

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON  
AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y  
REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL:**

**ELABORADO POR**

**EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ**

**ASESOR**

**Ing. HERNÁN A. ARBOCCÓ VALDERRAMA**

**LIMA- PERÚ**

**2019**

© 2019, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

**“El autor autoriza a la UNI a reproducir de la Tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”**

Ayarquispe Lopez, Edison Cruz

[edisoncruzfic20092@gmail.com](mailto:edisoncruzfic20092@gmail.com)

990756259

## **DEDICATORIA**

A Dios por sobre todas las cosas, a mis padres y a mi hermano por estar presente en cada momento de mi vida con sus consejos y enseñanzas.

A mi asesor el Ing. Hernán A. Arboccó Valderrama, por depositar su confianza, interés y paciencia en mi persona para la realización de la presente tesis y dedicar parte de su tiempo en ello.

A la Dra. Mónica Gomez León, Docente de la Facultad de Ciencias de la UNI, por el interés y el apoyo brindado para hacer uso del espacio de las instalaciones del Centro de Energía Renovables de la UNI con el fin de realizar uno de los ensayos de la presente Tesis.

A mi compañero el Ing. Joshua Piñas Moya de la Facultad de Ingeniería Física de la UNI por el apoyo incondicional en la realización de la presente Tesis.

A la Ing. Elisa Castilla Mayorga, que con sus sabios consejos morales estuvo apoyándome en los buenos y malos momentos, a quien considero una persona muy especial, a ella le expreso mis profundos agradecimientos.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>8</b>
<b>PRÓLOGO</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>18</b>
<b>LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO</b>	<b>28</b>
2.1 MARCO TEÓRICO	28
2.1.1 Situación Actual de las Viviendas en Climas Fríos	28
2.1.2 La Totora y la Madera como Materiales Aislantes	29
2.1.2.1 <i>Características Morfológicas y Propiedades Físicas de la Totora</i>	29
2.1.2.2 <i>Extracción de la Totora</i>	32
2.1.2.3 <i>Características y Propiedades de la Madera</i>	33
2.1.3 Definiciones	35
2.1.3.1 <i>Aislamiento Térmico</i>	35
2.1.3.2 <i>Confort Térmico</i>	36
2.1.3.3 <i>Mecanismos de Transferencia de Calor</i>	36
2.1.3.4 <i>Resistencia Térmica (R)</i>	37
2.1.3.5 <i>Resistencia Térmica Superficial (Re o Ri)</i>	37
2.1.3.6 <i>Transmitancia Térmica (U)</i>	38
2.1.3.7 <i>Zona Bioclimática</i>	38
2.1.3.8 <i>Conductividad Térmica (K)</i>	39
2.1.3.9 <i>Medición de la Conductividad Térmica de un Material</i>	39
2.1.3.10 <i>Método de la Placa Caliente con Guarda</i>	40

<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN Y COMPONENTES DEL SISTEMA</b>	<b>45</b>
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA PROPUESTO	45
3.2 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES LOCALES PRINCIPALES	47
3.2.1 Madera Tornillo	47
3.2.2 Totorá	47
3.2.3 Rafia	47
3.2.4 Malla Cuadrada Electrosoldada de 1/2"	48
3.2.5 Acero Corrugado de 1/4"	48
3.2.6 Placa de Fibrocemento de 4mm	48
3.2.7 Revoques de Mortero	48
3.3 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA	50
3.3.1 Columnas	50
3.3.2 Vigas Soleras Inferiores	50
3.3.3 Vigas Soleras Superiores	50
3.3.4 Armaduras	51
3.3.5 Paneles	51
3.3.5.1 <i>Panel Muro de 0.90 m x 2.10 m</i>	52
3.3.5.2 <i>Panel Ventana de 0.90 m x 2.10 m</i>	53
3.3.5.3 <i>Panel Ventana Alta de 0.90 m x 2.10 m</i>	53
3.3.5.4 <i>Panel Puerta de 0.84 m x 2.10 m</i>	53
3.3.6 Correas de Madera y Cobertura de Techo	58
<b>CAPÍTULO IV. DISEÑO GENERAL, PROCESOS DE FABRICACIÓN Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA</b>	<b>60</b>
4.1 DISEÑO PARA UN MÓDULO TÍPICO DE VIVIENDA DE 5.67m x 5.67m	60
4.1.1 Descripción	60
4.1.2 Cálculo Estructural del Módulo de Vivienda de 5.67 m x 5.67 m	62
4.1.3 Diseño de Instalaciones Sanitarias de Agua y Desagüe	109
4.1.3.1 <i>Diseño de las Redes de Agua</i>	109
4.1.3.2 <i>Diseño de las Redes de Desagüe</i>	115
4.1.4 Diseño de Instalaciones Eléctricas	116
4.2 PROCESO DE FABRICACIÓN DE PANELES MURO Y VENTANA	122
4.3 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PANEL-PUERTA	124

4.4	PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA ARMADURA DE MADERA	126
4.5	PRODUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA (PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO)	128
4.5.1	Evaluación de la Calidad del Suelo	128
4.5.2	Limpieza del Terreno	129
4.5.3	Nivelación del Terreno	129
4.5.4	Trazado y Replanteo del Terreno	130
4.5.5	Excavación de Zanjas para Cimentación	131
4.5.6	Vaciado del Fondo del Cimentación (Solado)	132
4.5.7	Preparación y Montaje de las Columnas de Madera	132
4.5.8	Vaciado del Cimiento	133
4.5.9	Encofrado y Desencofrado de Sobrecimiento	134
4.5.10	Vaciado de sobrecimiento	134
4.5.11	Relleno Compactado de Zanjas con Material Propio	135
4.5.12	Montaje de vigas soleras inferiores al sobrecimiento	135
4.5.13	Montaje de los Paneles	136
4.5.14	Montaje de Vigas soleras superiores	139
4.5.15	Montaje de las Armaduras de Madera	140
4.5.16	Instalaciones Sanitarias	141
4.5.17	Instalaciones Eléctricas	142
4.5.18	Preparación y Aplicación del Revoque de Mortero a Paneles	142
4.5.19	Colocación de Materiales de Cobertura de Techo	144
4.5.20	Preparación del Suelo para la Estructuración del Piso	145
4.5.21	Preparación y Colocación de Puertas y Ventanas	146
4.5.22	Acabados Finales	147
4.6	VENTAJAS Y LIMITACIONES	147
<b>CAPÍTULO V. ENSAYOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>		<b>148</b>
5.1	ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE LA TIERRA USADA PARA EL REVOQUE DE MORTERO EN PANELES DE ENSAYO	148
5.2	ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA DE LA TIERRA USADA PARA EL REVOQUE DE MORTERO EN PANELES DE ENSAYO	151

5.2.1	Determinación del Limite Liquido	151
5.2.2	Determinación del Limite Plástico	154
5.3	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO DE CEMENTO Y TIERRA TAMIZADA	157
5.4	ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PANELES DE ENSAYO DE 0.90 m x 0.90 m	160
5.5	ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN PANELES DE ENSAYO DE 0.90 m x 0.90 m	166
5.6	ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL YESO Y LA TOTORA	172
5.7	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL PANEL MURO EXTERNO E INTERNO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO	177
5.7.1	Cálculo de la Transmitancia Térmica del Panel Muro Externo	177
5.7.2	Cálculo de la Transmitancia Térmica del Panel Muro Interno	180
5.8	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL TECHO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO	183
5.9	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL PISO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO	187
5.10	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA PUERTA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO	191
5.11	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA VENTANA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO	193
5.12	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE UN MURO DE ADOBE	196
5.13	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE UN MURO DE ALBAÑILERÍA	198
5.14	CUADRO COMPARATIVO DE TRANSMITANCIAS TÉRMICA DEL PANEL MURO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO FRENTE AL MURO DE ADOBE Y AL MURO DE ALBAÑILERÍA	201
<b>CAPÍTULO VI. PRESUPUESTO, METRADOS Y ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS</b>		<b>202</b>
6.2	PRESUPUESTO GENERAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO	202

6.2	METRADOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO	205
6.3	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO	228
6.4	RELACIÓN DE INSUMOS	256
6.5	PRESUPUESTO GENERAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL	261
6.6	ANÁLISIS DE COSTO REFERENCIAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO FRENTE AL SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL	264
6.6.1	Presupuesto del Sistema Constructivo Propuesto	264
6.6.2	Presupuesto del Sistema Constructivo Convencional	264
6.6.3	Costos Comparativos	265
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>266</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>270</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>272</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>275</b>

## RESUMEN

La finalidad de la presente tesis “Propuesta de un Sistema Constructivo con Aislamiento Térmico utilizando Totora, Madera y Revoque de mortero en Zonas Altoandinas” en términos generales, es presentar una alternativa de propuesta de un sistema constructivo utilizando paneles confeccionados con materiales locales de la zona de estudio, en este caso para el departamento de Puno. Los materiales locales principales a utilizar en esta investigación son la Totora como aislante térmico, madera “Tornillo” o “Águano” y acero corrugado con fines estructurales, mezcla de tierra de la zona con cemento para usos de revestimiento y yeso para usos de acabados finales.

Se realiza el estudio de la totora y la madera “Tornillo” o “Águano” como materiales locales de la zona de estudio para la construcción de módulos de vivienda que brindan un buen confort y aislamiento térmico y de alguna forma ofrecer alternativas constructivas seguras y térmicas para los pobladores con bajos recursos económicos que habitan en lugares de climas fríos.

Se ha recopilado la información necesaria referente a estudios de diseño de construcción en madera, así como de los materiales locales de zonas altoandinas y su forma de aplicación para la presente investigación.

Luego se ha realizado la fabricación de paneles muro de 0.90m x 0.90m con algunas variantes para someterlos a ensayos mecánicos de resistencia a la compresión y resistencia a la compresión diagonal en el Laboratorio de Ensayos de Materiales – LEM N°1, además de la preparación de las muestras de totora y yeso que son los componentes principales que conforman el panel muro para realizar los ensayos con apoyo del Centro de Energías Renovables – CER – UNI, con el fin de realizar mediciones de conductividades térmicas de dichas muestras y calcular la Transmitancia Térmica del panel muro exterior e interior, techo y piso del Sistema Constructivo Propuesto.

Se ha efectuado un diseño general en cuanto a cálculos estructurales, instalaciones sanitarias de agua y desagüe e instalaciones eléctricas de un módulo típico de

vivienda de 5.67m x 5.67m, además se ha realizado un análisis comparativo de costos frente al Sistema Constructivo Convencional (albañilería) con las mismas medidas, también se detallan los procesos de fabricación del panel muro, panel ventana, panel puerta, armadura de madera y procedimientos constructivos secuenciales para la construcción del módulo de vivienda.

Se presentarán los respectivos metrados, presupuestos y análisis de costos unitarios demostrando que el sistema constructivo con aislamiento térmico propuesto es económico frente a un sistema constructivo tipo convencional siendo este último el más usado y preferido por la población.

En tal sentido, se realizará el estudio de un Sistema Constructivo No Convencional que emplee materiales locales de la zona, con el objetivo de ofrecer un sistema con buen aislamiento térmico y buen comportamiento estructural, a fin de promover su empleo y difundir la construcción con este sistema constructivo.

Según los resultados obtenidos en la presente tesis, el sistema constructivo propuesto genera ventajas relevantes en cuanto al uso de paneles estructurales, confeccionados con bastidores de madera, varillas de acero corrugado como refuerzo estructural del alma de totora, revestimiento primario de tierra tamizada y cemento con un acabado final de yeso, armados en forma rápida y de manera fácil, que si fuera necesario efectuar algunas modificaciones se pueden realizar en la misma ejecución de obra, no requiriendo de equipos auxiliares pesados.

Se tiene en cuenta además, que la autoconstrucción técnicamente dirigida, reduciría el costo del módulo de la vivienda de manera significativa.

