

# **UCUENCA**

**Universidad de Cuenca**

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Maestría en Construcciones

**Sistema constructivo modular para edificaciones con estructura metálica y paneles de BTC dentro de un proceso industrializado**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Construcciones

**Autor:**

Diana Katherine Cedillo Medina

**Director:**

Xavier Ricardo Cárdenas Haro

ORCID:  0000-0001-5063-7366

**Cuenca, Ecuador**

2024-01-03

# UCUENCA

**Universidad de Cuenca**

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Maestría en Construcciones

**Sistema constructivo modular para edificaciones con estructura metálica y paneles de BTC dentro de un proceso industrializado**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Construcciones

**Autor:**

Diana Katherine Cedillo Medina

**Director:**

Xavier Ricardo Cárdenas Haro

ORCID:  0000-0001-5063-7366

Cuenca, Ecuador

2024-01-03

## Resumen

El siguiente trabajo de titulación consiste en el desarrollo de un sistema constructivo modular para edificaciones con estructura metálica y paneles de BTC dentro de un proceso industrializado. Éste consiste en el desarrollo de un panel de tierra estabilizada utilizado para la mampostería y estructura metálica para el soporte de la misma. Para el análisis se utiliza un sistema actualmente utilizado en Cuba, llamado sistema Sandino. El mismo consiste en un armado rápido y eficaz tanto de la estructura como de la conformación de las paredes. La primera parte del trabajo consiste en estudiar los sistemas constructivos utilizados actualmente en el Ecuador, tanto en estructura como en materiales para acabados de fachadas. Para ello se analizarán casos de estudios nacionales e internacionales, actualmente construidos. Posteriormente con los estudios previos realizados se plantea la propuesta modular, arquitectónica, eléctrica e hidrosanitaria, para así finalizar con el presupuesto de la edificación.

*Palabras clave:* construcciones metálicas, construcciones industrializadas, diseño arquitectónico, mampostería



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

**Repositorio Institucional:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

## Abstract

The following degree work consists in the development of a modular construction system for buildings with metal structure and BTC panels within an industrialized process. It consists in the development of a stabilized earth panel used for the wall and a metallic structure to support it. For the analysis, a system currently used in Cuba, called Sandino system, is used. This system consists of a fast and efficient reinforcement of both the structure and the conformation of the walls. The first part of the work consists of studying the construction systems currently used in Ecuador, both in structure and in materials for frontage finishes. For this purpose, national and international case studies, currently built, will be analyzed. Subsequently, with the previous studies carried out, the modular, architectural, electrical and hydro-sanitary proposal will be presented, to finish with the building's budget.

**Keywords:** metal constructions, industrialized constructions, architectural design, masonry



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

**Institutional Repository:** <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

## Índice de contenido

<b>Objetivo General .....</b>	<b>16</b>
<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>17</b>
<b>Capítulo 1 Sistemas constructivos tradicionales en Ecuador .....</b>	<b>18</b>
1.1 Sistemas constructivos utilizados en las zonas andinas del Ecuador.....	20
Introducción .....	20
1.1.1 Clasificación de muros: estructurales y divisorios .....	23
1.2 La tierra como material de construcción .....	26
1.2.1 Tipologías de construcción con tierra .....	26
1.2.2 Sistemas constructivos en tierra (técnicas de construcción con tierra) .....	28
1.2.3 Clasificación de pañetes.....	38
1.3 Sistema constructivo en Adobe, caso de estudio vivienda en Barabón .....	42
1.3.1 Sistema constructivo de edificaciones vernáculas de adobe.....	42
1.3.2 Detalle de sistema constructivo de una vivienda típica de adobe.....	43
1.3.3 Vivienda en Barabón .....	45
Conclusiones .....	52
<b>Capítulo 2 Sistemas prefabricados y semi-prefabricados.....</b>	<b>54</b>
Introducción .....	55
2.1 Analizar el aporte que tiene la industrialización en la construcción .....	56
2.1.1 Industrialización de la construcción.....	56
2.1.2 Industrialización de la vivienda en Latinoamérica.....	57
2.2 Estudiar los sistemas constructivos en estructura metálica .....	60
2.2.1 Requerimientos generales y de fabricación .....	60
2.2.2 Sistema estructural .....	60
2.2.3 Sistemas constructivos.....	61
2.2.4 Diseño de conexiones, juntas y sujetadores.....	63
2.3 Análisis de caso de estudio I estructura metálica .....	64
2.3.1 Diseño de proyecto .....	64
2.3.2 Distribución arquitectónica .....	64
2.3.3 Materiales .....	64
2.3.4 Sistema constructivo.....	64
2.3.5 Planta .....	66
2.3.6 Elevación lateral derecha - acceso.....	68

2.3.7 Sección perspectivada .....	68
Conclusiones .....	70
<b>Capítulo 3 Sistema constructivo Sandino y sus adaptaciones .....</b>	<b>72</b>
Introducción .....	73
3.1 Estudiar el sistema constructivo Sandino .....	74
3.1.1 Historia.....	74
3.1.2 ¿Qué es el sistema Sandino? .....	74
3.1.3 Autoconstrucción.....	75
3.1.4 ¿De dónde nació este sistema? .....	76
3.1.5 Ventajas del sistema constructivo Sandino .....	77
3.1.6 Proceso de fabricación Sandino.....	77
3.2 Sistema constructivo .....	78
3.2.1 Modulación .....	78
3.2.2 Cimentación .....	78
3.2.3 Columnas .....	79
3.2.4 Paneles-muros .....	79
3.2.5 Viga de cerramiento.....	80
3.2.6 Entrepiso – cubierta.....	80
3.2.7 Detalles paneles Sandino .....	81
3.3 Cambios que se realiza al sistema Sandino para adaptarlo a nuestra realidad.....	82
3.3.1 Adaptación del sistema.....	82
3.3.2 Cimentación .....	82
3.3.3 Columnas .....	82
3.3.4 Paneles-muros .....	83
3.3.5 Viga de cerramiento.....	83
3.3.6 Entrepiso y cubierta.....	83
3.4 Análisis de caso de estudio II sistema Sandino .....	84
3.4.1 Modulación .....	86
3.4.2 Zonificación.....	87
3.4.3 Análisis de distribución de espacios, módulo 60x90 cm.....	87
3.4.4 Planta etapa I .....	87
3.4.5 Planta etapa II .....	88
3.4.6 Planta etapa III .....	88
3.4.7 Axonometría etapa I .....	89
3.4.8 Elevación lateral etapa I.....	89

3.4.9 Elevación frontal etapa I .....	89
3.4.10 Axonometría etapa II .....	9
3.4.11 Elevación lateral etapa II.....	90
3.4.12 Elevación frontal etapa II .....	90
3.4.13 Axonometría etapa III .....	91
3.4.14 Elevación lateral etapa III.....	91
3.4.15 Elevación frontal etapa III .....	91
3.4.16 Sistema constructivo.....	92
Conclusiones .....	94
<b>Capítulo 4 Diseño de proyecto.....</b>	<b>95</b>
Introducción .....	96
4.1 Diseñar una modulación para el prototipo de edificación.....	97
4.1.1 Programa arquitectónico .....	97
4.2 Aplicar medidas generales que se pueda aplicar a cualquier espacio de la edificación.....	98
4.2.1 Sistema constructivo.....	98
4.3 Realizar el diseño arquitectónico, eléctrico e hidrosanitario con respecto a la modulación .....	99
4.3.1 Estructura.....	99
4.3.2 Planta arquitectónica.....	100
4.3.3 Elevaciones .....	101
4.3.4 Renders .....	103
4.3.5 Detalles constructivos.....	110
4.3.6 Diseño hidrosanitario.....	115
4.3.7 Diseño eléctrico .....	116
4.4 Realizar presupuestación de la edificación.....	117
4.5 Proceso de fabricación y transporte .....	120
4.5.1 Pasos a seguir.....	120
4.5.2 Perspectiva explotada.....	127
Conclusiones .....	128

## Índice de figuras

<b>Capítulo 1 Sistemas constructivos tradicionales en Ecuador .....</b>	<b>18</b>
IMG-1.01 Vivienda de bahareque Biblián .....	18
IMG-1.02 Vivienda de adobe Barabón.....	18
IMG-1.03 Número de edificios en Ecuador construidos en tierra .....	21
IMG-1.04 Casa Patrimonial Municipal .....	22
IMG-1.05 Muro portante de mampostería no reforzada .....	23
IMG-1.06 Muro portante de mampostería reforzada .....	23
IMG-1.07 Muro mampostería confinada. ....	23
IMG-1.08 Confinamiento vertical mampostería .....	23
IMG-1.09 Muros de ductilidad limitada.....	24
IMG-1.10 Muro portante de hormigón armado .....	24
IMG-1.11 Mampostería enchapada con malla de acero.....	24
IMG-1.12 Muros portantes livianos de acero (Steel Framing).....	24
IMG-1.13 Muro portante de tierra, distribución de paredes en planta.....	25
IMG-1.14 Muro portante de tapial. ....	25
IMG-1.15 Muro portante de bahareque.....	25
IMG-1.16 Ensayos para una tierra adecua- da para la construcción .....	26
IMG-1.17 Medidas de productos industrial- izados en tierra .....	26
IMG-1.18 Técnicas de construcción con tierra .....	28
IMG-1.19 Bloques de suelo .....	29
IMG-1.20 Vivienda de adobe, ubicada en Barabón .....	29
IMG-1.21 Adobe Armado .....	29
IMG-1.22 Terrabloc.....	29
IMG-1.23 Moldes para adobes. ....	30
IMG-1.24 Proceso de compactación de adobes .....	30
IMG-1.25 Molde metálico para compactar.....	30
IMG-1.26 Elaboración de adobes en el Ecuador.....	30
IMG-1.27 Elaboración de adobes en el Ecuador.....	31
IMG-1.28 Elaboración de adobes sobre una mesa de trabajo.....	31
IMG-1.29 Técnica de elaboración de adobes.....	31
IMG-1.30 Secado de adobes crudos al aire libre. ....	31
IMG-1.31 Ladrillo crudo. ....	32
IMG-1.32 Vivienda de Tapia ubicada en el Cabo .....	32

IMG-1.33 Paneles prefabricados.....	32
IMG-1.34 Encofrados para paneles de barro apisonado .....	33
IMG-1.35 Encofrados para paneles de barro apisonado .....	33
IMG-1.36 Encofrados para paneles de barro apisonado. ....	33
IMG-1.37 Encofrados para paneles de barro apisonado .....	34
IMG-1.38 Encofrados para paneles de barro apisonado .....	35
IMG-1.39 Secciones verticales de muros de barro apisonado con encofrado perdido en ambas caras .....	36
IMG-1.40 Secciones horizontales de muros de barro apisonado alivianado con una cara interior de bloques actuando con encofrado perdido.....	36
IMG-1.41 Bloque de tierra comprimida (BTC) .....	37
IMG-1.42 Vivienda de Bahareque, ubicada en Biblián .....	37
IMG-1.43 Revoco de tierra.....	37
IMG-1.44 Pañete con tierra.....	38
IMG-1.45 Pañete de tierra con cal .....	38
IMG-1.46 Pañete con yeso.....	38
IMG-1.47 Pañete reforzado con fibras.....	39
IMG-1.48 Pañete liviano. ....	39
IMG-1.49 Pañete liviano .....	39
IMG-1.50 Sistema constructivo típico de una vivienda ubicada en Cuenca.....	40
IMG-1.51 Análisis de compresión del adobe, línea peruana .....	43
IMG-1.52 Sistema construcción típico de una vivienda de adobe.....	43
IMG-1.53 Vivienda de adobe ubicada en Barabón-Cuenca. ....	44
IMG-1.54 Vivienda de adobe ubicada en Barabón-Cuenca. ....	44
IMG-1.55 Ubicación Cuenca.....	45
IMG-1.56 Ubicación Barabón, Vivienda de Adobe.....	45
IMG-1.57 Detalle de Muro .....	53
IMG-1.58 Detalle de Entrepiso.....	53
IMG-1.59 Detalle de Carpintería.....	53
IMG-1.60 Detalle de Junta de adobe .....	53
D.ARQ. -1.01 Planta de cimentación.....	46
D.ARQ. -1.02 Planta Baja.....	46
D.ARQ. -1.03 Planta Estructura de cubierta.....	47
D.ARQ. -1.04 Planta Estructura de cubierta.....	47
D.ARQ. -1.05 Elevación Frontal .....	48

D.ARQ. -1.06 Elevación Posterior .....	48
D.ARQ. -1.07 Elevación Lateral Izquierda .....	49
D.ARQ. -1.08 Sección AA .....	49
D.ARQ. -1.09 Detalle Encuentro Muro-Cubierta.....	50
D.ARQ. -1.10 Detalle Cubierta.....	50
D.ARQ. -1.11 Detalle Disposición de adobes .....	51
D.ARQ. -1.12 Detalle Encuentro cimiento-pilar .....	51
D.ARQ. -1.13 Detalle Encuentro muro-cimiento.....	51
<b>Capítulo 2 Sistemas prefabricados y semi-prefabricados.....</b>	<b>44</b>
IMG-2.01 Sistema BTC.....	54
IMG-2.02 Construcción con BTC .....	54
IMG-2.03 Suelo Cemento.....	58
IMG-2.04 Suelo Cemento Beneficios Pre-fabricados de Concreto   PREFAC Cercos de concreto ..	58
IMG-2.05 Cubierta de Ferrocemento.....	59
IMG-2.06 Cubierta de Ferrocemento.....	59
IMG-2.07 Arriostramiento simple.....	60
IMG-2.08 Arriostramiento en X en cada entrepiso.....	60
IMG-2.09 Arriostramiento en X cada dos entrepisos. ....	60
IMG-2.10 Pórticos resistentes a momento .....	61
IMG-2.11 Pórticos con arriostramientos concéntricos.....	61
IMG-2.12 Pórticos con arriostramientos resistente al pandeo.....	62
IMG-2.13 Pórticos con arriostramientos excéntricos .....	62
IMG-2.14 Pórticos de paredes de cortante con placa de acero.....	62
IMG-2.15 Juntas empernadas .....	63
IMG-2.16 Pernos y soldaduras en una junta.....	63
IMG-2.17 Juntas Soldadas.....	63
IMG-2.18 Perspectiva Exterior 1 Casa Tiny .....	65
IMG-2.19 Perspectiva Exterior 2 Casa Tiny .....	65
IMG-2.20 Perspectiva Interior 1 Casa Tiny.....	67
IMG-2.21 Perspectiva Interior 2 Casa Tiny .....	67
IMG-2.22 Perspectiva Exterior 3 Casa Tiny .....	69
IMG-2.23 Sistemas constructivos prefabricados .....	71
D.ARQ. -2.01 Planta única .....	66
D.ARQ. -2.02 Elevación lateral derecha .....	68

D.ARQ. -2.03 Sección perspectivada .....	68
<b>Capítulo 3 Sistema constructivo Sandino y sus adaptaciones .....</b>	<b>72</b>
IMG-3.01 Sistema Constructivo Sandino .....	72
IMG-3.02 Autoconstrucción.....	75
IMG-3.03 Autoconstrucción.....	75
IMG-3.04 Viviendas Sistema Sandino .....	76
IMG-3.05 Viviendas Sistema Sandino.....	76
IMG-3.06 Viviendas Sistema Sandino.....	76
IMG-3.07 Detalle Sistema Sandino .....	76
IMG-3.08 Paneles Sistema Sandino .....	77
IMG-3.09 Armado Sistema Sandino .....	77
IMG-3.10 Detalle de cimentación Sistema Sandino.....	79
IMG-3.11 Detalle de cimentación Sistema Sandino.....	79
IMG-3.12 Detalle de cimentación Sistema Sandino.....	79
IMG-3.13 Paneles, Sistema Sandino .....	79
IMG-3.14 Panel Sistema Sandino .....	80
IMG-3.15 Panel colocado en Sistema Sandino .....	80
IMG-3.16 Número de paneles, Sistema Sandino .....	80
IMG-3.17 Perspectiva exterior Sistema Sandino .....	85
IMG-3.18 Perspectiva interior Sistema Sandino .....	85
D.ARQ. -3.01 Perspectiva Sistema Sandino.....	81
D.ARQ. -3.02 Paneles Sistema Sandino.....	81
D.ARQ. -3.03 Modulación .....	86
D.ARQ. -3.04 Zonificación .....	87
D.ARQ. -3.05 Análisis de distribución de espacios.....	87
D.ARQ. -3.06 Planta etapa 1.....	87
D.ARQ. -3.07 Planta etapa 2.....	88
D.ARQ. -3.08 Planta etapa 3.....	88
D.ARQ. -3.09 Perspectiva Etapa 1 .....	89
D.ARQ. -3.10 Elevación lateral etapa 1 .....	89
D.ARQ. -3.11 Elevación Frontal etapa 1 .....	89
D.ARQ. -3.12 Perspectiva Etapa 2 .....	90
D.ARQ. -3.13 Elevación lateral etapa 2 .....	90
D.ARQ. -3.14 Elevación Frontal etapa 2 .....	90

D.ARQ. -3.15 Perspectiva Etapa 3 .....	91
D.ARQ. -3.16 Elevación lateral etapa 3 .....	91
D.ARQ. -3.17 Elevación Frontal etapa 3 .....	91
D.ARQ. -3.18 Detalle de muros .....	92
D.ARQ. -3.19 Detalle de cimentación.....	92
D.ARQ. -3.20 Detalle de colocación de paneles.....	92
D.ARQ. -3.21 Detalle Perspectiva General .....	93
D.ARQ. -3.22 Perspectiva General .....	93
<b>Capítulo 4 Diseño de proyecto.....</b>	<b>95</b>
IMG-4.01 Perspectiva Exterior vivienda propuesta. ....	95
IMG-4.02 Distribución de viviendas, sistema Bambú y BTC .....	96
IMG-4.03 Perspectiva exterior vivienda propuesta .....	103
IMG-4.04 Perspectiva exterior vivienda propuesta .....	103
IMG-4.05 Render Elevación Lateral derecha .....	105
IMG-4.06 Elevación Frontal vivienda propuesta.....	107
IMG-4.07 Perspectiva cocina-desayunador vivienda propuesta .....	108
IMG-4.08 Perspectiva dormitorio 1 vivienda propuesta .....	108
IMG-4.09 Perspectiva dormitorio máster vivienda propuesta .....	109
IMG-4.10 Perspectiva dormitorio máster vivienda propuesta. ....	109
IMG-4.11 Análisis general de costos, porcentajes .....	119
IMG-4.12 Tabla de cantidades .....	119
D.ARQ.-4.01 Programa Arquitectónico.....	97
D.ARQ.-4.02 Trama Modular.....	97
D.ARQ.-4.03 Medidas panales Sistema Sandino .....	98
D.ARQ.-4.04 Panelería.....	98
D.ARQ.-4.05 Cimentación .....	99
D.ARQ.-4.06 Vigas de entrepiso .....	99
D.ARQ.-4.07 Planta Arquitectónica.....	100
D.ARQ.-4.08 Elevación Frontal .....	101
D.ARQ.-4.09 Elevación Posterior.....	101
D.ARQ.-4.10 Elevación Lateral Derecha.....	102
D.ARQ.-4.11 Elevación Lateral Izquierda .....	102
D.ARQ.-4.12 Sistema Constructivo.....	110
D.ARQ.-4.13 Detalle Piso-Techo.....	111

D.ARQ.-4.14 Detalle de Panel de BTC .....	111
D.ARQ.-4.15 Perspectiva encuentro Esquinero, puerta.....	112
D.ARQ.-4.16 Perspectiva encuentro Esquinero, ventana .....	113
D.ARQ.-4.17 Detalle Cubierta .....	114
D.ARQ.-4.18 Sistema Constructivo.....	114
D.ARQ.-4.19 Sistema Constructivo.....	114
D.ARQ.-4.20 Diseño Hidrosanitario.....	115
D.ARQ.-4.21 Diseño Eléctrico.....	116
D.ARQ.-4.22 Detalle de cimentación .....	120
D.ARQ.-4.23 Detalle de refuerzos .....	121
D.ARQ.-4.24 Detalle de placas base.....	121
D.ARQ.-4.25 Detalle montaje de columnas .....	122
D.ARQ.-4.26 Detalle montaje pilares divisorios.....	123
D.ARQ.-4.27 Detalle colocación paneles BTC.....	124
D.ARQ.-4.28 Detalle armado de carpintería .....	125
D.ARQ.-4.29 Detalle vigas de cielo raso .....	126
D.ARQ.-4.30 Detalle montaje de cubierta .....	126
D.ARQ.-4.31 Detalle perspectiva explotada.....	127

## Dedicatoria

A mi mamá María Antonieta Medina, por ser siempre mi pilar en ésta y en todas las etapas de mi vida. A mi papá por darme fuerzas para continuar esta prueba tan difícil que me puso la vida, sé que desde allá arriba me ha ayudado a tomar las mejores decisiones.

## Agradecimientos

A mi director de tesis, Ing. Xavier Cárdenas, por su tiempo, colaboración, apoyo y todos los conocimientos impartidos durante el desarrollo de mi tesis de maestría.

A mis colegas por su colaboración para el desarrollo del tema.

A la Universidad de Cuenca, a mis amigos, familiares y profesores que han sido los pilares fundamentales y me han acompañado a lo largo de mi formación.

## OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema constructivo modular utilizando perfilería metálica con paneles de tierra comprimida (BTC) para la construcción de un prototipo de vivienda.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar los sistemas constructivos tradicionales utilizados actualmente en el Ecuador.
- Estudiar el sistema constructivo Sandino actualmente utilizado en Cuba.
- Analizar casos de estudio con paneles de tierra estabilizada y estructura metálica que cumplan con características similares a las estudiadas.
- Diseñar un prototipo modular industrializado.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas constructivos utilizados en Ecuador, más aún en Cuenca, no tiene desarrollo en cuanto a la industrialización, debido a que las metodologías constructivas se han venido utilizando de la misma manera por algunos años.

En Cuenca en los últimos años se ha incluido la estructura metálica en los sistemas constructivos utilizados actualmente, debido a su fácil colocación. Además el uso de la tierra en viviendas tradicionales debido a las características de los suelos que se pueden encontrar en varios sectores de la ciudad, pudiendo utilizar esta misma tierra de sitio para la construcción. Con este recurso de fácil acceso se plantea una propuesta con materiales de la zona pero realizados en una planta industrial. De tal manera se utilizan recursos propios de la mano con un proceso de producción industrializado.

La propuesta será trabajada en base al sistema Sandino que nace de un sistema industrializado, implementando en Cuba para la construcción de vivienda. En base a dicho estudio previo se implementarán materiales diferentes manteniendo el mismo sistema constructivo.

El prototipo a llevar a cabo es el diseño de un módulo considerando factores de ubicación, procesos constructivos, innovación en la industria, entre otros. Inicialmente se diseña un módulo con las medidas adecuadas, luego la distribución interna de espacios para una vivienda unifamiliar estándar, diseño eléctrico, hidrosanitario y presupuestación.



IMG-1.01 Vivienda de bahareque Biblán



## CAPÍTULO 1

# Sistemas constructivos tradicionales en Ecuador

IMG-1-02 Vivienda de adobe Barabón

## DEFINICIONES GENERALES

**Tierra:** Material desmenuzable de que principalmente se compone el suelo natural. (RAE, 2019) Material existente en abundantes cantidades desde inicios de las culturas más primitivas. (BTC con agregados de RCD para biblioteca 20180116, n.d.)

**Industrialización:** Hacer que algo sea objeto de industria o elaboración. (RAE, 2019)

**Construcción:** Hacer de nueva planta una obra de arquitectura o ingeniería, un monumento o en general cualquier obra pública. (RAE, 2019)

**Edificación:** Hacer o construir un edificio, o mandarlo a construir. (RAE, 2019)

**Paneles de Tierra comprimida BTC:** Son bloques elaborados de una masa de tierra, que tienen agregados y adiciones, para mejorar sus propiedades físicas y cumplir con las normas establecidas por regulaciones, que varían de acuerdo al entorno en donde se ubican. (BTC con agregados de RCD para biblioteca 20180116, n.d.)

**Modulación:** Modificar los factores que intervienen en un proceso para obtener distintos resultados. (RAE, 2019)

**Sandino:** Es un sistema que se adapta fácilmente a las necesidades cambiantes de la construcción mediante formas de prefabricación con diferentes tecnologías de construcción. (Samaniego, n.d.)

**Prototipo:** Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa. (RAE, 2019)

**Prefabricado:** Dicho de una construcción: Formada por partes fabricadas previamente para su posterior montaje. (RAE, 2019)

## 1.1 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS UTILIZADOS EN LAS ZONAS ANDINAS DEL ECUADOR

### INTRODUCCIÓN

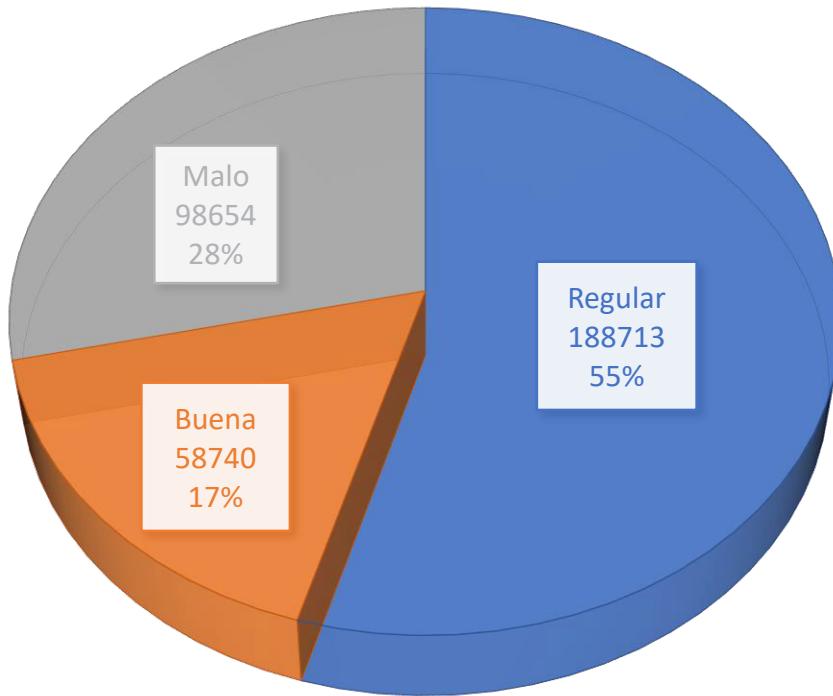
Los sistemas constructivos utilizados actualmente en el Ecuador se caracterizan por la materialidad propia de cada ciudad. Es decir, en provincias de la sierra se utilizan materiales como: el ladrillo panelón, conformado por tierra cocida extraída de la roca propia del lugar. Además, se utiliza: el adobe “que es un elemento sólido de tierra cruda, disecada con forma de prisma rectangular, normalmente reforzado por fibras vegetales.”(De & Construcción, n.d.) Se utilizan otros sistemas también en tierra como el tapial y el bahareque.

Posteriormente se dio un cambio en la utilización de materiales para la construcción, pero siempre manteniendo sistemas tradicionales. Por ejemplo, la construcción en bloque de cemento o arcilla se volvió uno de los sistemas más utilizados en la actualidad. Este sistema utilizado para mampostería se combina con estructura de hormigón armado. En los últimos años se implementó la estructura metálica para la construcción con bloque y ladrillo.

En la actualidad, se ha dado mayor apertura a los sistemas constructivos prefabricados y a las nuevas metodologías constructivas industrializadas. En algunos casos se ha mantenido el uso de materiales tradicionales como en el caso de la producción de los paneles de tierra comprimida, el bloque y el ladrillo industrial. Con la aceptación de la población en el uso de los nuevos materiales, se van implementando cada vez nuevas y mejores opciones para la construcción.

## EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN TIERRA

### NÚMERO DE EDIFICIOS EN ECUADOR: ADOBE, RECUBRIMIENTO DE TIERRA Y BAHAREQUE



IMG-1.03 Número de edificios en Ecuador construidos en tierra  
Imagen tomada de: Cardenas Haro, 2023

Se adjunta el gráfico del estado de los edificios en el Ecuador, tomado del artículo del Ing. Xavier Cárdenas. En el cual se representan los porcentajes de la cantidad de edificios con color tomate en buen estado, con un 17%, en estado regular con color azul el 55% y en mal estado con color plomo con el 28%.

Una de las ciudades que concentra el mayor número de edificaciones construidas con tierra es Cuenca. Específicamente la zona del centro histórico concentrando la mayor parte de edificaciones construidas con tierra cruda, específicamente los sistemas de adobe y bahareque.

En el artículo “Orientaciones para la conservación de inmuebles patrimoniales de tierra en Cuenca” a cargo de la UNESCO se analiza las edificaciones trabajadas en tierra para la preservación de la arquitectura de tierra. Este texto tiene como objetivo frenar las malas prácticas que afectan al patrimonio arquitectónico de tierra del Centro Histórico de Cuenca, para conservar su carácter tradicional.

En este texto se mencionan algunas edificaciones construidas desde el periodo colonial hasta el art decó. También se habla de las técnicas de construcción en tierra, los revestimientos, los errores que se deben evitar en la construcción con tierra. Así como también se menciona la educación que se le debe dar a las personas que habitan en estas viviendas para su conservación.



IMG-1-04 Casa Patrimonial municipal

Imagen tomada de: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=10206551036228307&set=p.10206551036228307>

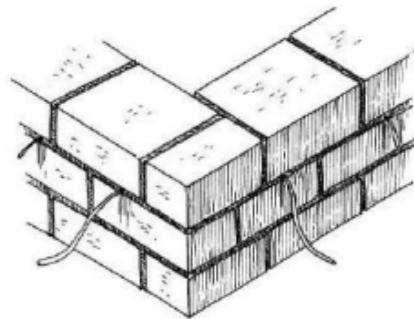
## 1.1.1 CLASIFICACIÓN DE MUROS: ESTRUCTURALES Y DIVISORIOS

### Muros estructurales

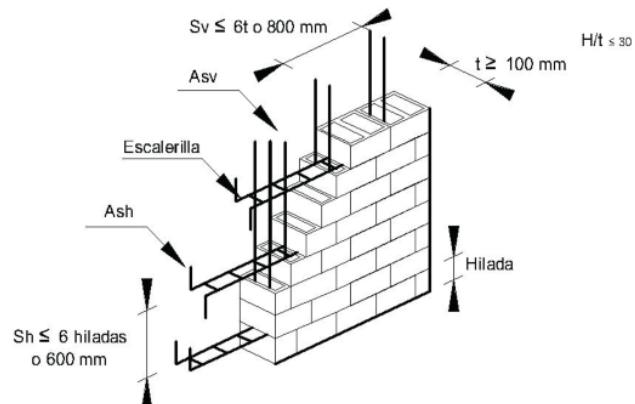
#### Sistema de muros portantes de mampostería no reforzada

Para los sistemas estructurales se analiza la conformación por unidades de mampostería: Ver Img-1.03

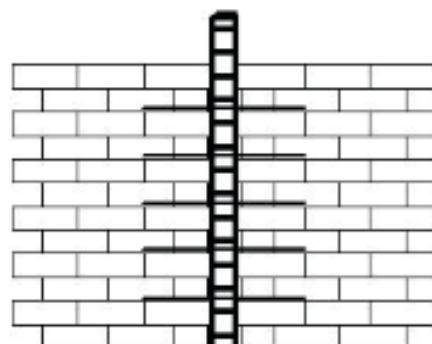
- De tierra (adobe, tapial, arcilla cocida)
- De bloques de cemento: para este sistema los bloques son unidos por medio de mortero de tierra, cal o cemento. No se utilizan refuerzos de acero interno o de confinamiento. (De & Construcción, n.d.)



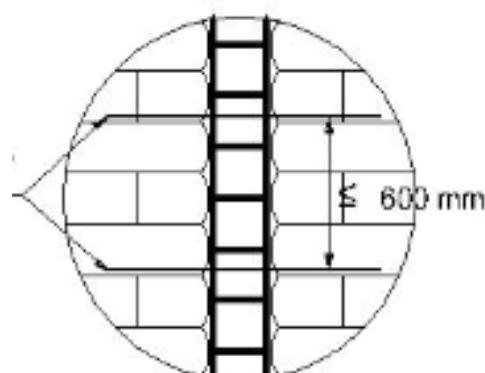
**IMG-1.05 Muro portante de mampostería no reforzada**  
Imagen tomada de: (Hastings et al., n.d.)



**IMG-1.06 Muro portante de mampostería reforzada**  
Imagen tomada de: (De & Construcción, n.d.-b)



**IMG-1.07 Muro mampostería confinada**  
Imagen tomada de: (De & Construcción, n.d.-b)



**IMG-1.08 Confinamiento vertical mampostería**  
Imagen tomada de: (De & Construcción, n.d.-b)

Existen dos maneras de construir este sistema:

- El primero: se construyen inicialmente las paredes de mampostería, luego para confinar se funden las vigas y columnas.
- En el segundo método se funden las columnas de confinamiento dejando arriostramientos, luego se construyen las paredes. (De & Construcción, n.d.-c)



**IMG-1.09 Muros de ductilidad limitada**

Imagen tomada de:Chillagana Anaguano, 2013



**IMG-1.10 Muro portante de hormigón armado**

Imagen tomada de: Construmatica



**IMG-1.11 Mampostería enchapada con malla de acero**

Imagen tomada de: Refuerzo De Muros De Mampostería De Bloques De Hormigón Con Malla De Alambre De Acero. Aislamiento De Pared Exterior.



**IMG-1.12 Muros portantes livianos de acero (Steel Framing)**

Imagen tomada de: Crece utilización de Steel Framing - Construcción LatinoAmericana ([construcionlatinoamericana.com](http://construcionlatinoamericana.com))

## Sistemas de muros de ductilidad limitada

En este sistema, los muros se encuentran apoyados sobre losas de cimentación, con un espesor entre 15 a 25 cm. Para los muros se utilizan espesores de 10 ó 12 cm y se coloca una malla electrosoldada en el centro del muro. Además, se utiliza varillas de refuerzo en los extremos. (Chillagana Anaguano, 2013) Img-1.07

## Sistemas de muros portantes de hormigón armado

Este es un sistema estructural conformado por muros de hormigón armado con refuerzo de acero corrugado o malla electrosoldada. En estas edificaciones se puede incluir columnas dentro del espesor del muro. Ver Img-1.08

Primero se arman los refuerzos de acero y los encofrados, para posteriormente verter el hormigón en el interior de los encofrados. (De & Construcción, n.d.-c)

## Mampostería enchapada con malla de acero

Para el siguiente sistema se utiliza malla electrosoldada, la cual se coloca al interior del muro , para reforzamiento de la pared. Posteriormente, se procede con la fundición del muro. (De & Construcción, n.d.-c) Ver Img-1.09

## Muros portantes livianos de acero (Steel framing)

Este es un sistema basado en sistemas de estructuras livianas, construido con perfiles de acero estructural galvanizados en frío. Para el recubrimiento se utiliza paneles livianos de fibrocemento, gypsum, osb, entre otros. (De & Construcción, n.d.-c). Ver Img-1.10

## Muros divisorios

### Muros portantes de tierra

Este es un sistema estructural rígido conformado por paredes portantes que está compuesto por un sistema encajonado de manera que su forma garantice estabilidad para obtener capacidad portante en sentido horizontal y vertical. (De & Construcción, n.d.-c) Ver Img-1.11

- Muro portante de adobe**

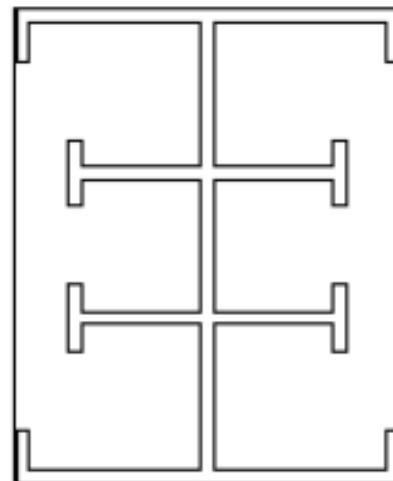
El adobe es una unidad tipo ladrillo de tierra cruda moldeada al estado plástico, es secado al aire libre para luego asentarlo en una capa de mortero de tierra. Para este sistema se construyen paredes compuestas por unidades de adobe trabado, reforzadas en algunos casos con carrizo, caña o madera y en otros casos no se utiliza refuerzo. Además, se realizan estudios previos para verificar la granulometría de la tierra. (De & Construcción, n.d.-c)

- Muro portante de tapial**

El sistema de tapial consiste en la construcción de muros de tierra arcillosa compactada a golpes mediante un pistón. Inicialmente se arman los encofrados para su formación, denominadas tapiadoras. En este sistema también se utilizan refuerzos verticales de madera, carrizo o caña y refuerzos horizontales como: alambres o mallas. (De & Construcción, n.d.-c) Ver Img-1.12 Además, en esta técnica se rellena un encofrado con capas de tierra de 10 a 15 cm, compactadas como se mencionó anteriormente.

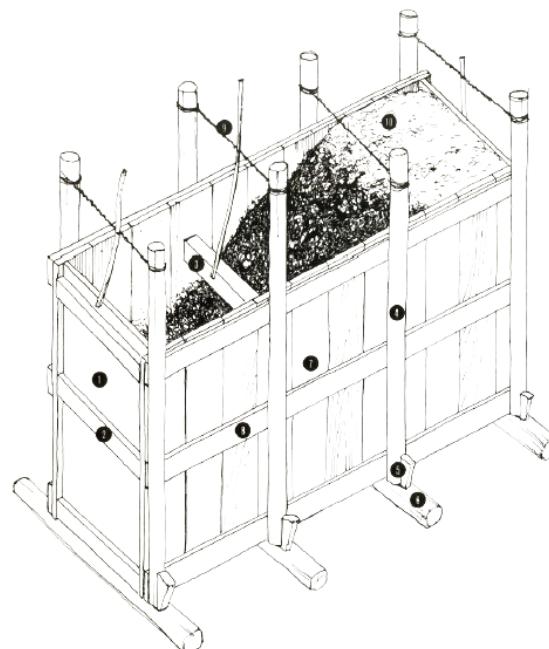
- Muro portante de bahareque o quincha**

Este es un sistema conformado por paredes portantes formadas por madera, cañas entretejidas y barro. (De & Construcción, n.d.-c) Ver Img-1.13. Además, consiste en una estructura de postes de madera clavados en el suelo, recubierto por una capa de barro con fibras. (Yuste & Barbata, n.d.)



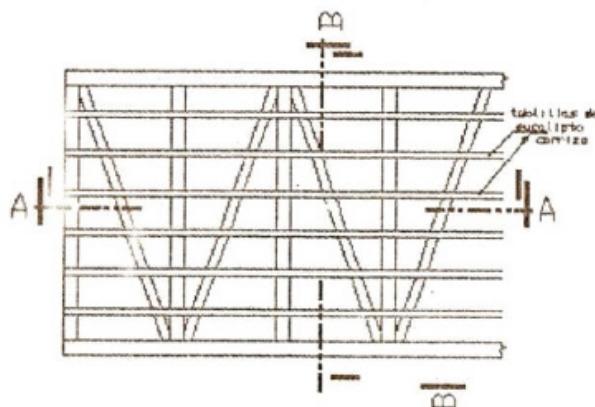
**IMG-1.13 Muro portante de tierra, distribución de paredes en planta**

Imagen tomada de: (De & Construcción, n.d.-b)



**IMG-1.14 Muro portante de tapial**

Imagen tomada de: (De & Construcción, n.d.-b)



**IMG-1.15 Muro portante de bahareque**

Imagen tomada de: (De & Construcción, n.d.-b)

## 1.2 LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

El término científico de la tierra utilizada para las construcciones se define como la mezcla de arcilla, arena, limos y ocasionalmente agregados mayores. (Yuste & Barbeta, n.d.). Ver Img-1.14

Todos los componentes tienen una gran importancia en la composición de la tierra como material constructivo, aunque es la arcilla la que permite que se tenga solidez en la conformación de los muros, debido a su plasticidad y cohesión. (Yuste & Barbeta, n.d.)

Las proporciones necesarias para construir deben ser: 0-15% grava, 40-65% arena, 18-35% limos y 15-20% de arcilla. La capa extraída debe ser vegetal, limpia de raíces y libre de impurezas vegetales. (Yuste & Barbeta, n.d.)

### 1.2.1 TIPOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA

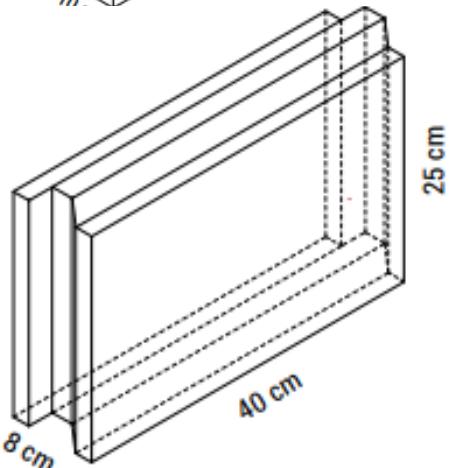
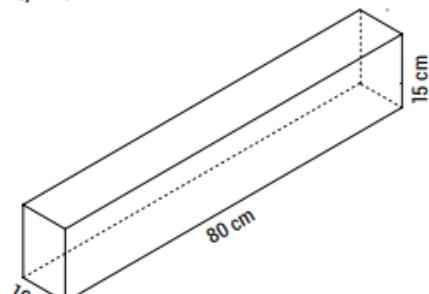
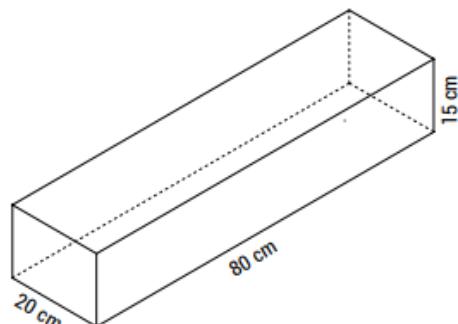
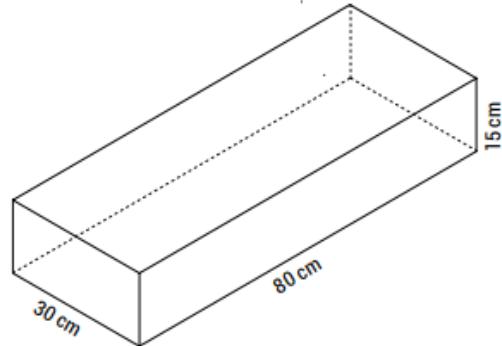
Existen algunas metodologías constructivas tradicionales que se utiliza para trabajar la tierra. “Según la clasificación de Yuste y Barbetta existen tres sistemas generales para transformar la tierra en elemento de construcción:”

1. Fabricación de pequeños elementos individuales (ladrillos, bloques), elemento prefabricados. Ver Img-1.15
2. Amasado de la tierra
3. Recubrimiento o relleno de tierra

Mencionadas las tres técnicas se desarrolla una variedad de sistemas manuales.



**IMG-1.16** Ensayos para una tierra adecuada para la construcción  
Imagen tomada de: (Yuste & Barbeta, n.d.)



**IMG-1.17** Medidas de productos industrializados en tierra  
Imagen tomada de: (Terrabloc, n.d.)

La tierra ha sido el material de construcción predominante. Aún en la actualidad parte de la población vive en viviendas de tierra. Debido a las necesidades de hábitat no ha sido posible resolver los requerimientos con materiales industrializados como ladrillo, hormigón, acero o técnicas de producción industrializada. En los países de desarrollo las necesidades de hábitat se pueden solventar utilizando materiales de construcción locales y técnicas de autoconstrucción.

La tierra es el material más abundante en la mayor parte de lugares del mundo, con el que se puede construir de manera natural. Se utiliza también como un material de construcción económica. (Manual-Construcción-En-Tierra-Minke, n.d.)

La tierra ha sido denominada de diferentes maneras como material de construcción.

## Barro

Mezcla de arcilla, limo, arena, grava o gravilla. Para la conformación de ladrillos cocidos el material debe ser arcilloso y en los ladrillos de tierra cruda el material debe ser arenoso.

Para la construcción con barro se debe partir de un suelo arcilloso. Inicialmente dependiendo del tipo de suelo se procede con el humedecimiento, trituración y mezcla, para que el material sea más trabajable. Una forma es sumergirlos en agua de manera que obtengan plasticidad. Luego se procede con el amasado o moldeado que puede ser mezclado con agregados. Esto se realiza de manera manual o mecánica. Finalmente está listo para utilizarse, se vierte sobre una carretilla o un contenedor plano para su utilización. (Manual-Construcción-En-Tierra-Minke, n.d.)

## Características del barro

- El barro no es un material de construcción estandarizado.
- Se contrae al secarse
- No es impermeable
- Regula la humedad ambiental
- El barro no almacena el calor
- Ahorra energía y disminuye la contaminación ambiental.
- Es reutilizable
- Economiza materiales de construcción y costos de transporte.
- Es apropiado para la autoconstrucción

## 1.2.2 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN TIERRA (Técnicas de construcción con tierra)

Algunas de las técnicas utilizadas en la construcción con tierra se clasifican en 12 métodos presentados en la rueda de la imagen 1.16.

