hh	2	0.2667	26.54	7.08
470020007	OFICIAL	hh	1	0.1333	21.06	2.81
470020008	PEON	hh	4	0.5333	19.06	10.16
470020112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1	0.1333	27.38	3.65
MATERIALES						308.04
800010001	CONCRETO PREMEZCLADO f _c = 210 kg/cm ² c/CEMENTO TIPO I	m ³	-	1.02	302	308.04
EQUIPO						4.54
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	24.12	1.21
490110117	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1	0.1333	25	3.33
SUB-CONTRATOS						40
300010022	SERVICIO BOMBA TELESCOPICA	m ³	-	1	40	40

Partida: OE.2.3.9.1.2 ACERO DE REFUERZO f_c: 4200 kg/cm² G60

Rendimiento: 250 kg/Día

Costo unitario por kg 5.11

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						1.23
470020001	CAPATAZ	hh	0.075	0.0024	31.85	0.08
470020006	OPERARIO	hh	0.75	0.024	26.54	0.64
470020007	OFICIAL	hh	0.75	0.024	21.06	0.51
MATERIALES						3.78
20030121	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG # 16	kg	-	0.035	3.77	0.13
30030001	ACERO CORRUGADO f _y : 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	-	1.1	3.32	3.65
EQUIPO						0.1
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	1.23	0.06
370140122	CIZALLA PARA CORTE DE HIERRO	hm	0.165	0.0053	4	0.02
480010001	DOBLADORA	hm	0.165	0.0053	3.5	0.02

Partida: OE.2.3.9.1.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Rendimiento: 14 m²/DíaCosto unitario por m² **21.06**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						18.57
470020001	CAPATAZ	hh	0.075	0.0429	31.85	1.37
470020008	PEON	hh	0.75	0.4286	19.06	8.17
470020007	OFICIAL	hh	0.75	0.4286	21.06	9.03
MATERIALES						1.56
20030121	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO BWG # 16	kg	-	0.02	3.77	0.08
301060003	Aditivo Desmoldante	gln	-	0.04	32.1	1.28
10010002	CURADOR DE CONCRETO	gln	-	0.04	4.9	0.2
EQUIPO						0.93
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	18.57	0.93

Partida: OE.3.1 ENCOFRADO DE ALUMINIO A = 77.04 M2

Rendimiento: 1 und/Día

Costo unitario por und **2379.56**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS						2379.56
480010007	SUMINISTRO DE ENCOFRADO METÁLICO	und	-	1	2379.56	2379.56

Partida: OE.3.1 ENCOFRADO DE ALUMINIO A = 62.73 M2

Rendimiento: 1 und/Día

Costo unitario por und **1937.56**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
SUB-CONTRATOS						1937.56
480010007	SUMINISTRO DE ENCOFRADO METÁLICO	und	-	1	1937.56	1937.56

Detalle de sub-partidas del presupuesto

CU0010211 CONCRETO C:H 1:12 c/ MEZCLADORA

Rendimiento: 25 m³/DíaCosto unitario por m³ **227.36**

Código	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA						43.31
470020001	CAPATAZ	hh	0.1	0.032	31.85	1.02
470020007	OFICIAL	hh	1	0.32	21.06	6.74
470020006	OPERARIO	hh	1	0.32	26.54	8.49
470020112	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1	0.32	27.38	8.76
470020008	PEON	hh	3	0.96	19.06	18.3
MATERIALES						166.25
380040001	HORMIGON	m ³	-	1.25	40	50
210080001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	-	3.75	31	116.25
EQUIPO						10.3
370010002	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	-	5	43.31	2.17
480110114	MEZCLADORA DE CONCRETO 18 HP TIPO TAMBOR DE 11-12 p3	hm	1	0.32	25.42	8.13
SUB-CONTRATOS						7.5
390130001	AGUA	m ³	-	0.125	60	7.5