En conclusión, lo que se busca a través de la construcción con el presente sistema constructivo no convencional, es emplear materiales de construcción locales y ofrecer una alternativa constructiva segura, económica, de buena calidad, y buen confort térmico, empleando el menor tiempo en su ejecución, para pobladores de bajos recursos que habitan en lugares de climas fríos.

## ABSTRACT

The purpose of this thesis "Proposal of a Constructive System with Thermal Insulation using Totora, Wood and Mortar Revocation in High Andean Areas" in general terms, is to present an alternative proposal of a construction system using panels made with local materials from the area of study, in this case for the department of Puno. The main local materials to be used in this investigation are the Totora as thermal insulation, "Tornillo" or "Águano" wood and corrugated steel for structural purposes, mixing of the area's land with cement for coating and gypsum uses for final finishes.

The study of the totora and wood "Tornillo" or "Águano" is carried out as local materials of the study area for the construction of housing modules that provide good comfort and thermal insulation and in some way offer safe and thermal constructive alternatives for the inhabitants with low economic resources that live in places of cold climates.

The necessary information has been compiled regarding studies of wood construction design, as well as local materials from high Andean areas and their application form for the present investigation.

Then the manufacture of wall panels of 0.90mx 0.90m was made with some variants to submit them to mechanical tests of resistance to compression and diagonal compression resistance in the Materials Testing Laboratory - LEM N ° 1, in addition to the preparation of the samples of totora and plaster that are the main components that make up the wall panel to carry out the tests with the support of the Renewable Energy Center - CER - UNI, in order to perform thermal conductivity measurements of said samples and calculate the Thermal Transmittance of the exterior and interior wall panel, ceiling and floor of the Proposed Constructive System.

A general design has been made in terms of structural calculations, sanitary installations of water and drainage and electrical installations of a typical housing module of 5.67mx 5.67m, in addition a comparative analysis of costs has been made

against the Conventional Constructive System (masonry) with the same measures, the manufacturing processes of the wall panel, window panel, door panel, wooden reinforcement and sequential construction procedures for the construction of the housing module are also detailed.

The respective metrics, budgets and unit cost analysis will be presented showing that the construction system with thermal insulation proposed is economical compared to a conventional type construction system, the latter being the most used and preferred by the population.

In this regard, the study of an unconventional construction system that uses local materials from the area, with the aim of offering a system with good thermal insulation and good structural behavior, in order to promote its use and disseminate the construction with this construction system.

According to the results obtained in this thesis, the proposed construction system generates significant advantages in terms of the use of structural panels, made with wooden frames, corrugated steel rods as structural reinforcement of the totora core, primary coating of sifted earth and cement with a final plaster finish, assembled quickly and easily, if necessary make some modifications can be made in the same execution of work, not requiring heavy auxiliary equipment.

It is also taken into account that technically directed self-construction would reduce the cost of the housing module significantly.

In conclusion, what is sought through construction with the present non-conventional construction system, is to use local building materials and offer a safe, economical, good quality, and good thermal comfort alternative, using the least amount of time in its execution, for low-income residents who live in places with cold climates.

## PRÓLOGO

La presente investigación es de gran importancia, debido a la problemática del friaje que azota principalmente las zonas altoandinas del Perú, que ha causado daños materiales y pérdida de vidas humanas, en su mayoría niños menores de 5 años y destrucción de viviendas producida por vientos fuertes y nevadas extremas.

Se plantea como una de las prioridades importantes de la población, las necesidades básicas de vivienda a través de la construcción de módulos, empleando en su construcción materiales propios de la localidad, con la finalidad de reducir costos y lograr un buen confort térmico.

Este es el caso de la presente tesis titulada “Propuesta de un Sistema Constructivo con Aislamiento Térmico utilizando Totorá, Madera y Revoque de mortero en Zonas Altoandinas” que es elaborado considerando las circunstancias extremas que se presentan debido a dicha problemática.

En los capítulos que se desarrollan en este trabajo, se tratan los aspectos constructivos y el diseño estructural, así como de las instalaciones sanitarias y eléctricas, comprendiendo la presencia de vientos fuertes y nevadas que pudieran afectar la zona, los ensayos de resistencia mecánica efectuados en el Laboratorio de Ensayos de Materiales N° 1 de la FIC, así como ensayos de conductividad térmica efectuados a los materiales componentes, tanto en el Centro de Energías Renovables de la UNI, como en el laboratorio del CENAM de México.

Finalmente se analiza comparativamente los costos de construcción de la vivienda con materiales convencionales y con el sistema propuesto, con los análisis de precios unitarios, demostrando el nivel técnico de la investigación, en el análisis de la propuesta encontrando alternativas constructivas viables, como la motivación social en la búsqueda del bienestar de la población más afectada por los friajes que se producen cada vez en forma más continua en las zonas altoandinas del país.

Ing. Hernán A. Arboccó Valderrama  
Asesor

**LISTA DE CUADROS**

	Pág.	
Cuadro N° 2.1	Zonificación Bioclimática del Perú	38
Cuadro N° 2.2	Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en $W/m^2K$	39
Cuadro N° 2.3	Capacidades de medición del aparato de placa caliente aislada del CENAM	44
Cuadro N° 2.4	Parámetros para la placa caliente aislada	44
Cuadro N° 2.5	Parámetros para la placa fría	44
Cuadro N° 4.1	Factores de forma (C)	63
Cuadro N° 4.2	Factores de Forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre (C)	63
Cuadro N° 4.3	Densidades y espesores de los materiales a considerar en el Panel Muro	69
Cuadro N° 4.4	Cálculo de la carga aproximada que conforma el Panel Muro	69
Cuadro N° 4.5	Cálculo del volumen de sobrecimiento	70
Cuadro N° 4.6	Cálculo del volumen del cimiento	70
Cuadro N° 4.7	Metrados de cargas para determinar el ancho del cimiento	72
Cuadro N° 4.8	Datos imprescindibles de la armadura de madera a diseñar	73
Cuadro N° 4.9	Cálculo de metrados de cargas para el diseño de la armadura de madera	74
Cuadro N° 4.10	Coeficientes de longitud (Cl) para el diseño de elementos de la armadura de madera	75
Cuadro N° 4.11	Coeficientes de carga (CP y CQ) para el cálculo de fuerzas axiales en los elementos	75
Cuadro N° 4.12	Esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad para maderas del grupo C	76
Cuadro N° 4.13	Secciones de las barras A, B, A', B'	77
Cuadro N° 4.14	Secciones de las barras C, C'	78
Cuadro N° 4.15	Secciones de las barras D, D'	80

Cuadro N° 4.16	Sección de la barra E	81
Cuadro N° 4.17	Secciones finales de la armadura de madera tipo Montante Maestro	81
Cuadro N° 4.18	Evaluación de la fuerza unitaria aplicada en un punto de cada elemento	82
Cuadro N° 4.19	Verificación de la longitud de penetración del clavo de 3" para el nudo M	84
Cuadro N° 4.20	Ubicación de los clavos de 3" para el nudo M	85
Cuadro N° 4.21	Verificación de la longitud de penetración del clavo de 3" para el nudo N	87
Cuadro N° 4.22	Ubicación de los clavos de 3" para el nudo N	88
Cuadro N° 4.23	Verificación de la longitud de penetración del clavo de 3" para el nudo O	89
Cuadro N° 4.24	Ubicación de los clavos de 3" para el nudo O	90
Cuadro N° 4.25	Verificación de la longitud de penetración del clavo de 3" para el nudo P	92
Cuadro N° 4.26	Ubicación de los clavos de 3" para el nudo P	93
Cuadro N° 4.27	Calculo de carga muerta y viva por m <sup>2</sup> de cobertura	94
Cuadro N° 4.28	Datos, esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad para las columnas extremas correspondientes al grupo C	96
Cuadro N° 4.29	Datos, esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad para las columnas intermedias correspondientes al grupo C	97
Cuadro N° 4.30	Peso propio de entablados de madera (kg/m <sup>2</sup> )	99
Cuadro N° 4.31	Módulo de elasticidad y esfuerzos admisibles para el entablado de madera	100
Cuadro N° 4.32	Determinación del peso de la estructura de acuerdo al metrado de cargas	107
Cuadro N° 4.33	Distribución de la fuerza sísmica de la estructura (Módulo de Vivienda)	108
Cuadro N° 4.34	Datos necesarios para el diseño de las redes de agua	109
Cuadro N° 4.35	Longitudes de los tramos de las redes de agua del módulo de vivienda	109
Cuadro N° 4.36	Unidades de gasto del módulo de vivienda	110
Cuadro N° 4.37	Longitud equivalente de accesorios para el tramo A-B	111
Cuadro N° 4.38	Longitud equivalente de accesorios para el tramo B-C	111

Cuadro N° 4.39	Longitud equivalente de accesorios para el tramo C-D	112
Cuadro N° 4.40	Longitud equivalente de accesorios para el tramo D-E	113
Cuadro N° 4.41	Longitud equivalente de accesorios para el tramo E-F	114
Cuadro N° 4.42	Cuadro resumen de presiones de los tramos AB, BC, CD, DE y EF	114
Cuadro N° 4.43	Diámetros correspondientes de las tuberías de desagüe de los aparatos sanitarios	115
Cuadro N° 4.44	Unidades de descarga del tramo M-N	115
Cuadro N° 4.45	Unidades de descarga del tramo N-O	115
Cuadro N° 4.46	Unidades de descarga del tramo O-P	115
Cuadro N° 4.47	Unidades de descarga del tramo P-Q	116
Cuadro N° 4.48	Cuadro resumen de la máxima demanda del módulo de vivienda	119
Cuadro N° 4.49	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la fabricación de paneles muro y ventana	122
Cuadro N° 4.50	Descripción de piezas de madera para la fabricación de paneles muro, ventana y ventana alta	123
Cuadro N° 4.51	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la fabricación del panel puerta	124
Cuadro N° 4.52	Descripción de piezas de madera para la fabricación del panel puerta	125
Cuadro N° 4.53	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la fabricación de la armadura de madera	126
Cuadro N° 4.54	Descripción de piezas de madera para la fabricación de la armadura de madera	127
Cuadro N° 4.55	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la limpieza del terreno	129
Cuadro N° 4.56	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la nivelación del terreno	129
Cuadro N° 4.57	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el trazo y replanteo del terreno	130
Cuadro N° 4.58	Descripción de equipos, herramientas y mano de obra para la excavación de zanjas en cimentación	131
Cuadro N° 4.59	Descripción de materiales equipos, herramientas y mano de obra para el vaciado del solado	132

Cuadro N° 4.60	Descripción de materiales equipos, herramientas y mano de obra para la preparación y montaje de las columnas de madera	132
Cuadro N° 4.61	Descripción de materiales equipos, herramientas y mano de obra para el vaciado del cemento	133
Cuadro N° 4.62	Descripción de materiales equipos, herramientas y mano de obra para el encofrado y desencofrado de sobrecimiento	134
Cuadro N° 4.63	Descripción de materiales equipos, herramientas y mano de obra para el vaciado de sobrecimiento	134
Cuadro N° 4.64	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el relleno compactado de zanjas con material propio	135
Cuadro N° 4.65	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el montaje de vigas soleras inferiores al sobrecimiento	135
Cuadro N° 4.66	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el montaje de los paneles	136
Cuadro N° 4.67	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el montaje de las vigas soleras superiores	139
Cuadro N° 4.68	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el montaje de las armaduras de madera	140
Cuadro N° 4.69	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para las instalaciones sanitarias	141
Cuadro N° 4.70	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para las instalaciones eléctricas	142
Cuadro N° 4.71	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la preparación y aplicación del revoque de mortero a paneles	142
Cuadro N° 4.72	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la colocación de materiales de cobertura de techo	144