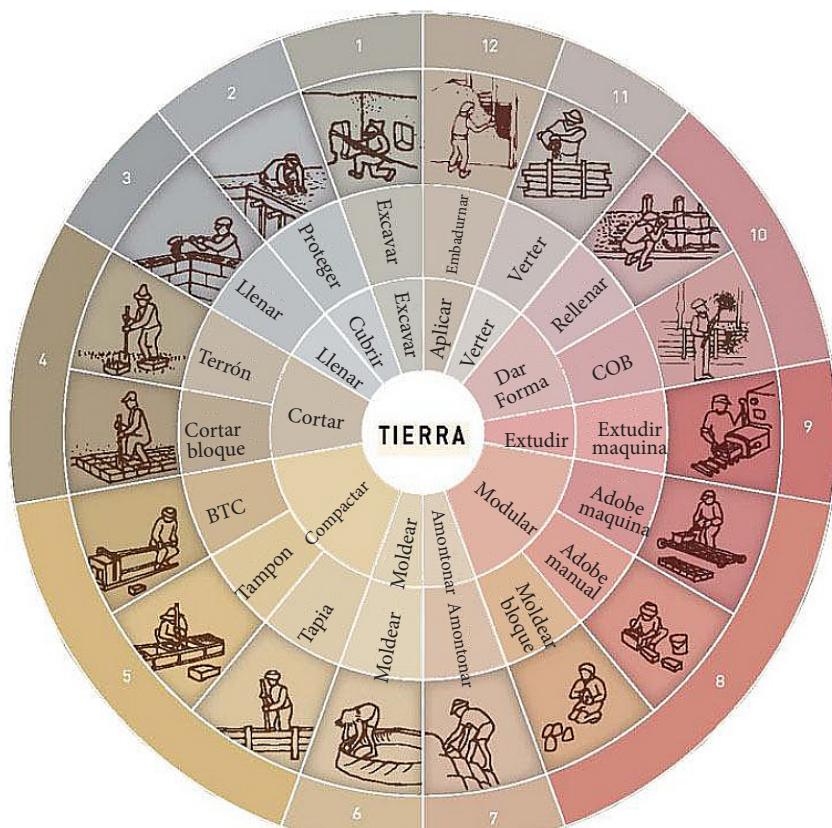
Esta clasificación está directamente relacionada con la plasticidad del material y su aplicación en obra. El material puede estar seco, húmedo, plástico, viscoso ó líquido.

A continuación se realiza un cuadro de la clasificación en la cual se explica las tipologías existentes.

### Clasificación de las técnicas de construcción con tierra

1. Modular
2. Compactar
3. Verter
4. Aplicar

TIPOLOGÍAS	
<b>MODULAR</b>	
1. ADOBE	
2. ADOBE ESTABILIZADO	
3. ADOBE ARMADO	
4. TERRABLOC	
<b>COMPACTAR (húmedo)</b>	
1. TAPIA	
2. TAPIA DE TIERRA	
3. TAPIA DE TIERRA COSTRADA	
4. TAPIA MIXTA	
5. BTC	
<b>VERTER (Líquido)</b>	
1. BAHAREQUE	
<b>APLICAR</b>	
1. REVOCO	
2. EMPAÑETE	



IMG-1.18 Técnicas de construcción con tierra

Imagen tomada de: (ARQUITECTURA y CONSTRUCCIÓN En TIERRA Estudio Comparativo de Las Técnicas Contemporáneas En Tierra, n.d.)

## MODULARES

### Bloques de Suelo

Bloques comprimidos. Son llamados bloques de suelo cuando la tierra húmeda es compactada en una prensa manual o mecánica. (Manual-Construcción-En-Tierra-Minke, n.d.). Ver Img-1.17



**IMG-1.19 Bloques de suelo**

Imagen tomada de: <https://www.ferreteriaonlinevtc.com/blog/construcción-con-bloque-de-tierra-comprimida-articulado-n127>

### Bloques de barro o adobe

Se denominan adobes a los bloques de barro producidos a mano, se rellenan los moldes para posteriormente secarlos al aire libre. Se utilizan moldes diferentes producidos manual o mecánicamente. (Arquitectura y construcción en tierra Estudio Comparativo de Las Técnicas Contemporáneas En Tierra, n.d.) El tamaño del bloque de adobe es de: 40x20 cm. (Yuste & Barbeta, n.d.) Ver Img-1.18



**IMG-1.20 Vivienda de adobe, ubicada en Barabón**

Imagen tomada por: Diana Cedillo Medina

### Adobe estabilizado

Esta metodología es trabajada con materiales incorporados como: cemento, emulsiones asfálticas u otros, para mejorar la estabilidad del adobe frente a la humedad. (Yuste & Barbeta, n.d.)

### Adobe armado

El adobe armado se basa en la utilización de refuerzos horizontales y verticales de acero, caña, bambú, madera, entre otros. (Yuste & Barbeta, n.d.) Ver Img-1.19



**IMG-1.21 Adobe Armado**

Imagen tomada de: <http://miturismoalternativo.blogspot.com/2012/05/colecciones-con-adobe.html>

### Terrabloc

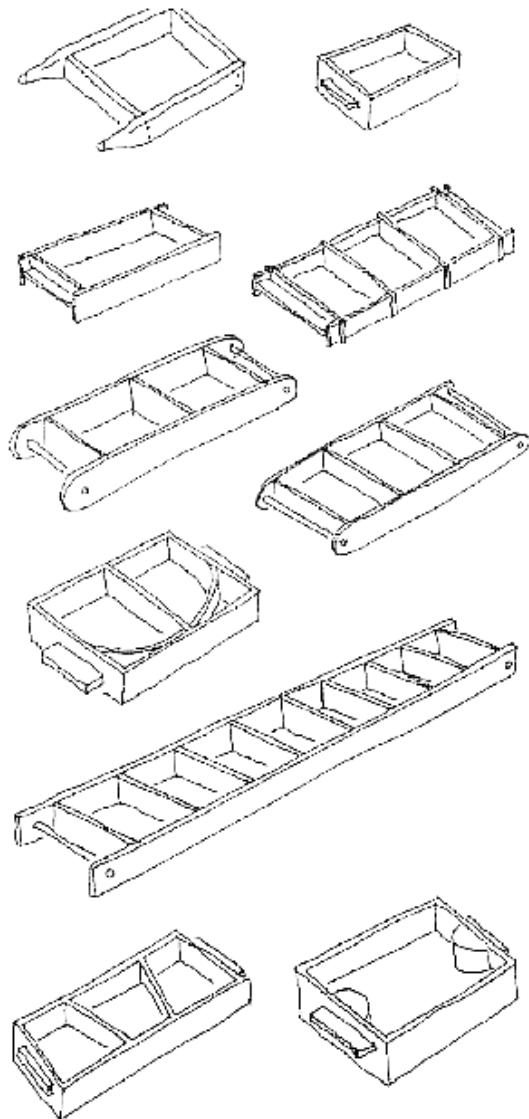
El terrabloc es un sistema constructivo en el cual se utiliza bloques alveolares prefabricados con tierra, agua y cemento. Las unidades de terrabloc pueden ser utilizados para varios trabajos, tales como: trabajo estructural, muros de carga con alta inercia térmica, tabiques para interior, paredes divisorias con fuerte aislamiento acústico, muros perimetrales, paredes de parques, etc. Ver Img-1.20



**IMG-1.22 Terrabloc**

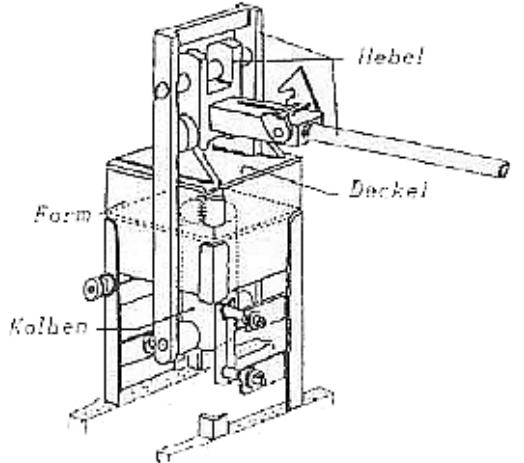
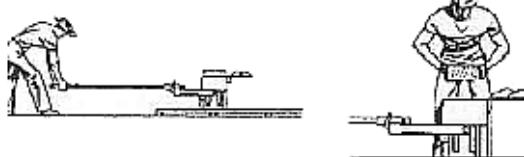
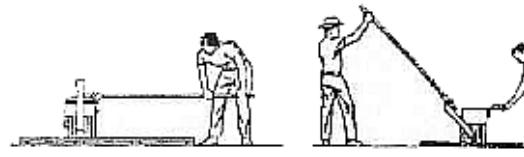
Imagen tomada de: <http://www.terrabloc.ch/rivaz>

## PROCESO DE ELABORACIÓN DE ADOBES



**IMG-1.23 Moldes para adobes**

Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.



**IMG-1.24 Proceso de compactación de adobes**

Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.



**IMG-1.25 Molde metálico para compactar**

Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.



**IMG-1.26 Elaboración de adobes en el Ecuador**

Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.



**IMG-1.27 Elaboración de adobes en el Ecuador**  
Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.



**IMG-1.28 Elaboración de adobes sobre una mesa de trabajo**  
Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.



**IMG-1.29 Técnica de elaboración de adobes**  
Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.



**IMG-1.30 Secado de adobes crudos al aire libre**  
Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.

## Ladrillo Crudo

Se le denomina Ladrillo Crudo a la mezcla de paja, gravilla y arcilla, son extruidos en una ladrillera y no son cocidos. Además, las juntas se realizan con una pasta hecha de los mismos ladrillos en algunos casos. (Manual-Construcion-En-Tierra-Minke, n.d.) Ver Img-1.29

## COMPACTAR

### Tapia

La metodología de elaboración de la tapia consiste en verter el material entre las tapieras entre 10-15 centímetros de espesor. La tierra se va apisonando progresivamente hasta llegar a la altura deseada del muro. La tapia se divide en los siguientes sistemas: tapia de tierra, tapia de tierra costrada y tapia mixta. (Yuste & Barbeta, n.d.) Ver Img-1.30

### Tapia de tierra

Este sistema, como su nombre lo indica, está compuesto únicamente por tierra. En el caso de la tapia se puede mezclar tierra con paja para reducir la retracción de las tapias y para protección del agua. (Yuste & Barbeta, n.d.)

### Tapia de tierra costrada

Para este sistema se utiliza una capa de mortero de cal sobre las tapieras del encofrado. (Yuste & Barbeta, n.d.)

### Tapia mixta

En el siguiente sistema la tierra es mezclada con otros materiales como: el ladrillo o piedra, favoreciendo la resistencia del muro y la durabilidad respecto al agua lluvia y otros agentes. (Yuste & Barbeta, n.d.)

### Paneles prefabricados para muros

Se han conformado paneles de 6 a 12 cm de espesor, de 30x60 hasta 62.5x100 cm. (Manual-Construcion-En-Tierra-Minke, n.d.) Ver Img-1.31



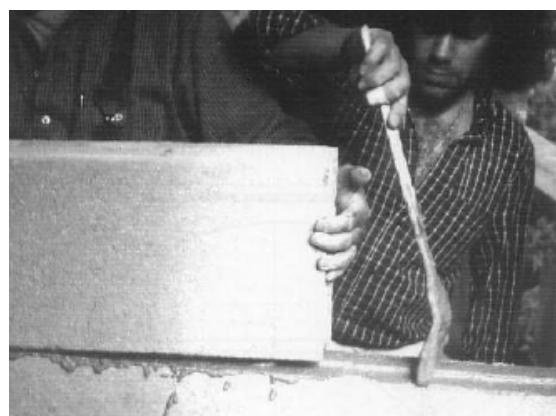
IMG-1.31 Ladrillo crudo

Imagen tomada de: <https://rpp.pe/campanas/contenido-patrocinado/que-tipo-de-ladrillo-usar-para-evitar riesgos-en-tu-vivienda-noticia-1121269>.



IMG-1.32 Vivienda de Tapia ubicada en el Cabo

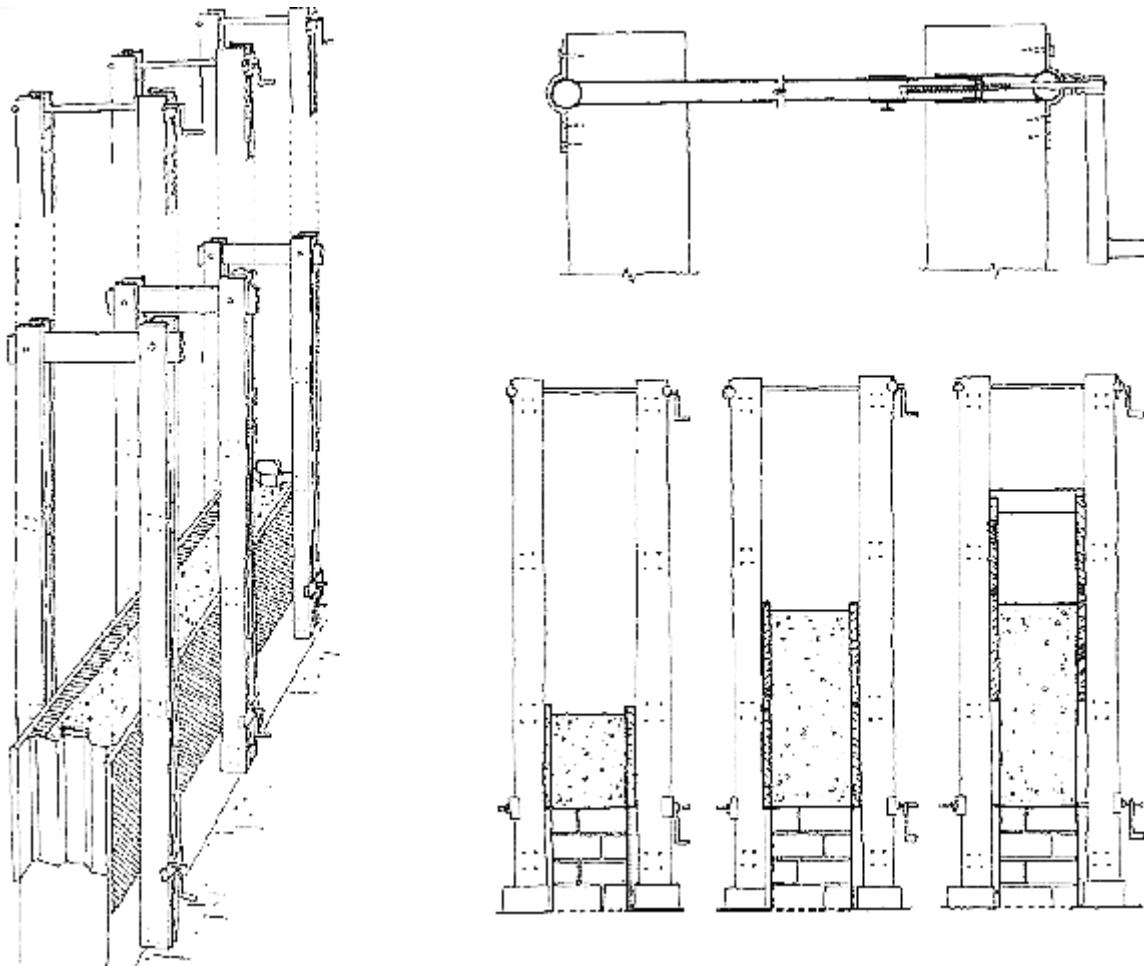
Imagen tomada por: Diana Cedillo Medina



IMG-1.33 Paneles prefabricados

Imagen tomada de: 2 Manual-Construcion-En-Tierra Minke, n.d.

## ENCOFRADOS PARA PANELES DE BARRO APISONADO



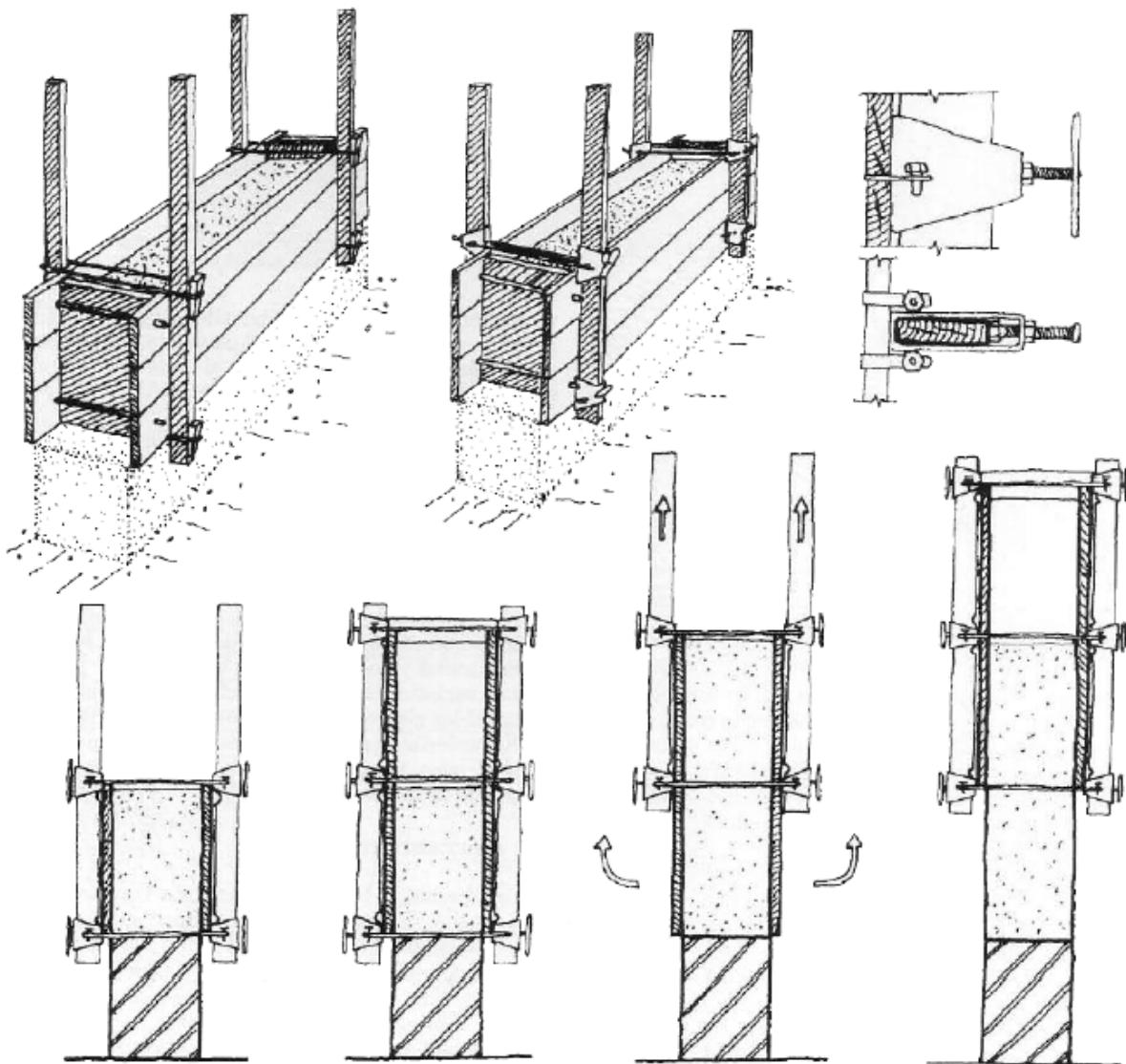
**IMG-1.34 Encofrados para paneles de barro apisonado**  
Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.



**IMG-1.35 Encofrados para paneles de barro apisonado**  
Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.

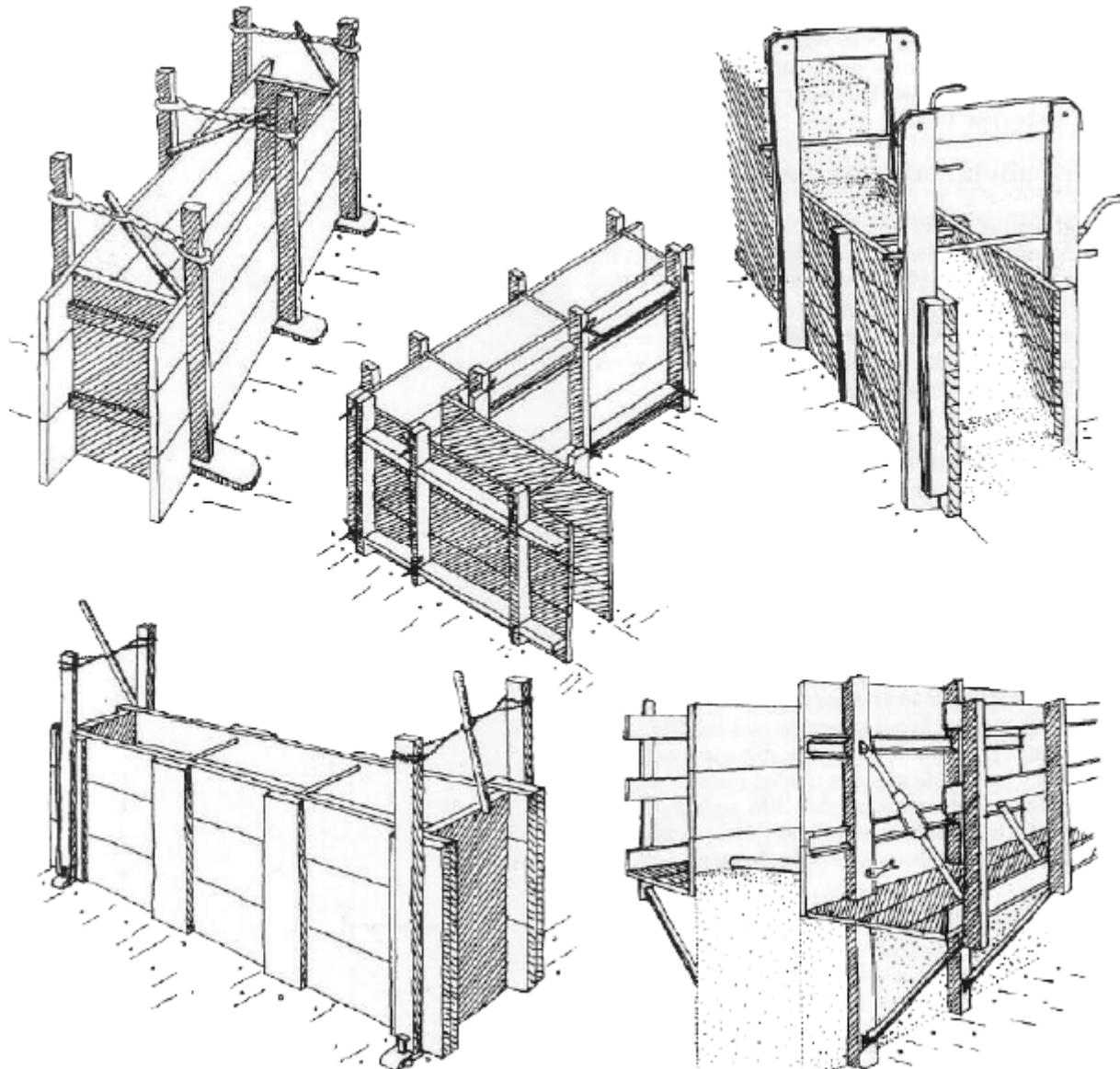


**IMG-1.36 Encofrados para paneles de barro apisonado**  
Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.



**IMG-1.37 Encofrados para paneles de barro apisonado**

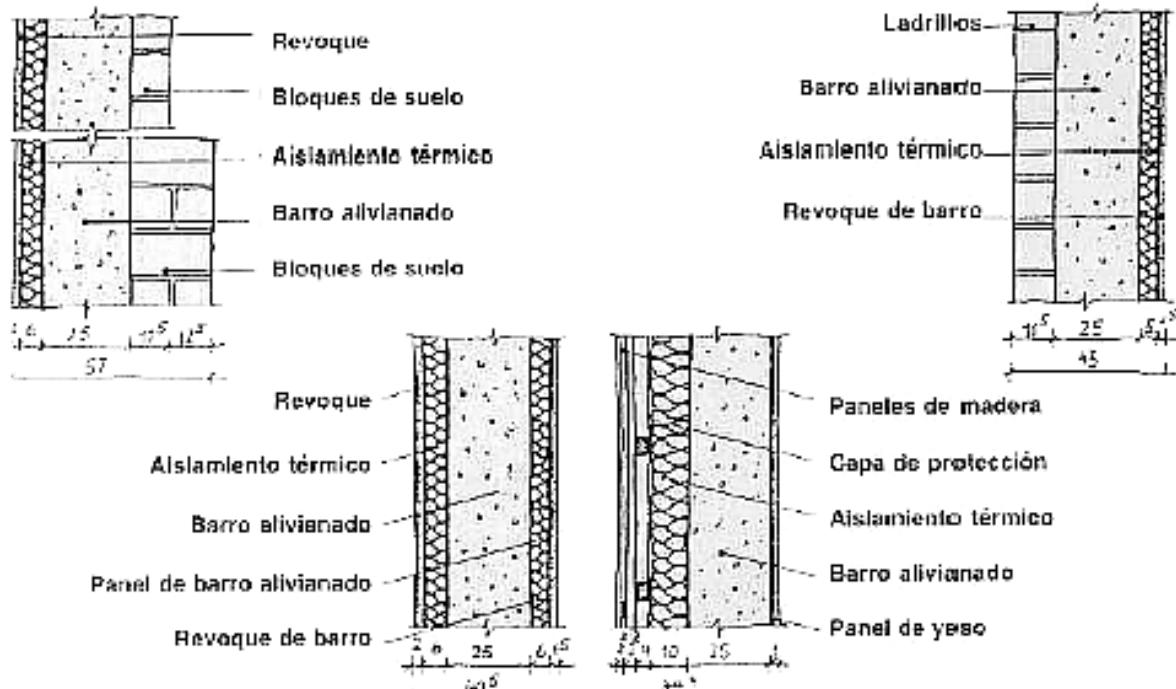
Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.



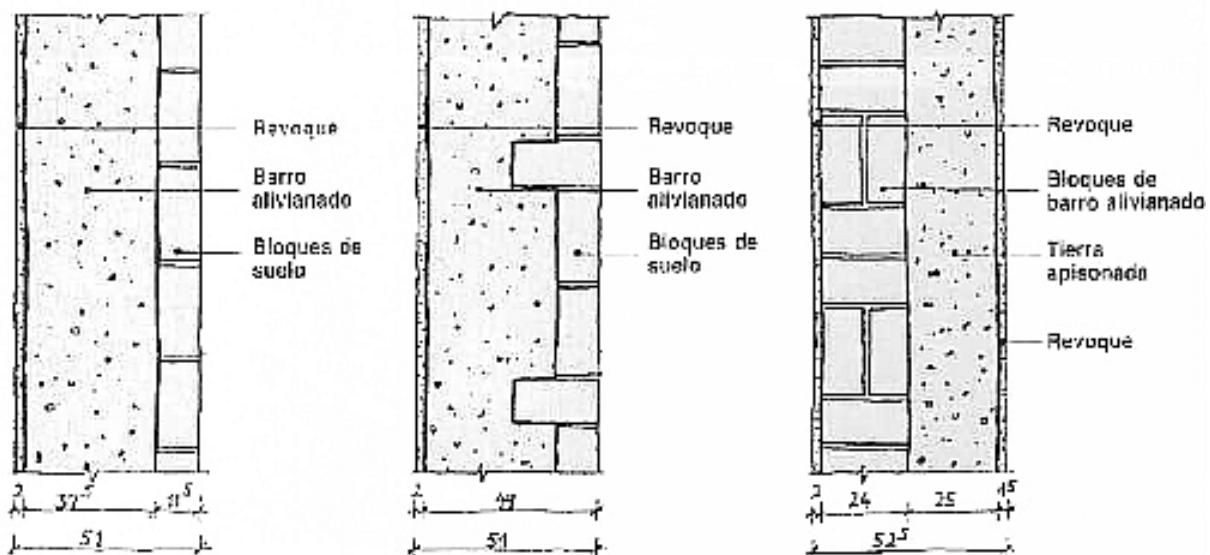
**IMG-1.38 Encofrados para paneles de barro apisonado**

Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra  
Minke, n.d.

## DETALLES BARRO APISONADO



**IMG-1.39 Secciones verticales de muros de barro apisonado con encofrado perdido en ambas caras**  
Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra Minke, n.d.



**IMG-1.40 Secciones horizontales de muros de barro apisonado alivianado con una cara interior de bloques actuando con encofrado perdido**  
Imagen tomada de: 2 Manual-Construcción-En-Tierra Minke, n.d.

## Bloque de tierra comprimida (BTC)

"Los bloques de Tierra Comprimida son ladrillos de tierra cruda con bajo contenido en agua obtenidos tras el prensado de manera manual o automática." (Yuste & Barbeta, n.d.) Dicho sistema tras el prensado manual o mecánico, posterior al secado, no requiere cocción.

Suele contener otros materiales utilizados como estabilizadores, tales como: el cemento y la cal. Ver Img-1.39

### VERTER

#### Barro proyectado

En este sistema se utiliza maquinaria para rociar la mezcla.

### Bahareque

El siguiente sistema consiste en la utilización de una estructura de postes de madera, cruzados por un trenzado de ramas, recubierto en una o ambas caras por un acabado de barro con fibra.(Yuste & Barbeta, n.d.) Es llamada también la técnica del barro lanzado y es probable que sea una de las técnicas más antiguas, incluso más antiguas que el tapial y los bloques de tierra. (Manual-Construcción-En-Tierra-Minke, n.d.) Ver Img-1.40

### APLICAR

#### Revoco

El revoco consiste en una mezcla de materias primas. Está formado por tierra fina y arena. Los materiales utilizados para el revoco pueden ser: barro, barro y paja, morteros de cal, cemento, asfalto, resinas, entre otros. (Yuste & Barbeta, n.d.) Ver Img-1.41

### Empañete

Embarrar, cubrir una pared con una mezcla de barro, paja y estiércol. (RAE, 2019) Para paredes, columnas, vigas y techos los empañetes se harán con un mortero de cemento, arena y cal. (22-01F-Anejo-I-Especificaciones-Trabajos-Empanetado, n.d.)



IMG-1.41 Bloque de tierra comprimida (BTC)

Imagen tomada de: Tesis Farfán-López



IMG-1.42 Vivienda de Bahareque, ubicada en Biblián

Imagen tomada por: Diana Cedillo Medina



IMG-1.43 Revoco de tierra

Imagen tomada de: [http://www.cannabriic.com/catalogo/btc\\_bloque\\_de\\_tierra\\_comprimido/](http://www.cannabriic.com/catalogo/btc_bloque_de_tierra_comprimido/)

## 1.2.3 CLASIFICACIÓN DE PAÑETES

El pañete sencillo puede ser colocado en una o dos capas. Algunas de las propiedades de utilizar el pañete son: mejora el aspecto del muro, protección de la lluvia e impermeabilización, protección a los golpes, mejora el aislamiento térmico. (Construir\_con\_tierra\_1-2 Craterre, n.d.)

### Pañete con tierra

Para este tipo de pañete se utiliza la misma tierra que para el muro, pero se aplica más arena. Puede ser mezclado con fibras vegetales. (Construir\_con\_tierra\_1-2 Craterre, n.d.) Ver Img-1.42

### Pañete de tierra con cemento

Este pañete es utilizado para muros estabilizados con cemento. Se utiliza una parte de cemento por diez de tierra. (Construir\_con\_tierra\_1-2 Craterre, n.d.)

### Pañete de tierra con cal

Se realiza una mezcla de 5 a 10 partes de tierra con una parte de cal. Es utilizado para muros estabilizados con cal o cemento. (Construir\_con\_tierra\_1-2 Craterre, n.d.) Ver Img-1.43

### Pañete de arena y cemento con cal

Es un pañete muy resistente, en el cual se utiliza una relación cemento/cal entre 1/3 a 1. Además, es necesario utilizar un sistema mecánico para su adherencia. (Construir\_con\_tierra\_1-2 Craterre, n.d.)

### Pañete con yeso

Se compone de dos capas. La primera está conformada por una parte de yeso de 0,75 a una parte de arena y de 0,1 a 0,15 partes de cal y la segunda capa tiene la misma composición, pero sin arena. (Construir\_con\_tierra\_1-2 Craterre, n.d.) Ver Img-1.44



**IMG-1.44 Pañete con tierra**

Imagen tomada de: [http://intermundos.org/casa\\_ecologica/?p=146](http://intermundos.org/casa_ecologica/?p=146)



**IMG-1.45 Pañete de tierra con cal**

Imagen tomada de: <https://www.saberespatriamarillos.com/barichara-panete>



**IMG-1.46 Pañete con yeso**

Imagen tomada de: <https://www.saberespatriamarillos.com/barichara-panete>

## Pañete reforzado con fibras

Los pañetes reforzados con fibras tienen mayor resistencia a los golpes y deterioro. Por lo general se agrega entre 20 a 30 kg de fibras. (Construir\_con\_tienda\_1-2 Craterre, n.d.) Ver Img-1.45

## Pañetes livianos

Este tipo de pañetes se componen de algunos materiales, tales como: cemento, cal, granulados livianos, hidrófobos y arrastradores de aire. (Construir\_con\_tienda\_1-2 Craterre, n.d.) Img-1.46 y 1.47



**IMG-1.47 Pañete reforzado con fibras**

Imagen tomada de: <https://www.saberespatiamarillos.com/barichara-panete>



**IMG-1.48 Pañete liviano**

Imagen tomada de: <http://www.tocagua.com/arquitectura.html>



**IMG-1.49 Pañete liviano**

Imagen tomada de: <http://www.tocagua.com/arquitectura.html>



Diana Katherine Cedillo Medina



## 1.3 SISTEMA CONSTRUCTIVO EN ADOBE, CASO DE ESTUDIO VIVIENDA EN BARABÓN

### CONSTRUCCIÓN CON ADOBES

El caso de estudio seleccionado en la ciudad de Cuenca está elaborado con un sistema constructivo tradicional en adobe, el cual se explica en la Img-1.48

Para el análisis del sistema constructivo se realiza un estudio de una vivienda típica de adobe.

En la imagen 1.49 se estudia el análisis de compresión del adobe. El gráfico describe la compresión en países como: Colombia, Ecuador, España, México y Perú.

Mientras que en la imagen 1.50 se analiza el sistema constructivo típico de una vivienda de adobe.

#### 1.3.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO DE EDIFICACIONES VERNÁCULAS DE ADOBE

El sistema constructivo típico de una vivienda vernácula tiene ciertas características. En el caso de una vivienda de adobe los cimientos se componen de zapatas corridas ubicadas debajo de las paredes. Principalmente se utilizan bloques, ladrillo u hormigón y la más común que se combina con bloques de piedra con mortero. Las zapatas corridas suelen ser más grandes que los muros de adobe. (Cárdenas-Haro et al., 2022)

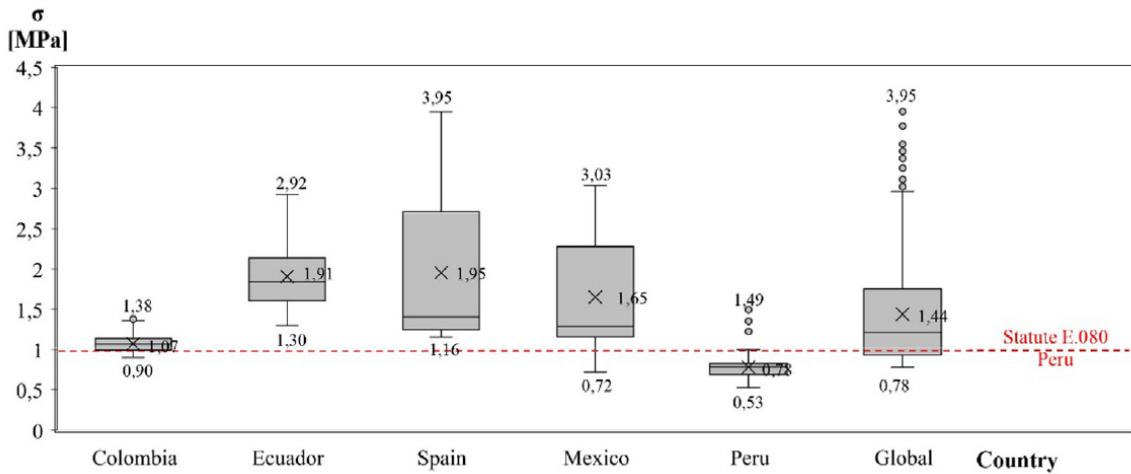
Los muros de adobe se componen de bloques de tierra, fibras y aditivos. Luego se aplica mortero de tierra con un espesor entre 1 y 3 cm.

Para la colocación de puertas y ventanas se utilizan dinteles de madera, para los pisos se utilizan vigas de madera, apoyadas sobre los muros de adobe.

Las luces que se manejan van a depender de la altura y el espesor de la pared, por ejemplo, para un muro de 50 cm de espesor y 3 m de altura se tiene una luz de 5 metros (Cárdenas-Haro et al., 2022)

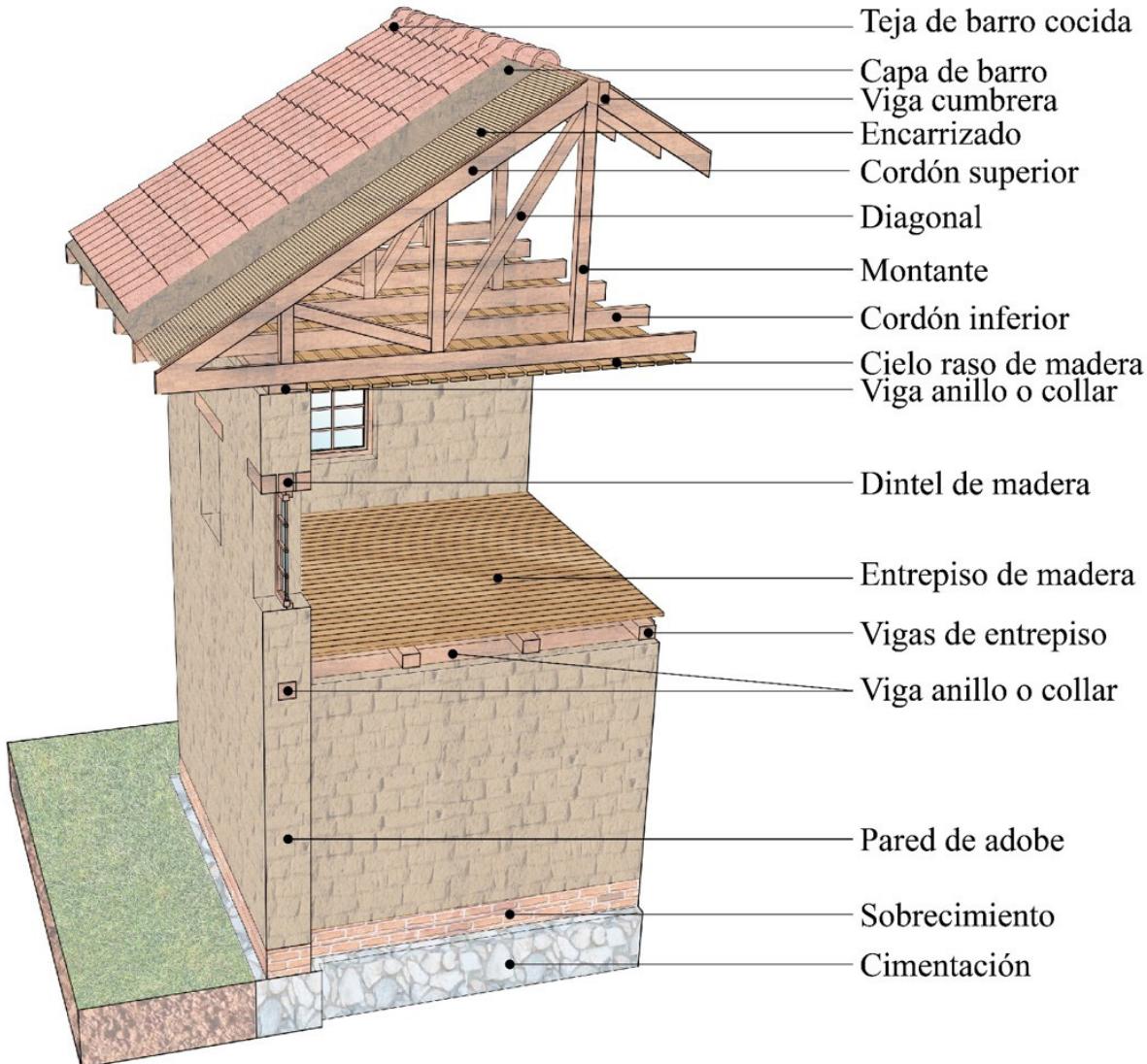
La cubierta se compone de una cercha de madera, apoyada sobre vigas de madera. En las vigas de cumbre se colocan cañas entrelazadas con fibras naturales. Sobre las cañas se coloca una capa de mortero de tierra con un espesor que puede variar entre 5 y 10 cm. Finalmente sobre la capa de mortero se colocan las tejas cocidas. (Cárdenas-Haro et al., 2022)

## 1.3.2 DETALLE DE SISTEMA CONSTRUCTIVO DE UNA VIVIENDA TÍPICA DE ADOBE



IMG-1.51 Análisis de compresión del adobe, en varios países

Imagen tomada de: (Cárdenas-Haro et al., 2021)



IMG-1.52 Sistema construcción típico de una vivienda de adobe

Imagen tomada de: (Cárdenas-Haro et al., 2022)



IMG-1.53 Vivienda de adobe ubicada en Barabón-Cuenca  
Imagen tomada por: Diana Cedillo Medina



IMG-1.54 Vivienda de adobe ubicada en Barabón-Cuenca  
Imagen tomada por: Diana Cedillo Medina

## 1.3.3 VIVIENDA EN BARABÓN

### UBICACIÓN

La vivienda se encuentra ubicada en Barabón, perteneciente a la provincia del Azuay, Ecuador



Hostería Caballo Campana



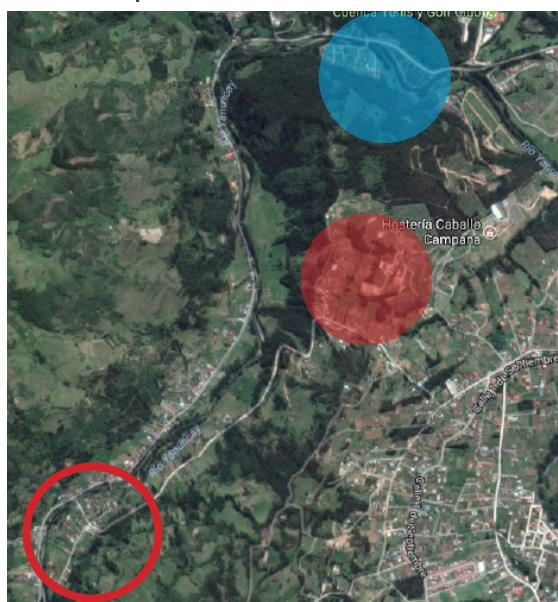
Cuenca Tenis Y Golf Club



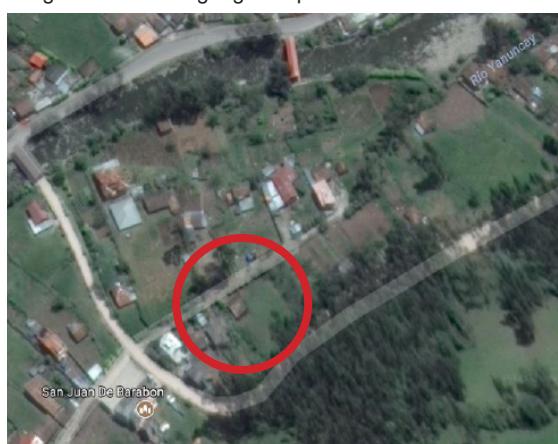
Sitio

Es una vivienda aislada. No presenta cambios de materialidad. La vivienda fue construida hace aproximadamente 100 años.

Existe la posibilidad de que sea demolida por el mismo dueño.



**IMG-1.55 Ubicación Cuenca**  
Imagen tomada de: google maps



**IMG-1.56 Ubicación Barabón, Vivienda de Adobe**  
Imagen tomada de: google maps

En la provincia del Azuay, en la zona de Barabón, (ver imagen 1-53 y 1-54) era común la utilización del adobe para la construcción de viviendas. La mayor parte de viviendas ubicadas en esta zona tiene varios años de construcción, aproximadamente 100 años, por lo que tienen un sistema constructivo tradicional de esos tiempos. Las viviendas en su mayoría se desarrollan de uno hasta tres pisos debido a que las características de resistencia de la tierra son un poco limitantes. El manejo de las luces debe ser corto, los espesores de las paredes son anchos, el cuidado de la tierra para que no se deteriore es fundamental.

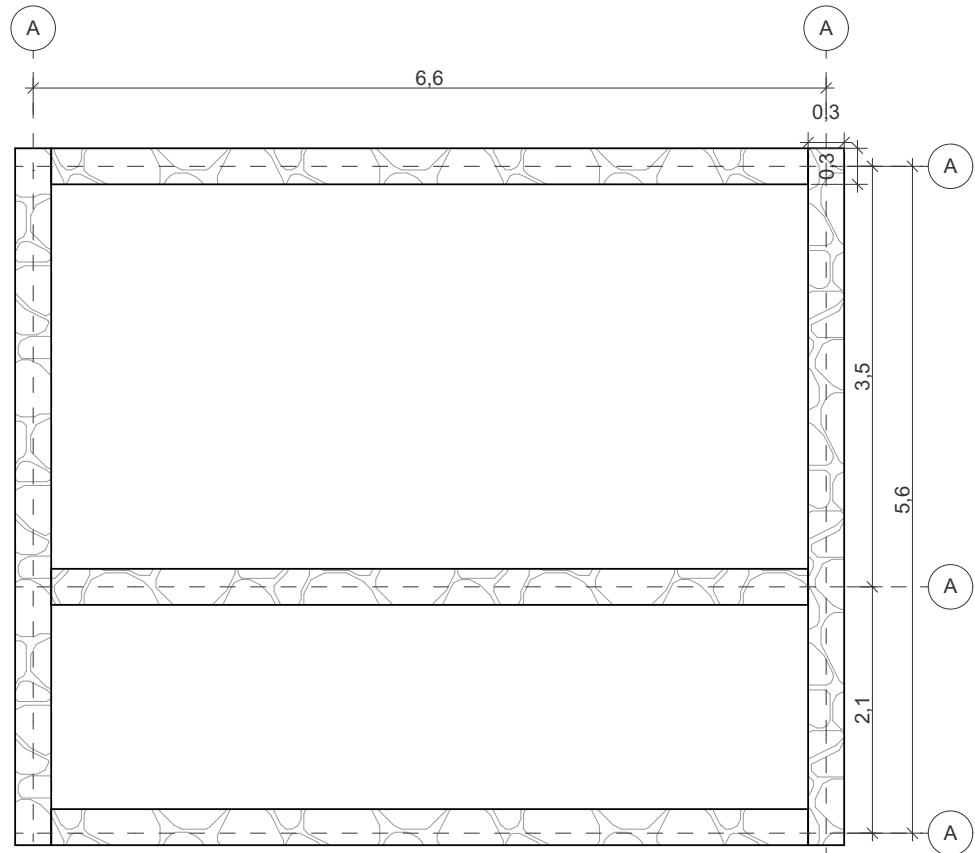
Para la cimentación se utilizó una base de piedra de espesor 30 cm y 60 cm de profundidad, el cual servía como base para la colocación de la mampostería.