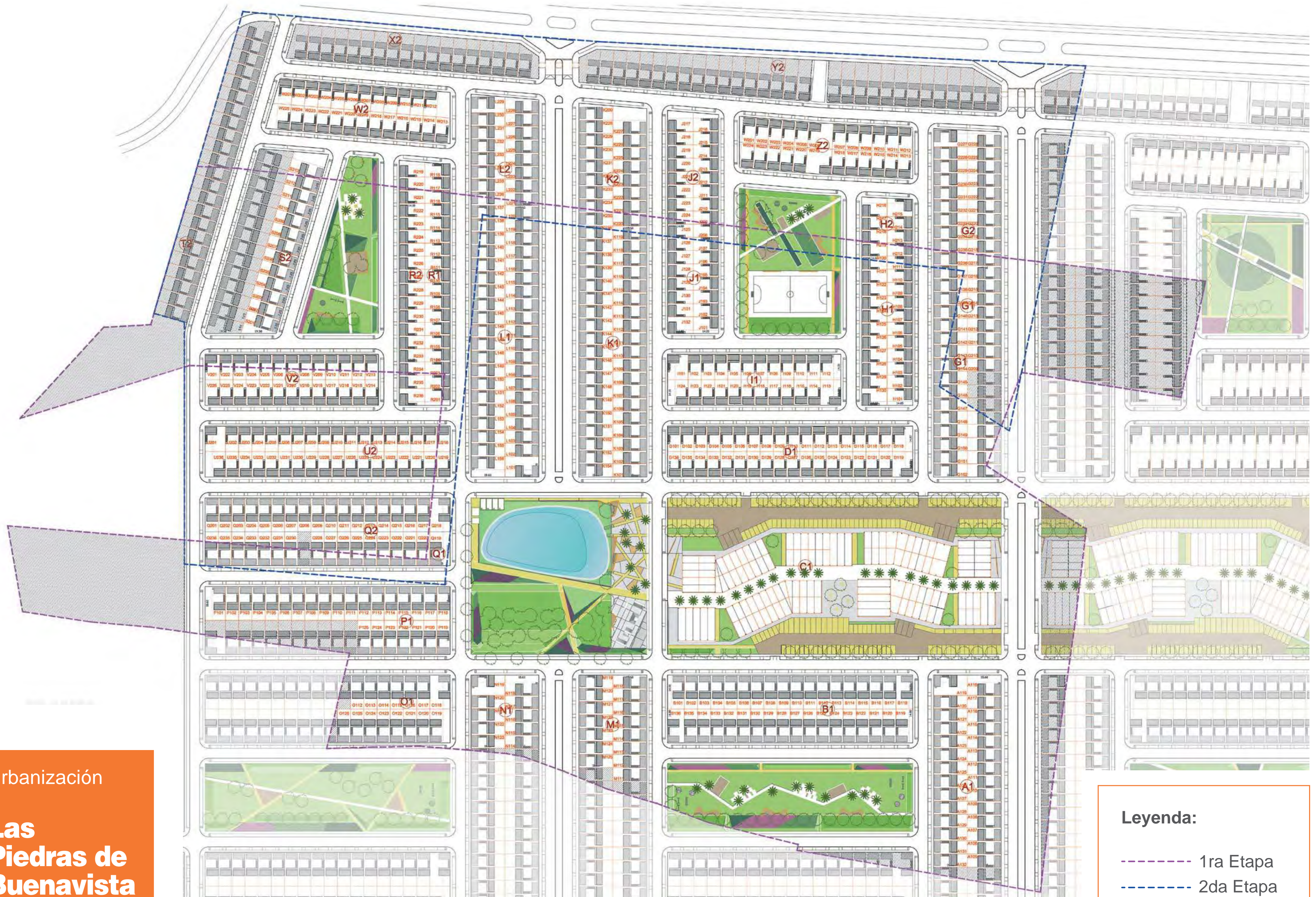
ANEXO 6
Metrados Estructuras – Vivienda San Agustín



ANEXO 7
Lotización - Urbanización Las Piedras de Buenavista

Urbanización

Las Piedras de Buenavista



Leyenda:

- - - - - 1ra Etapa
- - - - - 2da Etapa



ANEXO 8
Procedimientos – Equipo de protección personal o individual



**PROCEDIMIENTO
EQUIPOS DE PROTECCION
PERSONAL O INDIVIDUAL**

Código :	
Versión :	0.1
Página :	1 de 7
Fecha :	10-01-12

Este documento reemplaza a todas las ediciones anteriores. Favor destruir todas las ediciones pasadas.

COPIA ASIGNADA A :

ÁREA :

NOMBRE :

1. OBJETIVO:

Establecer los lineamientos mínimos recomendables para los equipos de protección personal con la finalidad de proteger a los trabajadores contra los riesgos relacionados a la Seguridad y Salud Ocupacional en las áreas de trabajo de las operaciones de LLAXTA S.A.

2. ALCANCE:

Este procedimiento se aplica a todas las áreas operativas y administrativas de LLAXTA, así como a todos sus contratistas.

3. REFERENCIAS:

- o Ley N. 29783 Seguridad y Salud en el trabajo
- o NORMA TECNICA DE EDIFICACION G.050 SEGURIDAD DURANTE LA CONTRUCCIÓN 13 Equipo de Protección Individual (EPI) 13.1 Ropa de Trabajo, 13.2 Casco de Seguridad, 13.3 Calzado de Seguridad, 13.4 Protectores de Oído, 13.5 Protectores Visuales, 13.6 Protección Respiratoria, 13.7 Arnes de Seguridad, 13.8 Guantes de Seguridad, 13.9 Equipos de Protección para Trabajos en Caliente.
- o DS 009-2005-TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, Art. 44, 50, 51
- o DS 046-2001-EM Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, Art. 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76.

4. DEFINICIONES:

- **ANSI:** Siglas en inglés del Instituto Nacional de Normas Americanas, dicho instituto es el encargado de dar las normas aplicables a los equipos de protección personal.
- **EPI:** Siglas de Equipo de Protección Individual.
- **EPI Aprobado:** EPI que cumple con las con las normas ANSI u otras normas internacionales o locales que cumplan o superen las normas ANSI y que ha sido aprobado por el área de Seguridad y Salud Ocupacional.

5. RESPONSABILIDAD:

Supervisores en general

- Verificar el cumplimiento de los procedimientos relativos a EPI por parte de los trabajadores bajo su cargo.
- Dar las instrucciones necesarias y adecuadas a los trabajadores sobre uso, mantenimiento y almacenamiento de los EPI.
- Proveer del EPI aprobado por el área de Seguridad y salud Ocupacional, necesaria al tipo de trabajo al trabajador que lo requiera.
- Registrar en un Kardex la entrega del EPI de cada trabajador.
- Solicitar a Seguridad y Salud Ocupacional, la evaluación de un nuevo tipo de EPI para sus áreas de acuerdo a los peligros y riesgos identificados. No realizar el contacto directo con el proveedor.

Trabajador

- Cuidar y no deteriorar el EPI que le ha sido asignado.

Elaborado por : Enrique Olmos Koster Jefe de Seguridad	Revisado por : Carlos Adell Gerente Técnico	Aprobado por : Jose de Vivero Gerente General
---	--	--

Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización de LLAXTA S.A.



PROCEDIMIENTO EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL O INDIVIDUAL

Código :	
Versión :	0.1
Página :	2 de 7
Fecha :	10-01-12

Este documento reemplaza a todas las ediciones anteriores. Favor destruir todas las ediciones pasadas.

- Guardar el EPI cada vez que no sea necesario utilizarlo.
- Usar el EPI, en forma correcta tal como se le haya instruido.