Cuadro N° 4.73	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la preparación del suelo y estructuración del piso	145
Cuadro N° 4.74	Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la preparación y colocación de puertas y ventanas	146
Cuadro N° 5.1	Pesos retenidos en cada tamiz	149
Cuadro N° 5.2	Datos de las porciones de muestras P1, P2, P3 y P4	153
Cuadro N° 5.3	Cuadro resumen de límites líquidos de las muestras	154
Cuadro N° 5.4	Datos de las porciones de muestras para determinar el límite plástico	156
Cuadro N° 5.5	Resultados de resistencia a la compresión de los especímenes cúbicos	159
Cuadro N° 5.6	Resultados de cargas de falla de los paneles de ensayo sometidos al ensayo de compresión	164
Cuadro N° 5.7	Resultados de resistencia a la compresión de los paneles de ensayo	164
Cuadro N° 5.8	Resultados de resistencia a la compresión diagonal de los paneles de ensayo	170
Cuadro N° 5.9	Resultados de resistencia a la compresión diagonal de los paneles de ensayo	171
Cuadro N° 5.10	Medidas tomadas de espesores de las muestras de yeso	174
Cuadro N° 5.11	Medidas tomadas de espesores de las muestras de totora	174
Cuadro N° 5.12	Espesor requerido para la muestra de yeso	174
Cuadro N° 5.13	Espesor requerido para la muestra de totora	174
Cuadro N° 5.14	Resultado de medición de la muestra de yeso	176
Cuadro N° 5.15	Resultado de medición de la muestra de totora	177
Cuadro N° 5.16	Transmitancia térmica del panel muro externo	180
Cuadro N° 5.17	Transmitancia térmica del panel muro interno	182
Cuadro N° 5.18	Transmitancia térmica del piso	189
Cuadro N° 5.19	Transmitancia térmica del panel puerta	191
Cuadro N° 5.20	Transmitancia térmica del doble vidrio	194
Cuadro N° 5.21	Transmitancia térmica del muro de adobe	198

Cuadro N° 5.22	Transmitancia térmica del muro de albañilería	200
Cuadro N° 5.23	Transmitancias de los tipos de muros	201
Cuadro N° 6.1	Cuadro comparativo de costos directos del Sistema Constructivo Propuesto Vs. Sistema Constructivo Convencional	265

## LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura N° 2.1	Datos estadísticos de la infraestructura de viviendas en Puno	28
Figura N° 2.2	Esquema explicativo de la Ley de Fourier	41
Figura N° 2.3	Esquema de la sección transversal del Aparato de Placa Caliente con Guarda.	41
Figura N° 2.4	Sistema APCG (Aparato de Placa Caliente con Guarda)	42
Figura N° 2.5	Anillo de guarda y el Área de medición de la placa caliente	43
Figura N° 2.6		
Figura N° 3.1	Casco estructural del módulo de vivienda de 5.67 m x 5.67m	46
Figura N° 3.2	Armadura de madera tipo "Montante Maestro"	51
Figura N° 3.3	Panel muro típico y los componentes que lo conforman	52
Figura N° 3.4	Panel muro típico 0.90 m x 2.10 m del sistema constructivo propuesto	54
Figura N° 3.5	Panel ventana 0.90 m x 2.10 m del sistema constructivo propuesto	55
Figura N° 3.6	Panel ventana alta 0.90 m x 2.10 m del sistema constructivo propuesto	56
Figura N° 3.7	Panel puerta 0.84 m x 2.10 m del sistema constructivo propuesto	57
Figura N° 3.8	Distribución de correas de madera de 2" x 3"	58
Figura N° 3.9	Cobertura de techo del sistema constructivo propuesto	59
Figura N° 4.1	Planta del módulo de vivienda 5.67 m x 5.67 m	60
Figura N° 4.2	Módulo de vivienda 5.67 m x 5.67 m y sus componentes	61
Figura N° 4.3	Mapa Eólico del Perú	64
Figura N° 4.4	Dirección del viento en el Eje X	65
Figura N° 4.5	Esquema de la distribución de cargas de viento en la dirección del Eje X	66
Figura N° 4.6	Dirección del viento en el Eje Y	67
Figura N° 4.7	Esquema de la distribución de cargas de viento en la dirección del Eje Y	68
Figura N° 4.8	Diseño del ancho de cimentación	71

Figura N° 4.9	Distribución de barras de la armadura tipo montante maestro	74
Figura N° 4.10	Distribución de fuerzas actuantes en las barras A, B, A', B'	76
Figura N° 4.11	Distribución de fuerzas actuantes en las barras C, C'	78
Figura N° 4.12	Distribución de fuerzas actuantes en las barras D, D'	79
Figura N° 4.13	Distribución de fuerzas actuantes en la barra E	80
Figura N° 4.14	Armadura tipo montante maestro dimensionada	83
Figura N° 4.15	Uniones en los nudos de la armadura tipo montante maestro	83
Figura N° 4.16	Nudo "M" de la armadura tipo montante maestro	84
Figura N° 4.17	Distribución de clavos del Nudo "M"	86
Figura N° 4.18	Nudo "N" de la armadura tipo montante maestro	86
Figura N° 4.19	Distribución de clavos del Nudo "N"	88
Figura N° 4.20	Nudo "O" de la armadura tipo montante maestro	89
Figura N° 4.21	Distribución de clavos del Nudo "O"	91
Figura N° 4.22	Nudo "P" de la armadura tipo montante maestro	91
Figura N° 4.23	Distribución de clavos del Nudo "P"	93
Figura N° 4.24	Esquema de la distribución de carga muerta y viva por m <sup>2</sup> de cobertura de techo en un ancho tributario de 1.00 m	94
Figura N° 4.25	Esquema de la distribución de cargas de la cobertura de techo a dos aguas hacia las columnas	95
Figura N° 4.26	Esquema equivalente de la distribución de cargas uniformemente distribuida en la superficie horizontal	95
Figura N° 4.27	Entablado de madera de un ambiente del módulo de vivienda	98
Figura N° 4.28	Esquema equivalente de la distribución de cargas del entablado de madera	100
Figura N° 4.29	Ancho de influencia del entablado de madera para el cálculo de los durmientes	101
Figura N° 4.30	Muros resistentes en la dirección del Eje X y Eje Y	103
Figura N° 4.31	Área techada del módulo de vivienda	104
Figura N° 4.32	Área proyectada en la dirección del Eje X del módulo de vivienda	105

Figura N° 4.33	Área proyectada en la dirección del Eje Y del módulo de vivienda	105
Figura N° 4.34	Puesta a tierra en el área del jardín	121
Figura N° 4.35	Distribución de varillas de anclaje de las vigas soleras inferiores al sobrecimiento	136
Figura N° 4.36	Descripción de los materiales para las conexiones entre paneles, viga solera inferior, columnas y cimentación	137
Figura N° 4.37	Fijación de paneles muro entre sí, a viga solera inferior, columna, y cimentación	138
Figura N° 4.38	Montaje de la viga solera superior	139
Figura N° 4.39	Distribución del montaje de las armaduras de madera tipo Montante Maestro	140
Figura N° 4.40	Composición de la cobertura de techo del módulo de vivienda	145
Figura N° 5.1	Juego de tamices para el zarandeo de la muestra y el porcentaje retenido de la muestra en cada tamiz	150
Figura N° 5.2	después del zarandeo	150
Figura N° 5.3	Preparación de la mezcla para su colocación en la copa de casagrande	151
Figura N° 5.4	División de la mezcla de suelo en dos porciones en la copa de casagrande con ayuda del acanalador	152
Figura N° 5.5	Preparación de los rollitos de forma cilíndrica	155
Figura N° 5.6	Preparación del tipo de mortero en los moldes cúbicos de 5cm de lado y curado por 28 días de los especímenes cúbicos	158
Figura N° 5.7		158
Figura N° 5.8	Aplicación de la carga hasta la rotura de los especímenes cúbicos	159
Figura N° 5.9		159
Figura N° 5.10	Panel de Ensayo M-1 de 0.90 m x 0.90 m	161
Figura N° 5.11	Panel de Ensayo M-2 de 0.90 m x 0.90 m	162
Figura N° 5.12	Panel de Ensayo M-3 de 0.90 m x 0.90 m	163
Figura N° 5.13	Carga P (kg) Vs. Deformación $\delta$ (cm) del Panel de ensayo M-1	165
Figura N° 5.14	Carga P (kg) Vs. Deformación $\delta$ (cm) del Panel de ensayo M-2	165

Figura N° 5.15	Carga P (kg) Vs. Deformación $\delta$ (cm) del Panel de ensayo M-3	166
Figura N° 5.16	Panel de Ensayo M-4 de 0.90 m x 0.90 m	167
Figura N° 5.17	Panel de Ensayo M-5 de 0.90 m x 0.90 m	168
Figura N° 5.18	Panel de Ensayo M-6 de 0.90 m x 0.90 m	169
Figura N° 5.19	Muestras de yeso Y1 y Y2 de 25cm x 25cm x 1.97cm	172
Figura N° 5.20	Muestras de totora T1 y T2 de 25cm x 25cm x 2.41cm	173
Figura N° 5.21	Colocación de muestras en el Aparato de la Placa Caliente con Guarda	175
Figura N° 5.22	Esquema de la composición del panel muro externo	178
Figura N° 5.23	Representación del circuito térmico del panel muro externo	178
Figura N° 5.24	Esquema de la composición del panel muro interno	181
Figura N° 5.25	Representación del circuito térmico del panel muro interno	181
Figura N° 5.26	Esquema de la composición del techo a dos aguas con cielo raso	183
Figura N° 5.27	Esquema de la composición del techo	184
Figura N° 5.28	Representación del circuito térmico de la combinación techo, cámara de aire y cieloraso	185
Figura N° 5.29	Esquema de la composición del piso	187
Figura N° 5.30	Representación del circuito térmico del piso	187
Figura N° 5.31	Esquema de la composición del panel puerta	190
Figura N° 5.32	Representación del circuito térmico del panel puerta	190
Figura N° 5.33	Esquema del marco de madera junto con el panel puerta	192
Figura N° 5.34	Esquema de la composición de la ventana de doble vidrio	193
Figura N° 5.35	Representación del circuito térmico del doble vidrio	193
Figura N° 5.36	Esquema del marco de ventana junto con el doble vidrio	195
Figura N° 5.37	Esquema de la composición del muro de adobe	196
Figura N° 5.38	Representación del circuito térmico del muro de adobe	196
Figura N° 5.39	Esquema de la composición del muro de albañilería	199
Figura N° 5.40	Representación del circuito térmico del muro de albañilería	199

## LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

- A: Área de la sección transversal.
- A: Área de la zona de medición.
- $A_b$ : Área bruta de la muestra.
- $A_{\text{cielorasos}}$ : Área del cielorasos.
- $A_{\text{techo}}$ : Área del techo a dos aguas.
- APCG: Aparato de Placa Caliente con Guarda.
- b: Ancho de sección.
- B: Ancho de cimentación.
- C: Factor adimensional.
- C.F: Cota de fondo.
- $C_k$ : Constante que limita la condición de columnas intermedias.
- CL: Coeficiente de longitud para el diseño del elemento de la armadura de madera.
- C.N.E: Código Nacional de Electricidad.
- $\cos(\varphi)$ : Factor de potencia estimado.
- $C_{\text{pext}}$ : Factor adimensional en el exterior.
- $C_{\text{pint}}$ : Factor adimensional en el interior.
- $C_{\text{ph}}$ : Carga muerta proyectada en el plano horizontal.
- CP y CQ: Coeficientes de cargas para el cálculo de las fuerzas axiales en los elementos de la armadura de madera.
- CR: Carga de cielo raso actuando sobre la cuerda inferior.
- C.R-01: Caja de registro 01.
- C.R-02: Caja de registro 02.
- C.R-03: Caja de registro 03.
- C.R.G: Caja de registro general.
- C.T: Cota de tapa.
- d: Dimensión de la sección transversal que es crítica en un elemento en compresión, diametro de perno o clavo.
- D: Diametro de la tubería PVC.
- D.M: Demanda máxima.
- $D.M_t$ : Demanda máxima total.
- e: Espesor del espécimen.