Para la estructura se utilizó pilares de madera para las columnas y vigas. El sistema constructivo utilizado era por lo general el de pilar, viga. Para la cubierta se utilizó un entramado de tiras de madera y un amarrado de carrizo y paja que se asentará sobre el entramado de vigas de madera.

Sobre el carrizo se colocó un enchaclado y posteriormente la teja.

Algunos de los problemas presentes en esta vivienda son: el agrietamiento de las paredes debido a fallas constructivas, sobrecarga de la cubierta y falta de mantenimiento. Otro problema es el enchaclado de la cubierta, presenta desprendimientos por fallas de diseño y falta de mantenimiento.

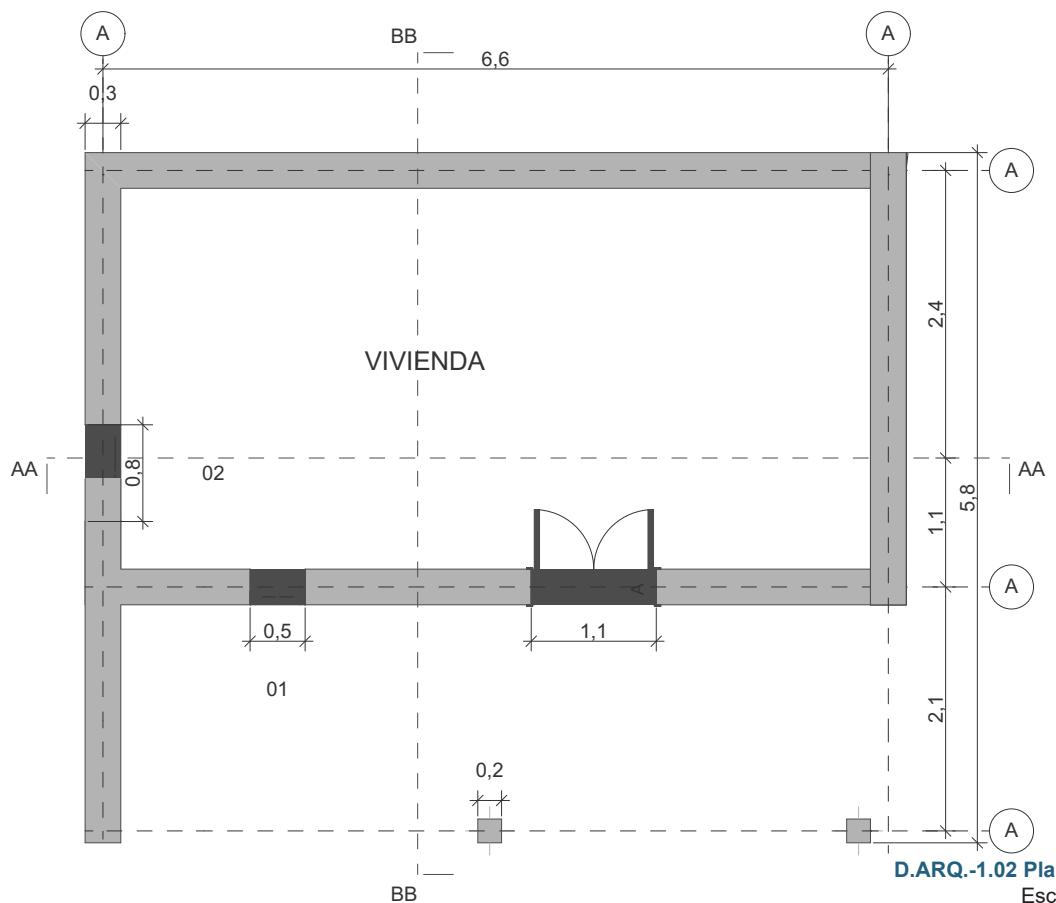
## PLANTA DE CIMENTACIÓN



PLANTA BAJA

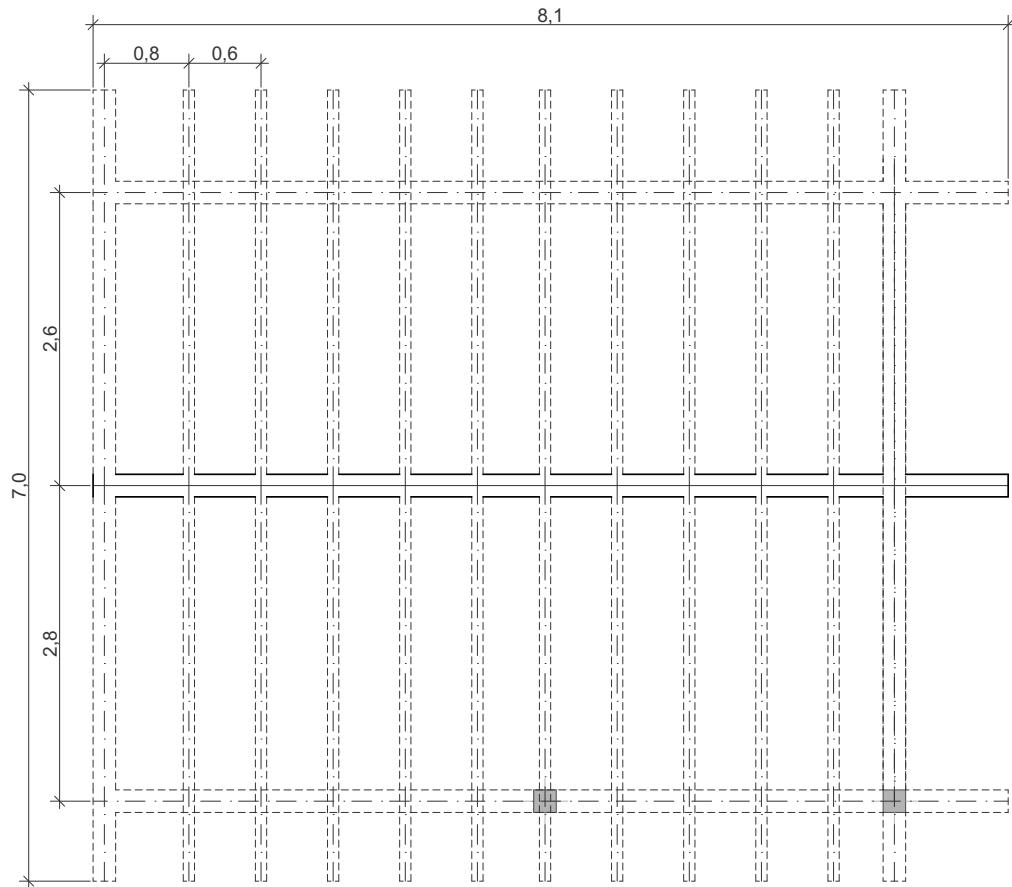
D.ARQ.-1.01 Planta de cimentación

Escala: 1:1:50



D.ARQ.-1.02 Planta Baja  
Escala: 1:50

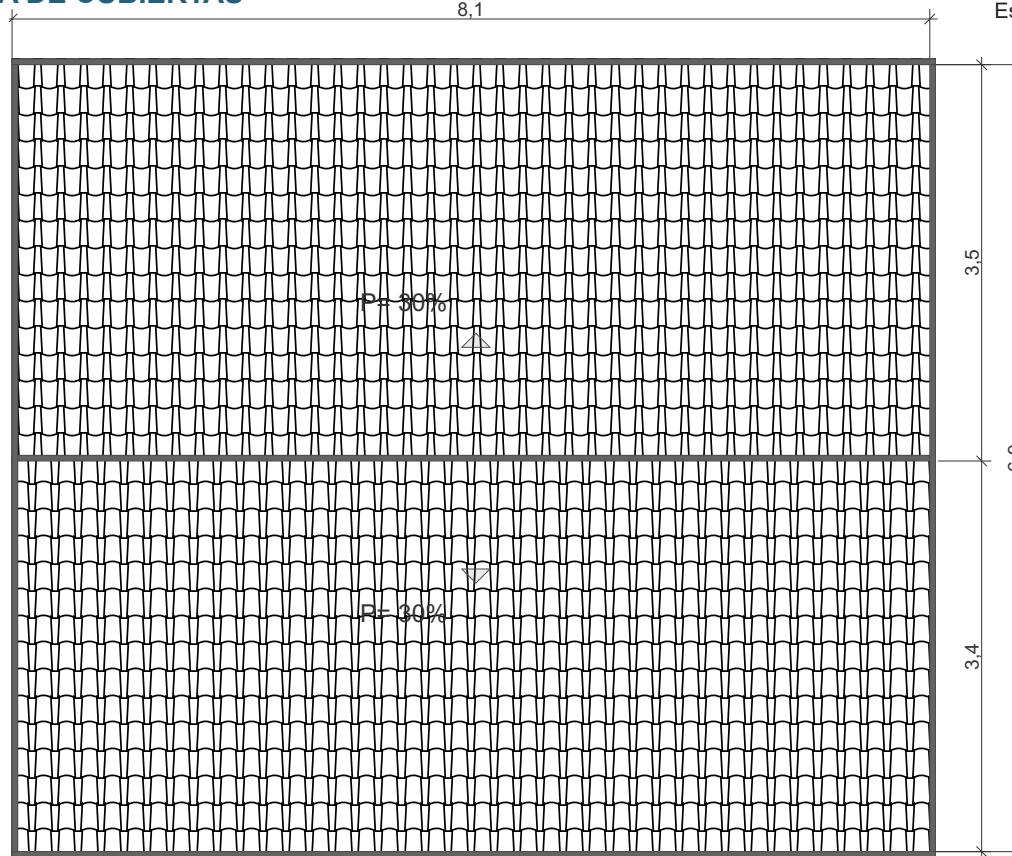
## ESTRUCTURA DE CUBIERTA



PLANTA DE CUBIERTAS

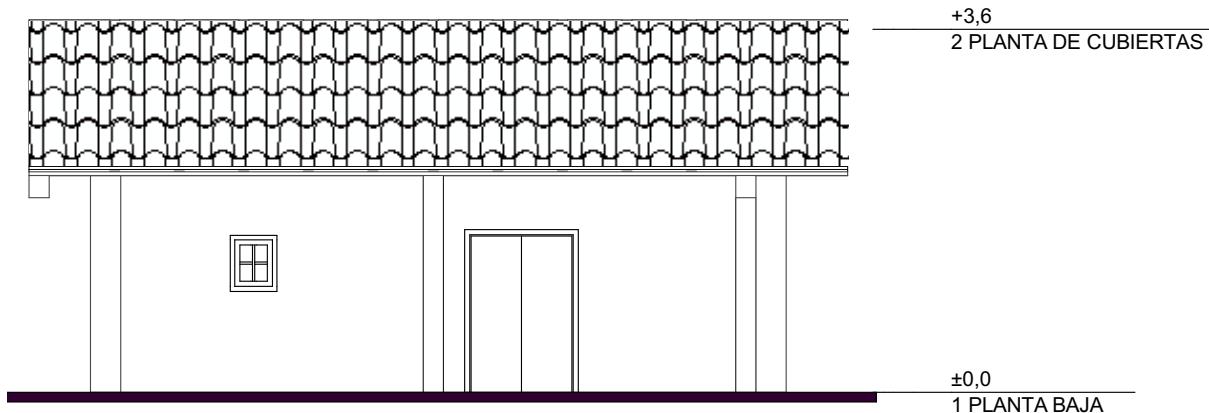
D.ARQ.-1.03 Planta Estructura de cubierta

Escala: 1:50



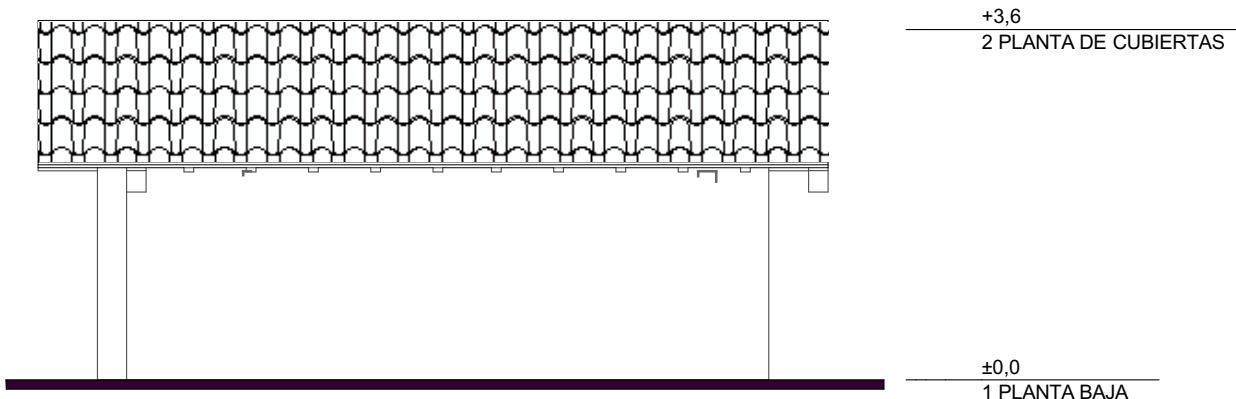
D.ARQ.-1.04 Planta Estructura de cubierta

Escala: 1:50



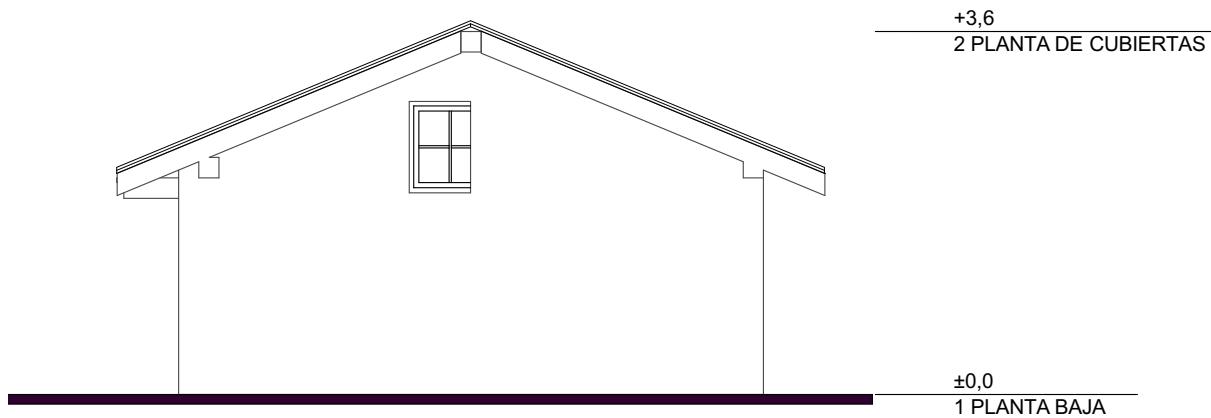
D.ARQ.-1.05 Elevación Frontal  
Escala: 1:75

## ELEVACIÓN POSTERIOR



D.ARQ.-1.06 Elevación Posterior  
Escala: 1:75

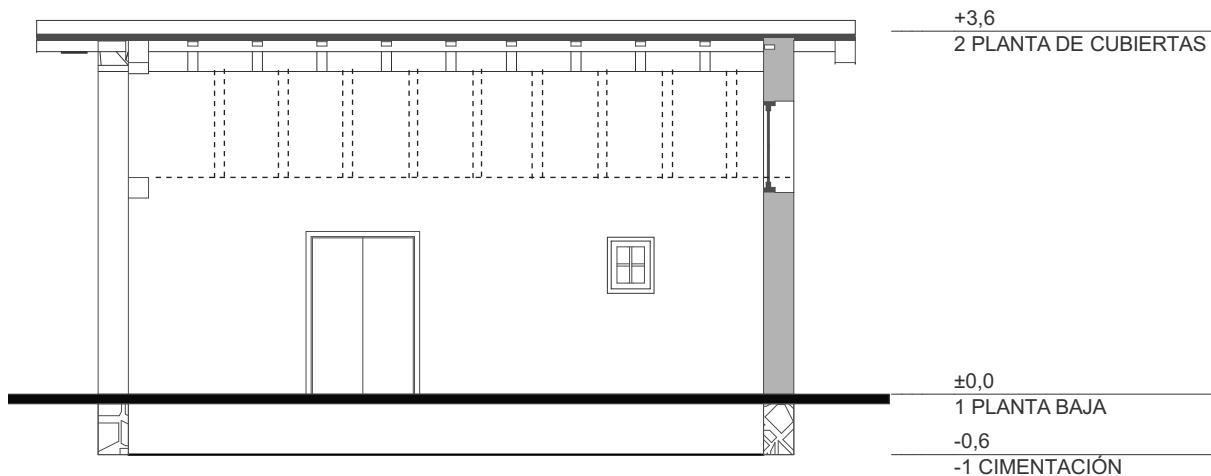
## ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA



D.ARQ.-1.07 Elevación Lateral Izquierda

Escala: 1:75

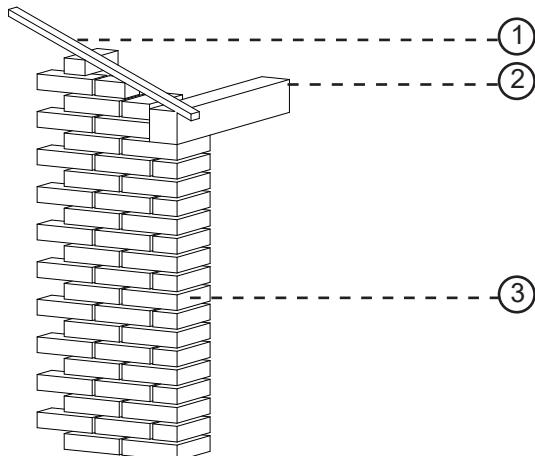
## SECCIÓN AA



D.ARQ.-1.08 Sección AA

Escala: 1:75

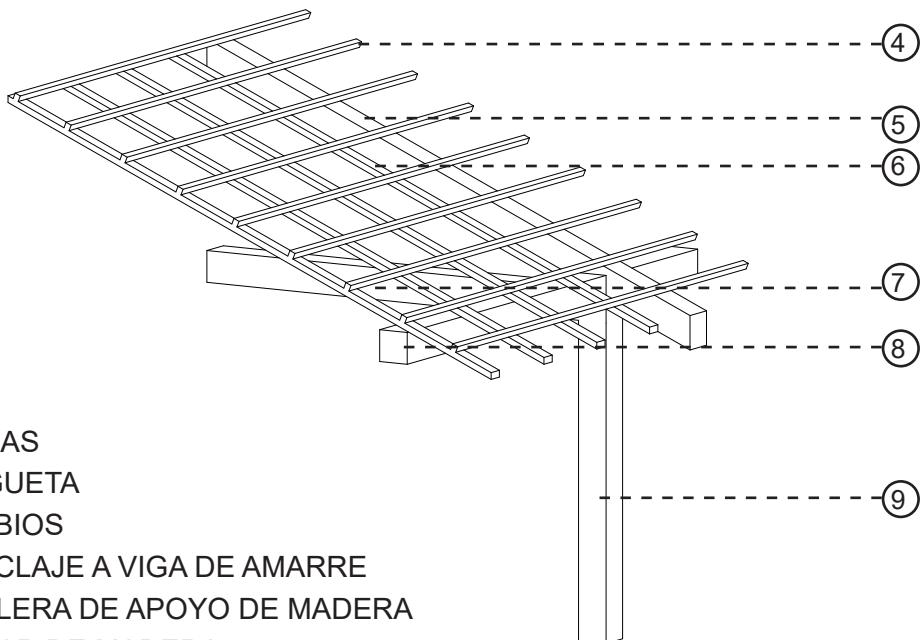
### ENCUENTRO MURO-CUBIERTA



- 1-VIGUETA
- 2-VIGA PRINCIPAL
- 3-MURO DE ADOBE DE 40x40x10 cm

D.ARQ.-1.09 Detalle Encuentro Muro-Cubierta  
Escala: 1:50

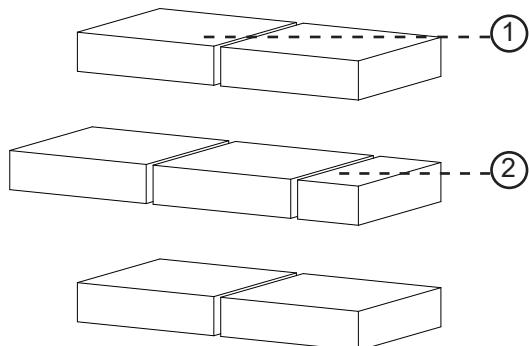
### DETALLE CUBIERTA



- 4-TIRAS
- 5-VIGUETA
- 6-CABIOS
- 7-ANCLAJE A VIGA DE AMARRE
- 8-SOLERA DE APOYO DE MADERA
- 9-PILAR DE MADERA

D.ARQ.-1.10 Detalle Cubierta  
Escala: 1:50

### DISPOSICIÓN ADOBES

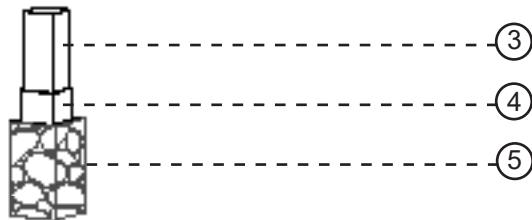


1-ADOBES DE 40x40x10 cm  
2-JUNTA DE MORTERO 2 cm

**D.ARQ.-1.11 Detalle Disposición de adobes**  
Escala: 1:20

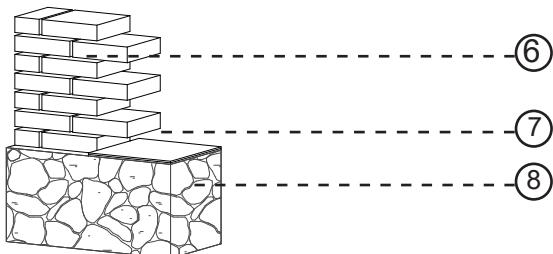
### ENCUENTRO CIMENTO-PILAR

3-PILAR DE MADERA DE EUCALIPTO  
4-BASA  
5-CIMIENTO DE PIEDRA 0,60x0,80 cm



**D.ARQ.-1.12 Detalle Encuentro cimiento-pilar**  
Escala: 1:50

### ENCUENTRO MURO-CIMENTO



6-MURO DE ADOBES DE 40x40x10 cm  
7-PISO INTERIOR AISLADO  
8-SOBRECIMIENTO DE PIEDRA h=80cm

**D.ARQ.-1.13 Detalle Encuentro muro-cimiento**  
Escala: 1:50

## CONCLUSIONES

Antiguamente para el desarrollo de los sistemas constructivos se utilizaban materiales tradicionales de fácil acceso para la construcción. Uno de ellos es la tierra, este se utilizó para la construcción de paredes a base de unidades de tierra o por sistemas de encofrados. Poco a poco se han ido mejorando estas metodologías constructivas, incluso se incluye en la normativa las pautas para la utilización de este material.

Existen algunos sistemas establecidos en la NEC como lo son los sistemas de muros portantes de mampostería reforzada, muros portantes de mampostería confinada, muros portantes de tapial, entre otros.

Estos sistemas fueron utilizados en algunas provincias del país como un recurso económico para la construcción de sus viviendas. Algunos de los sistemas utilizados son: el tapial, bahareque, el adobe, el adobe estabilizado, entre otros.

En algunas zonas de la ciudad de Cuenca se mantienen las viviendas tradicionales construidas a base de tierra cruda (Ver Img 1.55, 1.56, 1.57 y 1.58.) La zona de Barabón se caracteriza por tener viviendas con esta tipología. La metodología que se analizó es el sistema constructivo a base de unidades de adobe. El cual fue construido con una metodología tradicional en su totalidad.

En conclusión, la tierra como material de construcción ha tenido buena acogida desde hace varios años. Algunos han sido los sistemas utilizados en Cuenca, como lo es el adobe, bahareque y tapia. Estos procesos se toman como referencia para utilizar nuevas metodologías conformadas con tierra, ya que no es un material ajeno al medio o que se tenga que socializar con la población porque ya es conocido.



IMG-1.57 Detalle de Muro  
Imagen tomada por: Diana Cedillo Medina



IMG-1.59 Detalle de Carpintería  
Imagen tomada por: Diana Cedillo Medina



IMG-1.60 Detalle de Junta de adobe  
Imagen tomada por: Diana Cedillo Medina



IMG-1.58 Detalle de Entrepiso  
Imagen tomada por: Diana Cedillo Medina



IMG-2.01 Sistema BTC

Imagen tomada de: Sistema BTC - Luis Maldonado | Arquitectura Viva

## CAPÍTULO 2

# Sistemas prefabricados y semi-prefabricados

IMG-2.02 Construcción con BTC

Imagen tomada de: Construcion\_con\_BTC.png (656×496) (bp.blogspot.com)

## INTRODUCCIÓN

En el sector de la construcción, las necesidades que se presentan van aumentando con el crecimiento de las ciudades. Es por eso que para tener mejores avances, de manera más eficaz se implementan nuevos sistemas constructivos. Tal es el caso de los sistemas prefabricados y semiprefabricados.

Los sistemas prefabricados se desarrollan en su totalidad en una nave industrial, con el objetivo de realizar su instalación directa en el sitio de colocación. Este sistema permite la reducción de mano de obra y eficacia en los tiempos de entrega de la obra.

Los sistemas semi prefabricados son de gran ayuda al momento de la construcción, debido a que el armado del elemento se realiza en una planta industrial, dejando la pieza casi terminada. En la obra se realizan algunas adecuaciones e instalaciones, permitiendo reducir los tiempos de construcción.

Estos sistemas han sido de gran ayuda en el desarrollo de la construcción. Se plantean nuevos productos y materiales, conforme se van desarrollando nuevas tecnologías en el sector industrial.

## Sistema Constructivo

### 2.1 Posibles etapas en el proceso de elaboración de un sistema constructivo:

1. Equipo humano que ha de desarrollar e implementar el sistema.
2. Análisis del potencial mercado al que se destina el producto.
3. Estudiar los tipos de edificios que se pretenden realizar con el sistema.
4. Evaluación de la posible competencia existente.
5. Materialización inicial del “saber como” propio sistema.
6. Comprobación formal del diseño del sistema.
7. Ensayos a escala real y evaluación de resultados.
8. Decisiones sobre la gestión y organización.
9. Inicio de la producción.

(la Vivienda Latinoamericana coordinador Julian Salas editor David Serna C & Filgueiras -Brasil Enrique Ortiz -México Victor S Pelli -Argentina Jose A Peña -Venezuela Julio Vargas N -Perú, n.d.)

## 2.1 ANALIZAR EL APORTE QUE TIENE LA INDUSTRIALIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

### 2.1.1 INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

La industrialización de la construcción se entiende como la sustitución de la habilidad del artesano por el uso de maquinaria. “Además, hace referencia a las formas de racionalización del conjunto de procesos y de la organización de las obras, que acerquen la gestión de la construcción a las prácticas propias de la producción industrial.”(la Vivienda Latinoamericana Coordinador Julian Salas Editor David Serna C & Filgueiras -Brasil Enrique Ortiz -México Victor S Pelli -Argentina Jose A Peña -Venezuela Julio Vargas N -Perú, n.d.) Se entiende la prefabricación como una manera de manifestar la industrialización de la construcción.

Se habla de una producción de insumos gracias al reemplazo de mano de obra por maquinaria. Es importante obtener resultados homogéneos y predecibles en calidad, costo y plazos de construcción.

Los avances de la tecnología han contribuido en el diseño y producción de elementos de construcción. Algunas de las mejoras han ayudado a: la especialización de la mano de obra, optimización de las condiciones de trabajo, control de las condiciones de producción, homogeneidad de los productos, entre otros.

Constantemente se asocia la industrialización con vivienda de emergencia y prefabricación. Según Turner en su libro de Tecnología y Autonomía aprecia la industrialización en dos ejes, a la posible evolución desde una construcción convencional hasta una progresiva sofisticación de producto.

#### Proceso Industrial

##### El producto

Dentro de un proceso industrial es importante el análisis del producto. El mismo que debe ser analizado en base a las siguientes características: producción, diseño, planos del producto, asistencia técnica, entre otros.

Es importante que el proveedor sea explícito con el producto a expender, otro punto importante es la adaptabilidad a nuevas condiciones de utilización y sobre todo la familiaridad con la tecnología.

##### El mercado

El mercado imperfecto hace referencia a que la oferta es continua y no puntual. La cantidad de tecnología no depende del precio, existe un desequilibrio entre oferta y demanda

##### La distribución

“Por tratarse de un producto intangible, en un mercado como el descrito, los canales de distribución suelen ser escasos en número y poco sofisticados.” (la Vivienda Latinoamericana Coordinador Julian Salas Editor David Serna C & Filgueiras -Brasil Enrique Ortiz -México Victor S Pelli -Argentina Jose A Peña -Venezuela Julio Vargas N -Perú, n.d.)

##### El precio

El producto debe expenderse a un costo accesible para la población en general, sin perder sus cualidades de diseño.

## Características generales de una planta de producción

La planta de producción es instalada con carácter fijo o semifijo. Siempre teniendo en cuenta una posible modernización o ampliación. Además, se desarrolla una estrategia de funcionamiento a corto, medio y largo plazo.

La mayoría de fábricas fijas suelen ubicarse en las periferias de las ciudades. Algunas plantas semifijas suelen ubicarse a lado de la obra.

Las dimensiones de las plantas se caracterizan por el tipo de elementos fabricados, proceso de fabricación, medios de transporte, entre otros.

(la Vivienda Latinoamericana Coordinador Julian Salas Editor David Serna C & Filgueiras -Brasil Enrique Ortiz -Méjico Victor S Pelli -Argentina Jose A Peña -Venezuela Julio Vargas N -Perú, n.d.)

## Operación de viviendas industrializadas

Para la elaboración de una vivienda industrializada o semi-industrializada se debe seguir un proceso de producción, el cual se desarrolla en una planta industrial, previo a la colocación en sitio.

### 1.Decisiones de partida del proyecto

- 2500 viviendas sociales en forma de departamentos de 50 m<sup>2</sup>
- Ritmo de construcción de 500 viviendas por año durante 5 años
- Sistema de grandes paneles prefabricados de hormigón, producidos en planta

### 2.Características de la planta de producción

- La fábrica recupera aproximadamente \$16 por metro cuadrado de construcción.
- La tecnología aporta entre un 60 y un 80% del costo total de construcción.
- El plazo de recuperación de la inversión son 5 años.

### 3.Cálculo inicial de las necesidades de materiales básicos

- 120 m<sup>2</sup> de elementos horizontales y verticales realizados a base de paneles prefabricados.
- Con un espesor de 12 cm, se requiere 14,4 m<sup>3</sup> de hormigón
- El peso de los elementos de una vivienda sería de 36,6 t
- Para un edificio de 4 pisos se supone un consumo de acero de 80 kg por m<sup>3</sup>
- 12 m<sup>3</sup> de arena/grava aproximadamente por vivienda.

### 4.Equipo de transporte y montaje

- Camiones que transportan 73 t/día que equivale a 2 viviendas.
- Se utiliza una grúa-torre de 60 m-t y otra auxiliar.
- La inversión total en equipos de transporte y montaje de \$ 0,5 millones

## Materiales utilizados en Latinoamérica

- Acero
- Vidrio
- Cemento
- Tubos plásticos
- Tableros y planchas de madera
- Cerámica
- Bloques de hormigón

### 2.1.2 INDUSTRIALIZACIÓN DE LA VIVIENDA EN LATINOAMÉRICA

Actualmente las tecnologías incluyen la prefabricación dentro de sus procesos de elaboración. La utilización de hormigón y materiales tradicionales para la industrialización son menos frecuentes. En cambio, la construcción tradicional ocupa un lugar importante con un 60% en algunas técnicas.

### Principales materiales empleados

Algunos de los materiales utilizados para la construcción en Latinoamérica se relacionan en parte con cemento. Con un porcentaje del 77% se utiliza hormigón armado, 14% hormigón, 9% ferrocemento.

Además, se utiliza otros materiales como madera con 30%, acero con 18% y 52% otros materiales como: fibrocemento, plásticos y aceros especiales. (la Vivienda Latinoamericana Coordinador Julian Salas Editor David Serna C & Filgueiras -Brasil Enrique Ortiz -México Victor S Pelli -Argentina Jose A Peña -Venezuela Julio Vargas N -Perú, n.d.)

## El hormigón: su utilización en viviendas de bajo costo

La mayor ventaja de la utilización del hormigón en viviendas de bajo costo es que tienen un tiempo de duración de mas, menos 50 años, con relación a otros materiales también utilizados para la construcción. No contribuye a la propagación de microorganismos, parásitos o plagas. Tiene buena aislación térmica, manteniendo un clima constante dentro de la vivienda. Presenta buen comportamiento sísmico. Permite trabajar dimensiones importantes.

Una de las mayores desventajas de la utilización de hormigón es el costo, en relación a otros materiales empleados para este tipo de viviendas.

El transporte del cemento aumenta considerablemente los costos, al igual que sus componentes.

## Suelo-Cemento

La utilización de este material para la construcción de viviendas de bajo costo es muy recomendable ya que es amplio e interesante por los bajos costos que tiene su producción. Existe gran disponibilidad del componente más empleado que es el suelo. Casi todos los suelos pueden ser utilizados para la construcción con suelo-cemento. Los suelos ideales para ser empleados son los suelos granulares de grano grueso. En cuanto al cemento, se puede utilizar cualquier tipo, pero por su mayor disponibilidad se prefiere el cemento tipo I. El bajo contenido de agua suele ser una desventaja en el proceso de elaboración de este material. Ver Img- 2.03 y 2-04.



IMG-2.03 Suelo Cemento  
Imagen tomada de: ¿Qué es el hormigón prefabricado y para qué se utiliza? CHRYSO Aditivos



IMG-2.04 Suelo Cemento  
Beneficios Prefabricados de Concreto | PREFAC Cercos de concreto



IMG-2.05 Cubierta de Ferrocemento

Imagen tomada de: <https://www.arqhys.com/construcciones/cubiertas-ferrocemento.html>



IMG-2.06 Paneles de BTC

Imagen tomada de: (Siarevalo,+Journal+manager,+bloque, n.d.)

## FERROCEMENTO

El ferrocemento forma parte de la familia de los concretos/hormigones estructurales. El ferrocemento se define como un micro hormigón armado, está conformado por: cemento, arena y agua, con una armadura de acero. (la Vivienda Latinoamericana Coordinador Julian Salas Editor David Serna C & Filgueiras -Brasil Enrique Ortiz -México Victor S Pelli -Argentina Jose A Peña -Venezuela Julio Vargas N -Perú, n.d.) Ver Img-2.05

## PANELES DE BTC

### Prensado

El bloque de tierra comprimida es un producto que se obtiene de la compresión mecánica o manual de la tierra húmeda. Se la denomina de diferentes maneras, tales como: ladrillo prensado, bloque prensado y ladrillo de tierra comprimida. Ver Img-2.06

### Estabilizado

Por otro lado, también existe el bloque de tierra comprimida estabilizada, al cual se le estabiliza con aditivos. Este bloque también es conocido como: ladrillos macizos de suelo cemento, bloque de suelo-cemento o bloque de suelo estabilizado. Los estabilizadores que se utilizan la mayoría de veces son: cemento Portland, cal o emulsión asfáltica. (Cárdenas-Haro et al., 2022)

## 2.2 ESTUDIAR LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN ESTRUCTURA METÁLICA

En los últimos años los sistemas constructivos tradicionales, han sido reemplazados por nuevos sistemas constructivos, tales como el sistema en acero estructural. El cual, se utiliza para el diseño de: edificios, puentes, coliseos, entre otros. (Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.)

### 2.2.1 REQUERIMIENTOS GENERALES Y DE FABRICACIÓN

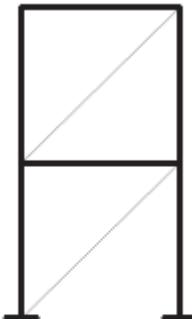
Las etapas para la construcción en acero estructural se dividen en tres partes: diseño, fabricación y montaje. El proyecto debe estar a cargo de un profesional con título de tercer nivel en ingeniería civil. Para la fabricación y montaje de la estructura de acero se debe contar con los siguientes requisitos: poseer un título en ingeniería mecánica, poseer un título de tercer nivel en ingeniería civil y un título de tercer o cuarto nivel en tecnología de la soldadura. En algunos casos es necesario formar equipos de trabajo que permita realizar la fabricación y montaje de la estructura.

Luego el técnico encargado de la supervisión de la obra deberá implementar e instalar los soportes temporales para las operaciones de montaje. El sistema utilizado para las operaciones de montaje debe ser suficientes para asegurar el ensamblaje. (De & Construcción, n.d.-a)

### 2.2.2 SISTEMA ESTRUCTURAL

Un sistema estructural se define como un conjunto de elementos que componen la armadura de un edificio. Generalmente son de acero u hormigón armado. La estructura fija al suelo y sirve de sustentación a un edificio. (RAE, 2019).

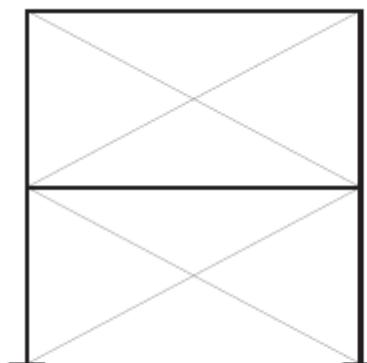
Algunos de los sistemas que se mencionan a continuación son: pórticos resistentes a momento, pórticos con arriostramientos concéntricos, pórticos con arriostramientos excéntricos, pórticos con arriostramientos resistentes al pandeo y pórticos



Arriostramiento Simple

#### IMG-2.07 Arriostramiento simple

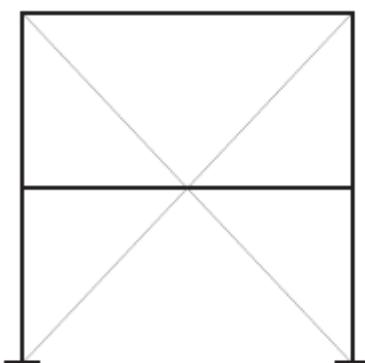
Imagen tomada de: (Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.)



Arriostramiento en X en cada entrepiso

#### IMG-2.08 Arriostramiento en X en cada entrepiso

Imagen tomada de: (Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.)



Arriostramiento en X cada dos pisos

#### IMG-2.09 Arriostramiento en X cada dos pisos

Imagen tomada de: (Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.)

de paredes de cortante con placa de acero.

### Línea de arriostramiento:

“Se define como línea de arriostramiento a una línea simple o líneas paralelas con una separación en planta no mayor al 10% de la dimensión del edificio perpendicular a la línea de arriostramiento.”(Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.)

### 2.2.3 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

#### Pórticos resistentes a momento

En los pórticos resistentes a momento, las conexiones entre columnas y vigas se manejan con conexiones rígidas. En columnas y vigas la resistencia a cargas laterales se da por flexión y cortante.

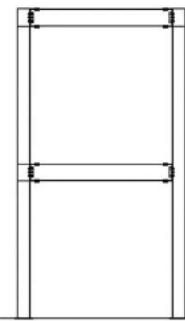
Parámetros a tomar en cuenta:

- Se escogen los puntos en los que se formarán los nudos plásticos.
- Diseñar y detallar las zonas en las que se formarán los nudos plásticos.
- Diseñar los otros elementos del pórtico y sus componentes.

El sistema de pórticos resistentes a momento es utilizado para diseñar edificios en acero estructural. Se tiene gran variedad en cuanto a diseño arquitectónico. Además, cumple con los requisitos estructurales de sismorresistencia. (Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.) Ver Img-2.10

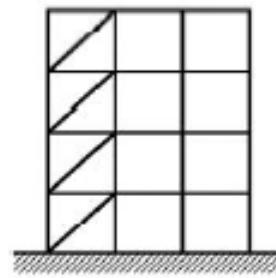
#### Pórticos con arriostramientos concéntricos

En este sistema se menciona que los elementos diagonales son los encargados de la resistencia necesaria para soportar las cargas sísmicas. Estos arriostramientos son elementos que se unen en un mismo punto. Además, los arriostramientos son utilizados también como un diseño estético de la edificación, siendo así necesario primero el dimensionamiento estructural. (Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.) Ver Img-2.11

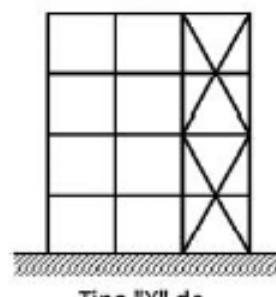


**IMG-2.10 Pórticos resistentes a momento**

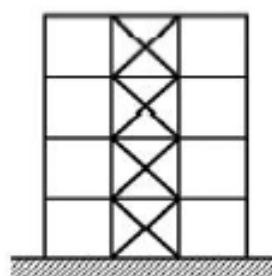
Imagen tomada de: (Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.)



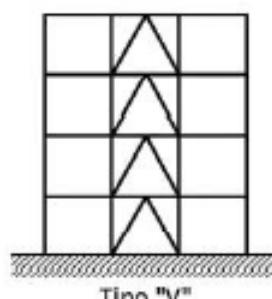
Diagonal Simple



Tipo "X" de  
Dos Pisos



Tipo "X"



Tipo "V"  
Invertida

**IMG-2.11 Pórticos con arriostramientos concéntricos**

Imagen tomada de: (Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.)

## Pórticos con Arriostramientos Excéntricos

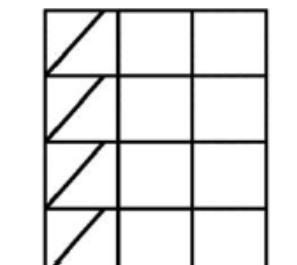
En el sistema de pórticos con arriostramientos excéntricos las líneas de eje entre los arriostramientos, columnas y vigas no se intersecan. Ver Img-2.13

## Pórticos con arriostramientos resistentes al pandeo

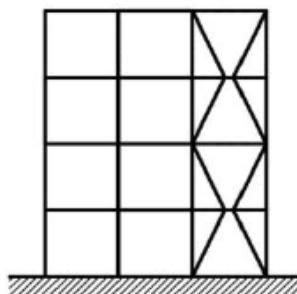
El pórtico con arriostramientos resistentes al pandeo se comporta de la misma manera que los pórticos con arriostramientos concéntricos con la diferencia de que su estabilidad estructural no depende de las riostras sujetas a tracción, sino que las riostras sometidas a compresión, también aportan al sistema. Ver Img-2.12

## Pórticos de paredes de cortante con placa de acero

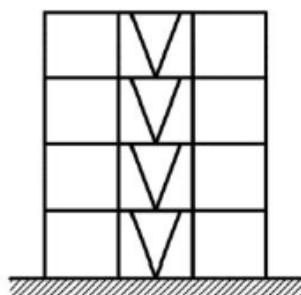
Para este sistema se utiliza una placa de acero que se suelda a las columnas y vigas del pórtico. Este sistema se comporta de manera similar al de una viga tipo "I". La placa de acero cumple las funciones del alma en la viga "I". Ver Img-2.14



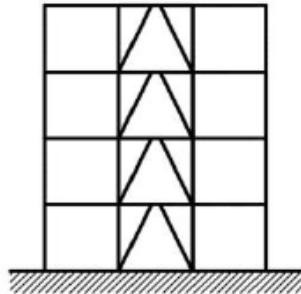
Diagonal Simple



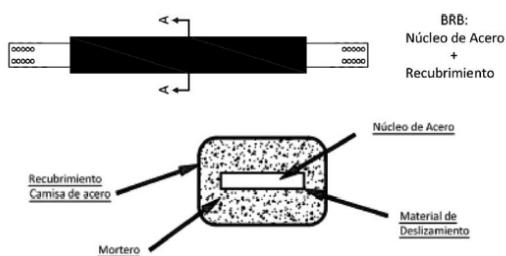
Tipo "X" de  
Dos Pisos



Tipo "V"



Tipo "V"  
Invertida



IMG-2.12 Pórticos con arriostramientos resistentes al pandeo

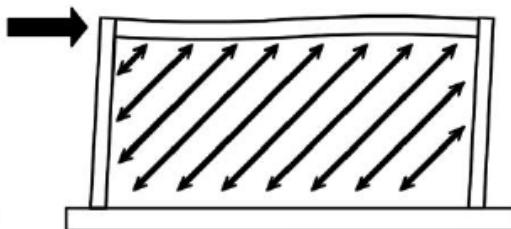
Imagen tomada de: (Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.)



IMG-2.14 Pórticos de paredes de cortante con placa de acero

Imagen tomada de: (Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.)

IMG-2.13 Pórticos con arriostramientos excéntricos  
Imagen tomada de: (Guía Práctica Para El Diseño de Estructuras de Acero, n.d.)