Supervisor de Seguridad y/o Comité Seguridad y Salud Ocupacional

- Establecer requisitos para la selección y uso del EPI aprobado utilizando una evaluación IPER
- Informar al trabajador sobre la selección, uso adecuado, mantenimiento y almacenamiento del EPI.
- Verificar el cumplimiento del presente procedimiento.

Logística

- La adquisición de EPI será de acuerdo a los estándares y las evaluaciones realizadas por el personal.
- Coordinara con los proveedores la necesidad de evaluar, probar y adquirir nuevo EPI.
- Mantendrá un lote de EPI suficiente para atender las necesidades del personal.
- Solicitar al proveedor una hoja técnica, con todas las características del EPI adquirido, las mismas que deben mantenerse durante todo el periodo para el cual es adquirido el EPI.
- Antes de adquirir un EPI, solicitar el formato de aprobación por parte de Seguridad y salud ocupacional, del formato de aceptación por los trabajadores y de la cantidad requerida por la supervisión del área usuaria.

6. HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE PROTECCION:

Ninguno

7. DESARROLLO:

7.1. GENERALES

- 7.1.1. Está permitido sólo el uso de EPI aprobado.
- 7.1.2. El EPI debe ser inspeccionado antes de cada uso por el propio trabajador para verificar si está dañado o tiene defectos, en caso de detecte que esta dañado o defectuoso se retirará y reemplazará inmediatamente.
- 7.1.3. El EPI no debe ser modificado, en caso el EPI actual no se adapte a las características del trabajo, debe coordinarse con el área de Seguridad y Salud Ocupacional para evaluar otra opción.
- 7.1.4. El EPI es de uso exclusivo para trabajos relacionados con la actividad propia del trabajador, por ningún motivo deben utilizarse fuera del horario de trabajo.
- 7.1.5. El EPI básico, de uso obligatorio mientras el trabajador permanece en obra se compone de: uniforme de trabajo, botines de cuero con puntera de acero, casco, gafas de seguridad y Guantes.

7.2. EPI PARA LOS OJOS Y EL ROSTRO

- 7.2.1. Deben cumplir con la norma ANSI Z87.
- 7.2.2. Es recomendable en todas las áreas el uso de lentes de seguridad aprobados, excepto en los siguientes lugares:
 - Areas de oficina.
 - Salas de control cerradas
 - Comedores
 - Dentro de las cabinas cerradas de vehículos o equipos móviles
- 7.2.3. Las excepciones anteriores no son aplicables en caso se estén realizando trabajos de limpieza, mantenimiento o reparación.

Elaborado por : Enrique Olmos Koster Jefe de Seguridad	Revisado por : Carlos Adell Gerente Técnico	Aprobado por : Jose de Vivero Gerente General
---	--	--

Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización de LLAXTA S.A.



**PROCEDIMIENTO
EQUIPOS DE PROTECCION
PERSONAL O INDIVIDUAL**

Código :	
Versión :	0.1
Página :	3 de 7
Fecha :	10-01-12

Este documento reemplaza a todas las ediciones anteriores. Favor destruir todas las ediciones pasadas.

- 7.2.4. Es obligatorio el uso de EPP para el personal que realiza las siguientes tareas:
- Manipuleo y Uso de cualquier tipo de sustancia o material peligroso incluyendo pero no limitando a Productos Químicos, Combustibles, Ácidos y otros.
 - Al viajar sobre vehículos con cabinas abiertas como tractores, u otros.
 - Al realizar trabajos que impliquen probabilidad de proyección de partículas incluyendo pero no limitando a esmerilados, utilización de herramientas manuales de impacto (combas, picos, etc) u otros.
- 7.2.5. Es obligatorio el uso de protectores faciales aprobados, adicionalmente a los lentes de seguridad, cuando existe posibilidad de proyección de partículas, chispas, productos químicos u otros elementos que implique el riesgo de lesión en el rostro.
- 7.2.6. Es obligatorio el uso de caretas de soldar aprobadas, adicionalmente a los lentes de seguridad, cuando se realicen trabajos de soldadura.
- 7.2.7. Es obligatorio el uso de gafas de soldar aprobadas cuando se utiliza un equipo de oxicorte.
- 7.2.8. Tanto las caretas como las gafas de soldar deben contar con filtros de vidrios adecuados en el visor y una luna de policarbonato transparente que proteja el rostro del trabajador.
- 7.2.9. Es obligatorio el uso de capuchas de soldar aprobadas cuando se realiza un trabajo de soldadura por arco eléctrico.
- 7.2.10. El personal que requiera lentes de seguridad con prescripción medica, deberá gestionar con su supervisor inmediato el formato de autorización, para que sea evaluado por el medico Oftalmólogo (clínicas que serán autorizadas para este proceso) y posteriormente se envíe este formato (con todos los datos ahí requeridos) a las áreas de seguridad y salud ocupacional, para que se haga la gestión del requerimiento conjuntamente con el área de logística.

7.3. EPI PARA LA CABEZA

- 7.3.1. Deben cumplir con la norma ANSI Z89 y proteger contra impacto y descarga eléctrica, en caso se realicen trabajos con elementos energizados, en ambientes con riesgo eléctrico o la combinación de ambas. – Clases de Casco – **Clase A (General)**: Trabajos Industriales en general. Protección de tensión eléctrica hasta 2200 V. C.A. 60 HZ. – **Clase B (Eléctrica)** trabajos industriales en general con grado de protección igual al de clase A y protección para tensión eléctrica hasta 20000 V., C.A. 60 Hz
- 7.3.2. Es recomendable en todas las áreas el uso de cascos de seguridad de clase A (General) aprobados, excepto en los siguientes lugares:
- Áreas de oficinas.
 - Salas de control cerradas.
 - Comedores.
 - Dentro de las cabinas de vehículos o equipos móviles.
 - Áreas de laboratorio,
- 7.3.3. Las excepciones anteriores no son aplicables en caso se estén realizando trabajos de limpieza, mantenimiento o reparación.
- 7.3.4. Es obligatorio el uso de cascos en los siguientes casos y/o áreas:
Trabajos en altura, trabajos en zanjas y/o excavaciones, áreas en las que operan equipos de izaje, áreas en las que se opera en dos o más niveles superpuestos, áreas en las que opera maquinaria pesada, zonas en construcción y/o reparación.