- $e_{\text{adob}}$ : Espesor del adobe
- $e_{\text{fib}}$ : Espesor de la placa de fibrocemento.
- $e_{\text{junt}}$ : Espesor de la junta con barro.
- $e_{\text{mad}}$ : Espesor de la madera.
- $E_{\text{min}}$ : Módulo de elasticidad mínimo.
- $e_{\text{mor1}}$ : Espesor del tarrajeo de mortero C:T/1:5.
- $e_{\text{mor2}}$ : Espesor del tarrajeo primario C:T/1:4.
- $e_{\text{ped}}$ : Espesor de la Cama de Piedra.
- $e_{\text{tarr}}$ : Espesor del tarrajeo con barro
- $e_{\text{tierr}}$ : Espesor de la Tierra Apisonada y Nivelada.
- $e_{\text{tot}}$ : Espesor del alma de totora.
- $e_{\text{yes}}$ : Espesor de la capa de yeso.
- $e_{\text{vid}}$ : Espesor del vidrio.
- Ext.: Representa el exterior.
- $f'c$ : Resistencia a la compresión.
- $f'c$  promedio: Resistencia a la compresión promedio.
- $f_m$ : Esfuerzo admisible de compresión paralela a las fibras
- $f_t$ : Esfuerzo admisible de tracción en la dirección paralela a las fibras.
- $f_v$ : Esfuerzo admisible de corte en la dirección paralela a las fibras.
- $h$ : altura sobre el terreno.
- $H$ : Altura de la armadura.
- $H_f$ : Perdida de carga disponible.
- $H_{f_{AB}}$ : Perdida de carga disponible en el tramo AB.
- $H_{f_{BC}}$ : Perdida de carga disponible en el tramo BC.
- $H_{f_{CD}}$ : Perdida de carga disponible en el tramo CD.
- $H_{f_{DE}}$ : Perdida de carga disponible en el tramo DE.
- $H_{f_{EF}}$ : Perdida de carga disponible en el tramo EF.
- $H_{f_L}$ : Perdida de carga por longitud.
- $H_t$ : Carga total.
- $I_a, I_p$ : Factor de irregularidad.
- $I_c$ : Corriente nominal a transmitir por el conductor alimentador.
- $I_D$ : Corriente nominal de diseño.

- Int.: Representa el interior.
- I.P: Índice plástico.
- $I_{requerido}$ : Momento de inercia requerido.
- Ix: Momento de inercia con respecto al eje X.
- k: Coeficiente de esbeltez.
- K: Conductividad térmica, factor de deflexión.
- $K_{ent}$ : Conductividad térmica del entablado de madera.
- $K_{fibr}$ : Conductividad térmica de la placa de fibrocemento
- Km: Coeficiente de magnificación de momentos.
- $K_{mad}$ : Conductividad térmica de la correa de madera.
- $K_{mor1}$ : Conductividad térmica del tarrajeo de mortero C:T/1:5.
- $K_{mor2}$ : Conductividad térmica del tarrajeo primario C:T/1:4.
- $K_{ped}$ : Conductividad térmica de la cama de piedra.
- $K_{tierr}$ : Conductividad térmica de la tierra apisonada y nivelada.
- $K_{tot}$ : Conductividad térmica del alma de totora.
- $K_{yes}$ : Conductividad térmica de la capa de yeso.
- L: Espesor de la muestra en la expresión de la Ley de Fourier.
- L: Luz libre de la armadura.
- Ld: Longitud de las diagonales o montantes.
- Lef: Longitud efectiva.
- L.L: Limite líquido.
- L.P: Limite plástico.
- M: Momento de flexión.
- Mmáx: Momento máximo de flexión.
- Mmáx Entab: Momento máximo del entablado por 1m de ancho tributario.
- Mmáx tabla: Momento máximo de la tabla.
- $n_i$ : Fuerza axial en el elemento i, producida por una fuerza unitaria aplicada en el punto, dirección y sentido para el cual se quiere evaluar las deflexiones.
- N: Fuerza axial.
- Nadm: Fuerza axial admisible si no existieran efectos de flexión.
- Ncr: Fuerza axial que produce pandeo (carga de Euler).
- $N_i$ : Fuerza axial en el elemento i.

- NTP: Norma Técnica Peruana.
- P: Carga máxima de falla de la muestra.
- $P_A$ : presión en el punto A.
- $P_B$ : presión en el punto B.
- $P_C$ : presión en el punto C.
- $P_D$ : presión en el punto D.
- $P_E$ : presión en el punto E.
- $P_h$ : Presión o succión de viento a una altura h.
- PM: Presión de la red pública.
- Pp: Peso propio de la armadura de madera.
- PS: presión de salida de aparatos sanitarios.
- P y Q: Cargas concentradas equivalentes sobre la armadura de madera.
- q: Flujo de calor a través de la muestra.
- $Q_b$ : Flujo de calor residual en los alrededores de la zona de medición.
- Qdiseño: Caudal de diseño.
- $Q_e$ : Flujo de calor axial en la zona de medición.
- $Q_g$ : Flujo de calor residual entre la zona de medición y la guarda.
- $Q_s$ : carga de nieve sobre el suelo.
- $Q_t$ : carga de nieve sobre el techo a dos aguas o carga de diseño.
- R: Resistencia térmica, Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.
- $R_{aire}$ : Resistencia de la cámara de aire.
- $R_{cieloraso}$ : Resistencia térmica del cieloraso.
- $R_{eq.}$ : Resistencia Equivalente.
- Re: Resistencia térmica superficial exterior.
- Ri: Resistencia térmica superficial interior.
- $R_{techo}$ : Resistencia térmica del techo a dos aguas.
- $R_0$ : Coeficiente básico de reducción.
- R1, R3: Carga que reciben las columnas extremas.
- R2: Carga que recibe la columna intermedia.
- S: Área de la sección transversal de la muestra, Factor de suelo.
- SC: Sobrecarga de diseño.

- $S_2$ : Tipo de suelo.
- $T_p$ : Periodo.
- $\Delta T$ : Diferencia de temperatura.
- U: Transmitancia térmica, Factor de uso.
- U.D: Unidad de descarga.
- U.G: Unidad de gasto.
- V: Fuerza cortante, velocidad de diseño hasta 10 m de altura.
- V: Velocidad del flujo de agua en m/s, Tensión de servicio en voltios.
- $V_h$ : velocidad de diseño en la altura h.
- $V_h$ : Fuerza cortante en la sección crítica a una distancia h del apoyo.
- $\Delta V$ : Caída de tensión.
- Wd: Peso propio del entablado, carga muerta repartida.
- $W_{equiv}$ : Carga repartida equivalente.
- Wl: carga viva o sobrecarga repartida.
- $W_p$ : Carga uniformemente repartida sobre la cuerda superior de la armadura de madera.
- $W_q$ : Carga de cielo raso uniformemente repartida sobre cuerdas inferiores de la armadura de madera.
- Wt: Carga total del entablado.
- $W(\%)$ : Contenido de humedad.
- Z: Módulo de sección, Factor de zona.
- $Z_x$ : Módulo de sección con respecto al eje X.
- $\rho$ : Densidad del material.
- $\sigma$ : Capacidad portante del suelo.
- $\lambda$ : Relación de esbeltez,  $L_e / d$ .
- $\delta$ : Deflexión, Variación, Deformación.
- $\delta_f$ : Máxima deformación en la cuerda inferior.
- $\Delta_{adm}$ : Deflexión máxima admisible.
- $\sigma_m$ : Esfuerzo por flexión.
- $\tau$ : Esfuerzo cortante.
- $\tau_{adm}$ : Esfuerzo cortante admisible.
- $v'm$ : Resistencia a la compresión diagonal.

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

El Perú, a nivel mundial, es reconocido como un país de condiciones climáticas extremas con la presencia del Fenómeno El niño y de la Niña, en sus versiones moderadas o graves que han alterado los niveles mínimos de temperatura produciendo el fenómeno conocido como "Friaje" que afecta principalmente las zonas alto andinas, llegando a temperaturas de  $-20^{\circ}\text{C}$ . (Situación nacional por temporada de heladas y friajes, 2012, p.01)

En nuestro país, este fenómeno ha afectado directamente a la población, produciendo daños materiales, destrucción y pérdidas humanas, especialmente aquellas situadas por encima de los 4000 m.s.n.m, declarándose dichas zonas en estado de emergencia. Es esencial que se aplique una política de prevención y atención a estas emergencias, pues es muy probable que se intensifiquen aún más en los próximos años por efecto del Cambio Climático. (Plan nacional de intervención para enfrentar los efectos de la temporada de heladas y friaje, 2012, p.12)

La presente tesis desarrolla el tema "Propuesta de un Sistema Constructivo con Aislamiento Térmico utilizando Totorá, Madera y Revoque de Mortero en Zonas Altoandinas" el cual consta de 6 capítulos que se describe de la siguiente manera:

En el segundo capítulo, se presenta un enfoque de la situación actual de las viviendas en climas fríos, estadísticas de materiales predominantes utilizados en el departamento de Puno, siendo esta la zona de aplicación de la propuesta del sistema constructivo.

Además en este capítulo se presentan las características y propiedades de los materiales locales como la totora y la madera para su utilización como materiales aislantes, definiciones de términos que se emplean en la investigación y la medición de la conductividad térmica de los materiales locales empleados en la propuesta del sistema constructivo mediante el Método de la Placa Caliente con Guarda.

En el tercer capítulo, se detalla la descripción general del sistema propuesto, así como la descripción de los componentes o materiales locales principales que conforman el mismo.

En el cuarto capítulo, se presenta el diseño general de un módulo de vivienda de 5.67 m x 5.67 m de una planta como aplicación del sistema constructivo propuesto, en donde se realiza y detalla el cálculo estructural de cada uno de los componentes que conforman dicho módulo de vivienda, diseño de las instalaciones eléctricas y sanitarias.

Además se detalla el proceso de fabricación de los paneles muro, puerta y ventana propuestos, como también, el proceso de fabricación de las armaduras de madera que reciben la cobertura de techo a dos aguas del módulo de vivienda.

Se presenta el procedimiento constructivo del módulo de vivienda desde la preparación del terreno hasta su culminación con acabados finales y por último se presentan las ventajas y limitaciones del sistema constructivo.

En el quinto capítulo, se describen los ensayos que se han realizado en la presente tesis siendo los siguientes: Ensayo granulométrico por tamizado de la tierra usada para el revestimiento primario de mortero en los paneles muro, Ensayo de límites de consistencia de la tierra usada para el revoque de mortero en los paneles muro, Ensayo de resistencia a la compresión del mortero de cemento y tierra, Ensayo de resistencia a la compresión de paneles muro de 0.90 m x 0.90 m, Ensayo de resistencia a la compresión diagonal de paneles muro de 0.90 m x 0.90 m.

Para calcular la transmitancia térmica del panel muro exterior e interior, techo y piso compuestos por distintos materiales, se han realizado los ensayos de conductividad térmica de muestras de yeso y de totora. Además, en este capítulo se muestran todos los resultados obtenidos en dicha investigación, para la cual se presentan cuadros y figuras que detallan sus análisis correspondientes.

En el sexto capítulo, se presenta el presupuesto, sustento de metrados y análisis de costos unitarios del módulo de vivienda de 5.67 m x 5.67 m, realizando un estudio económico comparativo referencial frente al Sistema Constructivo Convencional.

Seguido, se presentan las Conclusiones y Recomendaciones de la investigación que se obtienen luego del análisis de cada uno de los ensayos realizados.

Finalmente, se presentan las referencias bibliográficas y los anexos que contiene el panel fotográfico, cuadros, gráficos y los planos de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Sanitarias e Instalaciones Eléctricas del módulo de vivienda propuesto.

## CAPITULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 2.1 MÁRCO TEÓRICO

#### 2.1.1 Situación Actual de las Viviendas en Climas Fríos

Todos los años, entre los meses de mayo a setiembre, varios departamentos de las Zonas Alto Andinas de nuestro país, principalmente Puno, Arequipa, Cusco, entre otros, sufren efectos negativos y daños a la vida, salud, educación, actividad agrícola y ganadera e infraestructura, producidos por la ocurrencia de bajas temperaturas (heladas y friaje) en las poblaciones que se encuentran en situación de alta vulnerabilidad, sea por su condición social (pobreza y pobreza extrema), por su edad (niños, niñas, adultos mayores, etc.) y sobre todo por su ubicación territorial que dificulta la presencia del Estado, situación que evidencia la necesidad de viabilizar acciones no sólo de respuesta sino que permitan la inclusión de medidas sostenibles de prevención y reducción del riesgo ante dicho fenómeno recurrente en dichas zonas. (Plan Multisectorial ante heladas y friaje, 2016, p.03)

La población que habita en las Zonas Altoandinas, tomando como referencia y caso critico el departamento de Puno, están expuestos a los fenómenos de Friaje y Helada, y además complica su estado por una inadecuada construcción de viviendas, mala alimentación entre otros aspectos.

La principal característica de las viviendas en Puno es la calidad de los materiales utilizados, donde predomina el material de Adobe con un 60.40% del total de las viviendas y paredes de material noble ladrillo o bloque de cemento un 38.70% de las viviendas. (Plan Estratégico Institucional, 2011-2014, p.13)

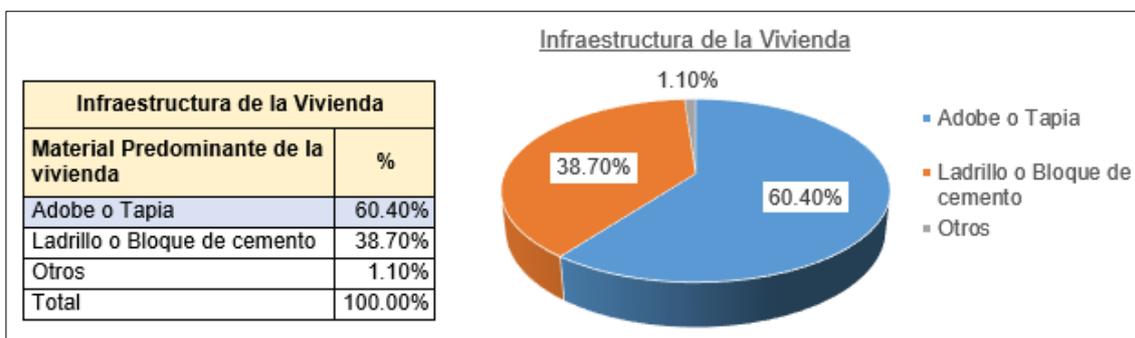


Figura N° 2.1 Datos estadísticos de la infraestructura de viviendas en Puno

Fuente: INEI – Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, Plan Estratégico Institucional 2011-2014

Tomando dichas referencias, el material predominante de las viviendas construidas en Puno es el Adobe o Tapia, los pobladores lo utilizan por ser un material de la zona, buen aislante, manejable y sobretodo económico.

Se ha realizado una investigación dando prioridad a las necesidades básicas de la población mediante una propuesta de un sistema constructivo con aislamiento térmico haciendo uso de materiales locales como la "Totora" y la "Madera".

En el caso de la Totora, en Puno abunda este material, que es aislante termo acústico, inclusive mejor que el adobe, su manejo se realiza mediante cortes manuales con herramientas como la hoz y la yawiña que se utilizan de acuerdo a las condiciones de profundidad del totoral. Se usa para la construcción de techos de viviendas como también en la alimentación humana. (Técnicas de reimplante de Totora, 2001, p.01)

## **2.1.2 La Totora y la Madera como Materiales Aislantes**

### **2.1.2.1 Características Morfológicas y Propiedades Físicas de la Totora**

La Totora es una planta de raíz acuática que crece a orillas del lago Titicaca y en áreas húmedas aledañas a los principales ríos afluentes, con una longitud promedio de 3.5 m y diámetro variable en torno a 1mm de acuerdo a la edad de la planta y al medio del suelo que la sustenta, su crecimiento es muy rápido y por lo tanto su capacidad de renovación, pudiendo volver a cosecharse cada seis meses. (Totora, material de construcción, p.16).

Presenta una estructura porosa al interior, formada por cámaras de aire como una esponja, que la vuelve un material muy liviano y con propiedades aislantes.

La Totora es considerada un recurso natural renovable de gran importancia en la economía de las comunidades ribereñas ya que llega a cubrir extensas zonas del lago Titicaca. La superficie total del lago Titicaca es de 8562 km<sup>2</sup>, en la cual 1086 km<sup>2</sup> cuentan con la presencia de extensas áreas de totorales. (Totorales del Lago Titicaca, Importancia, Conservación, y Gestión Ambiental, 2009, p.32).

Taxonomía:

- Reino : vegetal
- División : fanerógamas
- Subdivisión : angiospermas

- Clase : monocotiledóneas
- Superorden : glumiflorales
- Orden : cyperales
- Familia : cyperales
- Género : Schoenoplectus
- Especie : tatora
- Nombre común : tatora

### **Características Morfológicas de la Tatora**

La tatora como especie vegetal acuática, presenta las siguientes características:

- a) Raíz: Las raíces de la tatora, por su origen, son adventicias y se originan a partir de rizoma maduro y conformado, principalmente por raíces secundarias, las que forman penachos delgados. Dan anclaje a la planta en el substrato de fondo, su desarrollo es horizontal, y crece de manera paralela a la superficie del suelo. (Técnicas de reimplante de tatora - Programa de capacitación sobre el manejo de la tatora, 2001, p.02)
- b) Rizoma: esta parte de la planta, es un tallo modificado que se desarrolla inmediatamente después de la raíz y también de manera paralela al suelo. Su estructura interna está compuesta por un cilindro central con muchos haces libero-leñosos. Su corteza es de color blanco, con nudos cada 2 cm a 6 cm. De donde brotan las yemas que posteriormente se convierten en tallos. (Técnicas de reimplante de tatora - Programa de capacitación sobre el manejo de la tatora, 2001, p.02)
- c) Tallo: De acuerdo a su situación, se clasifica en dos partes:
  - Tallo aéreo: Es la parte del tallo que sobresale del agua, es de color verde intenso. En su interior presenta un tejido parenquimatoso no clorofílico (tejidos simples no diferenciados), la forma de su sección va de triangular a circular, dependiendo de la edad de la planta, situación climática, nutrientes del sustrato de fondo, etc. El tejido parenquimático, desarrolla funciones de almacenamiento, respiración y en algunos casos realiza la fotosíntesis. (Técnicas de reimplante de tatora - Programa de capacitación sobre el manejo de la tatora, 2001, p.03)

- Tallo sumergido: Es la parte que comienza en el rizoma maduro, con una parte blanquecina (por falta de clorofila) denominada “chullo” que almacena disacáridos y se usa como alimento humano. (Técnicas de reimplante de totora - Programa de capacitación sobre el manejo de la totora, 2001, p.03)
- Inflorescencia: La totora tiene la inflorescencia tipo Umbela, llamada de forma vernacular: “Pancara”, caracterizada porque las primeras ramificaciones dan lugar a su vez a otras umbelas pequeñas y la umbelilla dispuesta en sus ejes terminales tiene un número variable de flores, en el que cada eje terminal está cubierto de una bráctea escamosa de color café oscuro de 3 a 5 mm, de longitud. La flor está rodeada por un conjunto de hojas pequeñas transformadas que rodean a los verticilos fértiles de las flores, que carecen de sépalos y pétalos. (Técnicas de reimplante de totora - Programa de capacitación sobre el manejo de la totora, 2001, p.03)

### **Propiedades Físicas de la Totora**

La estructura esponjosa de los tallos y hojas de estas especies, conformadas principalmente por cámaras de aire, hace que sean materiales muy livianos y que pueden ser utilizados en sistemas constructivos como aislantes térmicos, uso que ya se le ha dado a las esteras de totora, o también aislantes acústicos, revestimientos suaves, superficies de piso, etc. (Totora, material de construcción, p.26)

#### **a) Características:**

- Altura de planta: 3,20 a 4,20 m.
- Espesor: 0,5 a 5,0 cm de diámetro.
- Densidad: 280 tallos aéreos/m<sup>2</sup>.

b) Densidad: Un grupo de totora atada con presión mediana, de manera que no altere su volumen pero mantenga estable el conjunto, tiene una densidad de 180 Kg/m<sup>3</sup>. (Totora, material de construcción, p.27)

c) Absorción: La totora sin presión, al estar saturada de agua (sumergida las 24 horas) aumenta en promedio cuatro veces su peso seco inicial. (Totora, material de construcción, p.27)

- d) Velocidad de absorción: La velocidad inicial de absorción, tomada en los primeros 20 minutos de inmersión, es de 7% de aumento de su peso/minuto, y la velocidad de absorción general, hasta su estado de saturación, es de 0.3%/minuto. (Totora, material de construcción, p.27)
- e) Velocidad de pérdida de humedad: La velocidad inicial de pérdida de peso al secarse, tomada en los primeros 20 minutos, es de 0.3% de pérdida de su peso/minuto, y la velocidad de secado general hasta su estado seco original, es de 0.13%/minuto. (Totora, material de construcción, p.27)

### **2.1.2.2 Extracción de la Totora**

Para la extracción de totora se utilizan instrumentos variados de acuerdo a las condiciones del totoral:

- Cuando el corte de totora se realiza directamente a pie a menos de un metro de profundidad, se utiliza la "Hoz".
- Cuando el corte de totora se realiza a más de un metro de profundidad esta debe realizarse desde una balsa o bote para ello se utiliza la herramienta denominada "Yawiña".

Se realiza el corte de la totora a unos 15 cm por encima de la superficie del lago, permitiendo el brotamiento de nuevas yemas, para lo cual se requiere de cuidado, destreza y el uso de las herramientas adecuadas. (Técnicas de reimplante de totora – Manual de usos de la totora, 2001, p.03)

Tener en cuenta que la totora no se debe cortar en un sitio más de tres veces por año para su conservación.

Una vez cortada se amontona a la balsa o simplemente se acumula en la superficie del agua (debido a su flotabilidad natural) formando una especie de balsa denominada "maraña", que son empujadas por el viento o por la fuerza humana hasta el lugar deseado.

Para que se vuelva más dura y resistente la totora se hace secar al sol por una a dos semanas.

Para conservar los totorales es necesario replantar la totora en los lugares que hace falta o ha desaparecido, para ello existen técnicas de plantación muy efectivas y que ya es tradición por parte de los pobladores que habitan en esos lugares que las aplican.

### **2.1.2.3 Características y Propiedades de la Madera**

La Madera es el conjunto de tejidos de cierta dureza, que constituyen la mayor parte del tronco y las ramas del árbol, es un material fibroso conformado por celulosa (50%), lignina (elemento que mantiene unida a las fibras en un 30%), entre otros elementos (resina, agua, almidón, etc. en un 20%).

(<https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com>)

La ciudad de Puno se caracteriza por tener un movimiento irregular de madera que se concentra aproximadamente en 20 depósitos ubicados dentro de la ciudad, que comercializan un promedio de 20,000 pies tablares de madera por mes. Por otro lado la ciudad de Juliaca cuenta con 70 depósitos ubicados en diferentes zonas de la ciudad, que tienen un promedio de comercialización por depósito de 100,000 pies tablares mensuales de madera reaserrada, a dimensiones comerciales de 1", 1 ½" y 2", anchos variables y entre 8-12 pies de largo. (Demanda de madera del corredor sur peruano, 2005, p.27)

Las maderas de mayor consumo en la ciudad de Puno son: Tornillo (Águano), Cumala (Sacsá) y maderas corrientes como Catahua, Pashaco, Lagarto Caspi y Mohena. (Demanda de madera del corredor sur peruano, 2005, p.27)

En el caso de la ciudad de Juliaca las maderas más comercializadas son: Tornillo (Águano), Pashaco, Cumala (Sacsá), Cedro, Lupuna y Misa. (Demanda de madera del corredor sur peruano, 2005, p.27)

Existe gran demanda por maderas corrientes de bajo precio, la preferencia es debido a que el clima seco permite una mayor duración natural de la madera y además el consumo local está destinado a obras de construcción, principalmente en encofrados, entre otros.