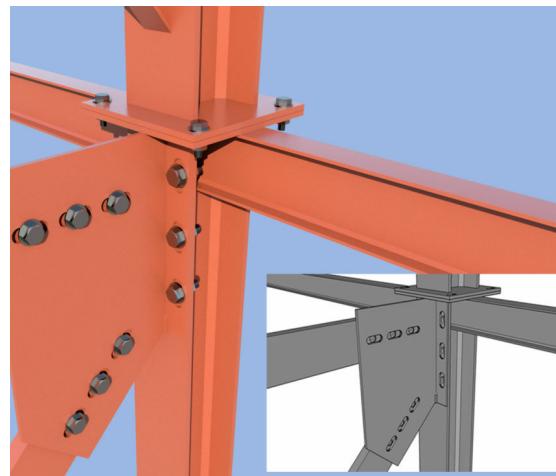


## 2.2.4 DISEÑO DE CONEXIONES, JUNTAS Y SUJETADORES

### Juntas empernadas

Los pernos utilizados en las juntas, deberán ser pernos de Alta resistencia pretensados, completamente tensados.

Ver Img-2.15



**IMG-2.15 Juntas empernadas**

Imagen tomada de: <https://www.civile.es/2018/01/18/modelizacion-estructuras-metalicas-taladros-rasgados-las-uniones-sap2000-elementos-tipo-gap/>

### Pernos y soldaduras en una junta

En una conexión de dos fuerzas no deben compartirse dos tipos de juntas, es decir la suelta y los pernos no deben ser utilizados para compartir fuerzas.

Ver Img-2.16

### Juntas Soldadas

Las soldaduras deben ser diseñadas de acuerdo a las especificaciones indicadas en la AISC 360-10. En la cual se describen algunos tipos de soldaduras, tales como: soldaduras de tope, soldaduras de filete, soldaduras de tapón y de ranura.(AISC 360-10, n.d.). Ver Img-2.17



**IMG-2.16 Pernos y soldaduras en una junta**

Imagen tomada de: <https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-junta-con-el-perno-y-la-soldadura-image72762007>



**IMG-2.17 Juntas Soldadas**

Imagen tomada de: <https://homele.ru/es/to-help-the-plumbing/the-reason-for-the-appearance-of-the-failure-of-the-butt-weld-of-the-pipeline-is-the-main-defects-of-welds-and-their-causes/>

## 2.3 ANÁLISIS DE CASO DE ESTUDIO I ESTRUCTURA METÁLICA

**Proyecto:**

Casa Tiny

Ver imagen 2.18 y 2.19

**Ubicación:**

VALLE DE BRAVO, MÉXICO

**Arquitectos:**

Weber Arquitectos

**Área :**

120 m<sup>2</sup>

**Año :**

2022

**Fotografías :**

Sergio López

### 2.3.1 DISEÑO DE PROYECTO

La casa Tiny está ubicada en el valle de Bravo, México. Es una vivienda aislada, localizada en un terreno amplio y con gran área verde.

La casa Tiny está diseñada como un lugar de descanso. El diseño de la vivienda se caracteriza por un diseño simple y sobrio. Además, se utiliza una forma simple para facilitar el montaje de la vivienda.

Tiene una limitación de construcción en cuanto a tiempo y presupuesto. El proyecto se desarrolló en pocas semanas, para ello se utilizó una modulación y estructura prefabricada.

### 2.3.2 DISTRIBUCIÓN ARQUITECTÓNICA

La vivienda se distribuye en una sola planta en la cual se distribuyen las siguientes áreas: Sala de descanso, comedor ubicados en la terraza al exterior, cocina, sala principal, desayunador, dormitorio máster, baño máster, dormitorio de huéspedes, el cual tiene un diseño particular ya que en un solo espacio se ubican dos camas literas divididas por un baño compartido.

La vivienda tiene algunas características particulares en la distribución de los espacios, ya que se pretende aprovechar al máximo las áreas. Por ejemplo, para separar el área social del área privada se utiliza un gran mueble alargado entre los espacios. Por otro lado, para las camas literas se coloca una cortina para darle privacidad a cada espacio.

### 2.3.3 MATERIALES

Los materiales característicos del proyecto son el metal y la madera. Estos materiales son utilizados debido a sus cualidades estéticas y a su fácil colocación al momento del montaje.

### 2.3.4 SISTEMA CONSTRUCTIVO

La vivienda se eleva sobre una plataforma de estructura metálica, las vigas y columnas de la misma manera son de estructura metálica, se utilizan lamas de madera para conformar las paredes de la casa, se complementan con aislamiento térmico interior.

Las columnas están dispuestas a una distancia de 3,50 metros al eje en la fachada este y oeste y a 13 metros entre ejes en la fachada norte y sur. Se utilizan dos perfiles I, de una sección de 15 cm, con una separación de 10 cm entre cada uno.

Las vigas de la losa de piso se conforman de perfiles I de 40 cm cada 3 metros, las vigas de cubierta están conformadas por perfiles I de 30 cm, tanto principales como secundarias.

La cubierta se conforma en su mayoría por estructura metálica. En la fachada sur se deja un volado de 3,5 m. La cubierta tiene una inclinación en sentido sur-norte.

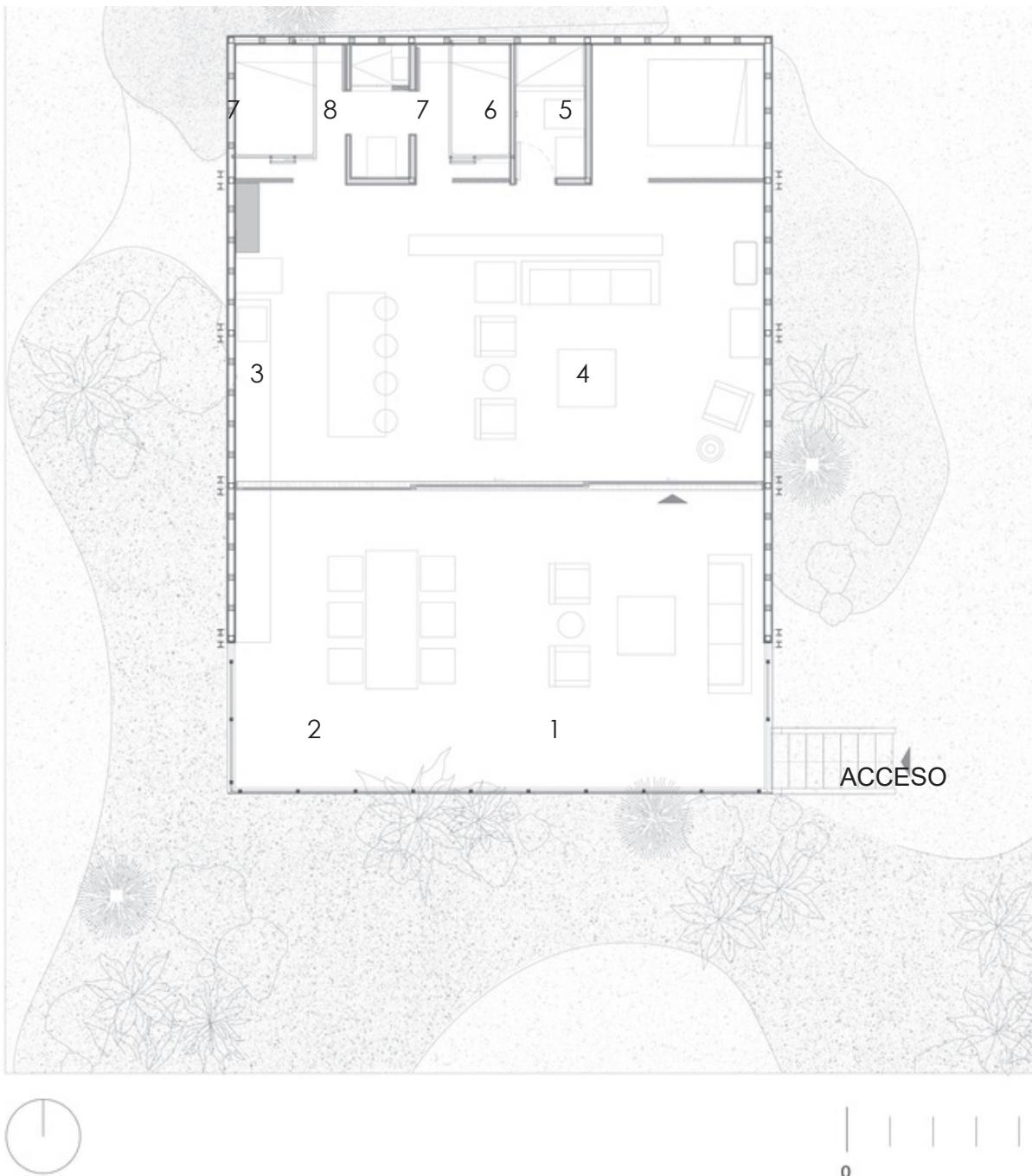


IMG-2.18 Perspectiva Exterior 1 Casa Tiny  
Imagen tomada de: Plataforma arquitectura



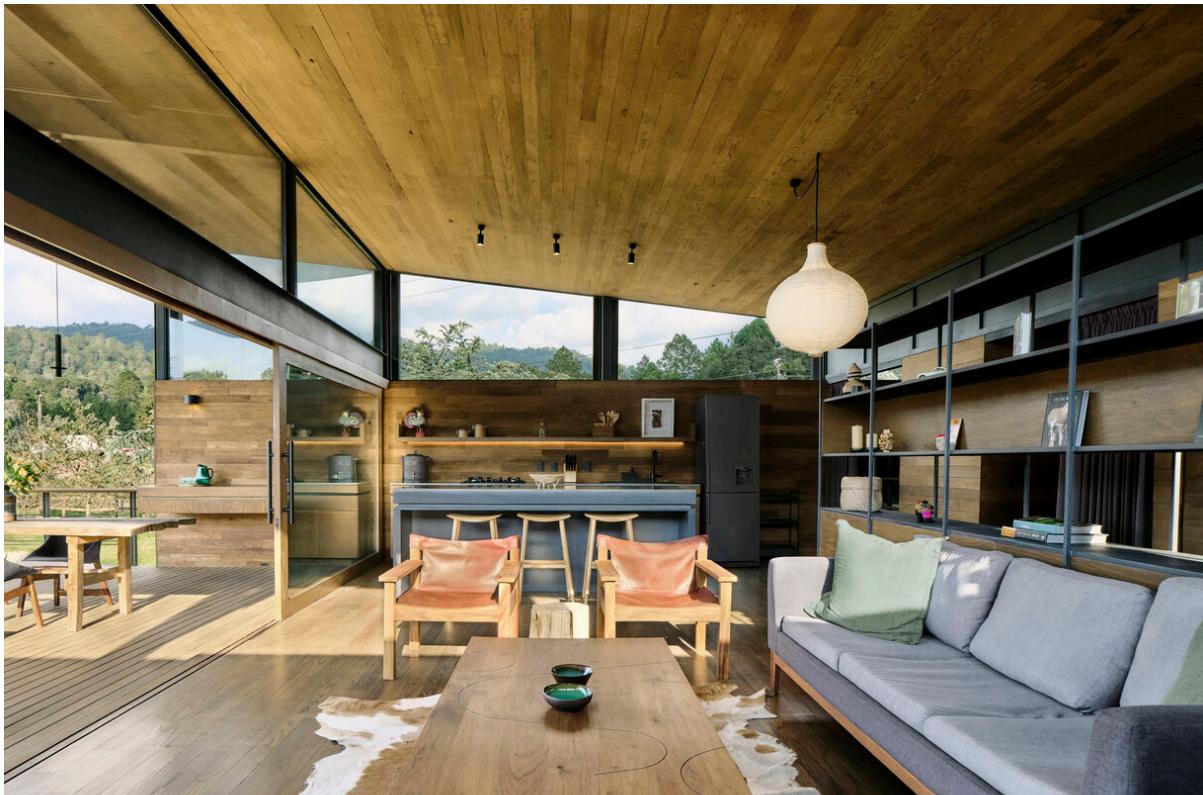
IMG-2.19 Perspectiva Exterior 2 Casa Tiny  
Imagen tomada de: Plataforma arquitectura

## 2.3.5 PLANTA



D.ARQ.-2.01 Planta única  
Escala: 1:150

- 1-SALA, Ver Img-2.20 y 2.21
- 2-COMEDOR
- 3-COCINA
- 4-ESTAR
- 5-DORMITORIO MÁSTER
- 6-BAÑO MÁSTER, SOCIAL
- 7-DORMITORIO COMPARTIDO
- 8-BAÑO COMPARTIDO

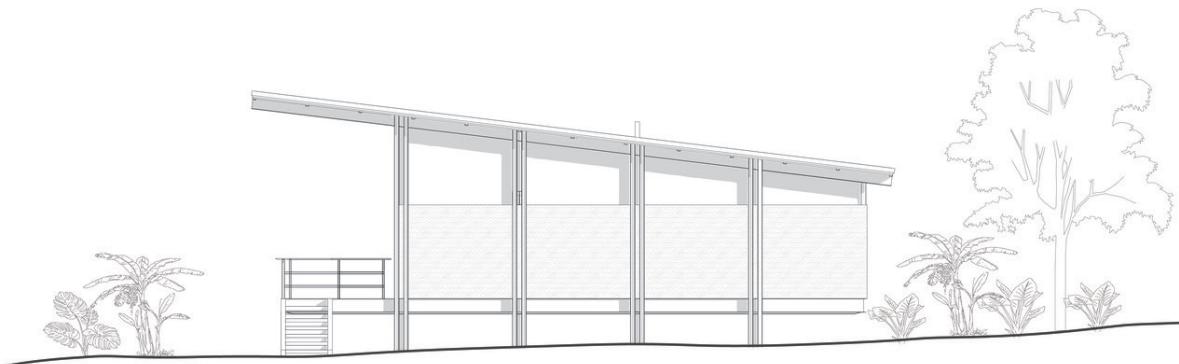


IMG-2.20 Perspectiva Interior 1 Casa Tiny  
Imagen tomada de: Plataforma arquitectura



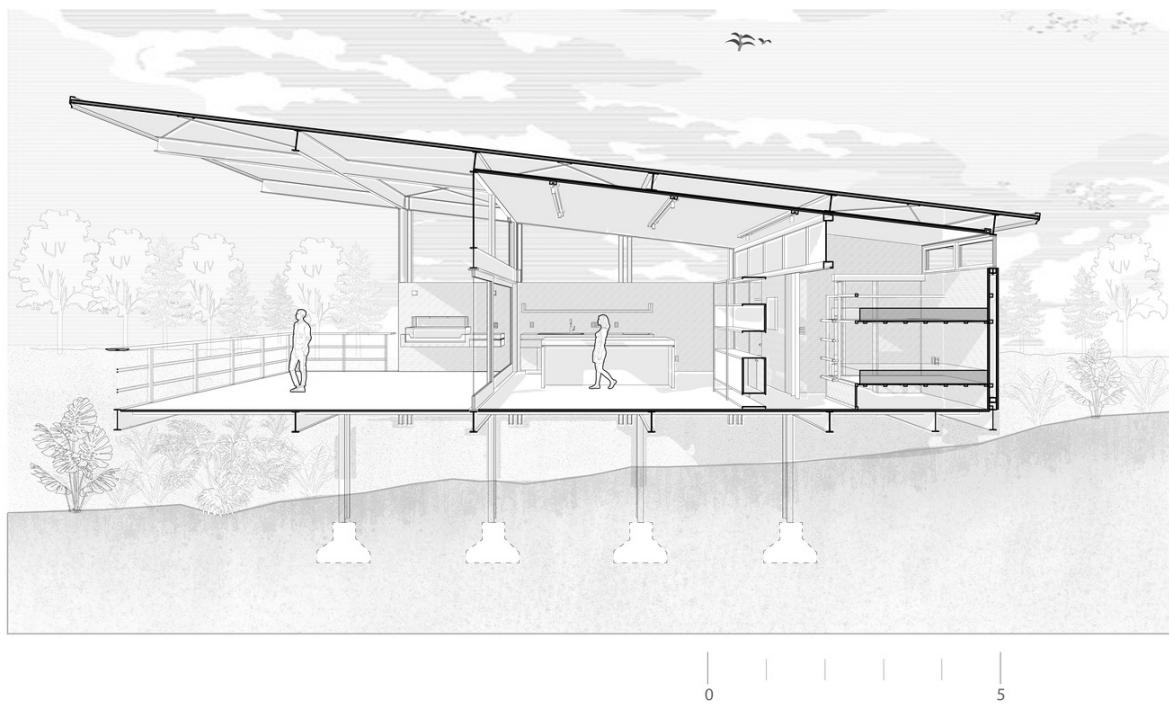
IMG-2.21 Perspectiva Interior 2 Casa Tiny  
Imagen tomada de: Plataforma arquitectura

## 2.3.6 ELEVACIÓN LATERAL DERECHA - ACCESO



D.ARQ.-2.02 Elevación lateral derecha  
Escala: 1:250

## 2.3.7 SECCIÓN PERSPECTIVADA



D.ARQ.-2.03 Sección perspectivada  
Escala: 1:125



IMG-2.22 Perspectiva Exterior 3 Casa Tiny  
Imagen tomada de: Plataforma arquitectura

Los sistemas constructivos que se han desarrollado en la actualidad, han sido pensados en base a nuevas metodologías constructivas basados en procesos industrializados y semi industrializados. (Ver Img-2.23). Esto permite que tanto la eficiencia como la agilidad sean factores fundamentales en el mundo de la construcción.

El bloque de tierra comprimida se ha basado en procesos tradicionales, mejorando las técnicas de producción. Lo que permite seguir manteniendo un material tradicional en edificación modernas, diseñadas en la actualidad. Estos sistemas tradicionales en algunos casos no solamente han mejorado en cuanto a mampostería si no que para la estructura también se han realizado algunas readecuaciones. Tal es el caso de la utilización de estructura metálica en la construcción de las edificaciones actuales.

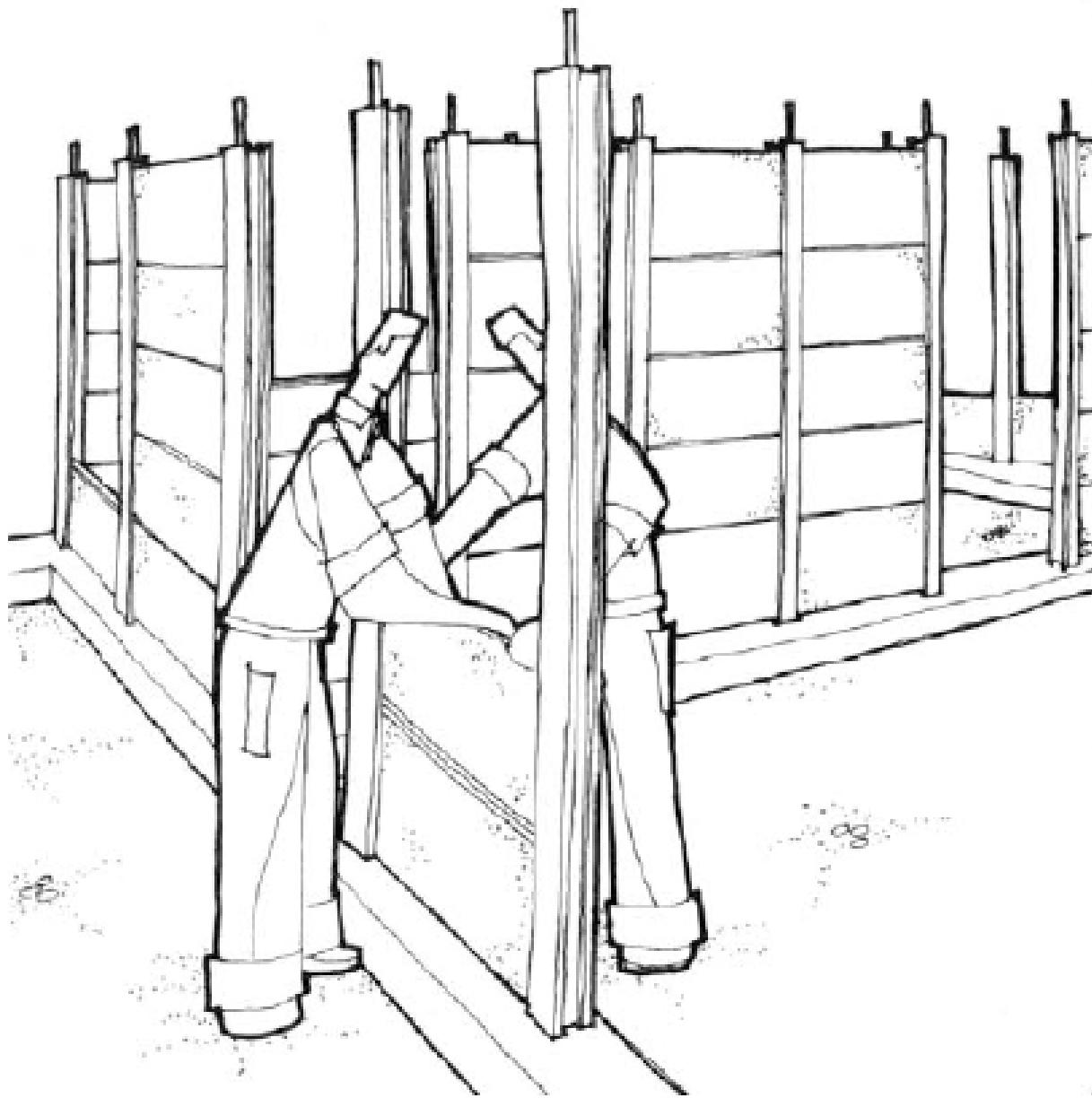
Algunas de las ventajas de estos sistemas constructivos son de gran ayuda, debido a que permiten reducir los tiempos de construcción en obra, mejoran la resistencia de los materiales al ser construidos mediante procesos industrializados, beneficios en cuanto a acabados, entre otros.

La casa Tiny utilizada como caso de estudio está construido en estructura metálica, éste se estudia debido a que las características que tiene este proyecto se pretenden utilizar para el diseño del nuevo proyecto. La casa Tiny se caracteriza por su forma simple, fácil montaje y tiempo de construcción. Se estudia la distribución, los materiales, el sistema constructivo, la ubicación, entre otros.



IMG-2.23 Sistemas constructivos prefabricados

Imagen tomada de: LA PREFABRICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN MODERNA | El Oficial



## CAPÍTULO 3

# Sistema constructivo Sandino y sus adaptaciones

**IMG-3.01 Sistema Constructivo Sandino**

Imagen tomada de: <https://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/spanish/sk01ms/sk01ms0n.htm>

## INTRODUCCIÓN

El sistema constructivo de una edificación o vivienda es la metodología mediante la cual será elaborado el proyecto. Es la decisión más importante que se toma antes de su realización, ya que de ello depende la resistencia estructural y la elección de los materiales para el acabado. (Vista de análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema Sandino en la comunidad Canasí, n.d.)

En el capítulo a continuación se tratará acerca del sistema constructivo Sandino (Ver Img-3.01. Dicho sistema será utilizado para el diseño del proyecto.

Se analizarán las medidas estándar, el material con el que se diseña o trabaja, la colocación y ubicación de los pilares y vigas de los dos sistemas constructivos mencionados anteriormente. (Vista de análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema Sandino en la comunidad Canasí, n.d.)

Se realizan cambios de material respecto al sistema constructivo original. La utilización de la tierra para los paneles utilizados para la mampostería se realiza debido a que la tierra es un material bastante utilizado y de muy buena aceptación por la gente en la ciudad de Cuenca. Además, para reducir los costos del material de una vivienda popular se puede utilizar la tierra propia del terreno.

De la misma manera, antiguamente se construía con sistemas constructivos compuestos por tierra del lugar. En varias zonas de la ciudad se mantienen las viviendas construidas con tierra. La idea al realizar este cambio de material en un sistema prefabricado es mantener la materialidad que antiguamente se utilizada con un proceso más rápido y eficaz.

## 3.1 ESTUDIAR EL SISTEMA CONSTRUCTIVO SANDINO

### 3.1.1 HISTORIA

El sistema constructivo Sandino ha sido utilizado en Cuba alrededor de 50 años, para la construcción de viviendas unifamiliares y multifamiliares, en zonas urbanas y rurales.

El sistema Sandino fue utilizado al principio de la Revolución para la construcción de viviendas, albergues agrícolas, escuelas, policlínicos y centros comerciales.

Este sistema es utilizado para viviendas de una, dos y tres plantas. Para su construcción se utilizan paneles pequeños que no requieren grúa para su ejecución. (Vista de análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema Sandino en la comunidad Canasí, n.d.)

### 3.1.2 ¿QUÉ ES EL SISTEMA SANDINO?

El sistema Sandino es un sistema prefabricado, con una tecnología simple en cuanto a su fabricación y montaje. Tiene un adecuado comportamiento ante fenómenos climatológicos externos. Una de sus ventajas más importantes es la versatilidad para acoplarse con otros materiales de acabados.

Las columnas y paneles son obtenidas de las plantas, para la conformación de los muros. Los elementos estructurales, vigas, entrepisos y cubiertas son colocadas in situ, dejando la posibilidad de utilizar otros sistemas prefabricados. (Vista de análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema Sandino en la comunidad Canasí, n.d.)

El sistema Sandino bloque-panel consiste en la composición de paredes, pequeñas columnas y paneles prefabricados de hormigón. Tiene una medida entre ejes de 1,04 m, el cual está compuesto por 5 paneles de hormigón o ventanas en base al diseño.

Las luces que se manejan para vivienda varían entre 3,12 o 4,16 m y un máximo de 6,24 m, con la utilización de vigas o cerchas. Las columnas son de hormigón ligeramente armado y tienen una sección de 110x110 mm, con una altura de 2,43 m. (Samaniego, n.d.)

Los paneles utilizados para la mampostería son de hormigón, sin refuerzo de acero. Las dimensiones son de 94,5x48,6x6 cm y pesa 65 kg. Para la composición de dicha panelería pueden utilizarse materiales como: cerámica, cáscara de arroz con cemento, hormigón con fibras vegetales, entre otros.

## 3.1.3 AUTOCONSTRUCCIÓN

El término Autoconstrucción se denomina de la palabra inglesa Self-housing. La misma que se refiere al fenómeno de los poblamientos no planificados de Latinoamérica, que se caracterizan por ser viviendas construidas por la misma persona que lo habita. Ver Img-3.02. (Brunnermeier & Palia, 2016; Salas et al., 1988; Sauquet Llonch, 2013)

Esta técnica es una manera diferente de solventar las necesidades de una vivienda mediante una construcción formal. La autoconstrucción es una respuesta creativa y natural en base a las posibilidades y necesidades del usuario. Es decir, es una construcción progresiva. (Brunnermeier & Palia, 2016; Salas et al., 1988; Sauquet Llonch, 2013)

Algunas de las características de la autoconstrucción están relacionadas al auto diseño, autogestión, métodos de autoayuda, bancos de materiales, construcción progresiva y en algunos casos mediante integración de nuevos elementos y conceptos.

La autoconstrucción es una metodología tradicional utilizada en las zonas rurales desde los años sesenta. Ver Img-3.03. (Brunnermeier & Palia, 2016; Salas et al., 1988; Sauquet Llonch, 2013)



**IMG-3.02 Autoconstrucción**

Imagen tomada de: Autoridades buscan que autoconstrucción de vivienda sea de calidad - Pulso Laboral ([elpulsolaboral.com.mx](http://elpulsolaboral.com.mx))



**IMG-3.03 Autoconstrucción**

Imagen tomada de: Autoconstrucción | Tag | ArchDaily Colombia

## 3.1.4 ¿DE DÓNDE NACIÓ ESTE SISTEMA?

El sistema (Ver Img-3.04, 3.05, 3.06 y 3.07), fue creado por el Arq. José M. Novoa, en La Habana, Cuba, en los años 50. Dicho sistema se sigue utilizando hasta la actualidad, mayormente en zonas rurales. Algunas plantas de producción siguen utilizando este sistema debido a la rapidez con la que se construyen las viviendas y por la posibilidad de continuar explotando las ventajas económicas (Vista de análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema Sandino en la comunidad Canasí, n.d.)



**IMG-3.04 Viviendas Sistema Sandino**

Imagen tomada de: (Vista de Análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema sandino en la comunidad Canasí, n.d.)



**IMG-3.05 Viviendas Sistema Sandino**

Imagen tomada de: (Vista de Análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema sandino en la comunidad Canasí, n.d.)



**IMG-3.06 Viviendas Sistema Sandino**

Imagen tomada de: (Vista de Análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema sandino en la comunidad Canasí, n.d.)



**IMG-3.07 Detalle Sistema Sandino**

Imagen tomada de: (Vista de Análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema sandino en la comunidad Canasí, n.d.)

## 3.1.5 VENTAJAS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO SANDINO

- Fabricación a bajo costo
  - Rapidez de ejecución
  - Flexibilidad de diseño
  - Fácil adaptabilidad a las necesidades cambiantes de la construcción
  - No requiere mano de obra estabilizada
- Ver Img-3.08 y 3.09

## 3.1.6 PROCESO DE FABRICACIÓN SANDINO

- Inicialmente se almacenan las materias primas para la elaboración del hormigón.
- Luego se procede a la dosificación por volumen para el mezclado.
- El acero es trabajado manualmente en mesas de trabajo, cuando no se necesitan equipos de soldadura.
- Luego, se procede al hormigonado de los elementos, mediante la compactación manual, se asegura la homogeneidad y la calidad posterior.
- Después, en los días posteriores se realiza el riego con agua de los elementos dentro del molde, varias veces durante el día para garantizar el curado.
- Finalmente se realiza el desmolde para llevarlo a las áreas de almacenamiento.  
(Capítulo VII Juntas entre elementos prefabricados VII.1. Principios generales Y Tipos de juntas, n.d.)



IMG-3.08 Paneles Sistema Sandino  
Imagen tomada de: (Samaniego, n.d.)



IMG-3.09 Armado Sistema Sandino  
Imagen tomada de: (Samaniego, n.d.)

## 3.2 SISTEMA CONSTRUCTIVO

### 3.2.1 MODULACIÓN

#### Medidas del panel

945x486x62 mm de espesor

#### Sección de columna

110x110 mm

#### Luz entre columnas

1040 mm

(Prado, 2011)

### 3.2.2 CIMENTACIÓN

Se utiliza cimentación corrida hormigonada en sitio, apoyada sobre bases cuadradas de hormigón ciclópeo, que se colocan en donde exista una intersección entre dos o más muros. Durante el proceso de hormigonado es necesario dejar pequeños orificios para posteriormente insertar las columnas prefabricadas del sistema Sandino. Estos agujeros se crean con la ayuda de piezas metálicas elaboradas a medida, colocadas antes del proceso de hormigonado. Luego, de la colocación queda una holgura que es rellenada con mortero. Ver Img-3.10, 3.11 y 3.12. (Vista de análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema Sandino en la comunidad Canasí, n.d.)

**CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS SANDINO**  
(Figuras 8.50 y 8.51)

ELEMENTO	CODIFICACIÓN	VOLUMEN/ELEMENTO M <sup>3</sup>	PESO DEL ELEMENTO KG	PESO DEL ACERO/ELEMENTO KG
Columnas	C	0,030	72	2.895
	C - 1	0,028	67	
	C - 2	0,026	63	
	C - 3	0,024	58	
	C - 4	0,022	54	
	C - E	0,026	63	
Paneles	P -1	0,0271	62	

El sistema es lo suficientemente flexible para permitir el uso de marcos de puertas y ventanas de acuerdo a las características del país donde se construye.

**Tabla 8.5**

#### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS MATERIAS PRIMAS DEL SISTEMA SANDINO:

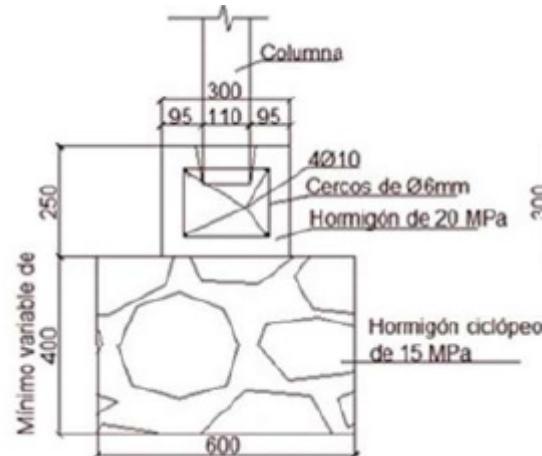
HORMIGÓN:	Consistencia blanda con asentamiento entre 80-120 mm. Resistencia característica a la compresión: 200 kg/cm <sup>2</sup>
CEMENTO:	Portland P-250
ÁRIDOS:	Naturales o artificiales, siempre que cumplan con las especificaciones y tamiz N°200.
ACEROS:	Liso, en barras laminadas en caliente. Resistencia característica: 2.400 kg/cm <sup>2</sup> .
BARRAS DE ACERO CORRUGADO:	Laminado en caliente. Resistencia característica: 3.000 kg/cm <sup>2</sup> . Alambrón de acero con diámetro de 6,3 mm. de bajo contenido de carbono laminado en frío.
ALAMBRES:	Galvanizado para amarrar de armaduras.
AGUA:	Para la utilización del proceso tecnológico no debe estar contaminada con arcilla ni grasas.
DESENCOFRANTES/ SEPARADORES:	Para moldes de acero: mezcla de aceite soluble con gasoil. Proporción: 1:4 en volumen. Para moldes de madera y hormigón: Sebo industrial con gasoil. Proporción: 1:3 en peso.

## 3.2.3 COLUMNAS

Las columnas son prefabricadas de hormigón armado, con una medida de 2,43 m de alto y una sección de 0.11x0.11 m y un peso entre 63 y 71 kg. Existe la posibilidad de dejar pases para instalaciones eléctricas. Las medidas de las columnas varían dependiendo de la cantidad de muros que lleguen a las mismas por sus cuatro lados. (Vista de análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema Sandino en la comunidad Canasí, n.d.) Las columnas especiales, utilizadas para obras de una planta con crecimiento longitudinal tienen una sección de 0.15x0.25 m cada tercer módulo. (Prado, 2011)

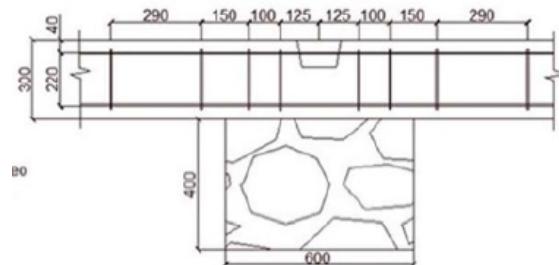
## 3.2.4 PANELES-MUROS

Los muros están conformados por cinco paneles de hormigón elaborados previamente. Estos paneles están dispuestos uno arriba del otro entre los pilares, cubriendo una altura de 2,435 m. El módulo utilizado es de 1.04 m entre ejes. Sus dimensiones son de 945x486x62 mm. (Prado, 2011) Ver Img-3.13, 3.14, 3.15 , 3.16 y D.Arq-3.01 y 3.02



**IMG-3.10 Detalle de cimentación Sistema Sandino**

Imagen tomada de: (Vista de Análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema sandino en la comunidad Canasí, n.d.)



**IMG-3.11 Detalle de cimentación Sistema Sandino**

Imagen tomada de: (Vista de Análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema sandino en la comunidad Canasí, n.d.)



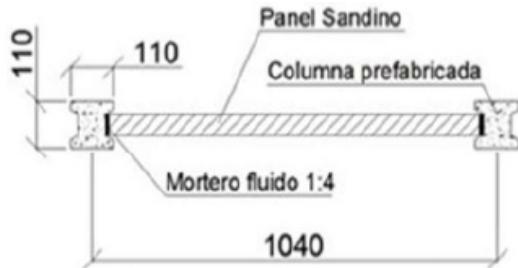
**IMG-3.12 Detalle de cimentación Sistema Sandino**

Imagen tomada de: (Vista de Análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema sandino en la comunidad Canasí, n.d.)



**IMG-3.13 Paneles, Sistema Sandino**

Imagen tomada de: (Vista de Análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema sandino en la comunidad Canasí, n.d.)



**IMG-3.14 Panel Sistema Sandino**

Imagen tomada de: (Vista de Análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema sandino en la comunidad Canasí, n.d.)



**IMG-3.15 Panel colocado en Sistema Sandino**

Imagen tomada de: (Vista de Análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema sandino en la comunidad Canasí, n.d.)



**IMG-3.16 Número de paneles, Sistema Sandino**

Imagen tomada de: (Vista de Análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema sandino en la comunidad Canasí, n.d.)

## 3.2.5 VIGA DE CERRAMIENTO

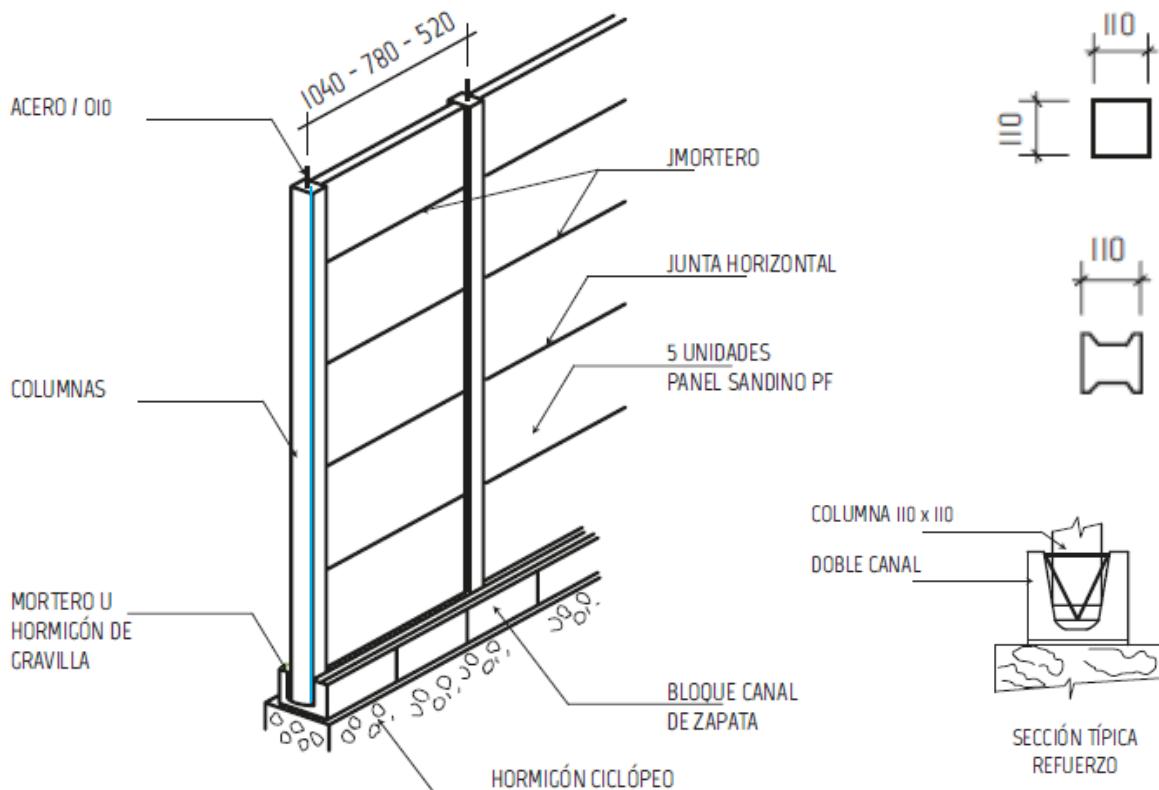
Para el sistema constructivo se utiliza una viga de cerramiento hormigonada en sitio, necesaria para rigidizar el muro. Es necesaria una varilla de acero que sobresale de la columna prefabricada, para crear una unión entre el muro y la viga. Estas vigas también son utilizadas para el soporte superior, en las cuales se dejan unos orificios que permiten que las columnas queden perfectamente insertadas. (Vista de análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema Sandino en la comunidad Canasí, n.d.)

## 3.2.6 ENTREPISO - CUBIERTA

Existen algunas opciones para el entrepiso y la cubierta pero generalmente se utilizan losas prefabricadas de 0.1 m de espesor y un ancho menor a 1.0 m, medida necesaria para cumplir con las medidas entre ejes de columna.

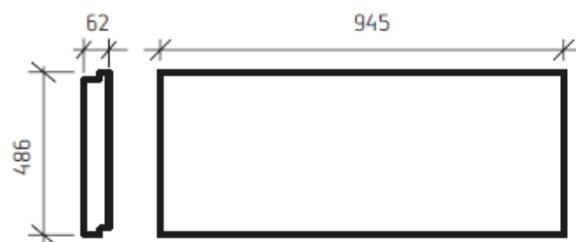
Las losas de cubierta son un poco más alargadas para aprovechar esta longitud como voladizos. Estos tienen una medida de 0.55 m. (Vista de análisis patológico de las edificaciones construidas con el sistema Sandino en la comunidad Canasí, n.d.)

## 3.2.7 DETALLES PANELES SANDINO

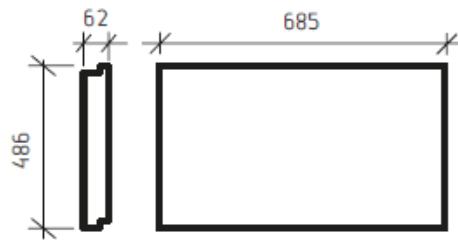


D.ARQ.-3.01 Perspectiva Sistema Sandino  
Escala: S/E

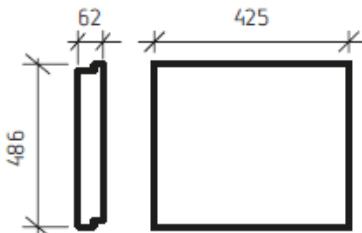
Panel Sandino P-1  
Peso elemento=65 kg



Panel Sandino P-2  
Peso elemento=43 kg



Panel Sandino P-3  
Peso elemento=33 kg



D.ARQ.-3.02 Paneles Sistema Sandino  
Escala: S/E

### 3.3 CAMBIOS QUE SE REALIZA AL SISTEMA SANDINO PARA ADAPTARLO A NUESTRA REALIDAD

El sistema constructivo Sandino debe cumplir con algunas características que se toman como referencia de la norma Brasileña descrita en las tablas a continuación.

Se mencionan algunas características como la fabricación, las características que debe cumplir la tierra, el cemento y el agua. Además, se mencionan las dimensiones, el volumen, el espesor y la resistencia.

#### 3.3.1 ADAPTACIÓN DEL SISTEMA

El sistema constructivo Sandino se toma como referencia en cuanto a su metodología de construcción. El sistema constructivo utilizando paneles soportados entre columnas se mantendrá de la misma manera. El cambio o adaptación que se realizará será la variación de materiales en columnas, vigas y paneles. Las columnas y vigas se realizarán de estructura metálica y los paneles serán de tierra comprimida. (Prado, 2011)

#### 3.3.2 CIMENTACIÓN

La cimentación se mantendrá de la misma manera. Apoyada sobre zapatas de hormigón, con cimentación corrida hormigonada en sitio. Además, se mantiene la planificación previa al hormigonado de los orificios para posteriormente insertar las columnas prefabricadas de pilares metálicos. (Prado, 2011)

#### 3.3.3 COLUMNAS

Así mismo, se mantendrá las dimensiones de las columnas en cuanto a sección y altura. Se utilizan perfiles de acero para la conformación de las columnas, manteniendo la sección original del sistema Sandino. (Prado, 2011)

## 3.3.4 PANELES-MUROS

Los muros van estar conformados por cinco paneles prefabricados de tierra comprimida. Las medidas de las piezas se aplicarán en base a la tesis “Paneles de tierra comprimida”, la cual analiza el módulo de dimensiones 30x90x7 cm, ajustándose al sistema Sandino. (Prado, 2011)

De la misma manera en la tesis “Sistemas constructivos de viviendas con paneles BTC y Bambú” se diseña una vivienda con el sistema Sandino, con bambú para la estructura y paneles de BTC para los muros. (Farfán, López, 2023)

## 3.3.5 VIGA DE CERRAMIENTO

La viga de cerramiento hormigonada será reemplazada por una viga con perfilería de acero, a ésta se le sueldan las varillas que sobresalen de la columna. En esta viga se diseñarán previamente los orificios que permiten la unión con las columnas.

(Prado, 2011)

## 3.3.6 ENTREPISO Y CUBIERTA

Al tener una estructura resistente características del acero se tiene una variedad de sistemas para el entrepiso y cubierta. No existen limitaciones en este caso, más que adaptarse a la modulación del sistema Sandino. (Prado, 2011)

## 3.4 ANÁLISIS DE CASO DE ESTUDIO II SISTEMA SANDINO

**Proyecto:** Sistema constructivo de viviendas con paneles BTC y Bambú  
Ver Img-3.17 y 3.18

**Arquitectos:** Carlos Farfán, Carlos López

**Área :** Tres etapas: 42 m<sup>2</sup>, 56 m<sup>2</sup>, 72m<sup>2</sup>

**Año :** 2023

El proyecto corresponde a una vivienda social, enfocada en arquitectura sostenible. El propósito es que se adapte a las necesidades del usuario, es decir que vaya creciendo en base a la situación económica del propietario. (Farfán, López, 2023)

Se propone una vivienda auto-construible, aprovechando las características y beneficios de los materiales. Se pretende reducir los costos de mano de obra, gracias a la ayuda de los propietarios. (Farfán, López, 2023)

Se plantea una arquitectura modular, en la que se aprovechen cada uno de los espacios interiores, teniendo en cuenta las necesidades del propietario. Se propone también que la vivienda sea desmontable, con el fin de reutilizar los materiales en un 90%. (Farfán, López, 2023)

Se desarrolla una modulación de múltiples de 30 cm, teniendo dos propuestas, la primera de 60x60 cm y la segunda de 90x60 cm. Para este proyecto se escoge el módulo de 90x60 cm por facilidades de distribución en cuanto a dimensiones de puertas y pasillos. Además este módulo facilita la construcción, debido a que la longitud de 90cm cubre una mayor área. (Farfán, López, 2023)

### Programa arquitectónico

Se plantea la construcción del proyecto en tres etapas:

La primera con un área de 42 m<sup>2</sup> ,en la cual se emplaza: cocina, comedor, área social, dormitorio y baño.