Elaborado por : Enrique Olmos Koster Jefe de Seguridad	Revisado por : Carlos Adell Gerente Técnico	Aprobado por : Jose de Vivero Gerente General
---	--	--

Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización de LLAXTA S.A.



**PROCEDIMIENTO
EQUIPOS DE PROTECCION
PERSONAL O INDIVIDUAL**

Código :	
Versión :	0.1
Página :	4 de 7
Fecha :	10-01-12

Este documento reemplaza a todas las ediciones anteriores. Favor destruir todas las ediciones pasadas.

- 7.3.5. Está prohibido el uso de cascos conductores de electricidad.
- 7.3.6. El uso de barbiquejos es obligatorio cuando existe el riesgo de caída del casco.
- 7.3.7. El periodo para el reemplazo de cascos es:
 - Personal administrativo: 05 años de uso.
 - Personal de operaciones o de campo: 02 años de uso.
- 7.3.8. Los cascos deben ser reemplazados inmediatamente cuando estén desgastados, deteriorados o dañados aunque no que encuentren dentro del tiempo estipulado en el párrafo anterior.

7.4. EPI PARA LOS PIES

- 7.4.1. Deben cumplir con la norma ANSI Z41, NTP 241, NTP 300, ASTM F2412-05, ASTM F2413-05
- 7.4.2. Es recomendable en todas las áreas el uso de zapatos de seguridad tipo botín con punta de acero aprobados, excepto en los siguientes lugares:
 - Áreas de oficinas.
 - Salas de control cerradas.
 - Comedores.
 - Dentro de las cabinas de vehículos o equipos móviles.
 - Áreas de laboratorio.
- 7.4.3. Es obligatorio el uso de zapatos de seguridad para la realización de las tareas en planta u obras.
- 7.4.4. Es obligatorio el uso de botas de seguridad aprobadas para protección contra químicos, para trabajos dentro de canales de agua.
- 7.4.5. Es obligatorio el uso de zapatos de seguridad dieléctricos (tipo botín) aprobados, equipados con punta de fibra de vidrio o hidrocarburos en los casos que se realicen trabajos con energía eléctrica.
- 7.4.6. Se proporcionará como mínimo un par de zapatos de seguridad al año. En caso de daños visibles el cambio será inmediato.

7.5. EPI PARA LAS MANOS

- 7.5.1. Deben cumplir con la norma ASTM F496-06
- 7.5.2. Es obligatorio el uso de guantes aprobados cuando existe la posibilidad de lesiones en las manos, de neopreno (contra agentes químicos abrasivos) lona (cuando se manipula objetos ásperos que puedan producir arañazos)
- 7.5.3. Es obligatorio el uso de guantes de cuero cromado aprobados cuando se realicen trabajos de soldadura.
- 7.5.4. Es obligatorio el uso de guantes de cuero con palmas reforzadas aprobados cuando se manipulen eslingas o cables metálicos.
- 7.5.5. Es obligatorio el uso de guantes aprobados resistentes a los químicos cuando exista el riesgo de lesiones a las manos.
- 7.5.6. Es obligatorio el uso de guantes de amianto o aluminizados aprobados cuando se realice trabajos que involucra la manipulación de objetos calientes.
- 7.5.7. Es obligatorio el uso de guantes dieléctricos aprobados cuando se realicen trabajos con energía eléctrica.
- 7.5.8. Es obligatorio el uso de guantes de kevlar o malla metálica cuando se manipule objetos cortantes

Elaborado por : Enrique Olmos Koster Jefe de Seguridad	Revisado por : Carlos Adell Gerente Técnico	Aprobado por : Jose de Vivero Gerente General
---	--	--

Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización de LLAXTA S.A.



**PROCEDIMIENTO
EQUIPOS DE PROTECCION
PERSONAL O INDIVIDUAL**

Código :	
Versión :	0.1
Página :	5 de 7
Fecha :	10-01-12

Este documento reemplaza a todas las ediciones anteriores. Favor destruir todas las ediciones pasadas.

7.6. EPI PARA LOS OIDOS

- 7.6.1. Deben cumplir con la norma ANSI S 3.19.
- 7.6.2. Es obligatorio el uso de protección auditiva aprobada (tapones para los oídos y/o orejeras) cuando los niveles de ruido superen los límites permisibles. Ver procedimiento de Protección auditiva.

7.7. EPI RESPIRATORIO

- 7.7.1. Deben cumplir con la norma 42CFR Parte 84.
- 7.7.2. Se deberá usar protección respiratoria cuando exista presencia de partículas de polvos, gases, vapores irritantes o tóxicos. No se permite el uso de respiradores en espacios confinados con posible deficiencia de oxígeno o atmósfera contaminada. Se debe usar línea de aire o equipos de respiración autocontenida (ver procedimiento de protección respiratoria).
- 7.7.3. Es obligatorio el uso protección respiratoria aprobada cuando existe el riesgo exposiciones por inhalación. El filtro P100 o los cartuchos deben ser específicos para los agentes químicos a los que esta expuesto el personal.
- 7.7.4. Los usuarios de respiradores se asegurarán de tener un cierre hermético apropiado entre su rostro y el respirador, evitando la obstrucción del hermetismo debido al cabello, barba u otros accesorios que utilicen.
- 7.7.5. Se exige el uso de respirador autónomo o con línea de aire puro para ingresar en áreas que contienen menos de 19.5% de oxígeno.
- 7.7.6. No esta permitido el respirador descartable para las áreas operativas, este tipo de respirador solo esta permitido para personal de limpieza.