El secado de la madera puede hacerse natural o artificialmente con la finalidad de mejorar su estabilidad dimensional, mejorar su trabajabilidad (facilidad para cortar y pulir) y disminuir considerablemente su peso propio, para abaratar el transporte y facilitar la manipulación de herramientas.

La madera que se utiliza en el sistema constructivo con aislamiento térmico es “Tornillo” conocida como Águano en la ciudad de Puno, por ser una madera de mayor consumo y de buena calidad para uso estructural.

La Madera Tornillo es medianamente pesada, presenta contracciones lineales media y contracción volumétrica estable y la resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría media, asimismo, presenta una sustancia dura y resistente, se utiliza para la construcción de viviendas, pisos, armaduras, vigas, carpintería de interiores, artesanía y en la fabricación de puertas, ventanas y carrocerías.

([http://www.academia.edu/29279568/Ficha\\_tecnica\\_TORNILLO\\_de\\_madera](http://www.academia.edu/29279568/Ficha_tecnica_TORNILLO_de_madera))

a) Propiedades Organolépticas:

- Color: El tronco presenta las capas externas (albura) de color rosado y las capas internas (duramen) un rojizo claro, entre las capas un gradual contraste de color.
- Textura: Gruesa.
- Brillo: Moderado a Brillante.
- Olor: el polvillo afecta las vías respiratorias.

b) Propiedades Físicas:

- Densidad:  $0.45 \text{ g/cm}^3 - 0.7 \text{ g/cm}^3$
- Contracción volumétrica: 10.65% - 11 %
- Relación T/R: 1.64 – 2.2
- Contracción Tangencial: 6.90% – 7.00%
- Contracción Radial: 3.17%

c) Propiedades Mecánicas:

- Módulo de elasticidad de flexión:  $108 \text{ Ton/cm}^2 - 125 \text{ Ton/cm}^2$
- Módulo de ruptura en flexión:  $576 \text{ Kg/cm}^2 - 693 \text{ Kg/cm}^2$
- Compresión paralela:  $222 \text{ Kg/cm}^2 - 413 \text{ Kg/cm}^2$
- Compresión perpendicular:  $57 \text{ Kg/cm}^2 - 66 \text{ Kg/cm}^2$
- Corte paralelo a las fibras:  $81 \text{ Kg/cm}^2 - 87 \text{ Kg/cm}^2$
- Dureza de los lados:  $364 \text{ Kg/cm}^2 - 388 \text{ Kg/cm}^2$

d) Características generales según la manipulación y uso de la madera:

- Dureza: Madera con buena dureza.
- Secado: De muy buen secado artificial y natural.

- Resistencia: Madera con resistencia media.
- Trabajabilidad: fácil de aserrar.
- Durabilidad: Posee una alta durabilidad natural, sin embargo la albura es susceptible al ataque biológico y debe ser preservado, el duramen no necesita preservación.

### **2.1.3 Definiciones**

#### **2.1.3.1 Aislamiento Térmico**

Se define como la capacidad de los materiales a la oposición del paso del calor por conducción.

Si tenemos un material que impida que la energía que se crea en el interior de una vivienda o edificación se escape a través de las paredes o techos, crearíamos confort térmico haciendo que la vivienda ahorre energía.

En otras palabras el aislamiento térmico aporta una barrera a la transferencia del calor, si es bien colocado, evita las pérdidas de calor en invierno y las ganancias en verano.

Se utilizan como aislamiento térmico los materiales porosos o fibrosos, capaces de inmovilizar el aire seco y confinarlo en su interior.

#### **2.1.3.2 Confort Térmico**

Se denomina Confort Térmico cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son agradables, es decir el confort térmico representa el sentirse bien desde el punto de vista del ambiente higrotérmico exterior a la persona.

Para lograr el confort térmico en una vivienda es necesario enfocarse en la conservación del calor, la ventilación adecuada en ambientes dentro de una vivienda, el aprovechamiento de la energía solar y el control de la humedad interna.

Para su correcta evaluación hay que valorar las sensaciones que influyen en los intercambios térmicos, entre el individuo y el medio ambiente y que contribuyen a la sensación de confort, estas son: la temperatura del aire, la temperatura de las paredes y objetos que nos rodean, la humedad del aire, la actividad física.

El objetivo de la propuesta de este sistema constructivo es mejorar la temperatura interna y lograr un confort térmico agradable de tal manera que la persona pueda tener

la sensación de un ambiente seguro y saludable ante el evento climático como es el friaje en zonas de altura.

### **2.1.3.3 Mecanismos de Transferencia de Calor**

La transferencia de calor se define como energía en tránsito que fluye entre dos sistemas o entre un sistema y su entorno debido a una diferencia de temperatura entre estos. La tendencia es alcanzar el equilibrio térmico que se define como el estado que se alcanza al igualar la temperatura de ambos sistemas.

La transferencia de calor puede ocurrir por medio de tres mecanismos: por conducción, por convección y por radiación.

#### a) Conducción:

Para que se dé una transferencia de calor a través de este mecanismo, dos sistemas deberán encontrarse a diferente temperatura para que el calor pueda fluir del sistema de mayor temperatura al sistema de menor temperatura.

En el caso de los metales que son denominados como buenos conductores térmicos y eléctricos, estos poseen electrones libres que se desplazan velozmente portando energía de las zonas de mayor temperatura a zonas de menor temperatura siendo por ello muy buenos conductores, a esta forma de transferencia térmica se le denomina como conducción.

#### b) Convección:

Es el modo de transferencia de energía por movimiento de masa de un fluido (líquido o gaseoso) de una región a otra del mismo. Mientras más rápido es el movimiento de fluidos mayor es la transferencia de calor por convección.

Un ejemplo común de este mecanismo se da cuando ponemos a calentar agua en una cacerola de metal sobre el fuego, el calor se transmite rápidamente calentando primero la que está más próxima al fondo de la misma. El aumento de la temperatura expande el agua tornándola más ligera que la que está más fría a un nivel superior, en consecuencia, la masa más caliente asciende, desplazando a la masa más fría y densa que estaba a nivel más alto, formando una corriente de convección.

c) Radiación:

Es la energía emitida por una superficie a través de ondas electromagnéticas en un medio heterogéneo, dicha emisión de energía se atribuye normalmente a cambios de configuración electrónica en átomos o moléculas.

Una edificación está sometida al efecto periódico principalmente de la temperatura exterior y la humedad relativa, bajo estas condiciones, los materiales utilizados en la construcción regulan las ganancias y pérdidas del flujo de calor.

#### **2.1.3.4 Resistencia Térmica (R)**

La Resistencia térmica es la capacidad de un material para resistir el paso de flujos de calor. Es la oposición al paso del calor que presenta una capa de cierto espesor (e) de un material de construcción. Es inversamente proporcional a la Conductividad Térmica y aumenta con el espesor del material. Se expresa en Metros cuadrados y grados Kelvin por vatio (m<sup>2</sup>.K/W).

Según lo indicado en la Ecuación, el valor de la resistencia térmica puede determinarse dividiendo el espesor entre la conductividad térmica del espécimen.

$$R = \frac{e}{K}$$

En donde:

- **e:** Espesor del espécimen (m).
- **K:** Conductividad Térmica (W/m.K).
- **R:** Resistencia Térmica (m<sup>2</sup>.K/W).

#### **2.1.3.5 Resistencia Térmica Superficial (Re o Ri)**

Es la inversa de los coeficientes superficiales de transmisión de calor y su valor depende del sentido del flujo de calor y de la situación exterior o interior de las superficies. Se expresa en Metros cuadrados y grados Kelvin por vatio (m<sup>2</sup>.K/W).

### 2.1.3.6 Transmitancia Térmica (U)

Es el flujo de calor en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera. Es la inversa de la resistencia térmica (R), se expresa en vatios por Metro cuadrado y grado Kelvin (W/m<sup>2</sup>.K).

$$U = \frac{1}{R}$$

En donde:

- **R:** Resistencia Térmica (m<sup>2</sup>.K/W)
- **U:** Transmitancia Térmica (W/m<sup>2</sup>.K)

### 2.1.3.7 Zona Bioclimática

Clasificación climática que define parámetros ambientales de grandes áreas geográficas, necesaria para aplicar estrategias de diseño bioclimático de una edificación y obtener confort térmico y lumínico con eficiencia energética.

Cuadro N° 2.1 Zonificación Bioclimática del Perú

Zona bioclimática	Definición climática
1	Desértico costero
2	Desértico
3	Interandino bajo
4	Mesoandino
5	Altoandino
6	Nevado
7	Ceja de Montaña
8	Subtropical húmedo
9	Tropical húmedo

Fuente: Norma EM. 110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética

Cuadro N° 2.2 Valores límites máximos de transmitancia térmica (U) en W/m<sup>2</sup>K

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro (U <sub>muro</sub> )	Transmitancia térmica máxima del techo (U <sub>techo</sub> )	Transmitancia térmica máxima del piso (U <sub>piso</sub> )
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63
5. Altoandino	1,00	0,83	3,26
6. Nevado	0,99	0,80	3,26
7. Ceja de montaña	2,36	2,20	2,63
8. Subtropical húmedo	3,60	2,20	2,63
9. Tropical húmedo	3,60	2,20	2,63

Fuente: Norma EM. 110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética

### 2.1.3.8 Conductividad Térmica (K)

Es la Capacidad de los materiales para dejar pasar calor a través del mismo. La inversa de la conductividad térmica es la resistividad térmica (Capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor). Se expresa en Vatio por metro grado Kelvin (W/m.K).

Tener en cuenta que la conductividad de los materiales de construcción a causa de su estructura bien sea granular o fibrosa, no es una conductividad verdadera, sino más bien una conductividad aparente, teniendo en cuenta los fenómenos de radiación, convección y conducción.

### 2.1.3.9 Medición de la Conductividad Térmica de un Material

La conductividad térmica es un parámetro de difícil medición con precisión debido a la complejidad del fenómeno de transmisión de calor, existiendo un grado de incertidumbre que siempre hay que considerar. Tener en cuenta que para calcular este parámetro, se dispone de laboratorios y ensayos que se realizan con equipos especializados y normados dependiendo de las características de los materiales a ensayar.

Existen diferentes métodos para medir la conductividad térmica de los materiales dependiendo de la clasificación de los mismos, que pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos.

Para este caso particular tratándose de los sólidos, se tienen sólidos conductores y sólidos no conductores. Para medir la conductividad térmica en los sólidos conductores se utiliza el “método secundario de la barra cilíndrica” y en el caso de los sólidos no conductores se emplea el “método primario de la placa caliente con guarda”, siendo este último el método a utilizar para medir la conductividad térmica de los materiales locales como la totora, yeso y mortero de tierra de la zona – cemento que concierne a los componentes principales del panel propuesto perteneciente al módulo de vivienda con aislamiento térmico.

#### **2.1.3.10 Método de la Placa Caliente con Guarda**

El Aparato de la Placa Caliente con Guarda (A.P.C.G) es un instrumento primario diseñado siguiendo las pautas de la norma ASTM C 177, para la determinación de la conductividad térmica de materiales aislantes, que utiliza la técnica de transferencia de calor por **conducción** en estado estable.