En la segunda etapa se plantea un área de 56 m<sup>2</sup> , en la cual se agrega otro dormitorio. (Farfán, López, 2023). Y en la tercera etapa se plantea un área de 72 m<sup>2</sup> , se agrega una sala.

### Sistema Constructivo

Se plantea una cimentación de hormigón ciclópeo de dimensiones 45 cm de ancho por 60 cm de altura, éstas recibirán la carga de las columnas de medidas 21x21 cm, conformadas por cuatro bambúes soportados por medio de una placa metálica de dimensiones 25x25 cm. (Farfán, López, 2023)

### Colocación y disposición de paneles de BTC mejorados

Los paneles son colocados uno sobre otro, soportados por los pilares de bambú. Tienen una dimensión de 90x30x7 cm. Para la fabricación de los paneles se utiliza una prensa en la cual se aplica una presión de 50 T. (Farfán, López, 2023)



IMG-3.17 Perspectiva exterior Sistema Sandino  
Imagen tomada de: Tesis Farfán-López

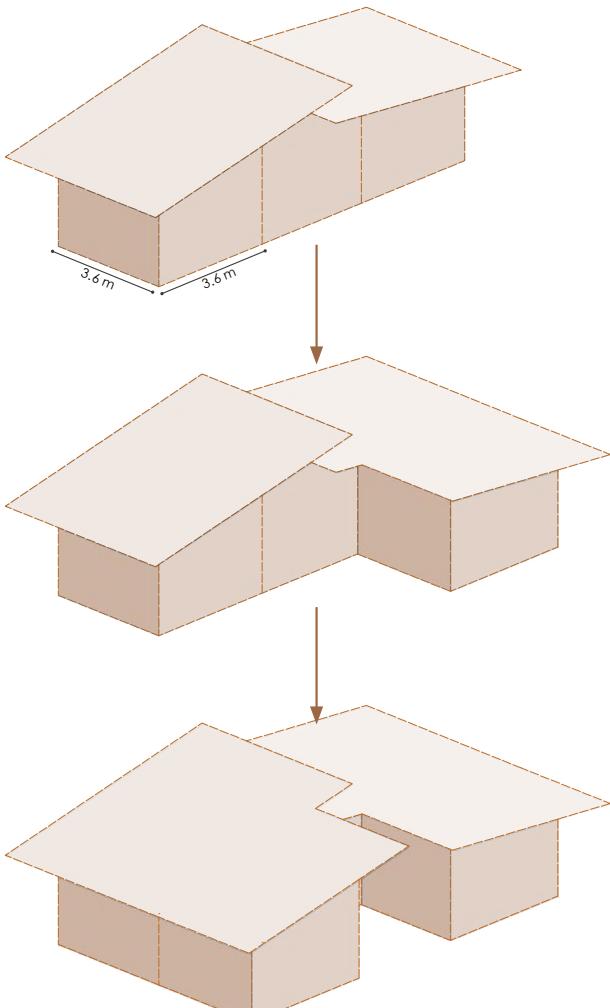
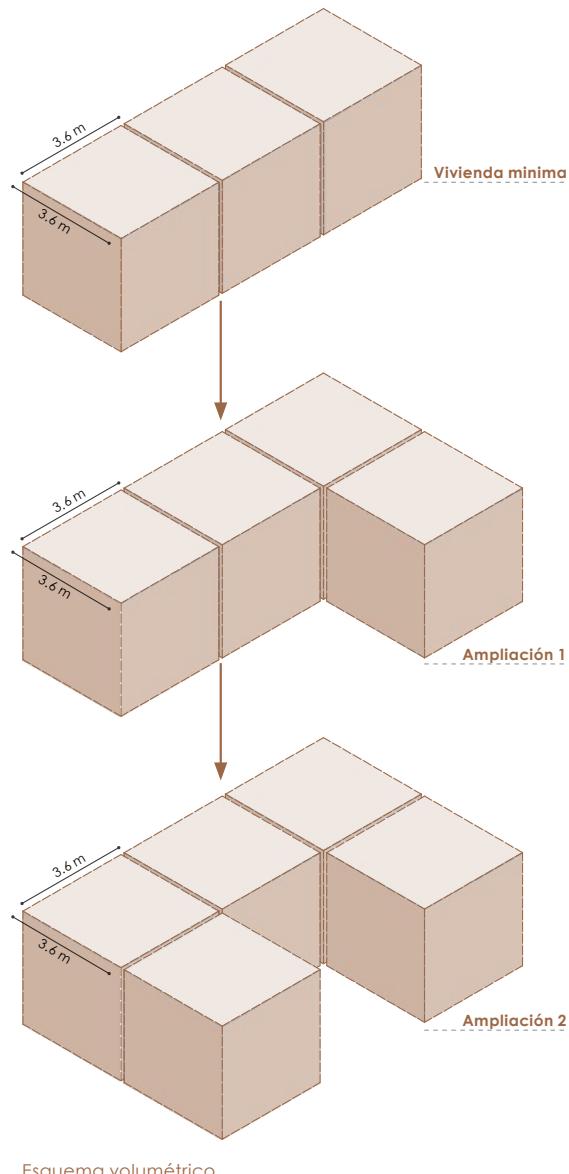


IMG-3.18 Perspectiva interior Sistema Sandino  
Imagen tomada de: Tesis Farfán-López

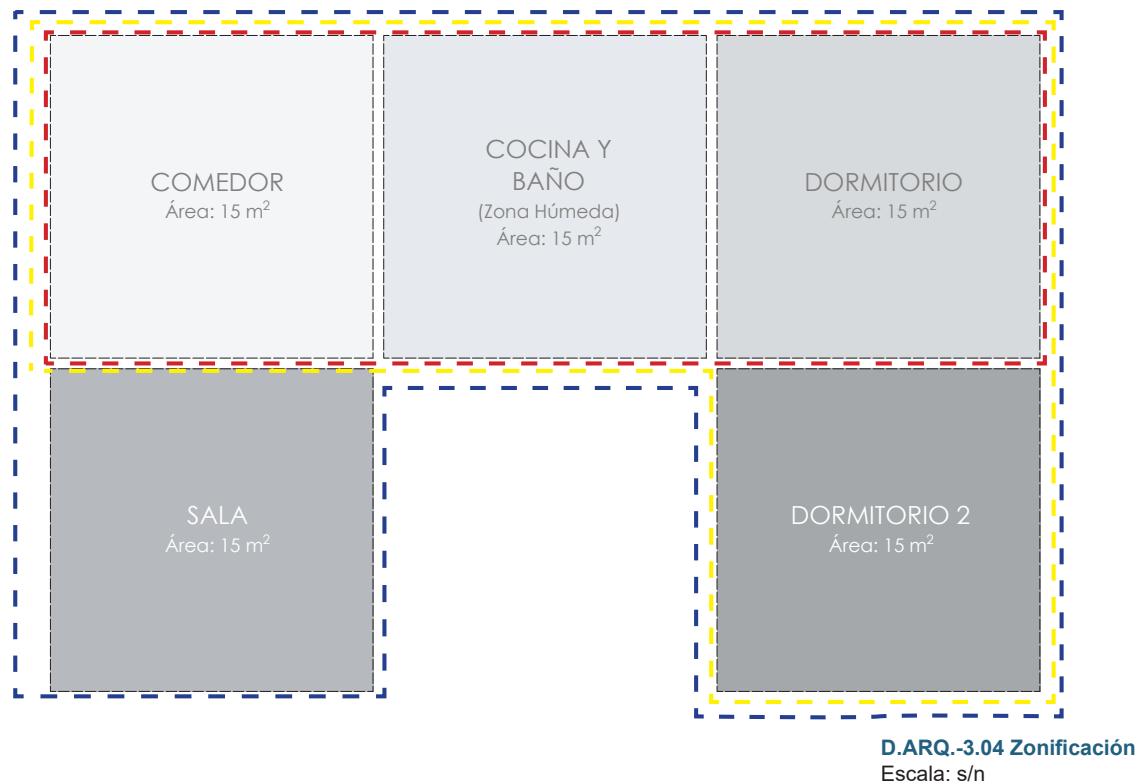
## 3.4.1 MODULACIÓN

La propuesta de diseño arquitectónico comienza con un módulo de 30 cm, a partir del cual se crea una rejilla de 60 cm x 90 cm. Sobre esta rejilla, se desarrolla el diseño y la distribución de la vivienda. Se tienen en cuenta los ejes estructurales principales, que se ubican cada 3.6 metros, lo que da como resultado módulos funcionales de 3.6 x 3.6 metros (espacio libre entre columnas). Estos módulos se replican según la disposición espacial.

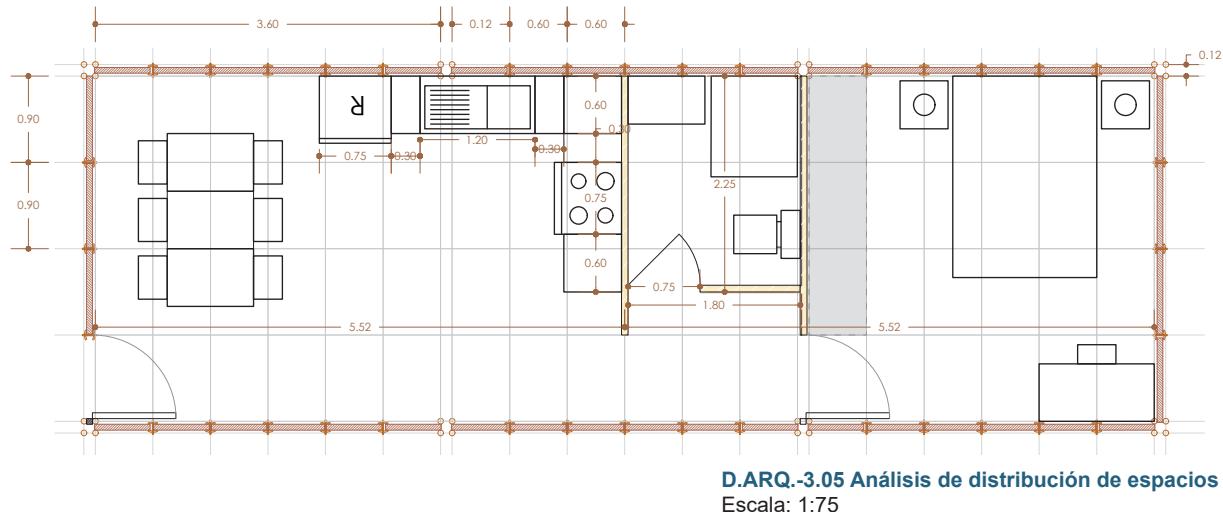
Para las estructuras principales y secundarias, se emplea bambú y paneles prefabricados de tierra comprimida. Estos materiales se ajustan dimensionalmente a lo mencionado anteriormente, siguiendo múltiplos y submúltiplos de 30 cm. Su ensamblaje se basa en el sistema sandino, del cual se hablará en el próximo capítulo.



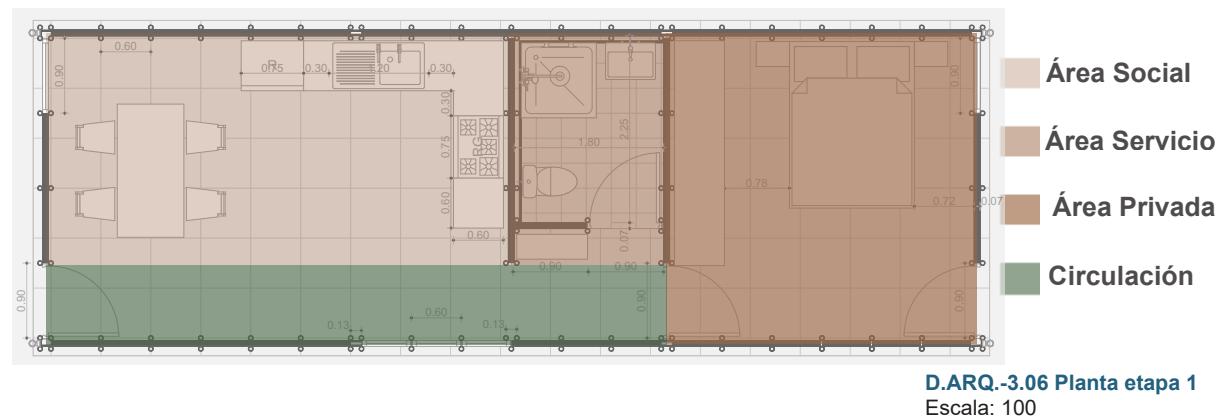
## 3.4.2 ZONIFICACIÓN



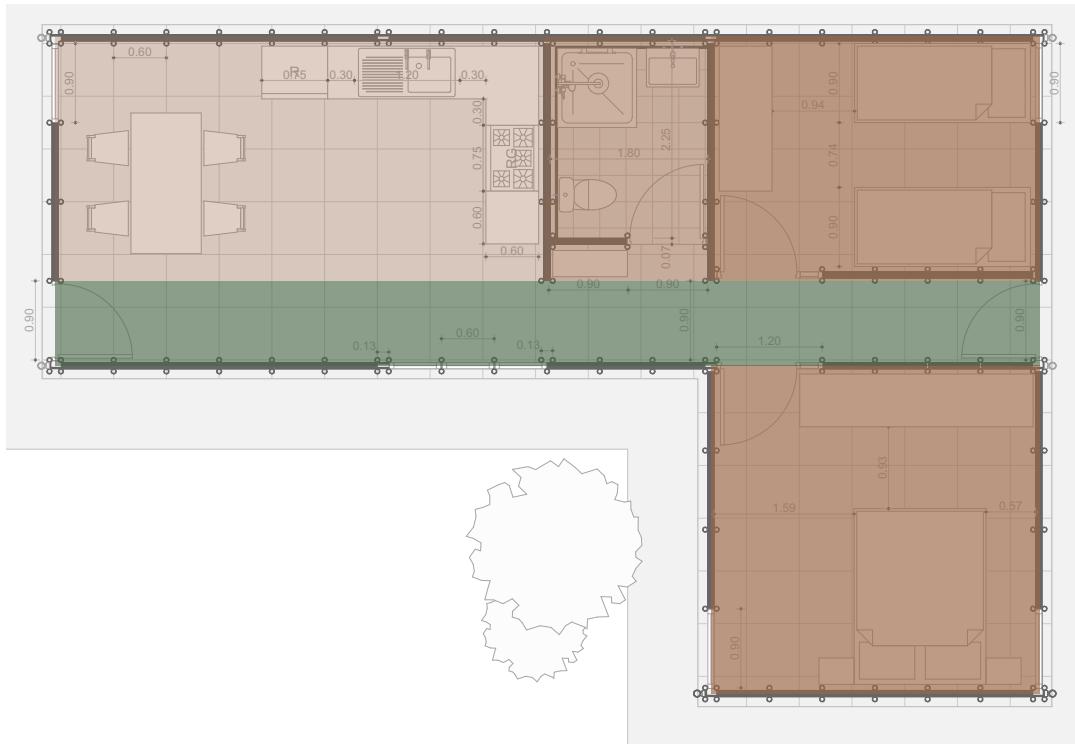
## 3.4.3 ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS, MÓDULO 60x90 cm



## 3.4.4 PLANTA ETAPA 1



## 3.4.5 PLANTA ETAPA 2



**D.ARQ.-3.07 Planta etapa 2**

Escala: 1:100

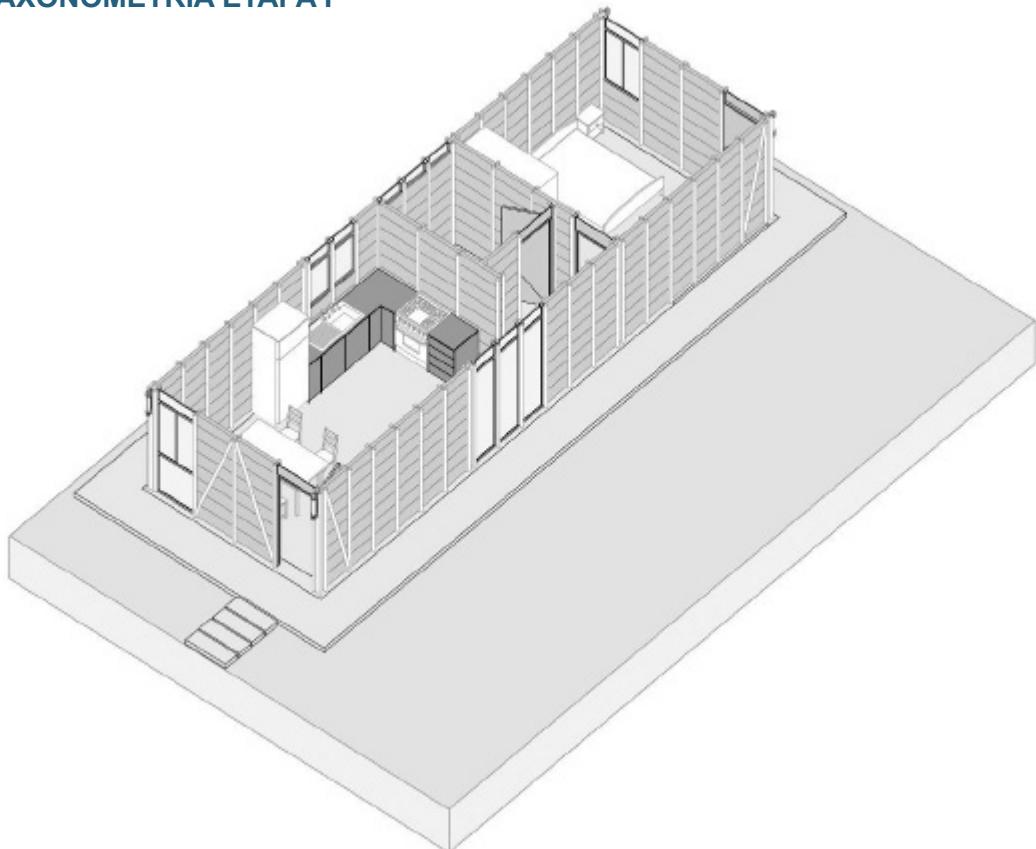
## 3.4.6 PLANTA ETAPA 3



**D.ARQ.-3.08 Planta etapa 3**

Escala: 1:100

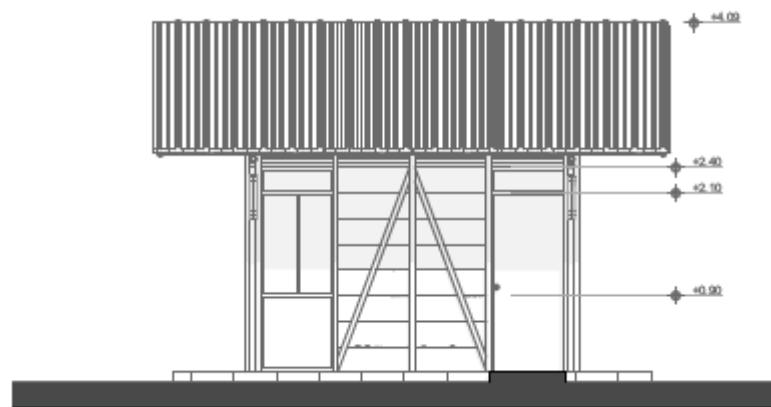
## 3.4.7 AXONOMETRÍA ETAPA I



D.ARQ.-3.09 Perspectiva Etapa 1

Escala: s/n

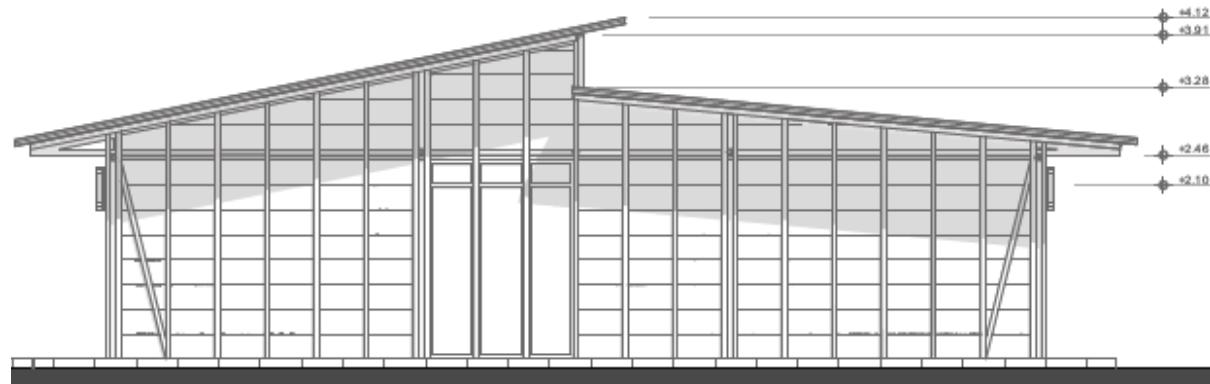
## 3.4.8 ELEVACIÓN LATERAL ETAPA I



D.ARQ.-3.10 Elevación lateral etapa 1

Escala: 1:75

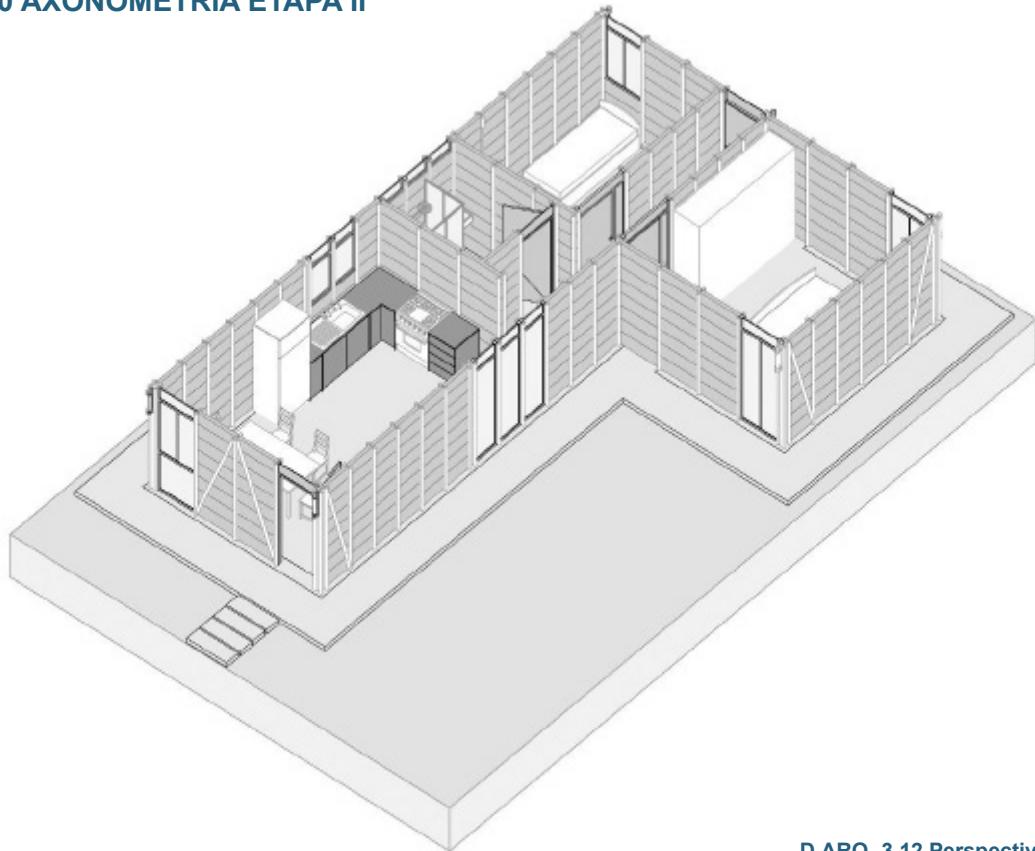
## 3.4.9 ELEVACIÓN FRONTAL ETAPA I



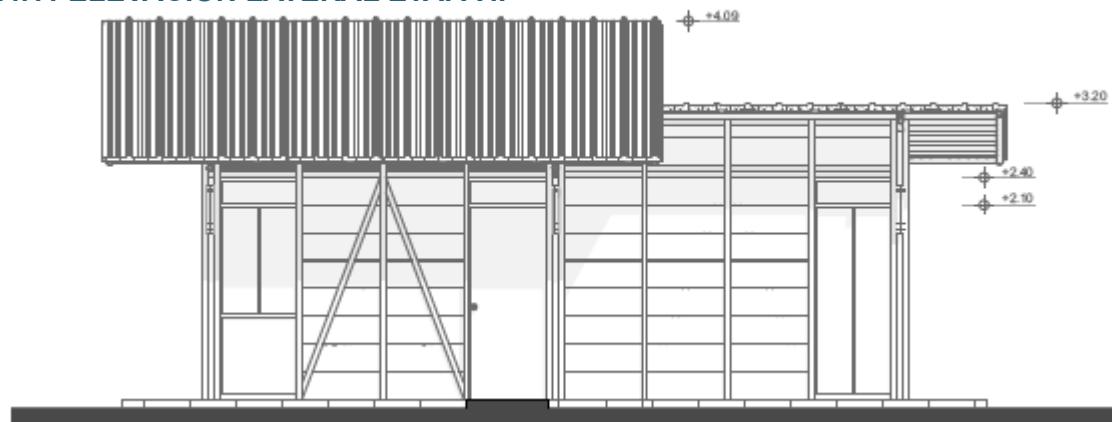
D.ARQ.-3.11 Elevación Frontal etapa 1

Escala: 1:75

## 3.4.10 AXONOMETRÍA ETAPA II

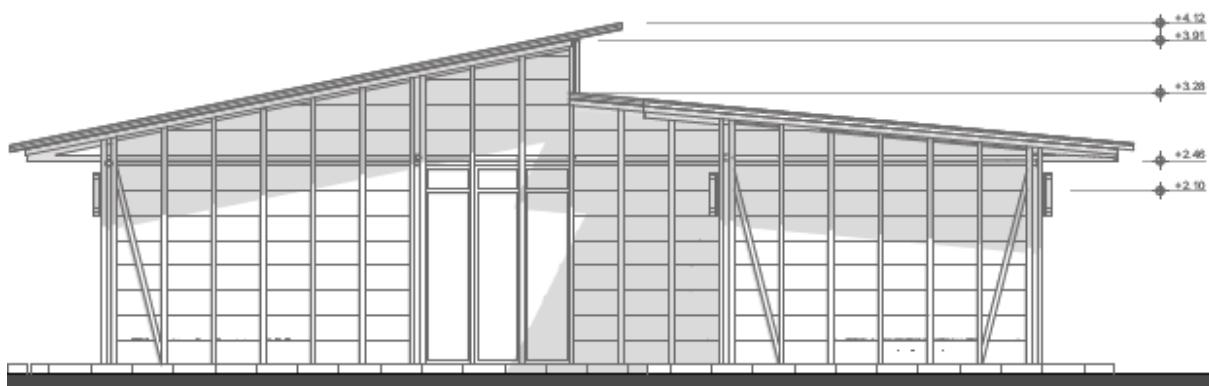


3.4.11 ELEVACIÓN LATERAL ETAPA II



D.ARQ.-3.12 Perspectiva Etapa 2  
Escala: s/n

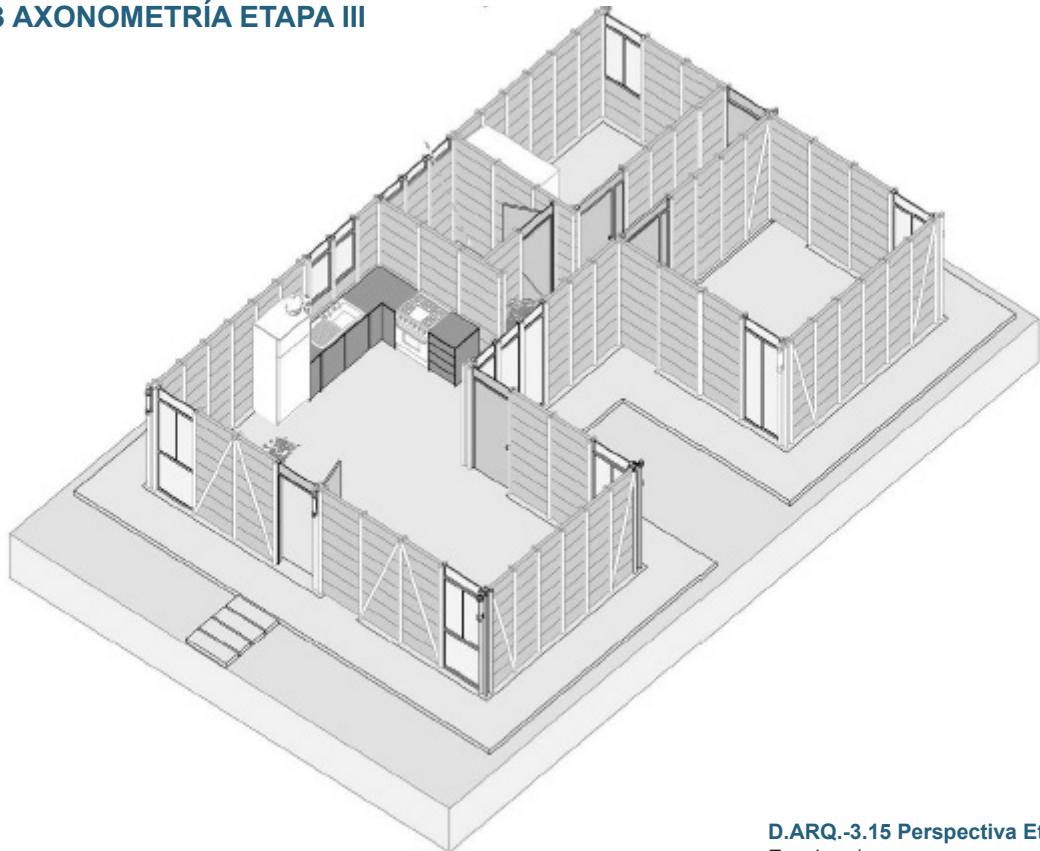
3.4.12 ELEVACIÓN FRONTAL ETAPA II



D.ARQ.-3.13 Elevación lateral etapa 2  
Escala: 1:75

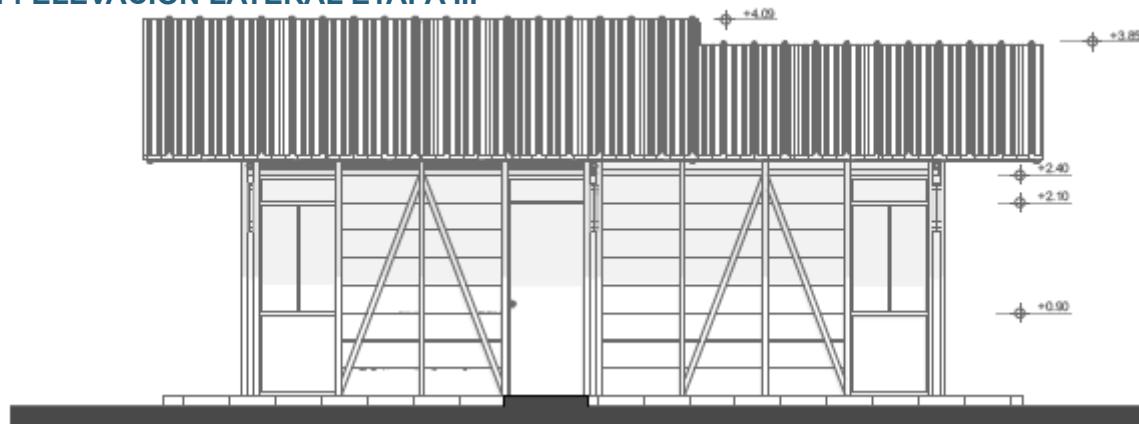
D.ARQ.-3.14 Elevación Frontal etapa 2  
Escala: 1:75

## 3.4.13 AXONOMETRÍA ETAPA III



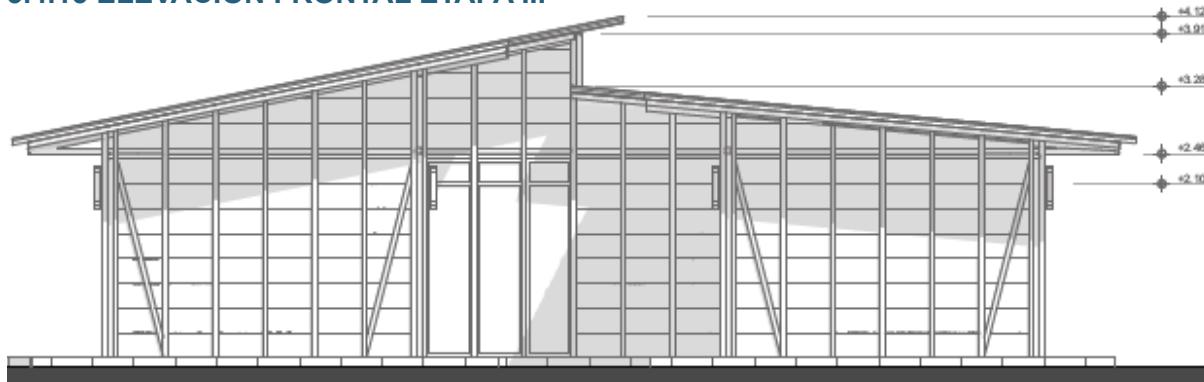
D.ARQ.-3.15 Perspectiva Etapa 3  
Escala: s/n

## 3.4.14 ELEVACIÓN LATERAL ETAPA III



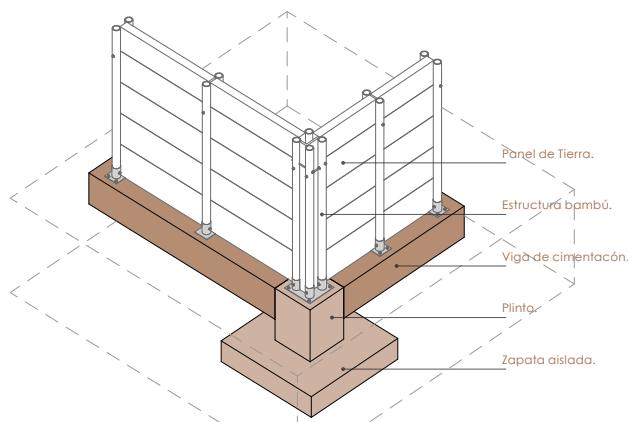
D.ARQ.-3.16 Elevación lateral etapa 3  
Escala: 1:75

## 3.4.15 ELEVACIÓN FRONTAL ETAPA III



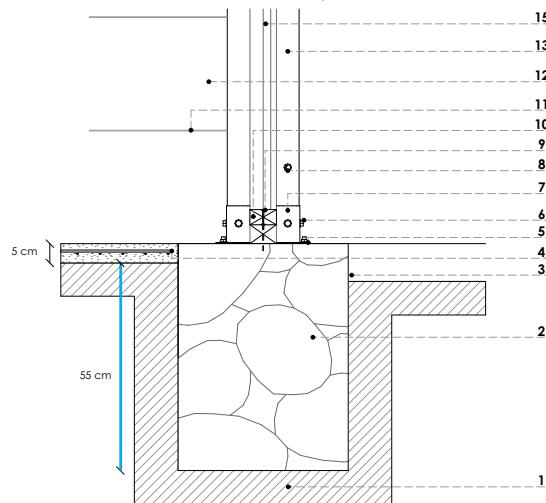
D.ARQ.-3.17 Elevación Frontal etapa 3  
Escala: 1:75

## 3.4.16 SISTEMA CONSTRUCTIVO



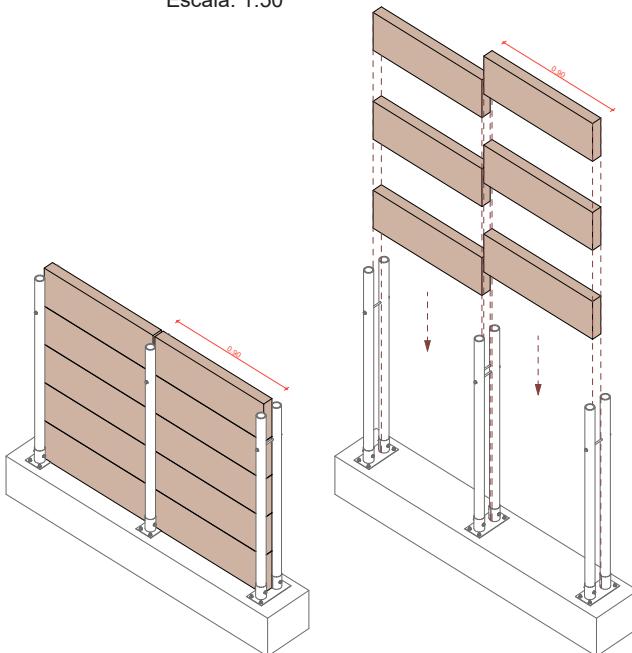
D.ARQ.-3.18 Detalle de muros

Escala: s/n



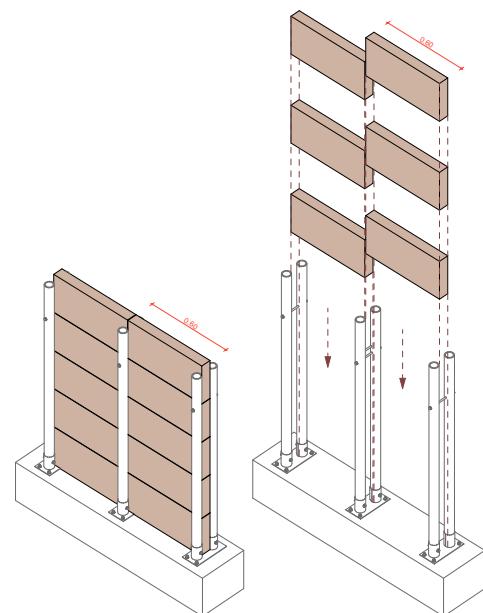
D.ARQ.-3.19 Detalle de cimentación

Escala: 1:50



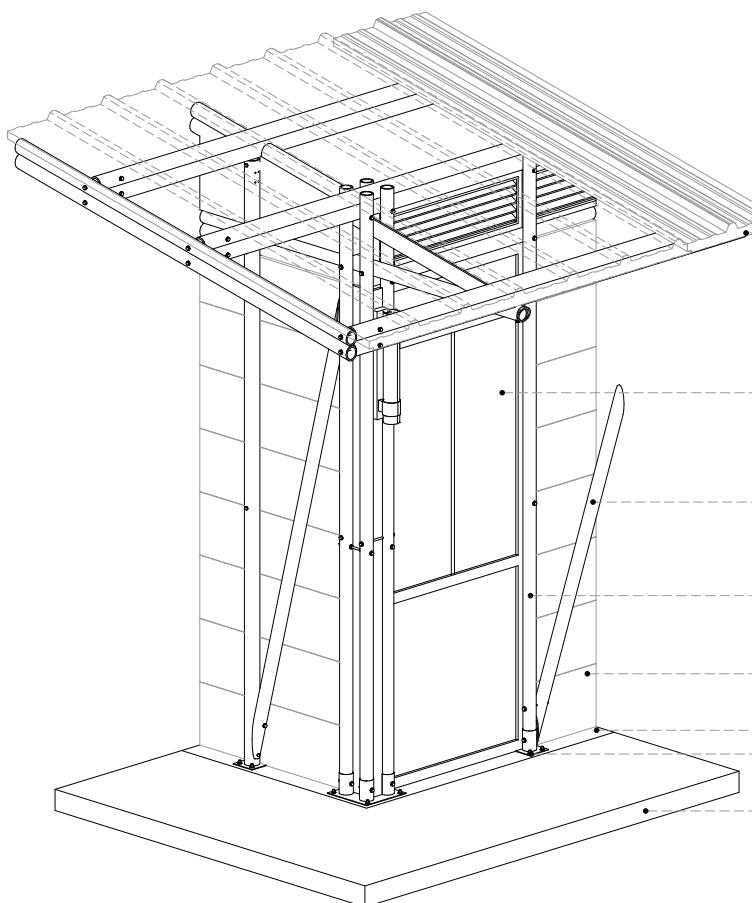
## DESCRIPCIÓN

1. Mejoramiento compactado
2. Hormigón ciclópeo (60% H°, 40% piedra)
3. Vereda de Hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
4. Malla electro soldada R-84
5. Placa metálica  $e = 4 \text{ mm}$
6. Perno de anclaje  $3/8'' \times 3 1/2''$
7. Tubo metálico  $\varnothing 7 \text{ cm}$ ,  $e = 3 \text{ mm}$
8. Varilla lisa con puntas rascadas de 24 cm
9. Tornillo de madera  $8 \times 2 \frac{1}{2}''$
10. Marco de madera de ventana
11. Mortero de tierra
12. Panel BTC de  $0.60 \times 0.30 \times 0.07 \text{ m}$
13. Bambú  $\varnothing = 7 \text{ cm}$
14. Vidrio claro  $e = 6 \text{ mm}$



D.ARQ.-3.20 Detalle de colocación de paneles

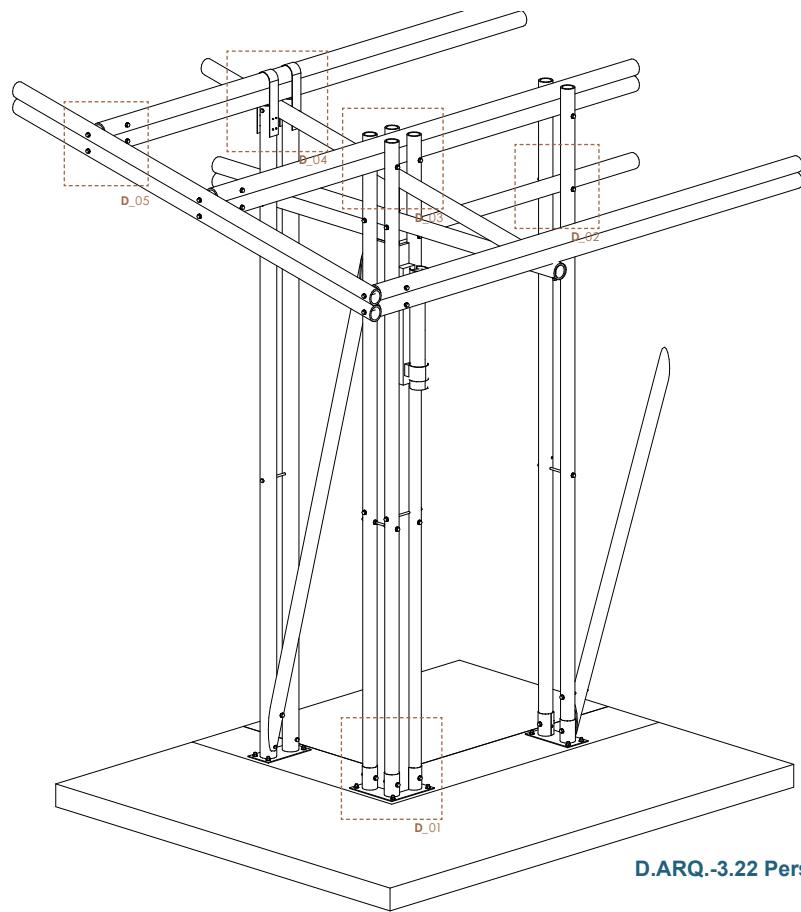
Escala: 1:50



## DESCRIPCIÓN

1. Vereda de Hormigón
2. Anclajes metálicos
3. Cimiento de H°C°
4. Panel de tierra
5. Bambú de 7 cm
6. Diagonal de arriostramiento
7. Ventana de madera
8. Panel termoacústico

D.ARQ.-3.21 Detalle Perspectiva General  
Escala: s/n



D.ARQ.-3.22 Perspectiva General  
Escala: s/n

## Conclusiones

El sistema constructivo Sandino desarrollado en Cuba ha sido de gran ayuda para la construcción de viviendas de bajo costo, permitiendo que las personas tengan acceso a su vivienda propia.

Este es un sistema de fácil colocación, efectivo, económico y eficiente. Se ha venido utilizando en Cuba durante algunos años. Ha tenido gran acogida por su rapidez de armado, permitiendo solventar las necesidades de la población.

Para el desarrollo de la tesis se tiene de ejemplo el sistema Sandino. Es un sistema claro que da la posibilidad de planear nuevas adecuaciones, en cuanto a materiales y acabados.

Se plantea realizar algunas adaptaciones al sistema, tales como: la utilización de acero para la estructura y la utilización de bloques de tierra comprimida, adecuando un poco las medidas de los mismos.

La idea de la utilización de estos dos materiales se da debido a que la estructura metálica es un sistema resistente, de fácil colocación y duradero. Por otro lado, la utilización de la tierra se plantea debido a que es un material tradicional utilizado en varias zonas rurales de Cuenca. Tiene cualidades de aislación térmica y con una buena acogida de las personas que han habitado en una vivienda de tierra.



## CAPÍTULO 4 Diseño de Proyecto

IMG-4.01 Perspectiva Exterior vivienda propuesta  
Imagen tomada por: Diana Cedillo

## INTRODUCCIÓN

En el capítulo a continuación se desarrolla el proyecto arquitectónico de una vivienda prefabricada basado en el sistema constructivo Sandino (Ver Img-4.01), con variaciones respecto a los materiales originales. Dichos materiales son estructura metálica y paneles de BTC. En los capítulos previos se desarrollaron los temas necesarios para poder plantear una propuesta arquitectónica adaptada a una metodología industrializada. Cabe mencionar que el uso que se le dé a la edificación puede ser para: vivienda, bodega, estudio, oficina, entre otros. En este capítulo se realiza el diseño y estudio de la vivienda. La misma que está diseñada para ser emplazada como vivienda aislada. En la imagen 4.02 tomada de la tesis de Carlos Farfán y Carlos López se desarrolló la distribución de las viviendas en el sitio de emplazamiento. En este se puede visualizar que las propuestas están diseñadas con retiros laterales para su colocación. En la propuesta actual que se desarrollará en este capítulo se mantienen las estrategias de ubicación.