7.8. ROPA PROTECTORA (INCLUYE VESTIMENTA DE SEGURIDAD REFLECTORA)

- 7.8.1. Deben cumplir con la norma ANSI-ISEA 107-2004 (para ropa reflectiva).
- 7.8.2. Será adecuada a las labores y a la estación. En zonas lluviosas se proporcionará al trabajador cobertor impermeable.
- 7.8.3. Es obligatorio en todas las áreas el uso de pantalones largos y camisas con mangas cortas o largas (no manga 0) , excepto en las áreas de oficinas
- 7.8.4. La excepción anterior no es aplicable en caso se estén realizando trabajos de limpieza, mantenimiento o reparación.
- 7.8.5. Se usará ropa protectora apropiada cuando existe el riesgo de lesiones.
- 7.8.6. Es obligatorio el uso de vestimenta de seguridad reflectora (chaleco, casaca y/o mameluco) durante el día y la noche para el personal que trabaja cerca de equipos en movimiento.
- 7.8.7. Las características de las vestimenta de seguridad reflectora son:
 - Color de la vestimenta: naranja, rojo, amarillo.
 - Color de la cinta: blanco, amarillo o plateado.
 - Grado de reflexión: "Ingeniería", como mínimo.
 - Ancho de la cinta: no menos de 2" de ancho
 - Largo total: en total las secciones de la cinta reflectante deberán tener por lo menos 50 centímetros a cada lado de la vestimenta (al frente y atrás) y cada sección no deberá medir menos de 10 centímetros.
- 7.8.8. Las características definidas en los puntos anteriores también son aplicables para las casacas que sean confeccionadas para uso diario por las diferentes áreas, tanto para el personal administrativo como de campo.
Dichas prendas deben ser utilizadas solo dentro del emplazamiento o fuera de este cuando sean trabajos de campo.

Elaborado por : Enrique Olmos Koster Jefe de Seguridad	Revisado por : Carlos Adell Gerente Técnico	Aprobado por : Jose de Vivero Gerente General
---	--	--

Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización de LLAXTA S.A.



**PROCEDIMIENTO
EQUIPOS DE PROTECCION
PERSONAL O INDIVIDUAL**

Código :	
Versión :	0.1
Página :	6 de 7
Fecha :	10-01-12

Este documento reemplaza a todas las ediciones anteriores. Favor destruir todas las ediciones pasadas.

- 7.8.9. Es obligatorio el uso de mangas y/o casacas de cuero cromado u otra ropa protectora de soldar aprobado cuando existe la posibilidad de lesión debido a la exposición a chispas, escoria u otros peligros de la soldadura.
- 7.8.10. Es obligatorio el uso de ropa de protección contra químicos cuando existe el riesgo de lesiones debido a la exposición a productos químicos.
- 7.8.11. Sólo se permitirá joyas, como relojes, cadenas, brazaletes, collares, aretes y anillos, si éstos no representan un riesgo de tener contacto con electricidad o de engancharse en partes móviles o rotativas.

7.9. EPI PARA TRABAJOS EN ALTURA

- 7.9.1. Deben cumplir con la norma ANSI Z359.1, ANSI A 10.14.
- 7.9.2. Es obligatorio el uso de equipo de protección para trabajos en altura para cualquier trabajo a partir de 1.80 m, sin embargo dependiendo del análisis puntual de los riesgos del trabajo puede ser necesario utilizar equipo de protección para trabajos a alturas menores de 1.80 m. (Ver procedimiento de seguridad para trabajos en altura y procedimiento de seguridad para uso de andamios o plataformas elevadas).
- 7.9.3. Para trabajos con riesgo de caída a diferente nivel deberá usarse arnés de cuerpo entero, línea de anclaje con absorbedor de impacto y barbiquejo.
- 7.9.4. Para trabajos con riesgo de rodadura lateral deberá usarse cinturón, línea de anclaje sin absorbedor de impacto y barbiquejo.

7.10. FLOTACIÓN PERSONAL

- 7.10.1. Es obligatorio el uso de dispositivos de flotación personal aprobados cuando exista el riesgo de caída a pozas de almacenamiento de soluciones o agua, cuyas profundidades sea mayor a 1.50 m.

7.11. ENTREGA Y CAMBIO DE EPI

- 7.11.1. El trabajador solicitará a su supervisor inmediato el EPI necesario para la ejecución de los trabajos asignados.
- 7.11.2. El supervisor verificara que el EPI solicitado sea el indicado en la Tabla de EPP por Ocupación y que se haya cumplido con el tiempo de vida útil de acuerdo al Kardex, además el trabajador debe tener el EPI en mal estado que desea cambiar.
- 7.11.3. Si la autorización ha sido aprobada, el trabajador procederá a retirar el EPI requerido en Logística previa entrega del EPI en mal estado.
- 7.11.4. En caso exista alguna observación, el supervisor directo deberá evaluar, en coordinación con el área de Seguridad, la necesidad de que su personal utilice o cambie dicho EPI.
- 7.11.5. El área de Seguridad y Salud Ocupacional verificara de manera aleatoria el llenado adecuado del Kardex.

7.12. CAPACITACION

- 7.12.1. El personal de supervisión y trabajadores deberá ser capacitado mediante el curso respectivo organizado por el área de Seguridad y/o Comité de Seguridad y Salud Ocupacional.

8. FLUJOGRAMA

Elaborado por : Enrique Olmos Koster Jefe de Seguridad	Revisado por : Carlos Adell Gerente Técnico	Aprobado por : Jose de Vivero Gerente General
---	--	--

Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización de LLAXTA S.A.