El equipo usado para realizar las mediciones de la conductividad térmica de los materiales que conforman el panel propuesto se encuentra en el Laboratorio de Propiedades Termo Físicas del CENAM (Centro Nacional de Metrología de México), lugar en donde se realizaron dichos ensayos.

El criterio de este método está explicado de la siguiente forma:

Si por ejemplo se tiene un material que se coloca entre dos fuentes con temperaturas  $T_A$  y  $T_B$  donde  $T_A > T_B$ , entonces se establece un flujo de calor a través del material. Si la fuente de calor es uniforme (sin gradientes) el flujo de calor fluye solo a través del material (no hay pérdidas de calor) y el material es uniforme, entonces el flujo de calor es uniforme en cualquier lugar dentro del material y la conductividad térmica del material se podría calcular por la Ley de Fourier expresada de la siguiente forma:

$$K = q * \frac{L}{A * \Delta T}$$

Donde:

**q:** Flujo de calor a través de la muestra.

**K:** Conductividad Térmica de la muestra.

$\Delta T = T_A - T_B$ : Diferencia de Temperatura a través de la muestra.

**L:** espesor de la muestra.

**S:** Área de la sección transversal de la muestra.

**A:** Área de la zona de medición.

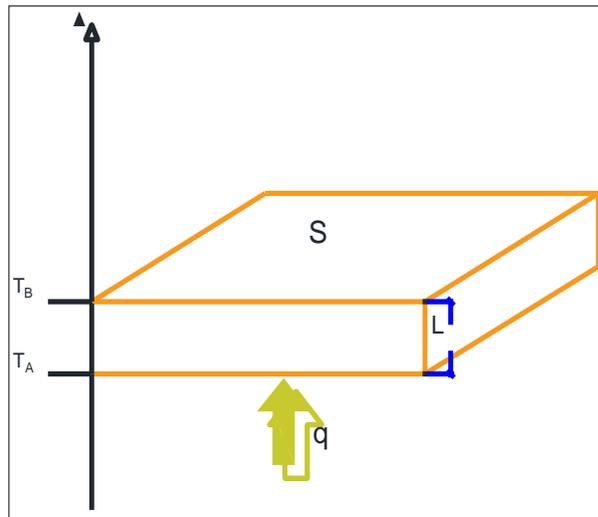


Figura N° 2.2 Esquema explicativo de la Ley de Fourier

Fuente: Elaboración Propia

El sistema APCG (Aparato de Placa Caliente con Guarda) tiene orientación de flujo vertical y ambiente controlado, este sistema constituye dos placas circulares frías en los extremos y una placa circular caliente rodeado de un anillo de guarda en la parte central que genera un gradiente de temperatura sobre las dos muestras colocadas entre dichas placas que se necesitan para realizar el ensayo.

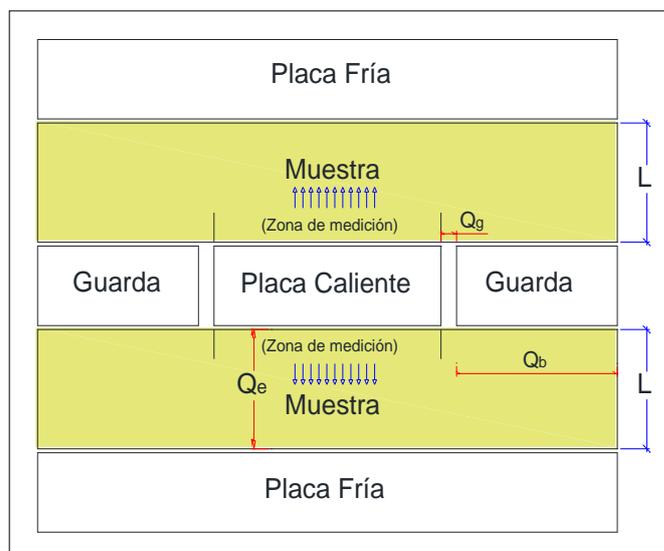


Figura N° 2.3 Esquema de la sección transversal del Aparato de Placa Caliente con Guarda.

Fuente: Elaboración Propia

Cuando se establece una diferencia de temperatura ( $\Delta T$ ) entre la placa fría y la placa caliente se genera un flujo de calor  $q$  a través de la muestra, también se genera un flujo de calor axial  $Q_e$  en la zona de medición, un flujo de calor residual  $Q_b$  de los alrededores de la zona de medición y un flujo de calor residual  $Q_g$  entre la zona de medición y la guarda (espacio anular).

Además este aparato cuenta con un sistema de recirculación de refrigerante, termopares, fuentes de alimentación lineal, selector de canales, multímetro digital, control de temperatura de la placa caliente con respecto a la guarda, sistema de adquisición de datos, sensores de registro de humedad relativa y temperatura ambiente. Tener en consideración que las muestras deben cubrir toda la sección de medición.

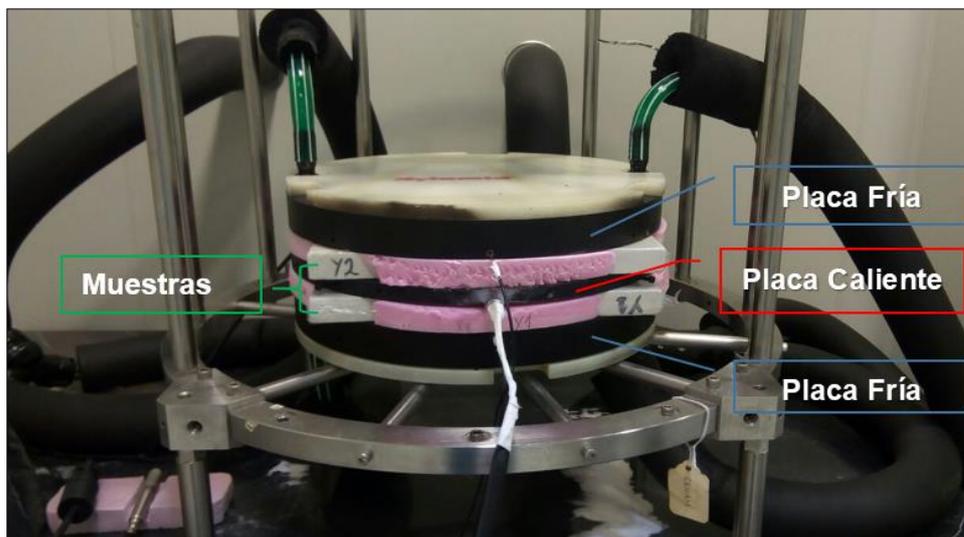


Figura N° 2.4 Sistema APCI (Aparato de Placa Caliente con Guarda)

Fuente: Piñas, J. (2018) Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Física.

La placa caliente presenta un diámetro externo de 305 mm y un espesor de 12 mm que está conformado por dos secciones: el área de medición y el anillo de guarda.

El área de medición tiene un diámetro de 150 mm rodeado de un anillo de guarda de diámetro externo 305 mm, entre estas dos hay un espacio denominado "espacio anular" de 0.80 mm para aislar térmicamente una con respecto a la otra.



Figura N° 2.5



Figura N° 2.6

Figura N° 2.5 y Figura N° 2.6 Anillo de guarda y el Área de medición de la placa caliente

Fuente: Piñas, J. (2018) Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Física.

El área de medición y la guarda se sujetan mediante 3 pernos de unión de acero inoxidable cuya función es unir el disco del área de medición con la guarda, además de mantener el espacio anular uniforme.

Las placas frías son discos de aluminio de 305 mm de diámetro y un espesor de 28 mm, cuentan con un canal de espiral doble de  $\frac{1}{2}$ " por donde recircula refrigerante mediante el baño termostático con el fin de mantener la temperatura constante y uniforme en la superficie de las mismas, además cada placa fría tiene un agujero por donde se inserta el termopar.

Se colocan 9 termopares, en donde 3 termopares van ubicadas en la zona de medición, 4 termopares van en la zona de guarda y por ultimo 2 termopares van en las placas frías.

El sistema de recirculación de agua cuenta con un baño termostático y mangueras que se acoplan a tuberías tanto por las placas frías, inferior como superior.

Se utilizan dos fuentes de suministro de potencia, una fuente para la zona de medición en donde se ajustan los valores de voltaje y corriente a través de un programa y otra fuente para la guarda en donde se ajustan los valores de voltaje y corriente de forma manual. Tener en cuenta que se elige la operación manual de la guarda para asegurar que la potencia suministrada se encuentre en "estado estable".

El tiempo de estabilidad de la fuente de la zona de medición es mucho mayor que la fuente de la guarda. Es por ello que se fija un valor de potencia para la zona de medición y con la fuente de guarda se busca los valores de voltaje y corriente con la finalidad de que la brecha de la diferencia de temperaturas entre estas; es decir la resta de la temperatura de la placa caliente y la guarda sea del orden de 0.003 °C.

Cuadro N° 2.3 Capacidades de medición del aparato de placa caliente aislada del CENAM

Parámetro	Valor
Orientación de la placa	Horizontal
Espesor máximo del espécimen (mm)	47
Temperatura máxima de la placa caliente (°C)	60
Intervalo de temperatura en la placa fría (°C)	-10 a 60
Conductancia máxima del espécimen (W/(m <sup>2</sup> K))	1.5

Fuente: Piñas, J. (2018) Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Física.

Cuadro N° 2.4 Parámetros para la placa caliente aislada

Parámetros	Valores
Diámetro del área de medición (mm)	150
Localización del calefactor $r=a/\sqrt{2}$ (a: diametro del área de medición), (Ω)	106
Área de medición, mm <sup>2</sup>	17670
Resistencia eléctrica del calefactor de la sección de medición, (Ω)	94.3
Relación (diámetro placa/diámetro sección de medición)	2.03

Fuente: Piñas, J. (2018) Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Física.

Cuadro N° 2.5 Parámetros para la placa fría

Parámetro	Valor
Orientación de la placa	Horizontal
Temperatura de la placa fría (°C)	14
Diametro de la placa fría (mm)	305
Espesor (mm)	28

Fuente: Piñas, J. (2018) Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Física.

## CAPITULO III. DESCRIPCIÓN Y COMPONENTES DEL SISTEMA

### 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA PROPUESTO

El sistema empleado es una aplicación constructiva de un módulo de vivienda típico con aislamiento térmico para zonas altoandinas cuyo material local y aislante principal es la Tatora, tiene un solo piso y un área de 32.15 m<sup>2</sup>, cuyas dimensiones son de 5.67 m x 5.67 m. Presenta en su distribución los ambientes de sala-comedor, cocina, 3/4 de baño y dos dormitorios con techo a dos aguas cumpliendo las necesidades básicas de una vivienda en zona lluviosa.

El sistema está compuesto por un conjunto de paneles muro que se fabrican con bastidores de madera, teniendo como alma, planchas de totora que son amarradas empleando rafia, aseguradas con mallas cuadradas electrosoldadas con aberturas cuadradas de 1/2" y varillas de acero corrugado de  $\phi 1/4$ " que se insertan y aseguran con los bastidores, revestidas con un revoque primario de tierra estabilizada, tarrajado con mortero a base de cemento y acabado con una capa final de yeso, que se aseguran entre ellos mediante pernos de 3/8" x 3" y son confinadas con columnas de madera de 4" x 4" empotradas en una cimentación corrida.

Tener en cuenta que se trabaja con materiales locales que resultan familiares para la población, lo que hace que la tecnología constructiva sea fácil de aprender, transmitir y aplicar.

Los cimientos tendrán una sección de acuerdo a la capacidad portante del terreno y el sobrecimiento tiene una sección de 0.15 m de ancho y 0.30 m de altura.

El piso tiene la estructura de tipo "sándwich", el suelo debe estar nivelado y compactado para luego colocar una cama de piedra de 2" separados por piezas de madera (durmientes) de 2" x 4" cada 0.87 m; encima de dicha capa de piedra se coloca planchas de totora entre durmiente y durmiente como relleno y aislante térmico en toda la superficie de manera uniforme hasta cubrir la altura de 4" para que encima de los durmientes se coloque un entablado de madera de 1" x 10" de sección.