Además, en los capítulos previos inicialmente se trataron temas como la utilización de la tierra en la construcción, en el cual se analiza una vivienda construida en adobe en Cuenca. Se estudiaron los sistemas constructivos utilizados actualmente en el Ecuador. Se estudia la industrialización dentro de los procesos de construcción. Luego, se estudiaron sistemas constructivos en los que se utiliza procesos o materiales industrializados.



Posteriormente se analizaron los dos sistemas constructivos, tanto el de estructura metálica como el de sistema Sandino. En cada uno de los sistemas se analiza un caso de estudio. En el sistema constructivo de estructura metálica se estudia una vivienda construida en México, en la cual se aprovechan tiempo y presupuesto. Para ello se utilizó la modulación y una estructura prefabricada. El caso de estudio analizado es preciso en cuanto a la aplicación de este material debido a que las condiciones para el diseño del proyecto son similares en cuanto a la rapidez y agilidad de construcción.

En cuanto al caso de estudio analizado para el sistema Sandino, se trata de una tesis realizada para titulación de pregrado. En la cual, se desarrolla un proyecto aplicando el sistema Sandino con materiales como el bambú para la estructura y los paneles de BTC para los muros. Igualmente se acopla a las condiciones que se necesitan para el diseño del proyecto, debido a que el sistema constructivo y el material utilizado en los muros son los mismos que se necesitan para el desarrollo del proyecto.

En base a los capítulos estudiados anteriormente y a las necesidades actuales del proyecto se establece el programa arquitectónico y áreas de los espacios necesarios para este proyecto. Se establece una trama modular en base a las medidas del sistema constructivo y a las medidas mínimas de una vivienda.

**IMG-4.02 Distribución de viviendas, sistema Bambú y BTC**  
Imagen tomada de: Tesis Farfán-López

## 4.1 DISEÑAR UNA MODULACIÓN PARA EL PROTOTIPO DE EDIFICACIÓN

### 4.1.1 PROGRAMA ARQUITECTÓNICO

#### ESPACIOS PROPUESTOS

##### Área Social

Sala  
Comedor

##### Área de Servicio

Cocina  
Baño Social-Compartido

##### Área Privada

Dormitorio máster  
Dormitorio compartido  
Baño máster  
Circulación

#### Propuesta de diseño

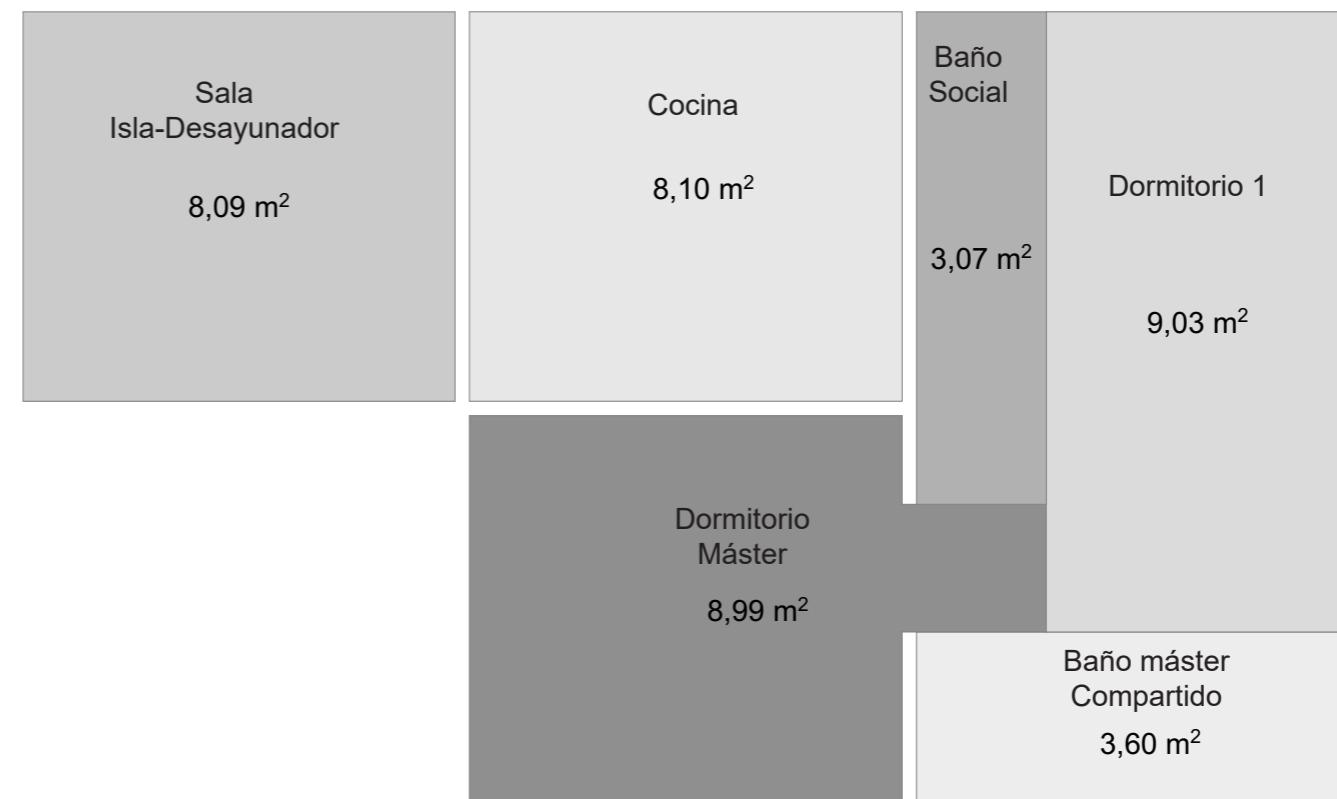
Luego del estudio del sistema constructivo Sandino y estructura metálica se plantea una propuesta de vivienda con los espacios necesarios de servicio, sociales y de descanso.

La vivienda cuenta con una sala, una cocina con un mesón para desayunador, un baño social, un dormitorio máster, un dormitorio compartido; el cual cuenta con una cama simple y dos literas, un baño compartido con el dormitorio máster y el dormitorio compartido.

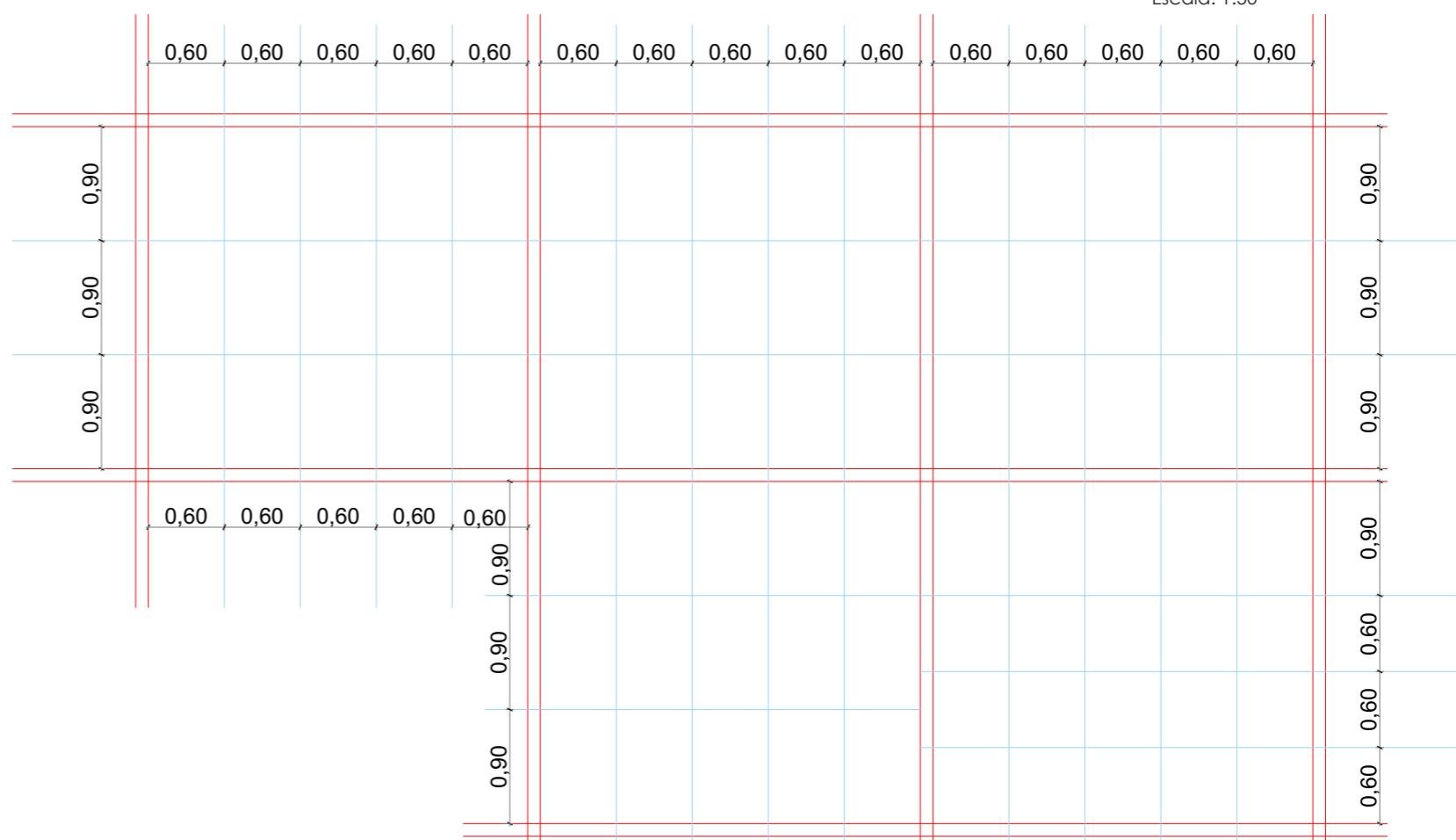
La vivienda es planificada para ser colocada en cualquier espacio ya que tiene un área de construcción de 44,26 m<sup>2</sup>. La idea de las medidas de la vivienda es que pueda ser llevada con facilidad en partes para ser armada y colocada en sitio.

La modulación es diseñada en base a los paneles previamente estudiados en la tesis de "Paneles de Tierra comprimidos" de Kevin Narváez y Juan Pablo Parra. En la cual se proponen paneles de 90 cm y 60 cm de ancho, por 30 cm de alto y 7 cm de espesor.

En cuanto a la protección de aguas lluvia de los paneles se plantea como primera opción que la vivienda tenga aleros en todas sus caras, diseñados lo suficientemente largos para proteger de salpicaduras. Como segunda opción, se plantea que la primera fila de paneles se proteja con una capa de lámina asfáltica, ésta fila tendrá una variación de color con respecto a las demás y como tercera opción se plantea que se utilice un químico al momento de la elaboración de los paneles, ésta utilización de estabilizantes y aditivos para BTC fue probada en la tesis de Kévin Narváez y Juan Pablo Parra.



D.ARQ.-4.01 Programa Arquitectónico  
Escala: 1:50



D.ARQ.-4.02 Trama Modular  
Escala: 1:50

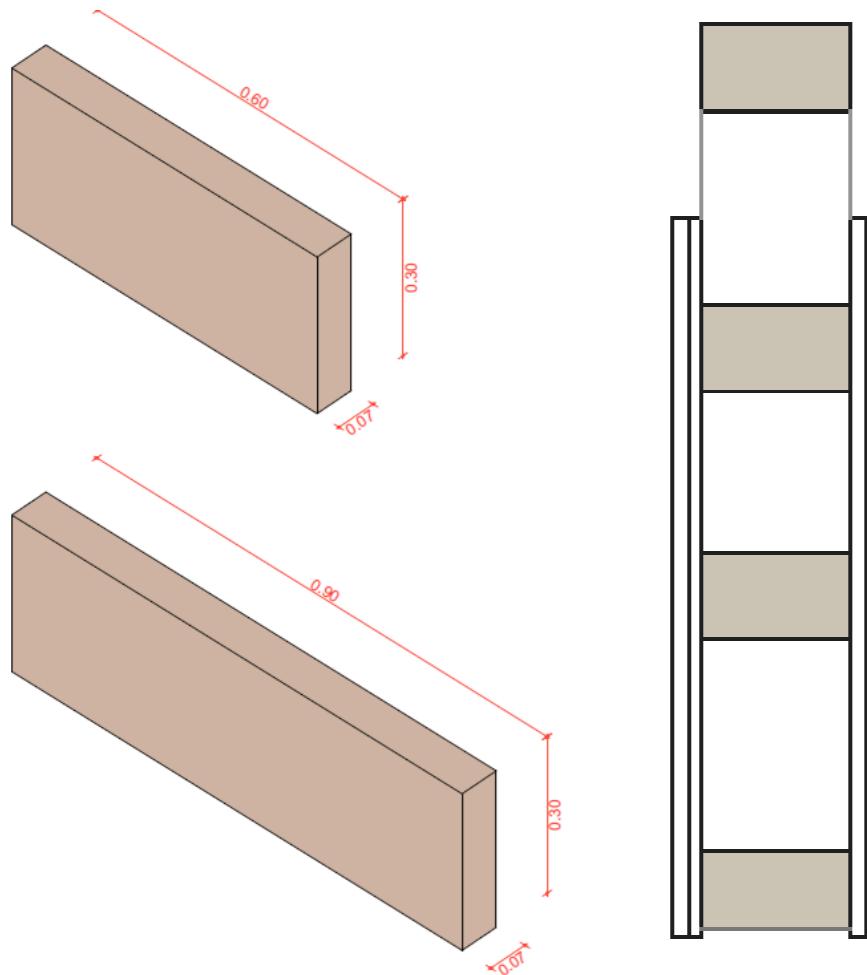
## 4.2 APLICAR MEDIDAS GENERALES QUE SE PUEDA APLICAR A CUALQUIER ESPACIO DE LA EDIFICACIÓN

### 4.2.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO

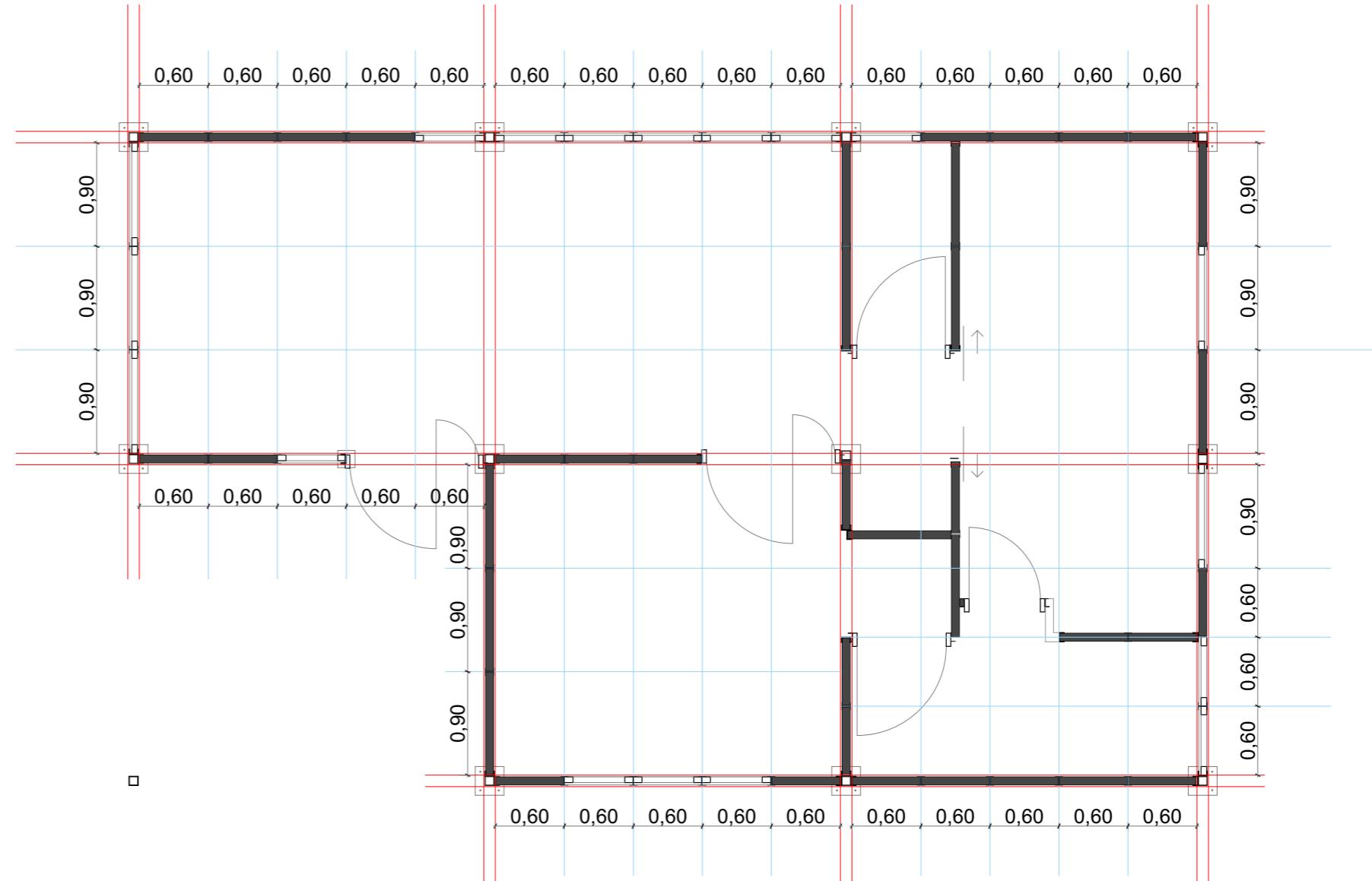
#### Panelería

Los paneles de BTC (bloques de tierra comprimida) de medidas 60 y 90 cm se van colocando conforme a la trama planteada inicialmente. En el sentido horizontal de 3 metros se colocan paneles de 60 cm y en sentido vertical de 2,70 m se colocan paneles de 90 cm. En la zona del baño compartido en sentido vertical, se hace un cambio en la dimensión de los paneles a 60cm para mejor distribución. Cabe mencionar que las dimensiones de la trama utilizada pueden ser aplicadas tanto como para vivienda, como para bodega, edificio, estudio, entre otros.

Como se mencionó anteriormente se utiliza estructura metálica con paneles de tierra comprimida. Para los ejes principales se utilizan columnas cuadradas de 80 mm, conformado por dos perfiles G. Para la colocación de paneles y división de los mismos se colocan dos perfiles tipo C galvanizados (track), dejando la medida exacta para la colocación de los paneles. Las columnas principales son ancladas al piso por medio de una placa cuadrada previamente colocada durante la fundición de la cimentación.



D.ARQ.-4.03 Medidas paneles Sistema Sandino  
Escala: s/n



D.ARQ.-4.04 Panelería  
Escala: 1:50

## 4.3 REALIZAR EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO, ELÉCTRICO E HIDROSANITARIO CON RESPECTO A LA MODULACIÓN

### 4.3.1 ESTRUCTURA

#### Cimentación

Para la cimentación se plantea cadenas de hormigón ciclópeo de sección 35 cm por h=60 cm. Para el soporte de las columnas se colocan dados de hormigón de 35x35 cm y 60 cm de altura.

#### Columnas

Para la conformación de las columnas se utiliza 2 perfiles G que conforman una sección de 80x40x15 mm y un espesor de 2 mm, para los ejes principales. La columna conformada cuadrada se suelda a una placa cuadrada de 25 cm, previamente colocada.

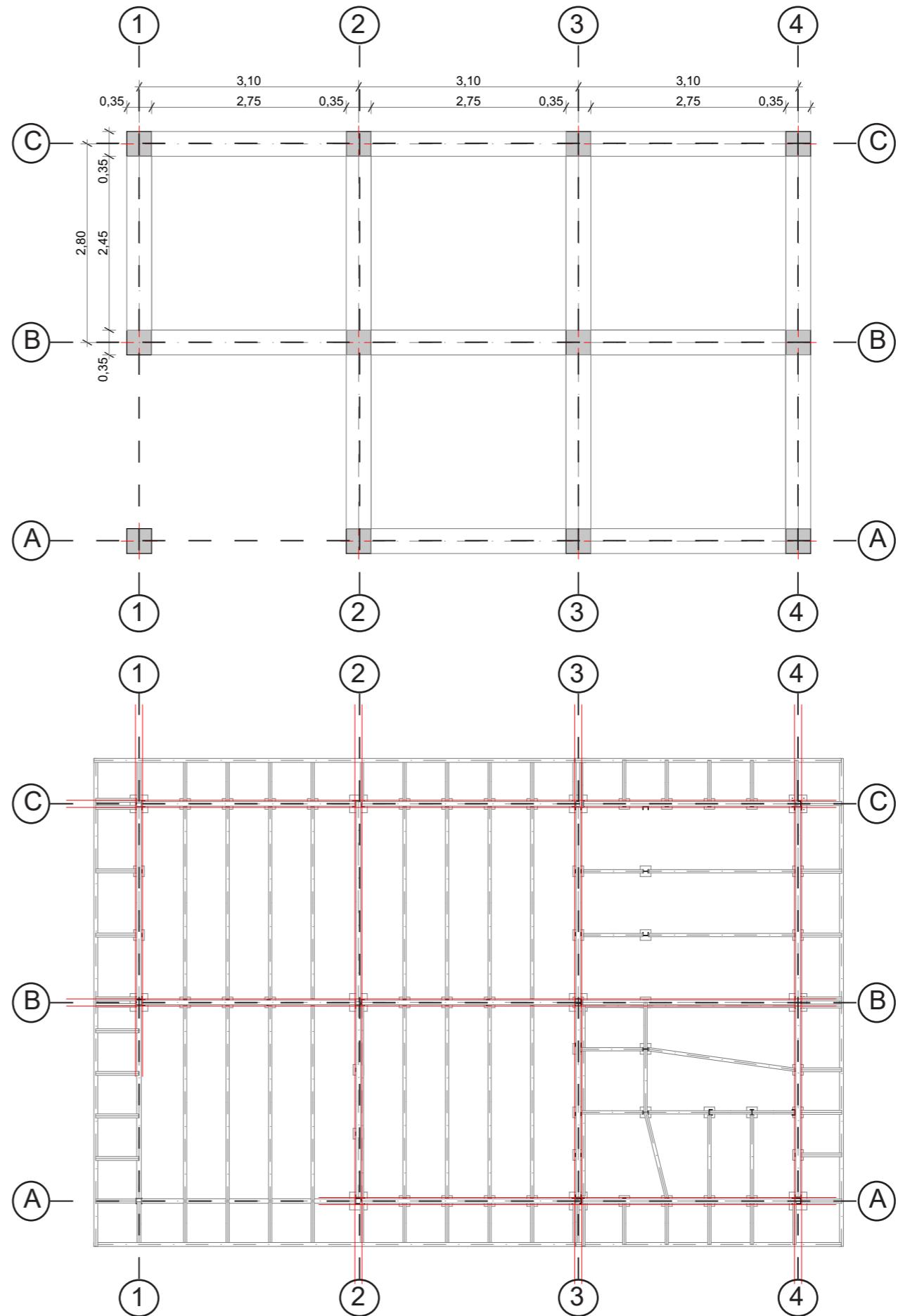
En sentido horizontal cubre una luz de 3 metros y en sentido vertical cubre una luz de 2,70 m.

#### Vigas

Para las vigas se utiliza 2 perfiles G de acero de medidas 80x40x15 mm. Estos amarran las columnas en sus ejes principales, coincidiendo con las medidas de la trama principal. Además, se plantea un volado de 60cm en las cuatro fachadas de la vivienda, manteniendo las medidas modulares.

#### Cubierta

Se utiliza plancha de fibrocemento para la cubierta. Para protegerla de climas fríos se coloca una capa de lámina asfáltica y para climas calurosos se plantea colocar una capa de pintura epóxica color blanco para que se refleje y haya una disminución de calor.



D.ARQ-4.05 Cimentación  
Escala: 1:50

D.ARQ-4.06 Vigas de entrepiso  
Escala: 1:50

## 4.3.2 PLANTA ARQUITECTÓNICA ESPACIOS

### SOCIAL

1. SALA
2. BAÑO SOCIAL-COMPARTIDO

### SERVICIO

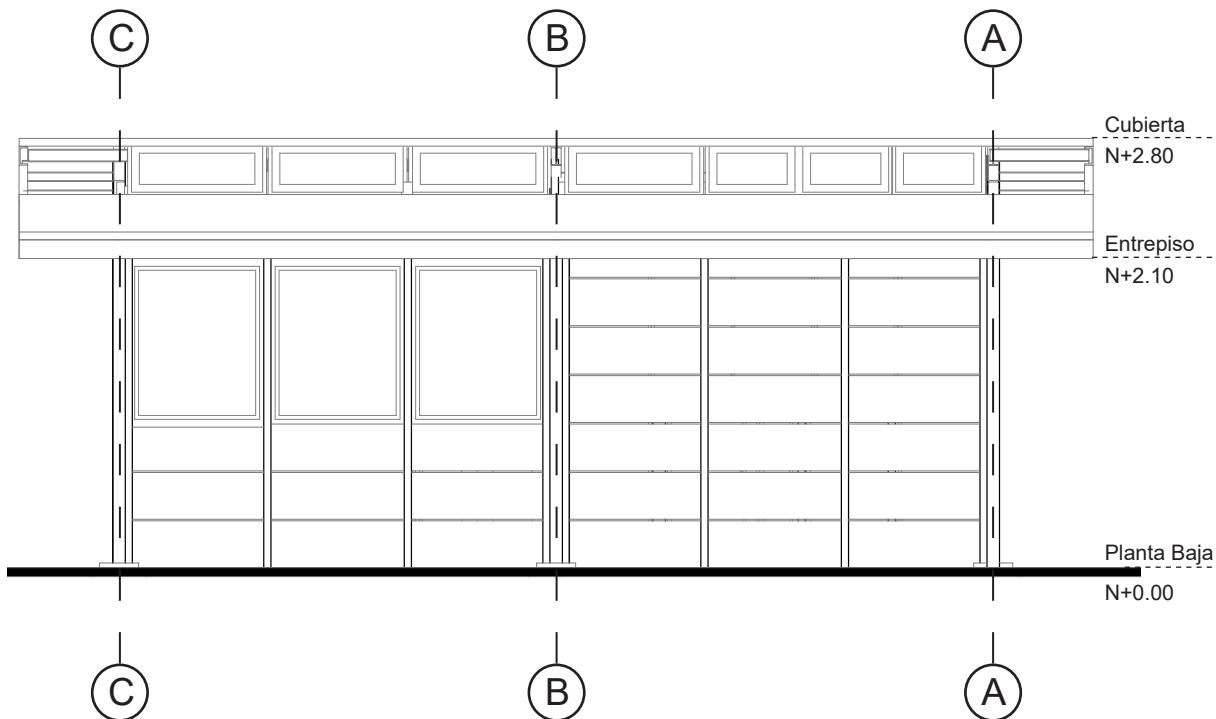
3. DESAYUNADOR
4. COCINA

### PRIVADA

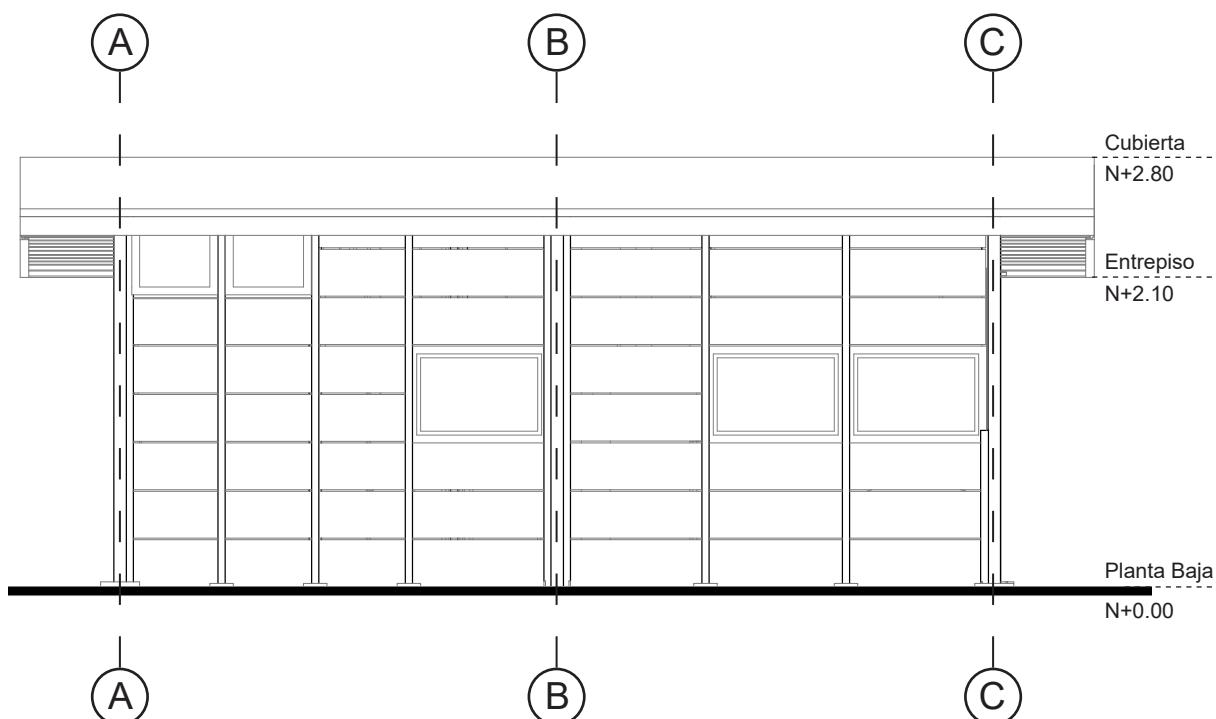
5. DORMITORIO 1
6. DORMITORIO MÁSTER
7. BAÑO MÁSTER-COMPARTIDO



## 4.3.3 ELEVACIONES

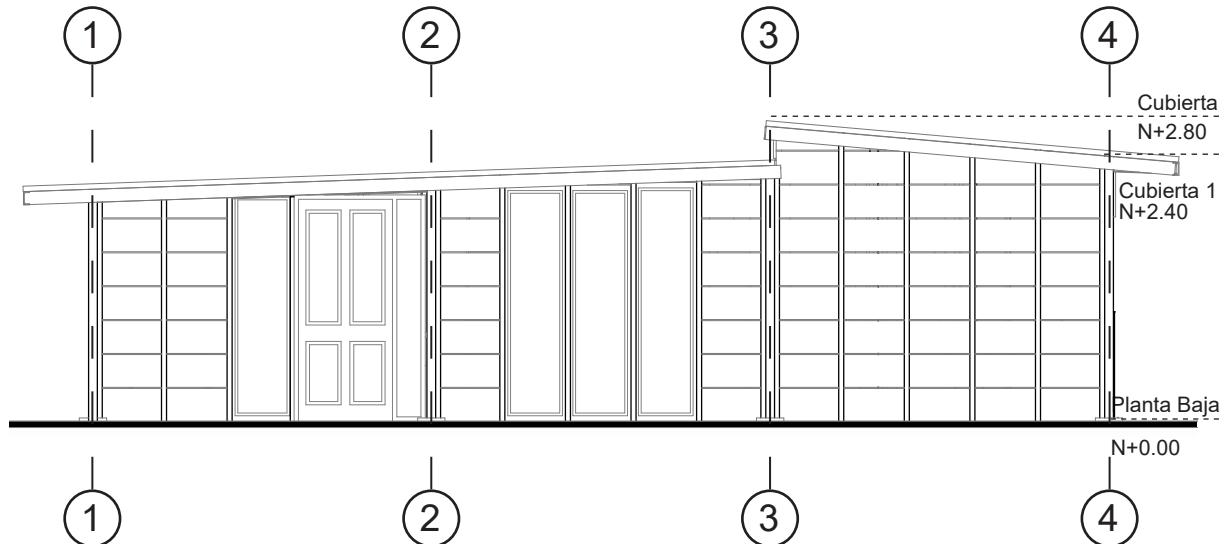


**D.ARQ.-4.08 Elevación Frontal**  
Escala: 1:50

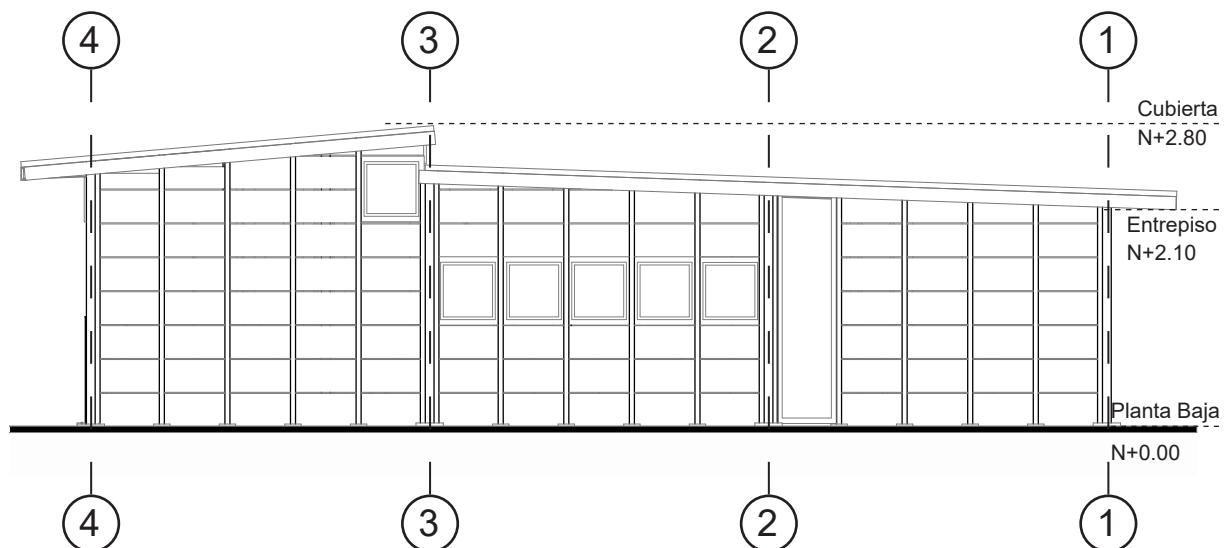


**D.ARQ.-4.09 Elevación Posterior**  
Escala: 1:50

## ELEVACIONES



**D.ARQ.-4.10 Elevación Lateral Derecha**  
Escala: 1:75



**D.ARQ.-4.11 Elevación Lateral Izquierda**  
Escala: 1:75

## 4.3.4 RENDERS



**IMG-4.03 Persepectiva exterior vivienda propuesta**

Imagen tomada por: Diana Cedillo



**IMG-4.04 Persepectiva exterior vivienda propuesta**

Imagen tomada por: Diana Cedillo



Diana Katherine Cedillo Medina



**IMG-4.05 Render Elevación Lateral derecha**  
Imagen tomada por: Diana Cedillo



Diana Katherine Cedillo Medina



IMG-4.06 Elevación Frontal vivienda propuesta  
Imagen tomada por: Diana Cedillo



**IMG-4.07 Persepectiva cocina-desayunador vivienda propuesta**  
Imagen tomada por: Diana Cedillo



**IMG-4.08 Persepectiva dormitorio 1 vivienda propuesta**  
Imagen tomada por: Diana Cedillo



**IMG-4.09 Persepectiva dormitorio máster vivienda propuesta**

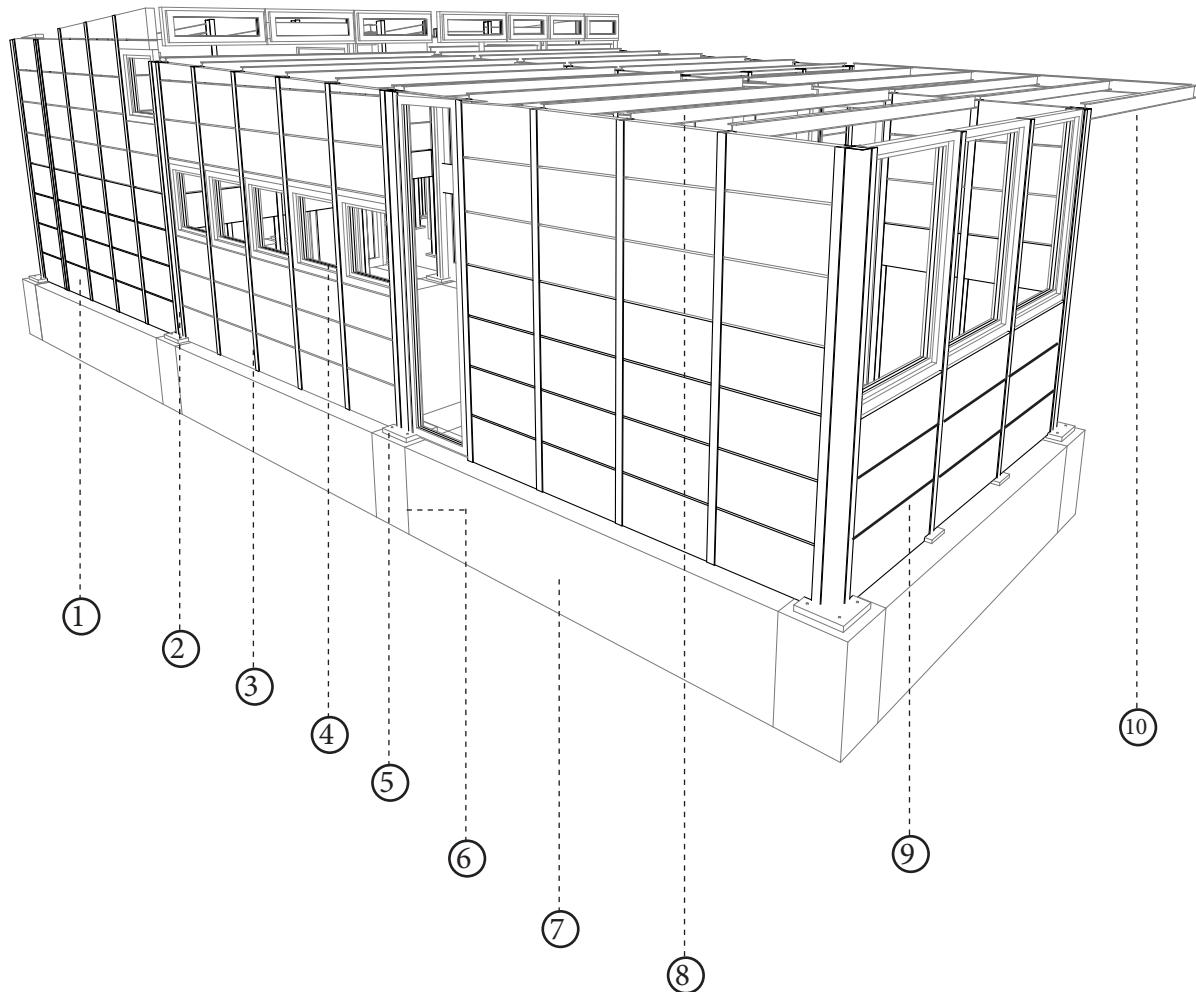
Imagen tomada por: Diana Cedillo



**IMG-4.10 Persepectiva dormitorio máster vivienda propuesta**

Imagen tomada por: Diana Cedillo

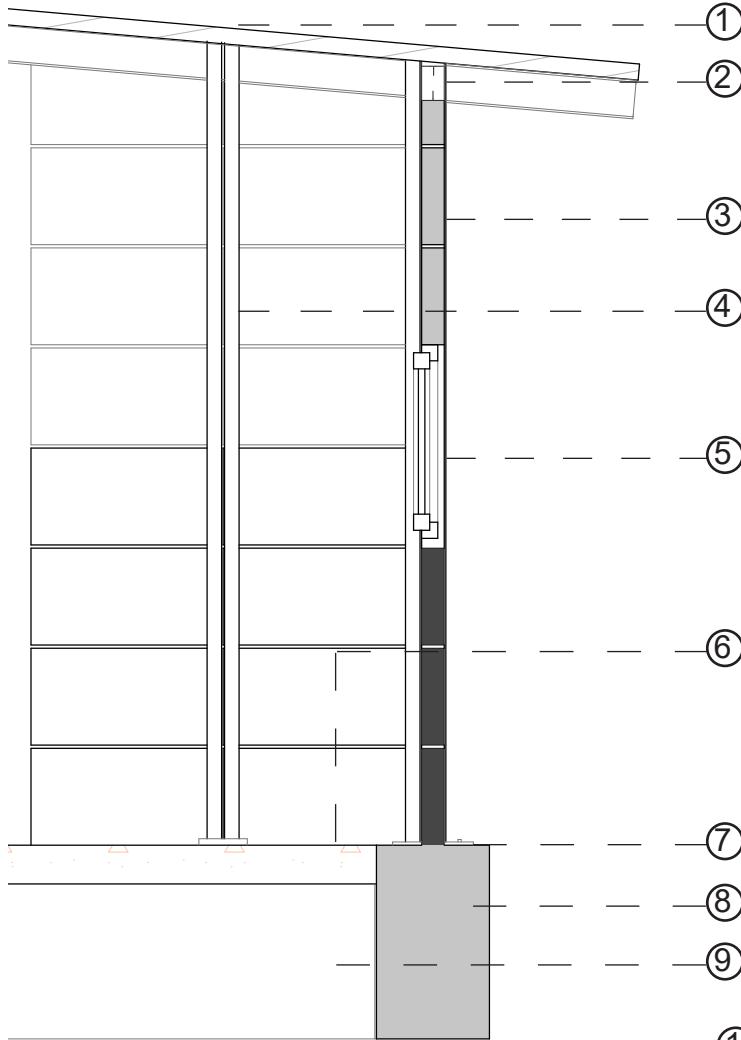
## 4.3.5 DETALLES CONSTRUCTIVOS



D.ARQ.-4.12 Sistema Constructivo  
Escala: 1:50

### DESCRIPCIÓN

1. Paneles BTC 60cm
2. Columnas conformadas, 2 perfiles G 80x40x15cm
3. Perfiles tipo C, (track) acero galvanizado
4. Carpintería de aluminio y vidrio
5. Placa cuadrada de 25cm
6. Dados de hormigón de 35x35cm, h=60cm
7. Cadenas de hormigón ciclópeo
8. Correas, perfiles G de acero
9. Paneles BTC 90cm
10. Perfiles G (Volado)

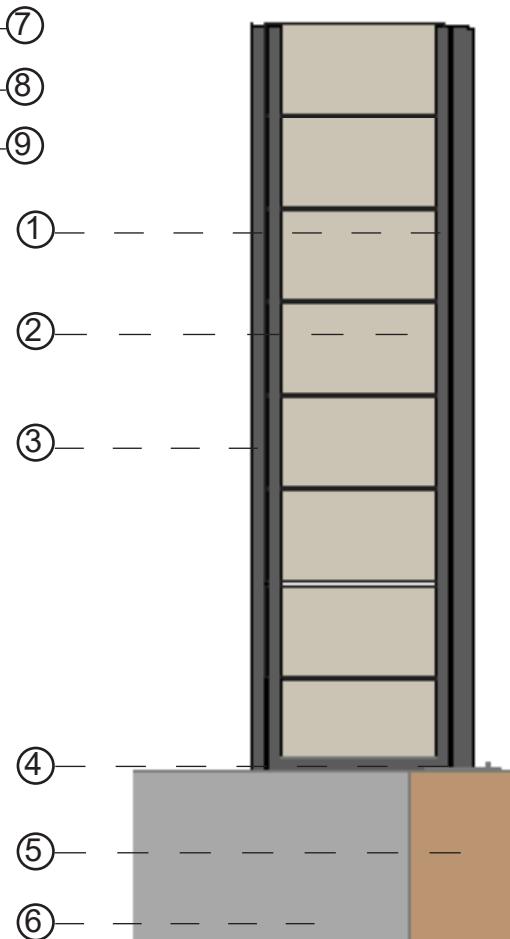


D.ARQ.-4.13 Detalle Piso-Techo

Escala: 1:25

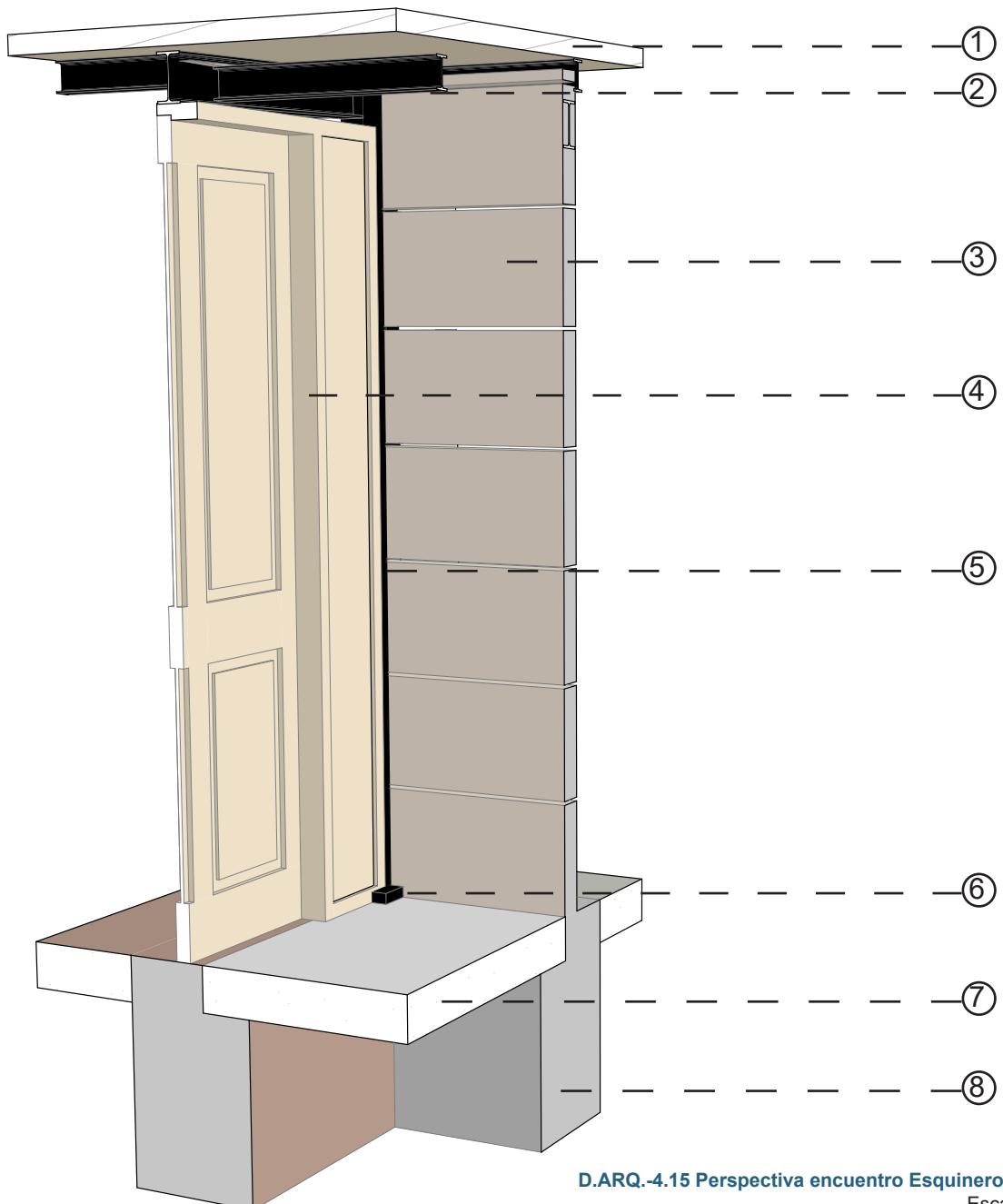
## DESCRIPCIÓN

1. Planchas de fibrocemento  
0.92x2,44, espesor 1cm
2. Vigas de acero 2G  
80x40x15x2 mm
3. Paneles BTC 60x30x7 cm
4. Perfiles tipo C, (track) acero galvanizado
5. Carpintería de aluminio y vidrio
6. Acabado de hormigón pulido,  
 $e=15\text{cm}$
7. Placa cuadrada de acero de  
25cm, empernada
8. Dados de hormigón de  
35x35cm,  $h=60\text{cm}$
9. Cadenas de hormigón  
ciclópeo