	PROCEDIMIENTO EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL O INDIVIDUAL	Código :	
		Versión :	0.1
		Página :	7 de 7
		Fecha :	10-01-12

Este documento reemplaza a todas las ediciones anteriores. Favor destruir todas las ediciones pasadas.

Ninguno

9. ANEXOS:

Cuadro de Equipo de Protección Individual por ocupación.

10. REGISTROS:

Ninguno



Elaborado por : Enrique Olmos Koster Jefe de Seguridad	Revisado por : Carlos Adell Gerente Técnico	Aprobado por : Jose de Vivero Gerente General
---	--	--

Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización de LLAXTA S.A.



ANEXO 9
Formato de mezcla de concreto



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

Código :	P1INSOP 004
Versión :	V00
Fecha :	23/09/2013

Cliente: LLAXTA S.A.C.
 Proyecto: LAS PIEDRAS DE BUENAVISTA
 Ing. Responsable: ING. MIGUEL CASTRO

Diseño: DM-C-14
 Fecha: 30/06/2014
 Técnico: _____

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE CONCRETO

$f'c(16 \text{ hrs})$: 37 MPa $R/a/c$: 0.376 Variable según temperatura ambiental en ± 0.02
 $f'c(28 \text{ días})$: 67 MPa

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	Modulo de Finesa	PESO SECO kg/m ³	VOL.
Cemento uso estructural T-I	Mixercon - Cemento Nacional	3,130.0	N.A.	N.A.	N.A	525	0.1677
Agua	Llaxta	1,000.0	N.A	N.A	N.A	197	0.1970
Arena	Canteras KANSAS	2,646.0*	0.80**	(*)	4.0	925	0.3496*
Piedra 5-10mm	Canteras KANSAS	2,725.0*	N.A.	(*)	7.2	358	0.1314*
Piedra 10-15mm	Canteras KANSAS	2,735.0*	N.A.	(*)	7.6	342	0.1250*
Viscocrete 1110 PE	Sika Perú S.A.	1,072.0	N.A.	N.A.	N.A	8.60	0.0080
Aire						2.20%	0.0200

CONTROL DE CALIDAD

Probetas 150x150x150mm	3	Und
P.U.	2,360.00*	kg/m ³
% de Aire	2.2	%
P.U. Teórico	2,300.00	kg/m ²
Rendimiento	0.975	
Slump:	72 - 78	cm
T50:	3.0 - 7.0	seg
Temp concreto:	27- 29	°C

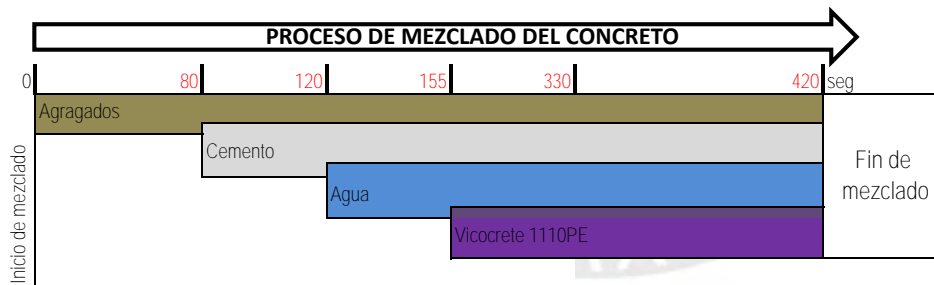
RESISTENCIA A LA COMPRESION

Edad (Hrs)	fc prom. (MPa)
6	---
7	---
8	8 (calectado)
10	---
12	---
14	---
16	37.00

PERDIDA DE TRABAJABILIDAD

Hora (minutos)	Slump (cm)	TA (°C)	TC (°C)
0	72 - 77	18 - 24	29 - 32
30	63 - 68	18 - 24	N.A.
60	55 - 62	18 - 24	N.A.
90	50 - 58	18 - 24	N.A.
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

PROCESO DE MEZCLADO DEL CONCRETO



OBSERVACIONES:

a : La proporción de variara dependiendo de las condiciones climatologicas.

* Datos proporcionados por Sika S.A. de acuerdo a ensayos realizados en su laboratorio

** Variable según lote

Miguel Castro Ramos
Ing. Responsable

Tecnico de laboratorio

Simon Sena
Especialista asesor

Carlos Adell Arará
V.B. AREA TECNICA

Ing. Pablo Li
V.B. JEFE DE PLANTA



ANEXO 10
Estructura y resultados de encuesta de satisfacción



Tesis JUAN CARLOS RISCO SULLON

ENCUESTA PUCP – VIVIENDAS PREFABRICAS

Marca con una "X" la respuesta que mejor se adecue a su persona

1. ¿De qué urbanización eres? (Marque solo una opción)

- | | |
|--|---|
| <input type="radio"/> Parcona – JACARANA | <input type="radio"/> Los Aquijes – LAS PIEDRAS DE BUENAVISTA |
| <input type="radio"/> Los Aquijes – LAS VIÑAS | <input type="radio"/> Chincha – VILLA VERDE |
| <input type="radio"/> Castilla – LOS ALTOS DE CASTILLA | |

2. ¿Cuál es su rango de edad?

- | | |
|---------------------------------------|--|
| <input type="radio"/> De 18 – 30 años | <input type="radio"/> De 31 – 45 años |
| <input type="radio"/> De 46 – 59 años | <input type="radio"/> De 60 años – a más |

3. ¿Cuál es su nivel educativo y el de su pareja u esposo(a) si lo tuviese?

_____ / _____

4. Por favor, indícanos si la vivienda te pertenece o pagas un alquiler

- Propietario, totalmente pagado Propietario, con pagos pendientes (crédito) Inquilino

5. ¿Qué factor(es) influyó en usted para adquirir en este tipo de vivienda?