D.ARQ.-4.14 Detalle de Panel de BTC

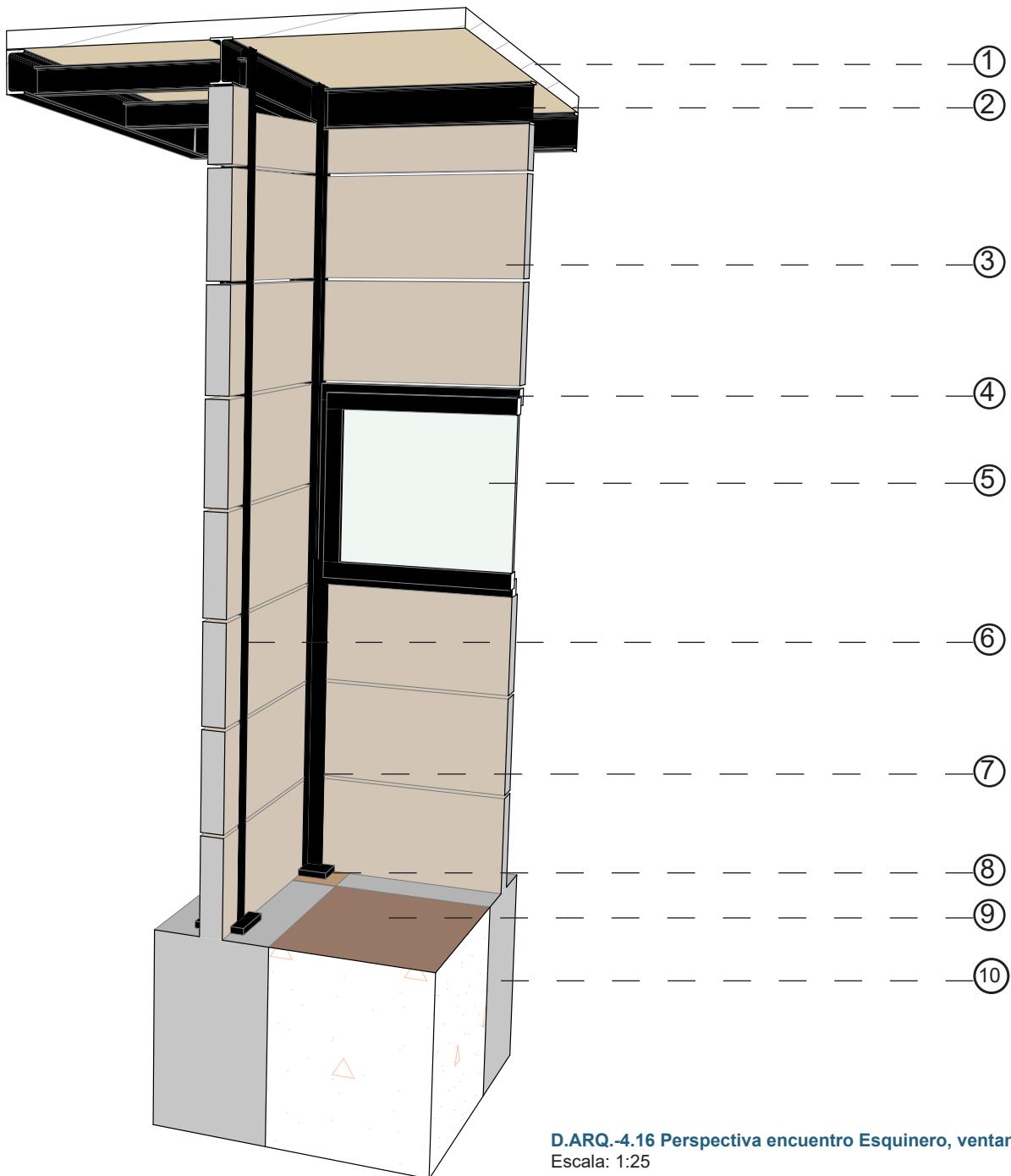
Escala: 1:25



D.ARQ.-4.15 Perspectiva encuentro Esquinero, puerta  
Escala: 1:25

## DESCRIPCIÓN

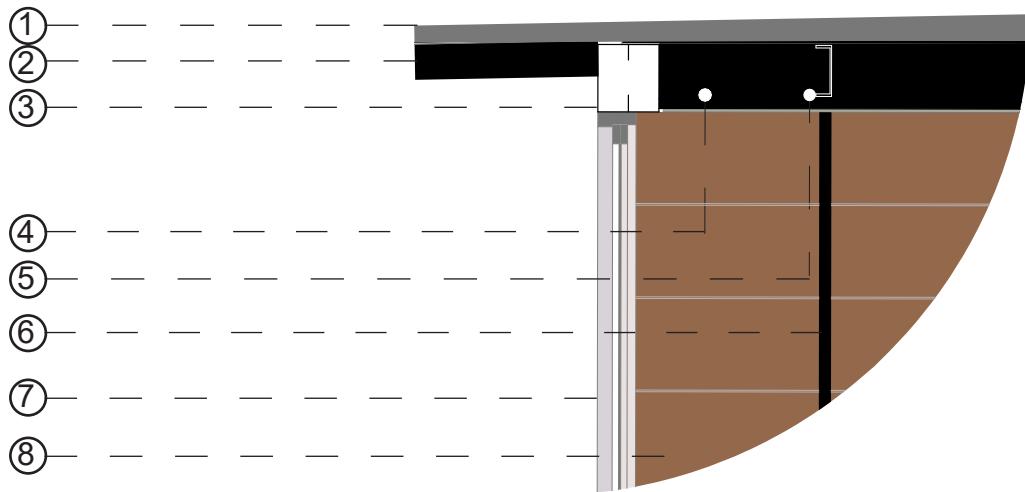
1. Planchas de fibrocemento 0,92x2,44, espesor 1cm
2. Vigas de acero G 80x40x15x2 mm
3. Paneles BTC 60x30x7 cm
4. Puerta batiente de madera de 0,90m y tarjetero de 0,30m
5. Columnas conformadas, 2 perfiles G 80x40x15cm
6. Placa cuadrada de acero de 25cm, empernada
7. Acabado de hormigón pulido, e=15cm
8. Cadenas de hormigón ciclópeo



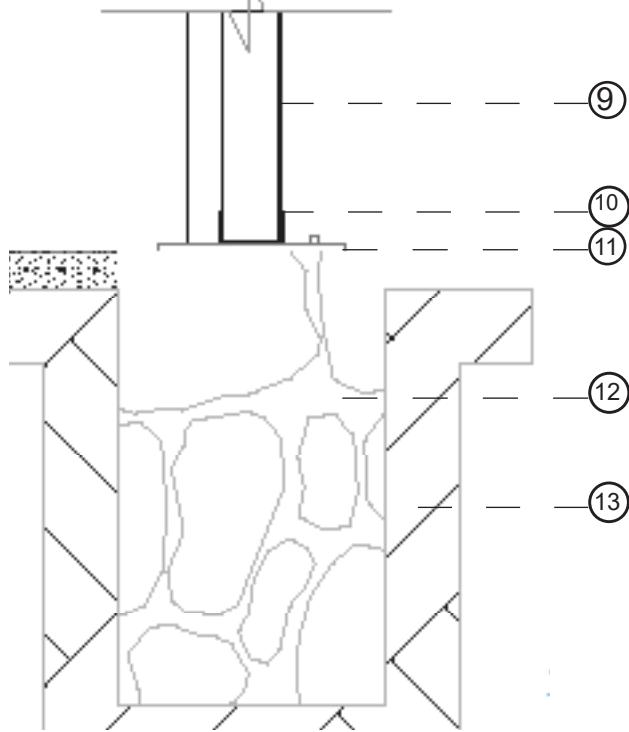
D.ARQ.-4.16 Perspectiva encuentro Esquinero, ventana  
Escala: 1:25

## DESCRIPCIÓN

1. Planchas de fibrocemento 0,92x2,44, espesor 1cm
2. Vigas de acero G 80x40x15x2 mm
3. Paneles BTC 60x30x7 cm
4. Carpintería de aluminio (Ventana fija)
5. Vidrio laminado
6. Perfiles tipo C, (track) acero galvanizado
7. Columnas conformadas, 2 perfiles G 80x40x15cm
8. Placa cuadrada de acero de 25cm, empernada
9. Acabado de hormigón pulido, e=15cm
10. Cadenas de hormigón ciclópeo



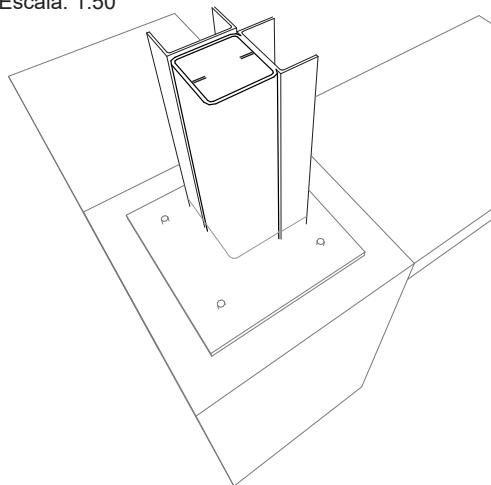
D.ARQ.-4.17 Detalle Cubierta  
Escala: 1:25



D.ARQ.-4.18 Sistema Constructivo  
Escala: 1:50

## DESCRIPCIÓN

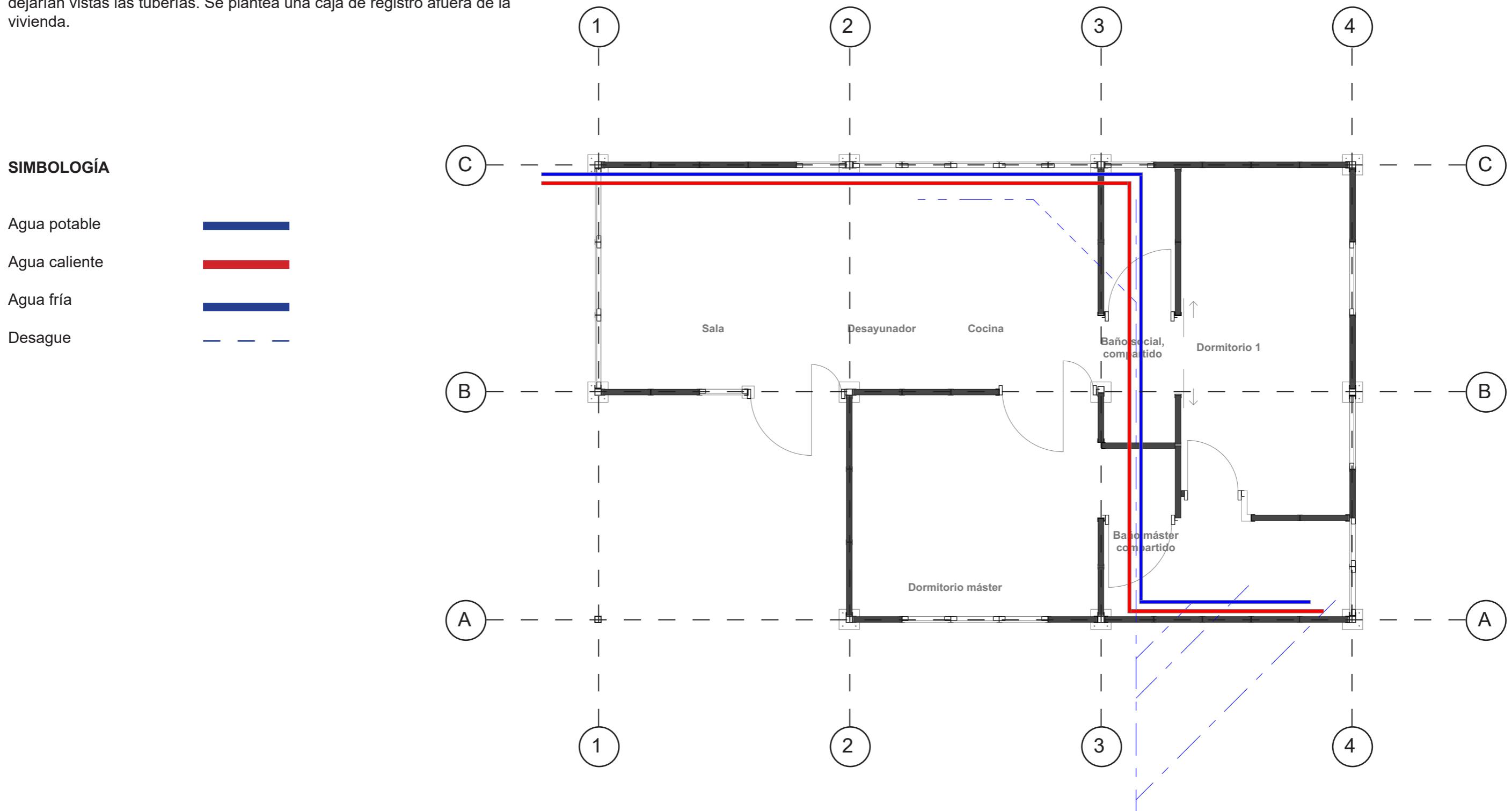
1. Planchas de fibrocemento 0,92x2,44, espesor 1cm
2. Vigas de acero
3. Vigas de acero 2G 80x40x15x2 mm
4. Vigas de acero G 80x40x15x2 mm
5. Vigas de acero G 80x40x15x2 mm
6. Perfiles tipo C, (track) acero galvanizado
7. Carpintería de aluminio (Ventana fija)
8. Paneles BTC 60x30x7 cm
9. Columnas conformadas, 2 perfiles G 80x40x15cm
10. Perfil tipo C, (track) acero galvanizado
11. Placa cuadrada de acero de 25cm, empernada
12. Cadenas de hormigón ciclópeo
13. Suelo natural



D.ARQ.-4.19 Sistema Constructivo  
Escala: 1:50

## 4.3.6 DISEÑO HIDROSANITARIO

En el diseño de las instalaciones hidrosanitarias se plantea colocar las tuberías de desague y agua potable por el piso y en algunas áreas se dejarían vistas las tuberías. Se plantea una caja de registro afuera de la vivienda.



D.ARQ.-4.20 Diseño Hidrosanitario  
Escala: 1:50

Las instalaciones eléctricas quedarán vistas con tubería emt tanto para tomacorrientes como para luminarias.

### SIMBOLOGÍA

Luminarias



Tomacorrientes



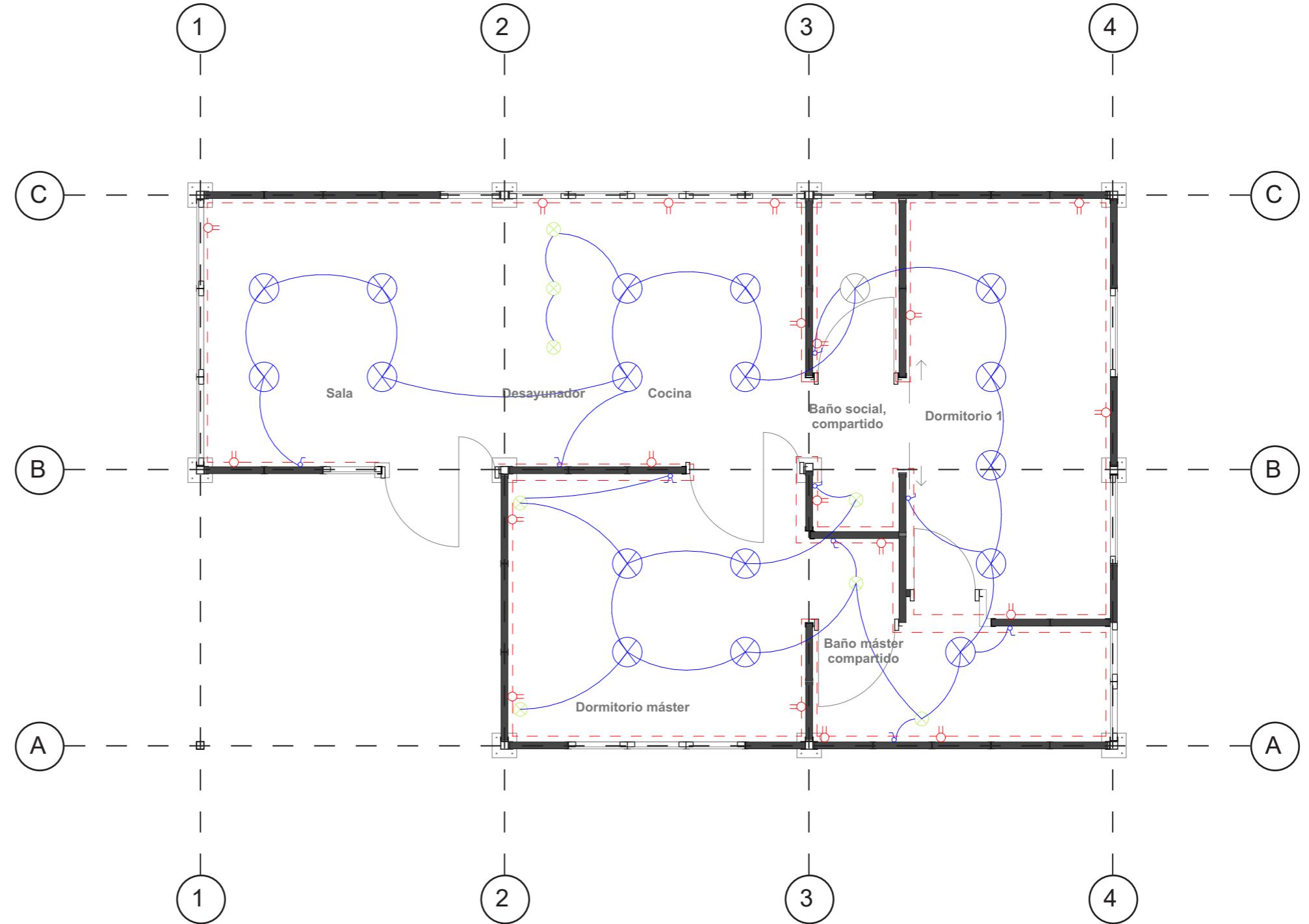
Interruptores



Cableado eléctrico luminarios



Cableado eléctrico tomacorrientes

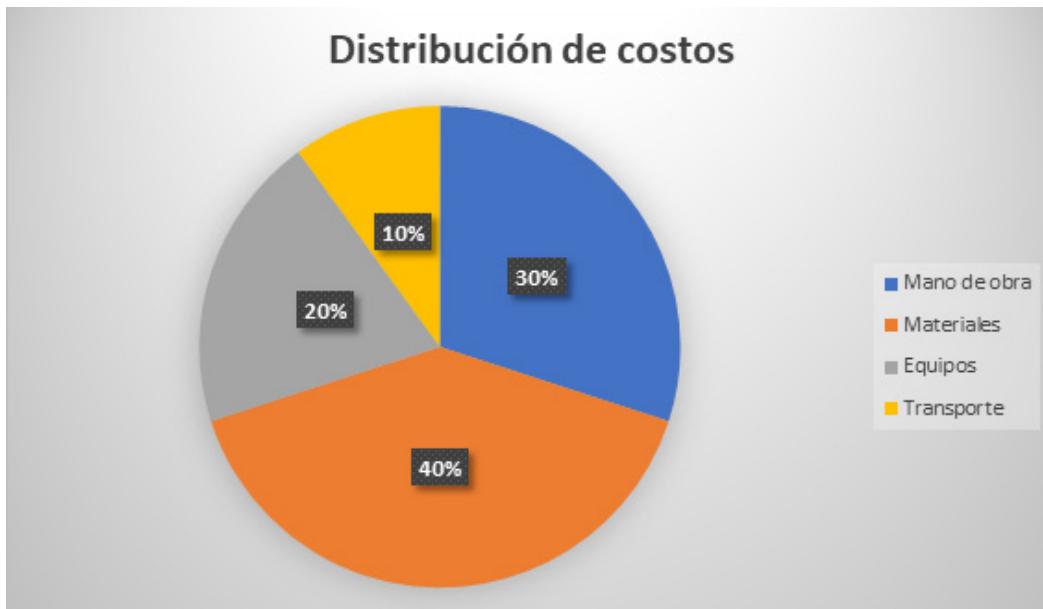


## 4.4 REALIZAR PRESUPUESTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

PROYECTO VIVIENDA INDUSTRIALIZADA					
PRESUPUESTO		UNI.	CANT.	P.UNIT.	P.TOTAL
ÍTEM	DESCRIPCIÓN				
1	OBRAS PRELIMINARES				177.45
1.1	Limpieza y desbroce del terreno	m <sup>2</sup>	57.39	1.12	64.28
1.2	Cargado de material	m <sup>3</sup>	6.80	1.25	8.50
1.3	Transporte de material 6km	m <sup>3</sup>	6.80	4	27.20
1.4	Replanteo y nivelación del terreno	m <sup>2</sup>	57.39	1.35	77.48
2	CIMENTACIÓN				1130.79
2.1	DADOS DE HORMIGÓN				966.90
2.1.1	Excavación manual de material para dados de hormigón	m <sup>3</sup>	0.882	2.25	1.98
2.1.2	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento	m <sup>3</sup>	0.36	8.75	3.15
2.1.3	Replantillo HS fc=180kg/cm <sup>2</sup> , cama de hormigón	m <sup>3</sup>	0.147	12	1.76
2.1.4	Suministro y colocación de dados de hormigón	u	12	80	960.00
2.2	CADENAS				163.89
2.2.1	Excavación mecánica de material conglomerado para cadenas	m <sup>3</sup>	8.86	2.25	19.94
2.2.2	Excavación manual de material para cadenas	m <sup>3</sup>	2.82	6.32	17.82
2.2.3	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento	m <sup>3</sup>	3.91	8.75	34.21
2.2.4	Hormigón ciclópeo, 40% piedra fc=210kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	8.12	11.32	91.92
3	LOSA DE CONTRAPISO				1552.63
3.1	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento	m <sup>3</sup>	5.74	40	229.60
3.2	Contrapiso de HS fc=180 kg/cm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	5.74	65	373.10
3.3	Acabado de hormigón pulido	m <sup>2</sup>	57.39	12	688.68
3.4	Piso de cerámica (baño)	m <sup>2</sup>	5.00	52.25	261.25
4	ESTRUCTURA				1356.48
4.1	Anclaje metalico al piso (columnas de acero)	u	12.00	32	384.00
4.2	Columnas de acero 2G 80x40x15x2	kg	169.02	1.26	212.97
4.3	Montaje de elementos verticales (perfiles track de 80x40x0,70 )	u	150.00	3.3	495.00
4.4	Vigas de acero 2G 80x40x15x2	kg	211.61	1.25	264.51
5	MAMPOSTERÍA DE BTC				1534.00
5.1	Elaboración y montaje de paneles 60x30x7 cm	u	244.00	4	976.00
5.2	Elaboración y montaje de paneles 90x30x7 cm	u	93.00	6	558.00
6	CARPINTERÍA				3015.00
6.1	Puerta batiente de madera de 0,90m y tarjetero de 0.30m	u	2.00	220	440.00
6.2	Puerta batiente de melamina 0,90m	u	2.00	100	200.00
6.3	Puerta corrediza de melamina 0,90m	u	1.00	120	120.00
6.4	Ventana proyectable de aluminio 0,60mx0,60m	u	8.00	45	360.00
6.5	Ventana proyectable de aluminio 0,90mx0,60m	u	2.00	70	140.00
6.6	Ventana proyectable de aluminio 0,90mx1,20m	u	3.00	150	450.00
6.7	Ventana proyectable de aluminio 0,60mx2,10m	u	2.00	180	360.00
6.8	Ventana proyectable de aluminio 0,60mx2,40m	u	3.00	210	630.00
6.9	Ventana fija de aluminio 0,90mx0,30m	u	4.00	45	180.00
7	Ventana fija de aluminio 0,60mx0,30m	u	3.00	45	135.00
7	CUBIERTA				650.60
7.1	Montaje de estructura metálica (Perfil G de 80x40x15x2)	kg	146.40	1.26	184.46
7.2	Montaje de planchas de fibrocemento 0,92x2,44 espesor 1cm	u	34.00	13.71	466.14
8	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				1312.62
8.1	Conexión a tierra con varilla de cobre	u	1.00	35	35.00
8.2	Acometida eléctrica	m	6.00	3.27	19.62
8.3	Suministro e instalación de tablero de distribución	u	1.00	106	106.00
8.4	Instalaciones eléctricas (luminarias)	pto	32.00	23	736.00
8.5	Instalaciones eléctricas (toma corrientes)	pto	16.00	26	416.00

9	INSTALACIONES SANITARIAS					218.81
9.1	Conexión a red pública de desague	u	1.00	7.5	7.50	
9.2	Acometida de red de agua potable	m	6.00	2.25	13.50	
9.3	Pozo de revisión de aguas servidas	u	1.00	62	62.00	
9.4	Tubería PVC de 110 mm	m	10.47	4.17	43.66	
9.5	Tubería PVC de 50 mm	m	7.97	3.2	25.50	
9.6	Codo de 45 PVC de 50mm	u	1.00	1.55	1.55	
9.7	Codo PVC de 50mm	u	7.00	1.35	9.45	
9.8	Codo PVC de 110 mm	u	2.00	2.75	5.50	
9.9	Conexión "Y" PVC de 110 mm	u	1.00	3.11	3.11	
10	Conexión "Y" PVC de 110 mm a 50mm	u	3.00	3.43	10.29	
10.1	Sifón PVC de 50mm	u	2.00	2.75	5.50	
10.2	Llaves de paso	u	5.00	6.25	31.25	
<b>TOTAL</b>						<b>10948.39</b>

**Costo por m<sup>2</sup> = \$247.36**



**IMG-4.11 Análisis general de costos, porcentajes**  
Imagen tomada de: Diana Cedillo

### RUBRO PRINCIPAL, ACERO

APU de acero estructural, A36. Incluye montaje				
Mano de Obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Costo total
Peón	hora	0.11	3.83	0.42
Perfilero	hora	0.11	4.09	0.45
Operador de maquinaria	hora	0.11	4.29	0.47
Total mano de obra				1.34
Equipo y herramientas				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Costo total
Tecle	hora	0.01	35	0.35
Amoladora	hora	0.11	4.3	0.47
Soldadora eléctrica 300a	hora	0.11	1.98	0.22
Equipo oxicorte	hora	0.11	1.54	0.17
Total equipo y herramientas				1.21
Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Costo total
Acero	kg	1.05	1.15	1.21
Pintura anticorrosiva	4000cc	0.01	15.56	0.16
Disco de corte	Unidad	0.01	1.65	0.02
Electrodo	kg	0.05	2.34	0.12
Total materiales				1.50
Total precio unitario de Acero estructural				4.05

**IMG-4.12 Tabla de cantidades**  
Imagen tomada de: Diana Cedillo

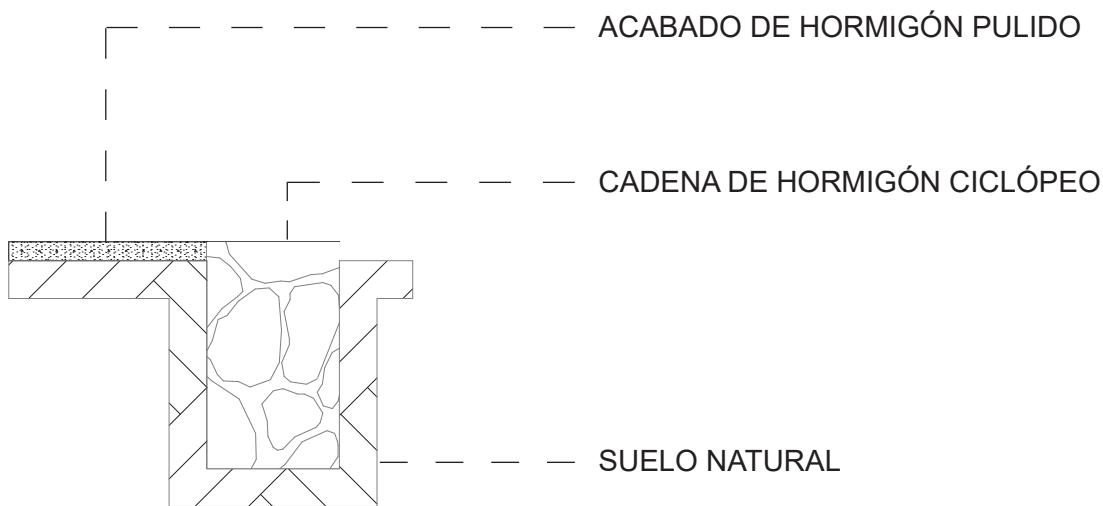
## 4.5 PROCESO DE FABRICACIÓN Y TRANSPORTE

Posterior al diseño arquitectónico, estructural, eléctrico, hidrosanitario, sistema constructivo, se procede con el proceso de fabricación y montaje. El cual se debe elaborar en parte en una planta industrial para posteriormente armarlo en sitio.

Para este proceso inicialmente se debe construir una losa en sitio para luego montar las paredes por fachadas o espacios. Se toma en cuenta principalmente la modulación de la vivienda y el translado de la misma, ya que las paredes serán transladas en un contenedor o mula para ser colocadas en sitio con una grúa. La estructura metálica será trabajada en industria, realizando cortes, doblados soldadura y pintado previo al translado de los perfiles al sitio.

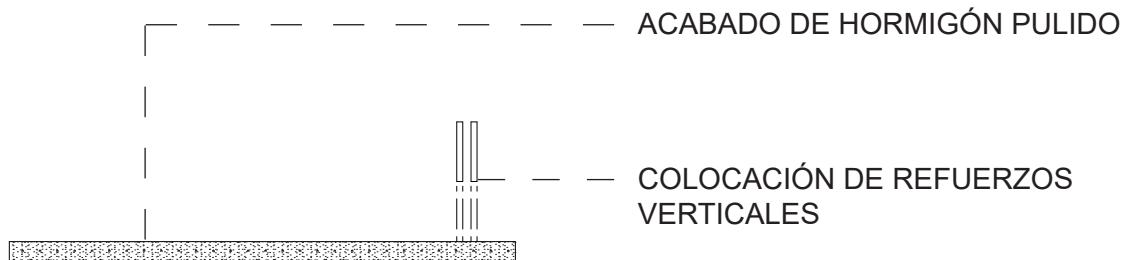
### 4.5.1 PASOS A SEGUIR

#### 1.- Armado de la cimentación y losa



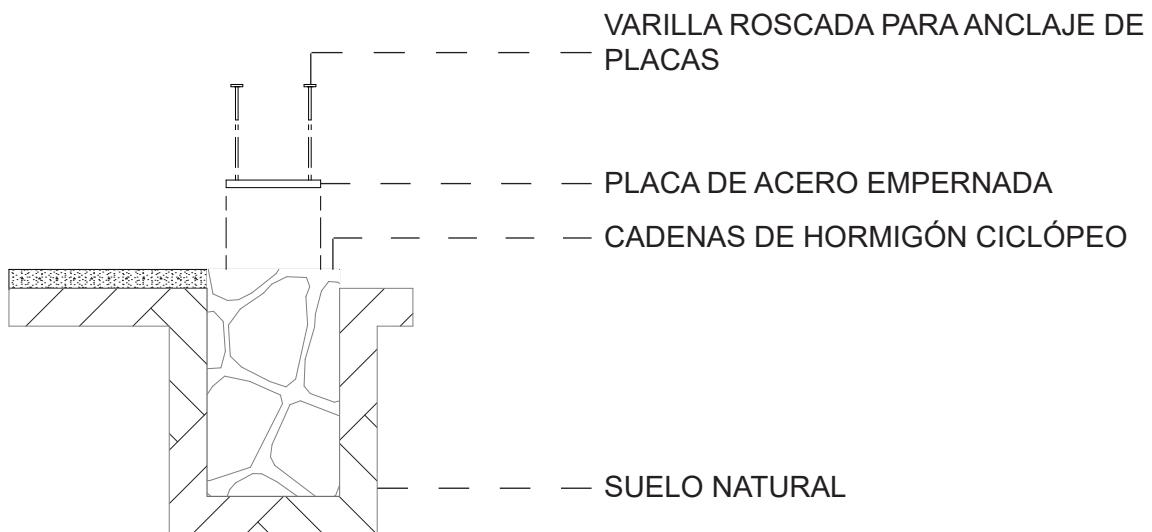
D.ARQ.-4.22 Detalle de cimentación  
Escala: 1:20

## 2.- Colocación de refuerzos durante la fundición



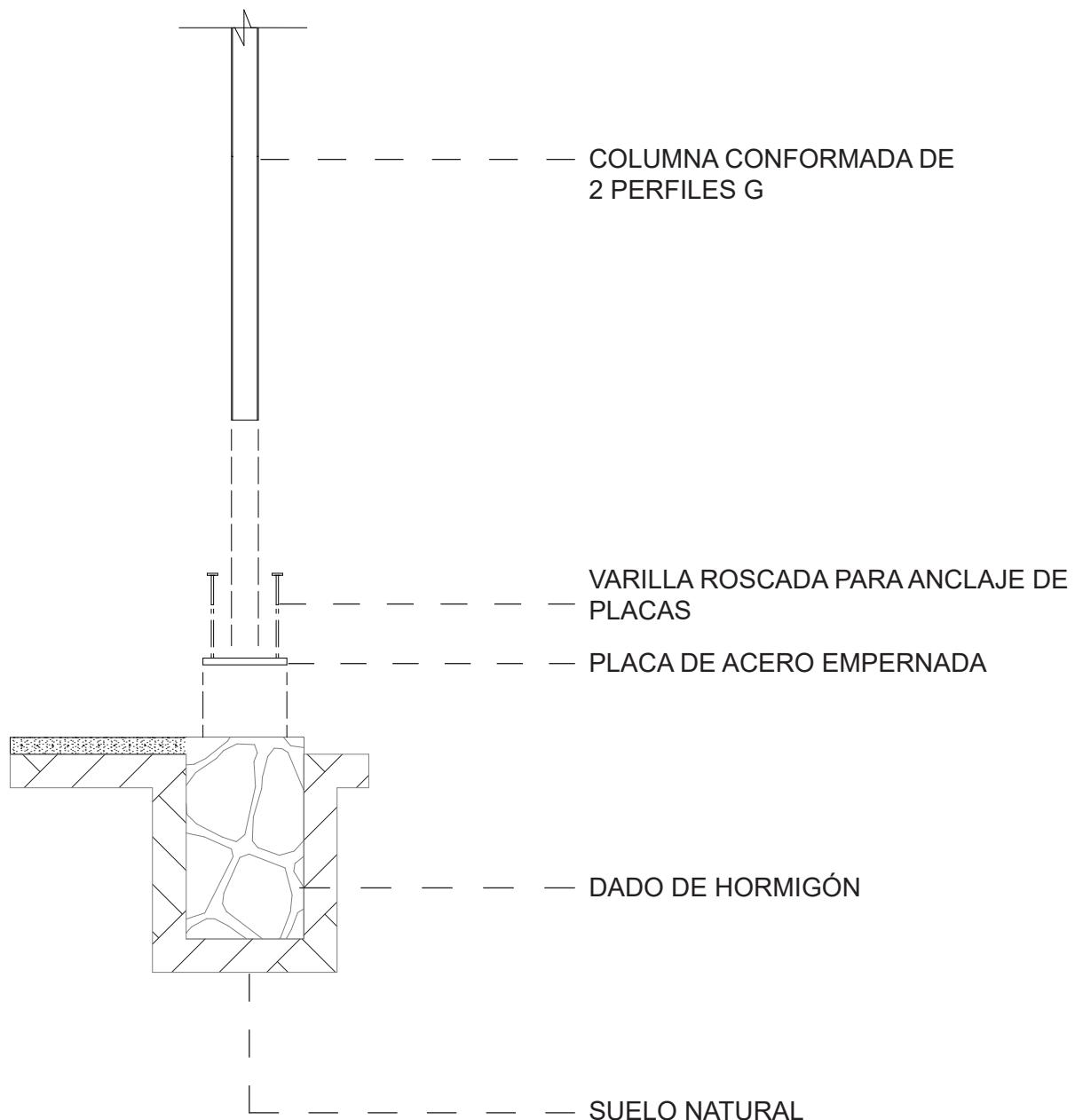
D.ARQ.-4.23 Detalle de refuerzos  
Escala: 1:20

## 3.- Colocación de placas base para anclaje de columnas



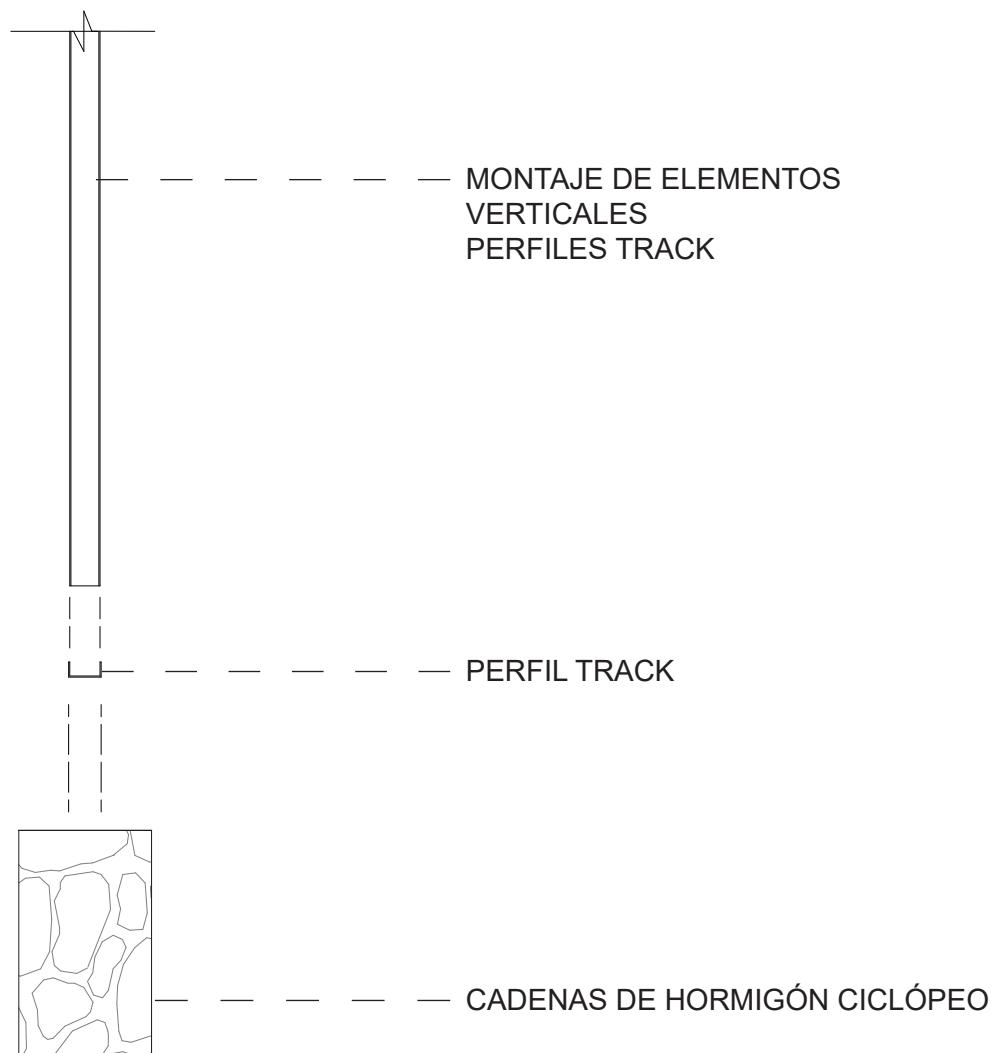
D.ARQ.-4.24 Detalle de placas base  
Escala: 1:20

## 4.- Montaje de columnas



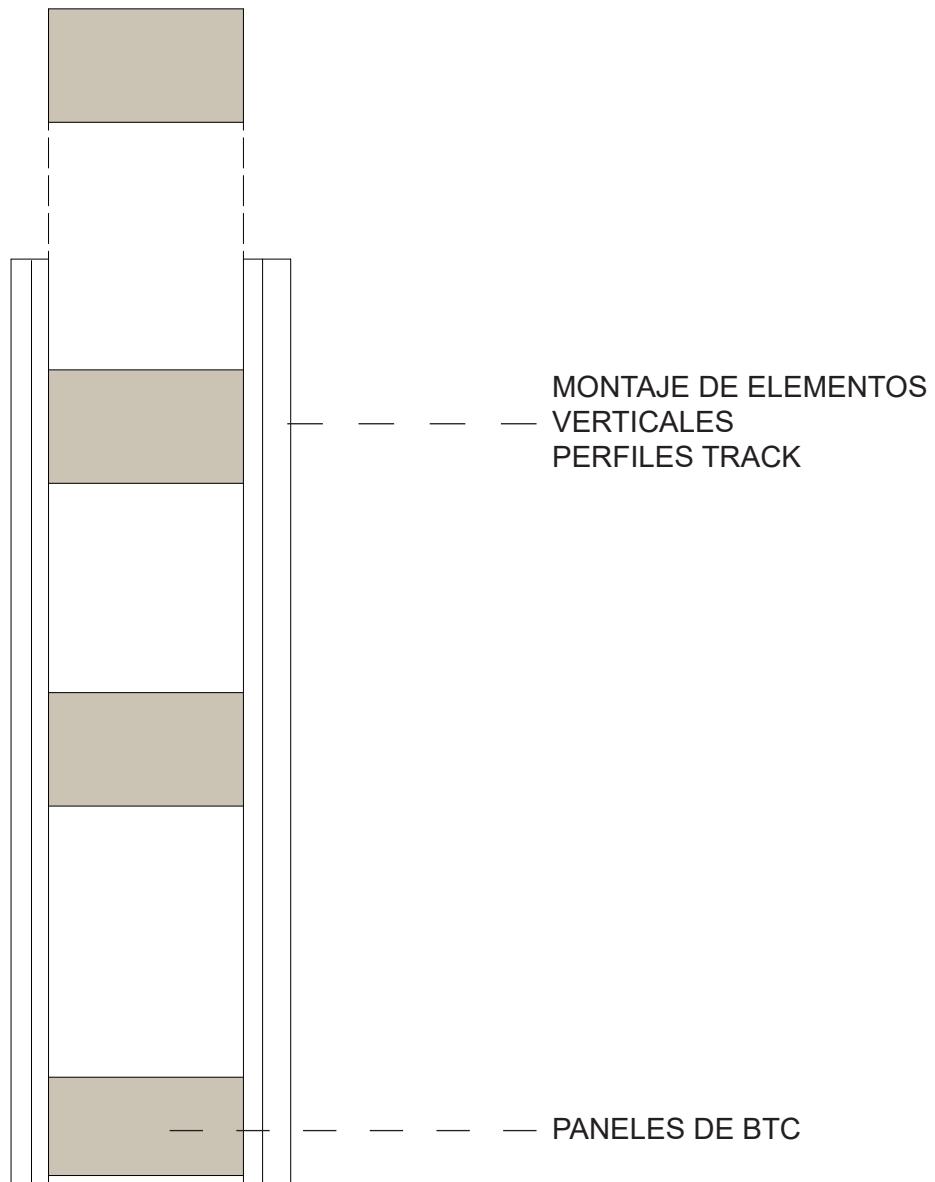
D.ARQ.-4.25 Detalle montaje de columnas  
Escala: 1:20

## 5.- Montaje de pilares divisorios para la colocación de los paneles



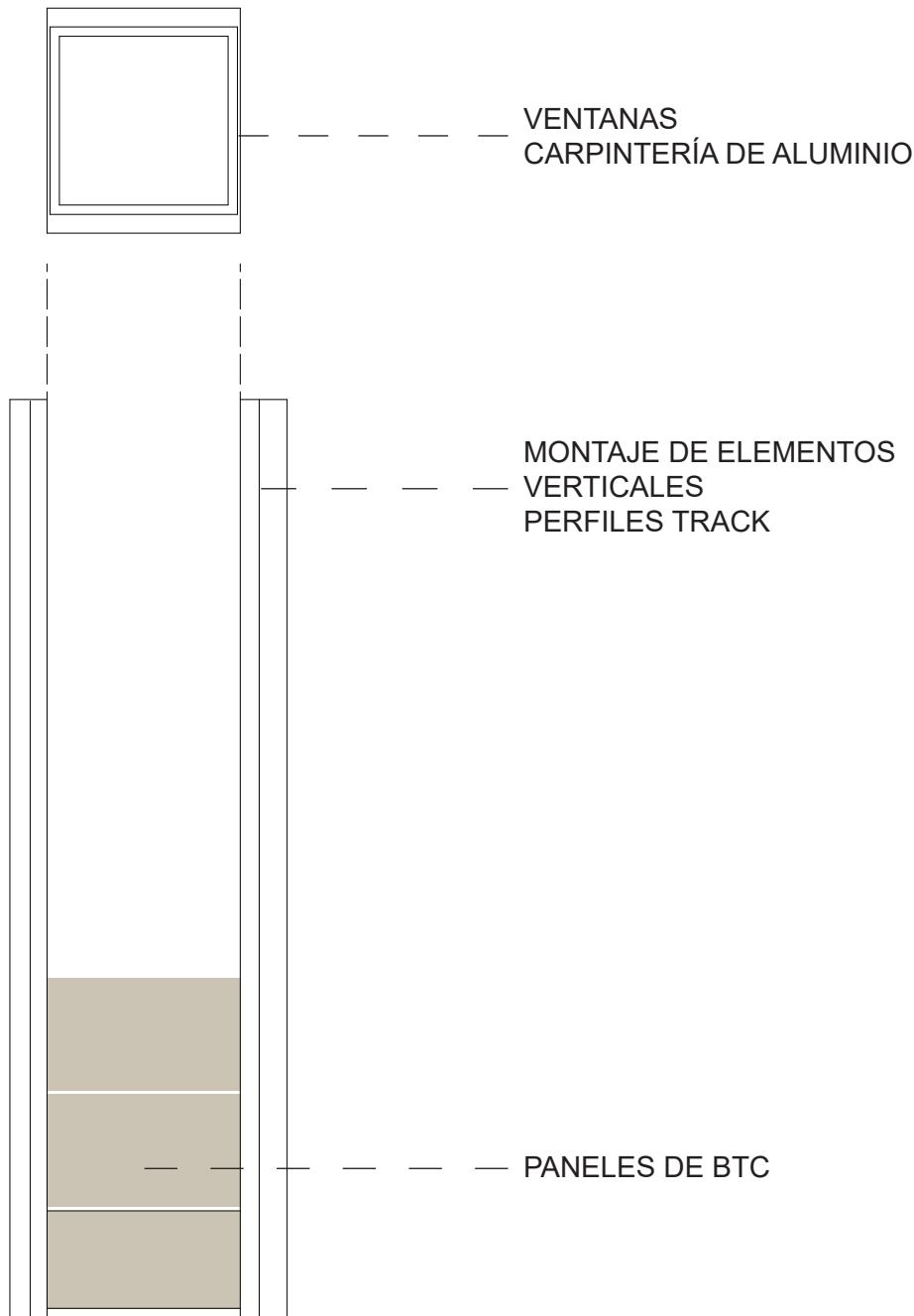
D.ARQ.-4.26 Detalle montaje pilares divisorios  
Escala: 1:20

## 6.- Colocación de paneles BTC



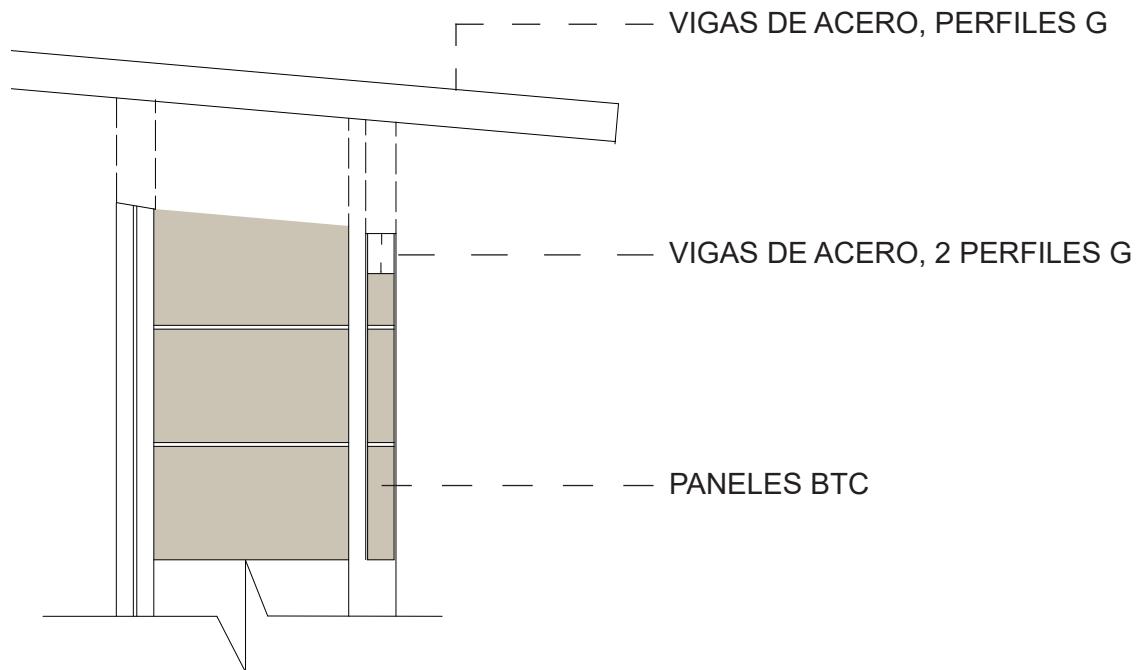
D.ARQ.-4.27 Detalle colocación paneles BTC  
Escala: 1:20

## 7.- Armado de carpinterías de ventanas y puertas



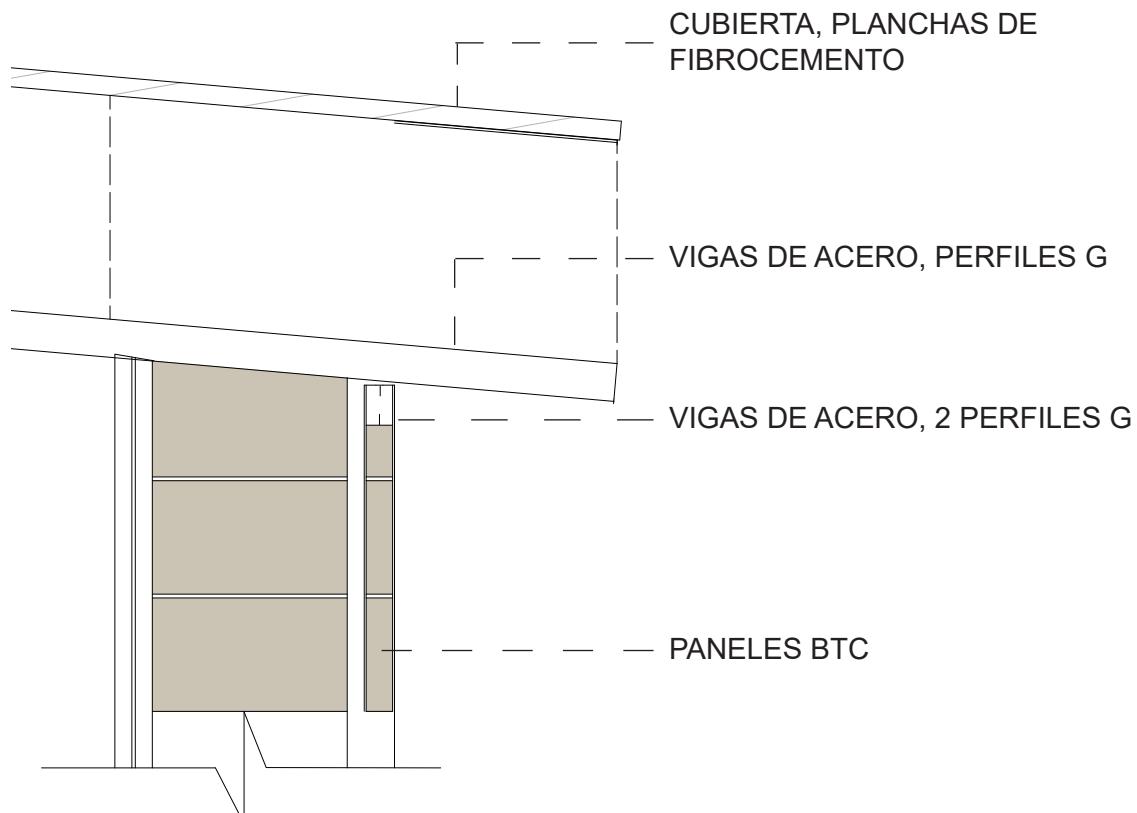
D.ARQ.-4.28 Detalle armado de carpintería  
Escala: 1:20

## 8.- Montaje de vigas de cielo raso



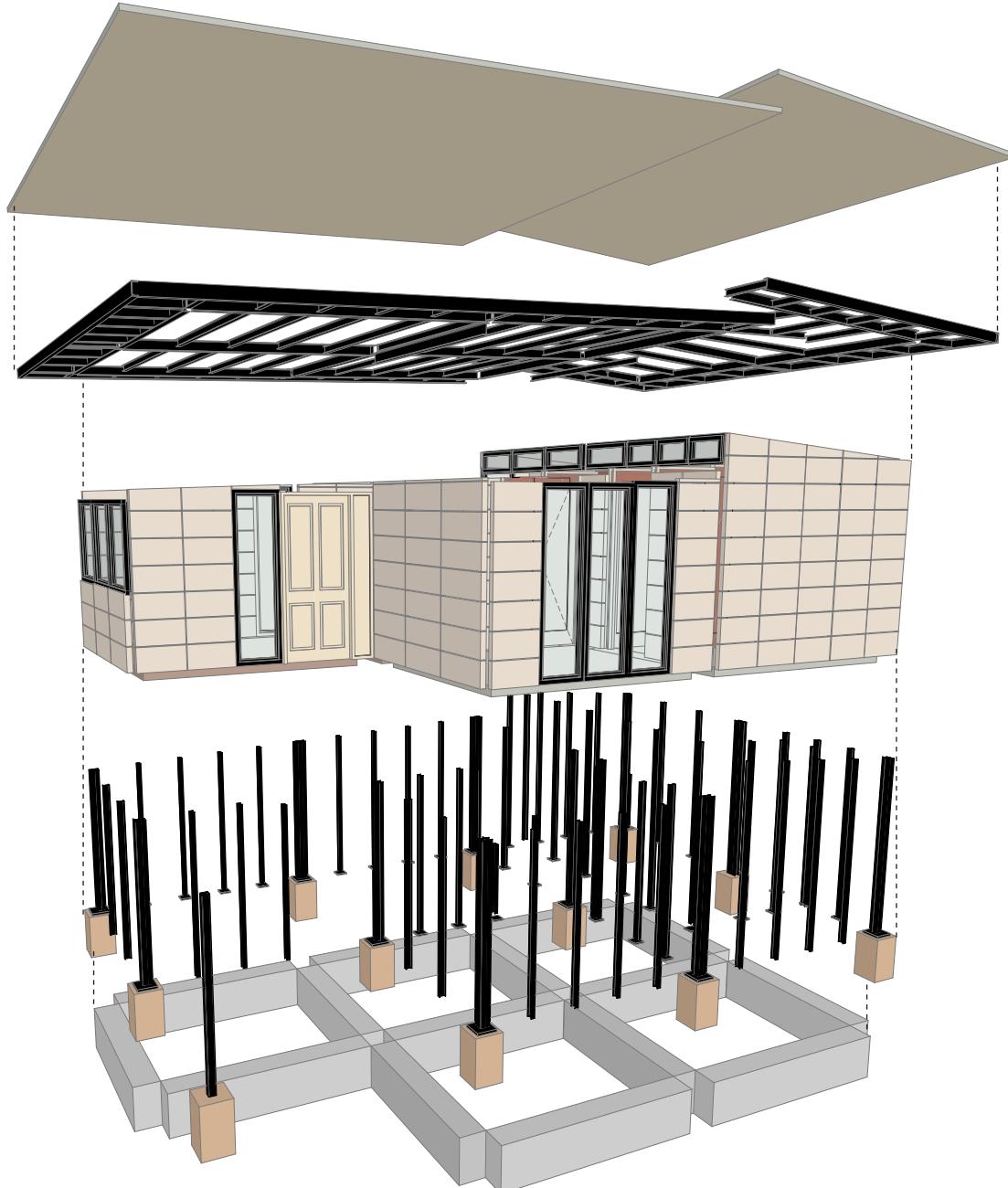
D.ARQ.-4.29 Detalle vigas de cielo raso  
Escala: 1:20

## 9.- Montaje de cubierta



D.ARQ.-4.30 Detalle montaje de cubierta  
Escala: 1:20

## 4.5.2 PERSPECTIVA EXPLOTADA



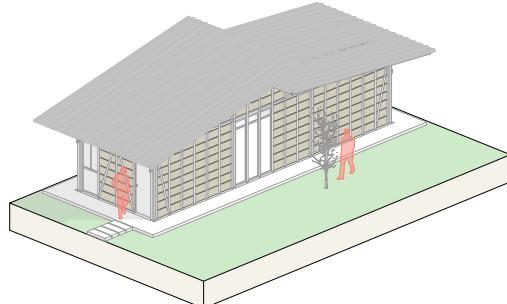
D.ARQ.-4.31 Detalle perspectiva explotada  
Escala: 1:20

En la propuesta de diseño de la vivienda se desarrolla: arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, sistema constructivo, presupuesto y montaje.

La vivienda está pensada y diseñada en base a una modulación, planteada principalmente con las medidas dispuestas del panel de BTC trabajadas previamente en un trabajo de titulación, gracias a ello se puede ir acoplando todos los elementos necesarios en cuanto a estructura, instalaciones y acabados.

El proceso constructivo es un sistema sencillo, ya que la estructura es de fácil montaje, al igual que los paneles de BTC, continuamente se coloca las vigas de entepiso y la cubierta. De la misma manera, las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias se planifican previamente en losas y paredes para el paso de las tuberías requeridas. Las carpinterías de puertas y ventanas son colocadas manteniendo el mismo sistema constructivo de ensamble ágil y eficaz.

VIVIENDA MÍNIMA 42 m<sup>2</sup>



Costo por m<sup>2</sup> = 170\$

COSTO VIVIENDA MÍNIMA 42 m<sup>2</sup> = 7.529\$

Se realiza una comparación de precios de la vivienda construida con estructura de guadúa. El costo por m<sup>2</sup> de una vivienda en guadúa planteada por los arquitectos Carlos Farfán y Carlos López es de \$170. Por otro lado, el costo por m<sup>2</sup> planteada con estructura metálica y perfiles track es de \$247.

Por lo tanto se estima que el costo de construcción en estructura metálica es mayor con respecto al de estructura de guadúa.

El beneficio que tenemos al construir en estructura metálica es que obtenemos mejores características de resistencia, industrialización y montaje. Al ser un sistema de fácil armado la vivienda puede ser montada en menor tiempo que cualquier otro sistema, obteniendo así el beneficio de armado de una vivienda en corto tiempo y con menor presupuesto que una vivienda tradicional.

Finalmente, después de realizar una comparación entre estos dos sistemas y llegar a una conclusión de los mismos, se deja abierta la posibilidad de plantear nuevas propuestas similares a este sistema constructivo reemplazando el material de la estructura. De esta manera podríamos realizar otras comparaciones con distintos materiales.

PROYECTO: VIVIENDA DE BAMBU						
PRESUPUESTO						
Ítem	Descripción		Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>417,75</b>
1.1	Limpieza y desbroce del terreno		m2	150	1,12	168
1.2	Cargado de material		m3	30	0,95	28,5
1.3	Transporte de material 6 km		m3	30	4	120
1.4	Replanteo y nivelacion del terreno		m2	75,00	1,35	101,25
<b>2</b>	<b>CIMENTACION</b>					<b>746,25</b>
<b>2.1</b>	<b>CADERAS</b>					<b>82,05</b>
2.1.1	Excavacion mecanica de material conglomerado para cadenas		m3	9,96	2,25	22,41
2.1.2	Excavacion manual de material para cadenas		m3	1,00	6,32	6,30
2.1.3	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento		m3	0,87	8,75	7,58
2.1.4	Hormigon ciclopeo, 40 % piedra fc= 210 Kg/cm2		m3	4,04	11,32	45,76
<b>3</b>	<b>LOSA DE CONTRAPISO</b>					<b>664,20</b>
3.1	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento		m3	3,80	40	152,00
3.2	Contrapiso de HS fc= 180 Kg/cm3		m3	4,00	65	260,00
3.3	Acabado de hormigon pulido		m2	32,00	1,35	43,20
3.3	Piso de ceramica (baño)		m2	4,00	52,25	209,00
<b>4</b>	<b>ESTRUCTURA</b>					<b>2.795,55</b>
<b>4.1</b>	<b>COLUMNAS DE BAMBU</b>					<b>1.596,30</b>
4.1.1	Anclaje metalico al piso (columna 4 bambus)		u	8	32	256,00
4.1.2	Anclaje metalico al piso (riel 3 bambus)		u	4	24	96,00
4.1.3	Anclaje metalico al piso (riel 2 bambus)		u	41	16	656,00
4.1.4	Montaje de elementos verticales de bambu		u	230	2,15	494,50
4.1.5	Armando de anclajes entre bambus (4 bambus)		u	16	1,75	28,00
4.1.6	Armando de anclajes entre bambus (3 bambus)		u	8	1,05	8,40
4.1.7	Armando de anclajes entre bambus (2 bambus)		u	82	0,7	57,40
<b>4.2</b>	<b>VIGAS DE BAMBU</b>					<b>36,90</b>
4.2.1	Montaje de elementos horizontales de bambu (vías)		u	10	2,15	21,50
4.2.2	Armano de uniones entre vigas compuestas (2 bambus)		u	22	0,7	15,40
<b>4.3</b>	<b>CUBIERTA</b>					<b>1.162,35</b>
4.3.1	Montaje de elementos horizontales de cubierta		u	96	2,15	206,40
4.3.2	Armando de anclajes entre bambus (5 bambus)		u	8	2,25	18,00
4.3.3	Armando de anclajes entre bambus (4 compuesta)		u	2	1,75	3,50
4.3.4	Armando de anclajes entre bambus (3 bambus)		u	29	1,05	30,45
4.3.5	Cubierta termoacustica de 11.8 x 1.4.		u	4	226	904,00
<b>5</b>	<b>CIERRE CON BTC</b>					<b>1.801,75</b>
5.1	Elaboracion y montaje de paneles 60x30x7 cm		u	253	4	1012
5.2	Elaboracion y montaje de paneles 90x30x7 cm		u	91	6	546
5.3	Elaboracion y montaje de paneles seccionados (varios)		u	96	2	192
5.4	Colocacion de junta flexible (panel - bambu)		m	45	1,15	51,75
<b>6</b>	<b>CARPINTERIA</b>					<b>905,00</b>
6.1	Puerta batiente de OSB 90x240 cm		u	4	86	344
6.2	Ventana batiente de madera 90x240 cm		u	1	92	92
6.3	Ventana batiente de madera 90x150 cm		u	1	55	55
6.4	Ventana fija de madera 60x240 cm		u	3	65	195
6.5	Ventana batiente de madera 60x120 cm		u	3	42	126
6.6	Ventana proyectable de madera 60x30 cm		u	3	31	93
<b>7</b>	<b>INTALACIONES ELECTRICAS</b>					<b>389,89</b>
7.1	Conexion a tierra con varilla de cobre		u	1	35	35
7.2	Acometida electrica		m	7	3,27	22,89
7.3	Suministro e instalacion de tablero de distribucion		u	1	106	106
7.4	Instalaciones electricas		pto	23	7	161
7.5	Pozo de revision		u	1	65	65
<b>8</b>	<b>INTALACIONES SANITARIAS</b>					<b>472,62</b>
8.1	Conexion a red publica de desague		u	1	7,5	7,5
8.2	Acometida de red de agua potable		m	6	2,25	13,5
8.3	Pozo de revision de aguas servidas		u	1	62	62
8.4	Suministro y colocacion de medidor de agua		u	1	35	35
8.5	Suministro y colocacion de calefon		u	1	162	162
8.6	Tuberia PVC de 110 mm		m	10	4,17	41,7
8.7	Tuberia PVC de 50 mm		m	15	3,2	48
8.8	Tuberia PVC de 210 mm		m	5	7,2	36
8.9	Codo PVC de 110 mm		u	4	2,75	11
8.10	Conexion "Y" PVC de 110 mm		u	2	3,11	6,22
8.11	Conector tubo PVC de 210 a 110 mm		u	3	3,85	11,55
8.12	Llave de paso		u	3	8	24
8.13	Conexion "T" PVC de 50 mm		u	7	1,25	8,75
8.14	Codo PVC de 50 mm		u	4	1,35	5,4
	<b>TOTAL</b>					<b>7.528,81</b>

Costo por m<sup>2</sup> = 180\$

## Referencias

- 2 Manual-Construcción-En-Tierra-Minke. (n.d.).
- 22-01F-Anejo-I-Especificaciones-Trabajos-Empanetado. (n.d.).
- 6678\_Construir\_con\_tierra\_1-2 craterre. (n.d.).
- AISC 360-10. (n.d.).
- ARQUITECTURA y CONSTRUCCIÓN en TIERRA Estudio Comparativo de las Técnicas Contemporáneas en Tierra. (n.d.).  
<http://mastersuniversitaris.upc.edu/tecnologiaarquitectura>
- BTC CON AGREGADOS DE RCD PARA BIBLIOTECA 20180116. (n.d.).
- CAPITULO VII JUNTAS ENTRE ELEMENTOS PREFABRICADOS VII.1. PRINCIPIOS GENERALES Y TIPOS DE JUNTAS. (n.d.).
- Cárdenas-Haro, X., Tarque, N., Todisco, L., & León, J. (2021). Loss Estimation for Typical Adobe Façades of Cuenca (Ecuador) Due to Earthquake Scenarios. *International Journal of Architectural Heritage*. <https://doi.org/10.1080/15583058.2021.1977417>
- Cárdenas-Haro, X., Todisco, L., León, J., Jurado, C., & Vergara, E. (2022). Geometry and Proportions of Adobe Vernacular Buildings in Cuenca, Ecuador. *International Journal of Architectural Heritage*, 16(8), 1270–1288.  
<https://doi.org/10.1080/15583058.2021.1879312>
- De Arquitectura, F., Autores, U., Fajardo, C. E. F., Andrés, C., López, L., Leonardo, A., & Monori, R. (n.d.). Créditos UNIVERSIDAD DE CUENCA Asesor arquitectónico.
- De, N. E., & Construcción, L. A. (n.d.-a). ESTRUCTURAS DE ACERO.
- De, N. E., & Construcción, L. A. (n.d.-b). VIVIENDAS DE HASTA 2 PISOS CON LUCES DE HASTA 5 m.
- De, N. E., & Construcción, L. A. (n.d.-c). VIVIENDAS DE HASTA 2 PISOS CON LUCES DE HASTA 5 m.
- Guía práctica para el diseño de estructuras de acero. (n.d.).
- Hastings, I., Gerson, G. ;, & García, H. (n.d.). RECONSTRUCCIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA VIVIENDA DE ADOBE EN LA MONTAÑA DE GUERRERO, MÉXICO.
- la Vivienda Latinoamericana COORDINADOR JULIAN SALAS EDITOR DAVID SERNA C, D. S., & FILGUEIRAS -Brasil ENRIQUE ORTIZ -México VICTOR S PELLI -Argentina JOSE A PEÑA -Venezuela JULIO VARGAS N -Perú, J. L. (n.d.). ESCALA COLECCION TECNOLOGIAS PARA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL TOMO 1 CONTRA EL HAMBRE DE VIVIENDA TOMO 11 VIVIENDO Y CONSTRUYENDO TOMO 10 HABITERRA TOMO IV VIVIENDA Y CIUDAD POSIBLES TOMO V LA INDUSTRIALIZACION POSIBLE.

Mario. (2011). *UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS FACULTAD DE CONSTRUCCIONES Ingeniería Civil.*

Samaniego, A. (n.d.). *Review of the industrialization of housing and of three experiences of building systems in Latin America.*

*siarevalo,+Journal+manager,+bloque.* (n.d.).

*terrabloc.* (n.d.).

*Vista de ANÁLISIS PATOLÓGICO DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS CON EL SISTEMA SANDINO EN LA COMUNIDAD CANASÍ.* (n.d.).

Yuste, B., & Barbata, G. (n.d.). *ARQUITECTURA DE TIERRA caracterización de los tipos edificatorios.*

Brunnermeier, M. K., & Palia, D. (2016). *Análisis del proceso de autoconstrucción de la vivienda en Chile, Bases para la ayuda informática de procesos comunicativos de soporte.* Universidad Politécnica de Cataluña.

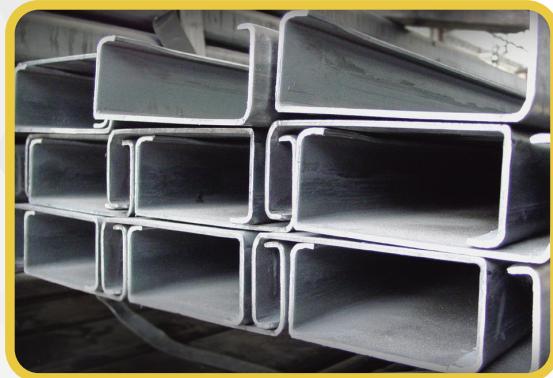
Chillagana Anaguano, J. V. (2013). *SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA APlicados en viviendas de QUITO BAJO EL REGLAMENTO DEL ACI 318S-08 Y LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN.”.* Quito.

RAE. (2019). *Diccionario de la lengua española.* Madrid: Espasa.

## Anexo A

## PERFILES ESTRUCTURALES

### CORREAS "G"

**Especificaciones Generales:**

<b>Norma:</b>	NTE INEN 1623
<b>Calidad:</b>	ASTM A36 - SAE J 403 1008
<b>Largo Normal:</b>	6.00m y medidas especiales
<b>Espesores:</b>	Desde 2mm - 12mm
<b>Acabado:</b>	Acero negro y galvanizado

Designación	Dimensiones				Masa	A	d1	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	b	c	e				Ix	Iy	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
G 60x30x10x2	60	30	10	2	1,96	2,54	1,44	14,88	5,28	4,9	2,74	2,42	1,44
G 80x40x15x2	80	40	15	2	2,75	3,54	1,46	35,25	8,07	8,81	3,18	3,16	1,51
G 80x40x15x3	80	40	15	3	3,95	5,11	1,46	49,04	10,85	12,26	4,27	3,1	1,46
G 80x50x15x2	80	50	15	2	3,06	3,88	1,46	41,11	13,55	10,28	4,34	3,23	1,88
G100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98	13,85	4,57	4,00	1,86
G100x50x15x3	100	50	15	3	4,89	6,31	1,72	97,78	20,51	19,56	6,25	3,94	1,8
G100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,5	24,85	24,49	7,55	3,88	1,75
G100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,55	1,85	126,7	28,5	25,34	9,05	3,85	1,83
G100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52	30,5	12,09	3,75	1,83
G125x50x15x2	125	50	15	2	3,77	4,84	1,56	116,4	16,16	18,63	4,69	4,91	1,83
G125x50x15x3	125	50	15	3	5,48	7,06	1,55	165,5	22,16	26,48	6,43	4,84	1,77
G125x50x15x4	125	50	15	4	7,07	9,15	1,54	208,7	26,88	33,39	7,78	4,78	1,71
G125x50x15x5	125	50	15	5	8,55	11,11	1,54	246,2	30,41	39,39	8,78	4,71	1,65
G125x50x50x4	125	50	20	4	7,39	9,55	1,68	217	30,9	34,7	9,32	4,77	1,8
G125x50x25x5	125	50	25	5	9,33	12,11	1,8	264,3	39,88	42,29	12,46	4,67	1,82
G125x50x30x6	125	50	30	6	11,32	14,73	1,92	307,1	48,69	49,14	15,81	4,56	1,81
G150x50x15x2	150	50	15	2	4,16	5,34	1,42	178,7	17,13	23,83	4,78	5,79	1,79
G150x50x15x3	150	50	15	3	6,07	7,81	1,42	255,2	23,49	34,03	6,56	5,72	1,73
G150x50x15x4	150	50	15	4	7,86	10,15	1,41	323,5	28,51	43,13	7,95	5,65	1,68
G150x50x15x5	150	50	15	5	9,53	12,36	1,41	383,6	32,27	51,15	8,98	5,57	1,62
G150x50x20x4	150	50	20	4	8,17	10,5	1,54	337	32,9	44,9	9,52	5,65	1,77
G150x75x25x5	150	75	25	5	12,28	15,86	2,65	545,4	117,2	72,71	24,17	5,86	2,72
G150x75x30x6	150	75	30	6	14,86	19,23	2,78	641,4	144,5	85,52	30,57	5,77	2,74
G175x50x15x2	175	50	15	2	4,56	5,84	1,31	257,7	17,92	29,45	4,85	6,64	1,75
G175x50x15x3	175	50	15	3	6,66	8,56	1,31	369,4	24,59	42,22	6,66	6,57	1,7
G175x50x15x4	175	50	15	4	8,64	11,15	1,3	470,0	29,85	53,71	8,07	6,49	1,64
G175x50x15x5	175	50	15	5	10,51	13,61	1,3	559,7	33,79	63,97	9,14	6,41	1,58
G175x75x25x4	175	75	25	4	10,84	13,9	2,48	653,0	105	74,6	20,9	6,84	2,75
G175x75x25x5	175	75	25	5	13,26	17,11	2,47	786,0	123,9	89,82	24,63	6,78	2,69
G175x75x30x6	175	75	30	6	16,03	20,73	2,6	929,4	152,8	106,2	31,19	6,7	2,72
G200x50x15x2	200	50	15	2	4,95	6,34	1,21	354,9	18,59	35,49	4,91	7,48	1,71
G200x50x15x3	200	50	15	3	7,25	9,31	1,21	510,3	25,51	51,03	6,73	7,4	1,66
G200x50x15x4	200	50	15	4	9,43	12,15	1,21	651,4	30,96	65,14	8,18	7,32	1,6
G200x50x15x5	200	50	15	5	11,49	14,86	1,21	778,3	35,06	77,83	9,26	7,24	1,54
G200x75x25x4	200	75	25	4	11,63	14,9	2,32	895,0	110,0	89,50	21,3	7,64	2,71
G200x75x25x5	200	75	25	5	14,24	18,37	2,32	1080,0	129,6	108,0	25,02	7,67	2,66
G200x75x30x6	200	75	30	6	17,21	22,23	2,45	1282,0	160,2	128,2	31,73	7,59	2,68
G250x75x25x4	250	75	25	4	13,20	6,90	2,07	1520,0	118,0	122,0	21,7	9,48	2,64
G250x100x25x5	250	100	25	5	18,17	23,36	2,73	2219,0	285,3	177,5	39,24	9,75	3,49
G250x100x30x6	250	100	30	6	21,92	8,23	3,1	2647,0	383,5	219,8	55,58	9,68	3,69
G300x100x30x4	300	100	30	4	16,65	21,3	2,84	2860,0	274,0	191,0	38,3	11,6	3,58
G300x100x35x5	300	100	35	5	20,91	26,9	2,97	3560,0	351,0	237,0	49,9	11,5	3,62
G300x100x35x6	300	100	35	6	24,75	31,8	2,96	4170,0	404,0	278,0	57,4	11,4	3,56

## Anexo B

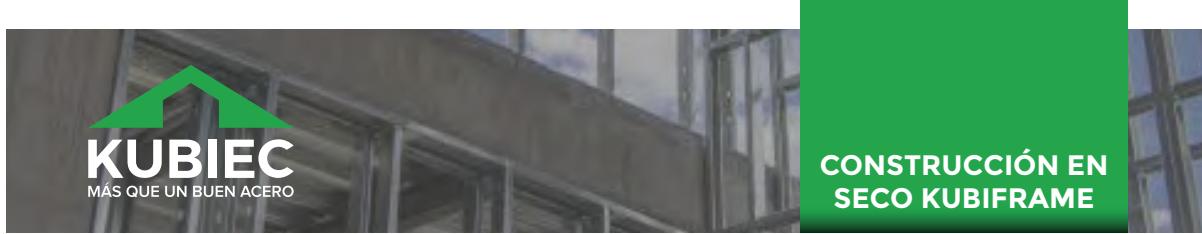


A photograph showing a multi-story building under construction. The structure features large concrete walls and steel framing visible at the windows and balconies. The sky is clear and blue.

# KUBIFRAME

**KUBIEC**  
MÁS QUE UN BUEN ACERO

Kubiframe construcción con Steel Framing, la mejor solución para una construcción sustentable.



## KUBIFRAME CONSTRUCCIÓN EN SECO

Kubiframe construcción con Steel Framing, la mejor solución para una construcción sustentable.

Kubiframe es un sistema constructivo integral conformado por:

- ❖ Entramado de perfiles de acero galvanizado de alta resistencia estructural de espesores reducidos.
- ❖ Revestimiento en la cara interior con placas de yeso, madera, fibrocemento o nuevos materiales constructivos que permiten terminados durables, arquitectónicos y sin fisuras.
- ❖ Revestimiento en la cara exterior con placas de fibrocemento o materiales de última tecnología que garantizan gran durabilidad, sin fisuras y acabados arquitectónicos flexibles.
- ❖ Entre la cara interior y exterior existe suficiente espacio para aislamientos termoacústicos, instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, etc. según las necesidades del cliente.

### USOS

- ❖ Viviendas.
- ❖ Edificios.
- ❖ Unidades móviles de vivienda.
- ❖ Ampliaciones.



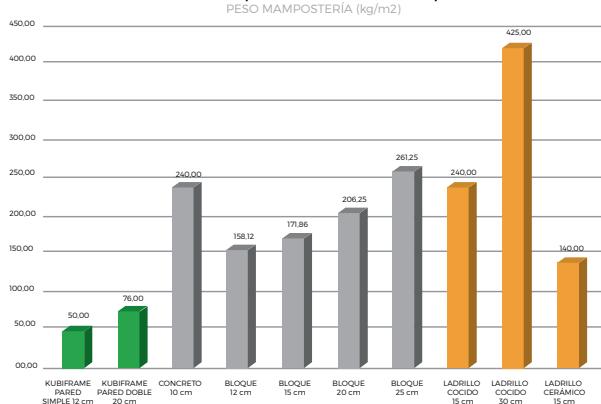
## CONSTRUCCIÓN EN SECO KUBIFRAME



### BENEFICIOS

- ❖ Construcción sustentable desde el punto de vista de ahorro de energía, agua (proceso de montaje en seco) y de otros materiales durante el proceso constructivo y su vida útil.
- ❖ Superior calidad y confort.
- ❖ Construcción super rápida y eficiente.
- ❖ La mejor solución sismo resistente, porque es un entramado en todas las direcciones, hecho con acero de gran resistencia estructural, y se utiliza software de diseño estructural que cumplen las siguientes normas: IBC (Internacional Building Code); AISI (American Institute of Steel and Iron); NEC (Normas Ecuatorianas de la Construcción).
- ❖ Factibilidad de combinar con otros sistemas constructivos.
- ❖ Construcción liviana que no requiere maquinaria pesada.
- ❖ Flexibilidad para adecuaciones futuras de distribución, instalaciones, etc.
- ❖ El panelizado puede ser prefabricado en el taller.
- ❖ Durable porque es de acero galvanizado.
- ❖ Versatilidad del sistema, posibilidades de diferentes espesores de pared, diferentes terminaciones (ladrillo, piedra, cerámica, saiding, madera etc).
- ❖ Diferentes aislamientos térmicos y acústicos (Kutérmico, Poliuretano, Lana de vidrio, Lana de roca).
- ❖ Pregalvanizados y conformados en frío para uso en estructuras portantes.

Peso comparativo de mampostería



### CALIDAD

- ❖ Son diseñados bajo Normas NEC (Normas Ecuatorianas de la Construcción); AISI (American Institute of Steel and Iron); IBC (Internacional Building Code).
- ❖ Nuestros perfiles cumplen con la Norma INEN 2526:2010, lo que garantiza su calidad. (Norma Técnica Ecuatoriana, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Perfiles Especiales Abiertos, Livianos,
- ❖ Según el tipo de aplicación se utilizan perfiles de acero desde espesor 0.40 mm hasta 1.20mm.
- ❖ El revestimiento puede ser galvanizado ASTM A653 o equivalente; galvalume ASTM A792 o prepintado.
- ❖ Para usos estructurales se utilizan aceros con límite de fluencia de 40 KSI (276 Mpa), 50 KSI (345 Mpa) Y 80 KSI (552 Mpa).



2



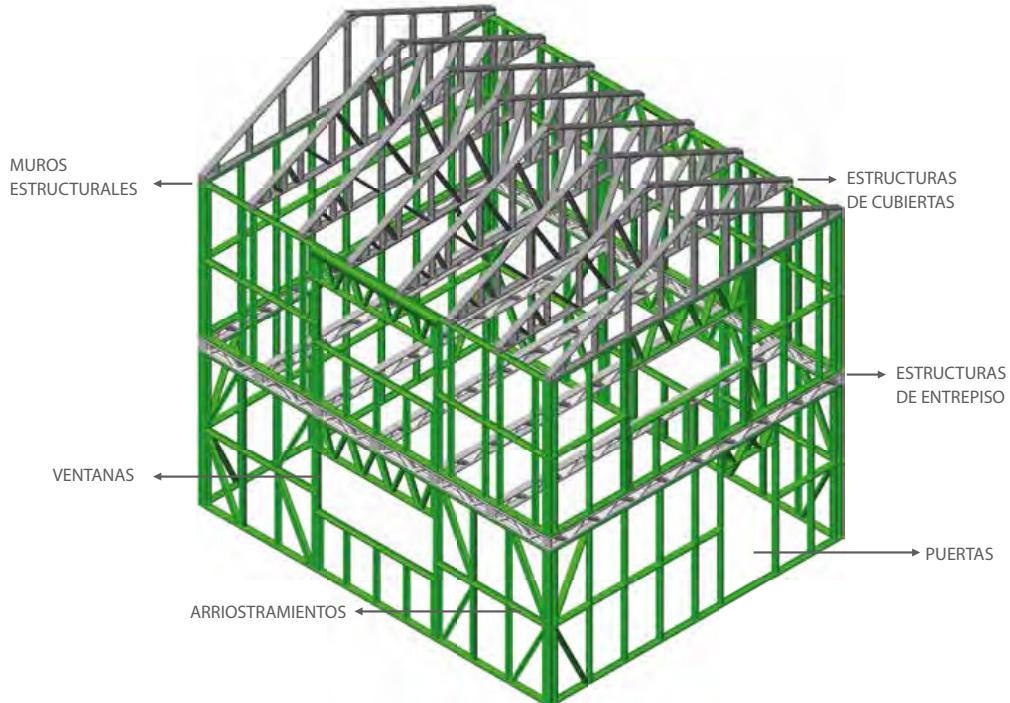
## KUBIFRAME PUEDE SER UTILIZADO EN TRES APLICACIONES (ÁREAS DE LA CONSTRUCCIÓN).

### Kubiframe Total

El cliente provee el diseño arquitectónico de su proyecto.

Kubiframe Total es una solución integral que incluye el diseño estructural según normas técnicas, prefabricación, preeensamblaje de paneles y montaje en la obra (opcional), remplazando totalmente al sistema constructivo tradicional de columnas, vigas y paredes independientes.

Puede incluir las instalaciones: eléctricas, hidrosanitarias y revestimientos interiores y exteriores.



## CONSTRUCCIÓN EN SECO KUBIFRAME



### Tabiquería Estructural

Paredes exteriores e interiores de gran resistencia que se complementan perfectamente con estructuras tradicionales (hormigón, madera, acero o mixtas); que estarán sometidas a cargas (ejemplo: viento y sismo) y también para paredes internas con prestaciones especiales (mayor aislamiento acústico, mayor resistencia a cargas, mayores espacios para instalaciones hidrosanitarias y eléctricas).

Son paredes que requieren diseño estructural.



### Tabiquería no Estructural (Tipo Gypsum)

Es la tradicional pared y cielo falso tipo "Gypsum". Se utiliza perfiles de acero galvanizado, galvalume o prepintado, para evitar la corrosión.

Para paredes divisorias interiores de menores prestaciones.





## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los perfiles de Steel Framing deben tener características especiales que Kubiframe si los satisface:

- ◆ Acero de grandes resistencias estructurales: 40 KSI, 50 KSI Y 80 KSI.
- ◆ Aceros con revestimientos de gran durabilidad garantizados, según normas.
- ◆ Perfiles hechos a la medida para evitar desperdicios.
- ◆ Perfiles con cortes y perforaciones hechos en fábrica para permitir el paso de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas según el requerimiento de clientes.
- ◆ Perfiles con pre avellanado en los sitios donde el diseño estructural determina que deben colocarse pernos.
- ◆ Sistema extremo de los perfiles con estampes de machihembrado, para un ensamble perfecto.

### Características de perfiles



Machihembrado



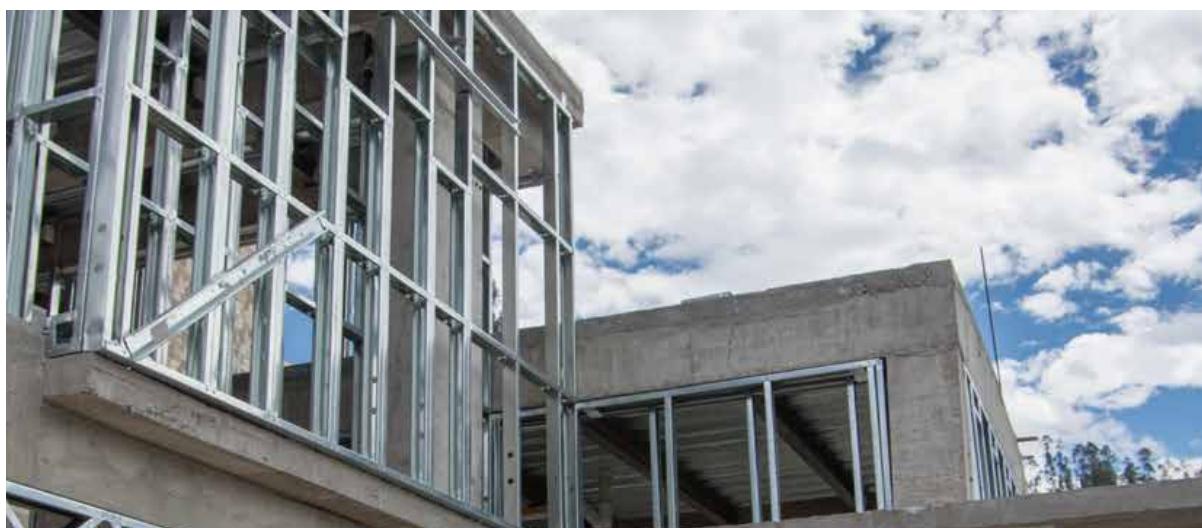
Avellanado para colocación de pernos.



Perforación para cruce de elementos



Perforaciones para el paso de instalaciones eléctricas y de agua potable.



## CONSTRUCCIÓN EN SECO KUBIFRAME



### REVESTIMIENTOS

#### Exteriores

- ❖ Fibrocemento.
- ❖ Placas de yeso.
- ❖ Multilaminado fenólico.
- ❖ Placas de PVC.
- ❖ Placas metálicas.

#### Interiores

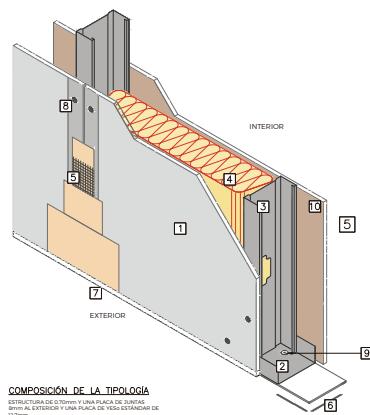
- ❖ Fibrocemento.
- ❖ Placas de yeso.
- ❖ Multilaminado fenólico.

#### Aislantes

- ❖ Fibras minerales:
  - Lana de vidrio.
  - Lana de roca.
- ❖ Derivados petroquímicos:
  - Poliuretano expandido.
  - Polietileno.
- ❖ Corcho.
- ❖ Fibras naturales.



**Muro simple para interior y exterior con placa de fibrocemento y placa de yeso estándar.**



- ① Placa de fibrocemento juntas invisibles 8mm
- ② Perfil kubiframe de acero galvanizado 89x38x0.70mm @ 601mm
- ③ Parante kubiframe de acero galvanizado 89x38x0.70mm @ 601mm
- ④ Lana de vidrio de 80kg/m<sup>3</sup> e= 50mm
- ⑤ Tratamiento de juntas
- ⑥ Cinta estanca
- ⑦ Sellador elastomérico
- ⑧ Tornillo punta de broca #8 x 1/4"
- ⑨ Autoavellanado
- ⑩ Clavo de impacto de 25mm (1"), 1 por cada parante disparados en zig zag placa de yeso estandar 12,7mm