(Ordene de 1 al 6 según importancia en su decisión; siendo 1 menos importante y 6 más importante)

	1	2	3	4	5	6
Bajo Costo						
Acceso a Servicios Básicos						
Ubicación de urbanización						
Tamaño de vivienda						
Espacios de recreación						
Innovación						

Otro factor adicional que haya influido: _____



Tesis JUAN CARLOS RISCO SULLON

6. ¿Desde qué año reside en esta vivienda?

7. ¿Cuál es el número de personas que viven en su hogar y cuántos de ellos son menores de edad?
(Coloque un número aproximado Ejm: 4 adultos / 3 niños)

8. Si estuviese la oportunidad de cambiar de vivienda. ¿Optaría por comprar una vivienda de las mismas características, pero más amplia?

Sí

No

9. Si su respuesta fue "Sí". ¿Por qué lo haría?

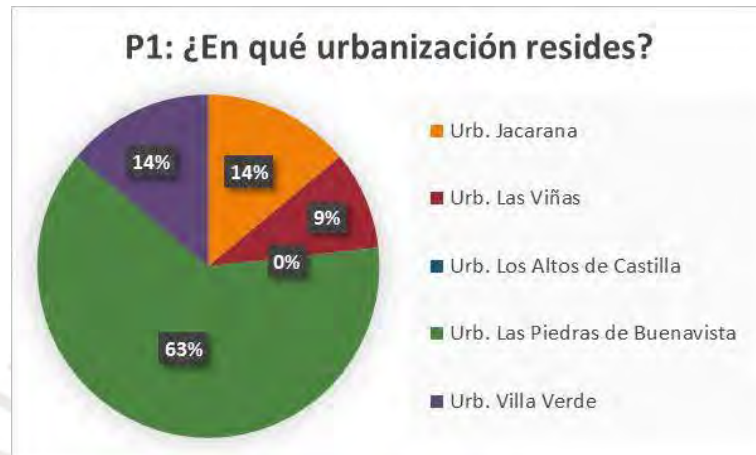
10. ¿Del 1 al 10, cuán a gusto se siente de vivir en este tipo de viviendas?

¡Muchas gracias por su
amable participación!

RESULTADOS DE ENCUESTA

En los siguientes gráficos se muestra los resultados de la encuesta de satisfacción realizada en la región de Ica en base a 43 residentes de los proyectos de vivienda de concreto armado (upcrete).

• PREGUNTA 1



En su mayoría, los encuestados eran residentes de la Urbanización Las Piedras de Buenavista

• PREGUNTA 2



El mayor porcentaje de residentes encuestados son una población adulto joven entre 18 – 30 años.

- **PREGUNTA 3**



El mayor porcentaje de residentes encuestados son personas con secundaria completa sin educación superior.

- **PREGUNTA 4**



Más del 50% de encuestados son propietarios de las viviendas, pero que aún realizan pagos debido al crédito solicitado para adquirir la vivienda.

• PREGUNTA 5



Aproximadamente el 35% de encuestados reside en este tipo de proyectos desde hace más de 4 años y también hay un gran porcentaje de personas que tienen un tiempo de residencia no mayor a 2 años.

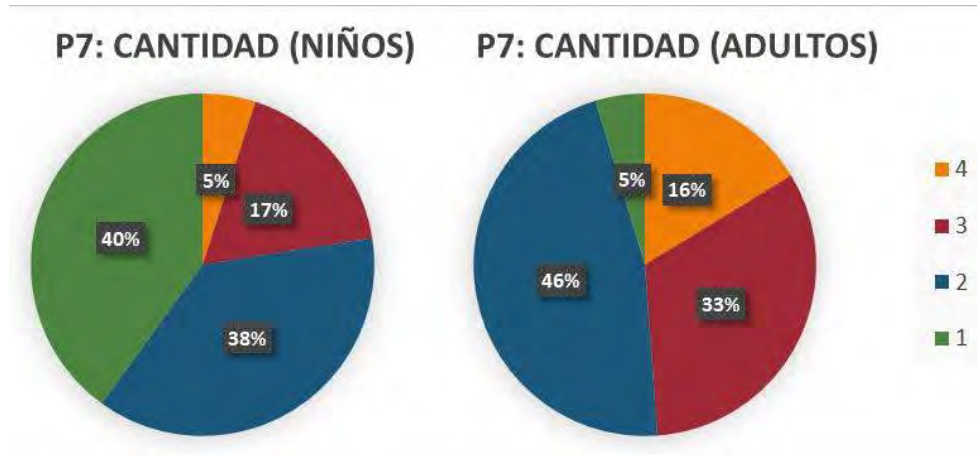
• PREGUNTA 6

	①	②	③	④	⑤	⑥
Bajo Costo						X
Acceso a Servicios Básicos					X	
Ubicación de urbanización	X					
Tamaño de vivienda			X			
Espacios de recreación		X				
Innovación				X		

Entre todos los encuestados, se realizó un promedio en el orden que los residentes respondieron. Por un lado, los factores más influyentes en la decisión para la adquisición una vivienda de estas características fueron el bajo costo y el acceso a servicios básicos que presenta la vivienda. Por

otro lado, la ubicación del proyecto y los espacios recreativos no influyeron en demasía en su decisión.

- **PREGUNTA 7**



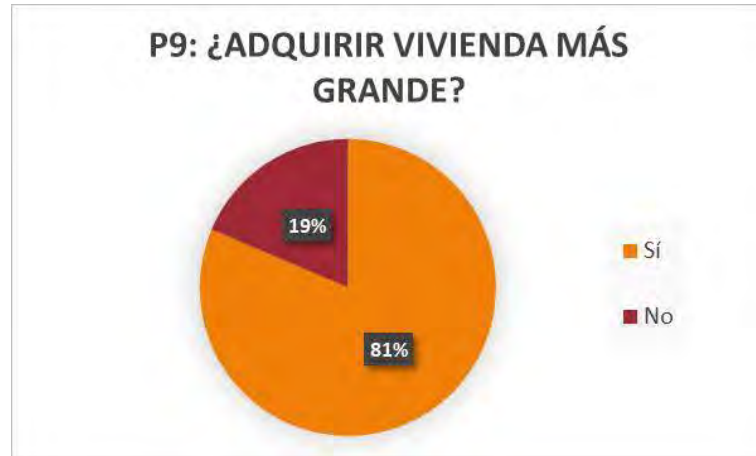
El promedio de habitantes por vivienda es de una familia conformada por 2 adultos (papá y mamá) y dos niños. Sin embargo, algunos encuestados respondieron que aún su familia también está conformada por un hijo mayor a 18 años que estudia y/o trabaja.

- **PREGUNTA 8**



Los resultados de esta pregunta fueron muy similares, debido a que la mayoría de encuestados comentó que existe un conjunto de características que se complementa entre sí.

- **PREGUNTA 9**



En su mayoría, las personas encuestadas sí optarían por adquirir una vivienda más grande si existiese la posibilidad de poder financiarla por un tiempo determinada.

- **PREGUNTA 10**



Los encuestados coincidieron en que las principales razones por la cual estarían dispuestos a adquirir una vivienda más grande de las mismas características (pregunta 9) son porque la vivienda cuenta con buen espacio y divididos de manera adecuada y porque el costo de adquisición es bajo.

- PREGUNTA 11



En general, el nivel de satisfacción de los encuestados (del 1 al 10, donde 1 es muy insatisfecho y 10 es muy satisfecho) es de 7 puntos sobre 10 y las características que más resaltan los encuestados en su puntaje es el costo de adquisición, acceso a servicios básicos y el tamaño de la vivienda.



ANEXO 11
Álbum fotográfico – Trabajo de campo



Fotografía 1: Vista externa – Planta de producción Ica
Fuente: Propia



Fotografía 4: Urb. Las Piedras de Buenavista
Fuente: Propia



Fotografía 2: Vista externa – Planta de producción Ica
Fuente: Propia



Fotografía 5: Casa Buenavista – casco fachada exterior
Fuente: Propia



Fotografía 3: Vista interna – Planta de producción Piura
Fuente: Propia



Fotografía 6: Casa Buenavista – casco fachada interior
Fuente: Propia



Fotografía 7: Casa Buenavista – exterior trasera
Fuente: Propia



Fotografía 10: Casa Buenavista – Vano puerta
Fuente: Propia



Fotografía 8: Casa Buenavista – Losa nervada (1)
Fuente: Propia



Fotografía 11: Casa Buenavista – Espesor de muros (1)
Fuente: Propia



Fotografía 9: Casa Buenavista – Losa nervada (2)
Fuente: Propia



Fotografía 12: Casa Buenavista – Espesor de muros (2)
Fuente: Propia



Fotografía 13: Urb. Buenavista – Espacios recreativos
Fuente: Propia



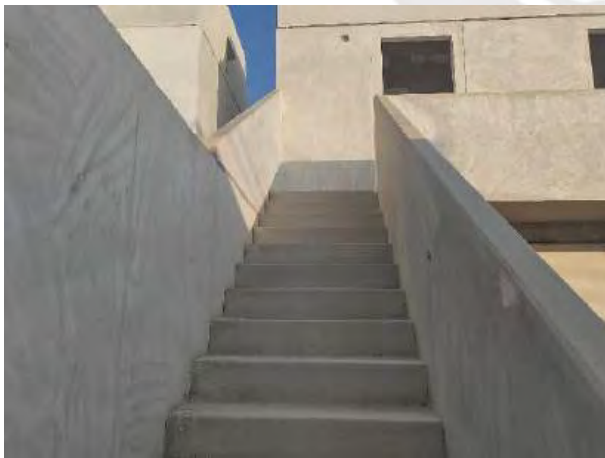
Fotografía 16: Urb. Buenavista – Casa Gardenia (1)
Fuente: Propia



Fotografía 14: Urb. Buenavista – Laguna artificial
Fuente: Propia



Fotografía 17: Urb. Buenavista – Casa Gardenia (2)
Fuente: Propia



Fotografía 15: Casa Buenavista – escalera
Fuente: Propia



Fotografía 18: Casco – Casa Acacia
Fuente: Propia



Fotografía 19: Urb. Buenavista – Casa Acacia
Fuente: Propia



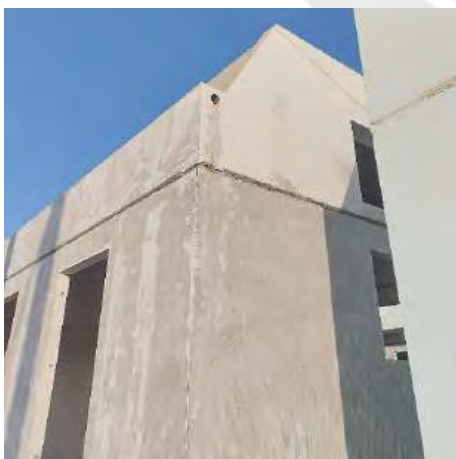
Fotografía 22: Vista cubierta de vivienda
Fuente: Propia



Fotografía 20: Vanos – Casa acacia
Fuente: Propia



Fotografía 23: Orificio para colocación de tuerca de anclaje
Fuente: Propia



Fotografía 21: Vanos – Casa acacia
Fuente: Propia



Fotografía 24: Izaje y colocación de vivienda - Piura
Fuente: Propia