El casco de la estructura está conformado por paneles de 0.90 m x 2.10 m en muros y ventanas, con alma de totora de 3" de espesor, revestidos con un revoque primario de tierra estabilizada (tierra de la zona y cemento) y acabado con una capa final de yeso. Para alinear y fijar los paneles, se colocan vigas soleras de madera de 2" x 4"

en la parte inferior y superior de los paneles muro, llevando columnas de 4" x 4" x 2.98 m empotradas en la cimentación corrida y ubicadas en las esquinas como soporte estructural del módulo.

El techo es a dos aguas con una pendiente de 5/12, está formado por una distribución de siete armaduras de madera, encima de dichas armaduras van colocadas y fijadas planchas de fibrocemento de 4 mm, sobre las que se colocan y clavan las correas de 2" x 3" cada 0.50 m, dichas correas servirán para la fijación de planchas de calamina de 0.83 m x 3.60 m con espesor 0.20 mm y la cumbrera de calamina que irá en la parte central del techo, para evitar que ingrese el agua proveniente de las lluvias.

Además, se deberá tener en cuenta que, entre las correas se coloca como aislante térmico la totora a lo largo de la superficie del techo.

A continuación se muestra el siguiente esquema de los componentes del sistema que conforman el módulo:

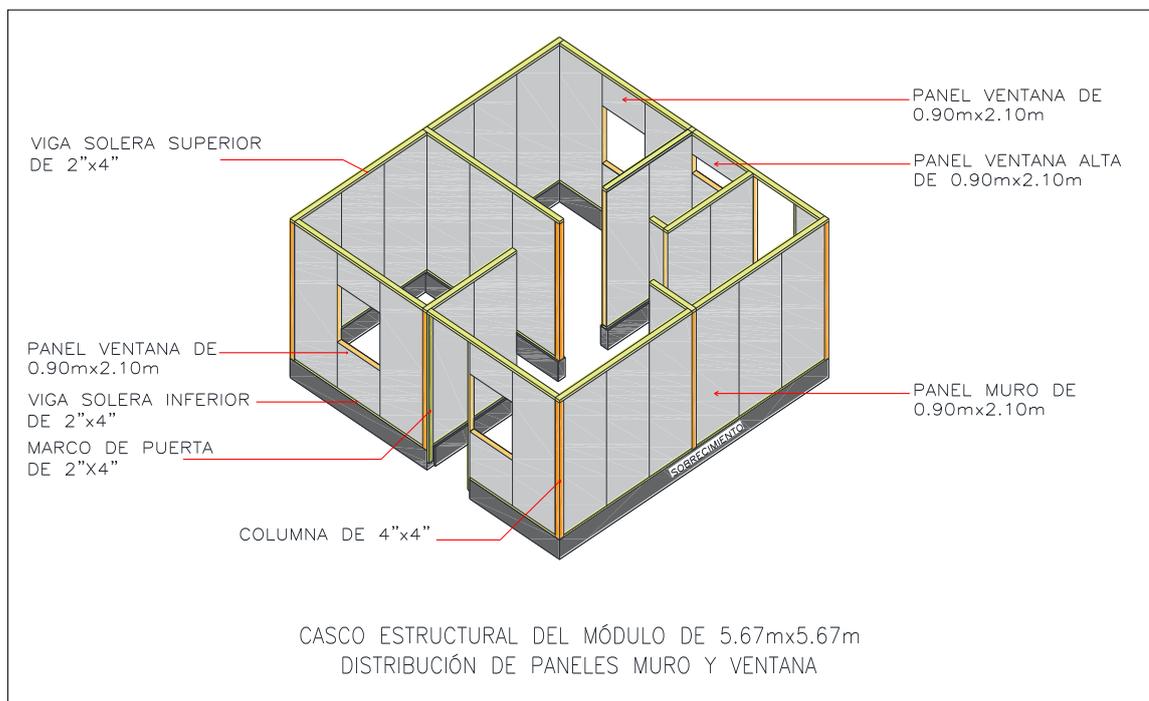


Figura N° 3.1 Casco estructural del módulo de vivienda de 5.67 m x 5.67 m

Fuente: Elaboración Propia

## **3.2 DESCRIPCIÓN DE MATERIALES LOCALES PRINCIPALES**

Los materiales locales básicos que se usan para la construcción del sistema constructivo con aislamiento térmico son: Madera Tornillo o Águano, Totorá, Rafia, Malla cuadrada electrosoldada de 1/2", Acero corrugado de 1/4", Plancha de fibrocemento de 4 mm y materiales para el revoque como Tierra de la zona, Cemento y Yeso.

### **3.2.1 Madera Tornillo**

La madera Tornillo o "Águano" conocido en Puno, es fácil de trabajar manualmente, es resistente al ataque de hongos e insectos. En usos exteriores requiere un tratamiento de preservación para su mayor duración. Los usos generales son para la producción de piezas estructurales en construcción de viviendas, encofrados, pisos, carpintería de madera, fabricación de puertas y ventanas. En este caso se hará uso para la fabricación de los paneles muro y ventanas, columnas, vigas soleras, durmientes, armaduras y marco de puertas exteriores e interiores.

### **3.2.2 Totorá**

La totora es un material impermeable y resistente. Dispuesta en conjunto de tallos unidos y en capas tiene una gran capacidad de aislamiento térmico y acústico, por lo que presta de gran utilidad como material de construcción.

En este caso se hará uso de la totora como un aislante térmico, que formará parte del alma del "Panel Muro", de la cobertura de techo y bajo el piso de madera.

### **3.2.3 Rafia**

La rafia es un material que se utiliza en el panel muro y ventana compuesto por planchas de totora. La rafia presenta características técnicas como alta durabilidad, alta resistencia a la tracción, bajo peso específico lo que implica alto rendimiento por kg, baja absorción a la humedad y flexible en todas las condiciones de trabajo.

La rafia se utiliza para el amarre entre las planchas de totora, la cual se asegura con la malla cuadrada electrosoldada para que la mezcla de mortero a revestir agarre con mayor facilidad y efectividad.

### **3.2.4 Malla Cuadrada Electrosoldada de 1/2"**

La malla cuadrada electrosoldada cumple la función de asegurar la plancha de totora para que al momento de revestir la mezcla de mortero tenga mayor adhesión al panel debido a sus aberturas y esta se distribuya de manera uniforme a lo largo de la superficie del panel, quedando firmemente armada.

El uso de la malla cuadrada electrosoldada es la mejor alternativa como refuerzo adicional para prevenir y reducir la fisuración del mortero aplicado al panel, además mejora la durabilidad del mismo.

### **3.2.5 Acero corrugado de 1/4"**

Se utilizarán varillas de acero corrugado de diámetro 1/4" como refuerzo estructural en la fabricación de los paneles muro de 0.90 m x 2.10 m. El objetivo es darle mayor rigidez, resistencia y duración al panel propuesto.

Dichas varillas de acero irán distribuidas en los paneles muro, según las especificaciones de los planos en forma cruzada (vertical y horizontal) y atortoladas con alambre Nro.16.

### **3.2.6 Placa de Fibrocemento de 4 mm**

Las placas de fibrocemento de 4 mm vienen en planchas de 1.22 m x 2.44 m, están compuestas de cemento portland, sílice, celulosa, libres de asbesto, resistentes al fuego y a la humedad y además no se pican, tienen múltiples aplicaciones.

Se utilizan en zonas externas, cielorrasos, depósitos, revestimientos de tabiques, muros, techos, y en general, en la construcción de cualquier tipo de edificación residencial, comercial e industrial. Es Fácil de instalar y pintar, económico.

Para el módulo de vivienda se utilizarán estas planchas en cielo raso y en el techo a dos aguas, cubriendo toda la superficie. Serán fijadas con clavos de 1" a las armaduras de madera ya instaladas, según la distribución que se muestran en los planos.

### **3.2.7 Revoques de Mortero**

El Revestimiento con mortero es el componente principal del cerramiento, conformará el plano que dará protección y aislamiento del exterior.

El mortero que conforma la primera capa del revestimiento está compuesto por una mezcla de tierra de la zona, cemento - agua y la segunda capa o acabado final está compuesto por una mezcla de agua y yeso.

La tierra de la zona debe ser extraída a una profundidad mayor a 30 cm o 40 cm de la superficie de tal forma que no existan vestigios de capa vegetal. Debe estar seca y ser la adecuada, ya que al ser estabilizada con el cemento dará una resistencia adecuada al panel a revocar.

Con respecto al yeso es utilizado desde la más remota antigüedad, principalmente en lugares de clima seco, en la construcción se ha empleado para unir materiales o elementos constructivos, para protección de paredes internas o externas.

Por sus propiedades bioclimáticas y naturales, los revestimientos de yeso contribuyen al confort, creando un ambiente sano y equilibrado en viviendas entre otros espacios interiores.

Como algunas propiedades del yeso, se señala que es un buen aislante del sonido, es térmicamente aislante debido a su bajo coeficiente de conductividad, protege contra el fuego, regula la humedad del ambiente, es expansivo (al principio sufre una contracción luego una expansión para finalmente estabilizarse).

El revoque del panel se aplica en dos capas en ambas caras del panel, la primera capa consiste en un revestimiento primario de mortero de cemento y tierra tamizada de la zona de  $e=1.50$  cm en la proporción de C:T / 1:4 enrasado con el marco del panel, y la segunda capa como un acabado final compuesto por la mezcla de agua y yeso de  $e=1.00$  cm en la proporción Y:A / 1:2.

### 3.3 DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA

Los componentes del módulo de vivienda deben ser fabricados y elaborados en un taller a pie de obra. Los componentes son los siguientes:

#### 3.3.1 Columnas

Las columnas son de madera “Tornillo” o “Águano” de sección 4” x 4” y de 2.98 m de longitud. En el extremo inferior de la columna que será empotrada a la cimentación en una longitud de 40 cm, se colocan clavos de 4” en cada cara de la columna para una mayor fijación de este elemento con el concreto ciclópeo de la cimentación del sistema constructivo.

#### 3.3.2 Vigas Soleras Inferiores

Las vigas soleras inferiores del módulo de vivienda propuesto son de madera “Tornillo” o “Águano” de sección 2” x 4” y de longitud requerida según los planos estructurales.

Uniones:

- Tirafon de 3/8” x 2 1/2”: unión entre bastidores horizontales de paneles muro-ventana con las vigas soleras inferiores y superiores, y en contacto de paneles muro con las columnas.
- Varilla de anclaje (L=20cm): unión de viga solera inferior a cimentación que va fijada al centro del panel a montar.

#### 3.3.3 Vigas Soleras Superiores

Las vigas soleras superiores o también conocidas como “vigas de amarre” del módulo de vivienda propuesto son de madera “Tornillo” o “Águano” de sección 2” x 4” y de longitud requerida según los planos estructurales. Se emplean para asegurar los paneles muro y darles el alineamiento a los mismos.

Uniones:

- Tirafon de 3/8” x 3”: unión entre bastidores horizontales de paneles muro-ventana y vigas soleras superiores que va fijada al centro del panel.

### 3.3.4 Armaduras

El módulo de vivienda cuenta con 7 armaduras fabricadas con madera “Tornillo” o “Águano” del tipo “Montante Maestro”, cuyas secciones de piezas son de 2”x4” y son predimensionadas de acuerdo al peso que soporta la cobertura de techo a dos aguas y cuya pendiente dependerá de la zona en donde se realice la construcción de dicho módulo (el predimensionamiento de las secciones y el cálculo de la pendiente de las armaduras se presentan en el capítulo 4 de la presente tesis).

Para asegurar las uniones de las armaduras se colocan cartelas de madera tornillo de 1” de espesor fijadas con clavos de 3”, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

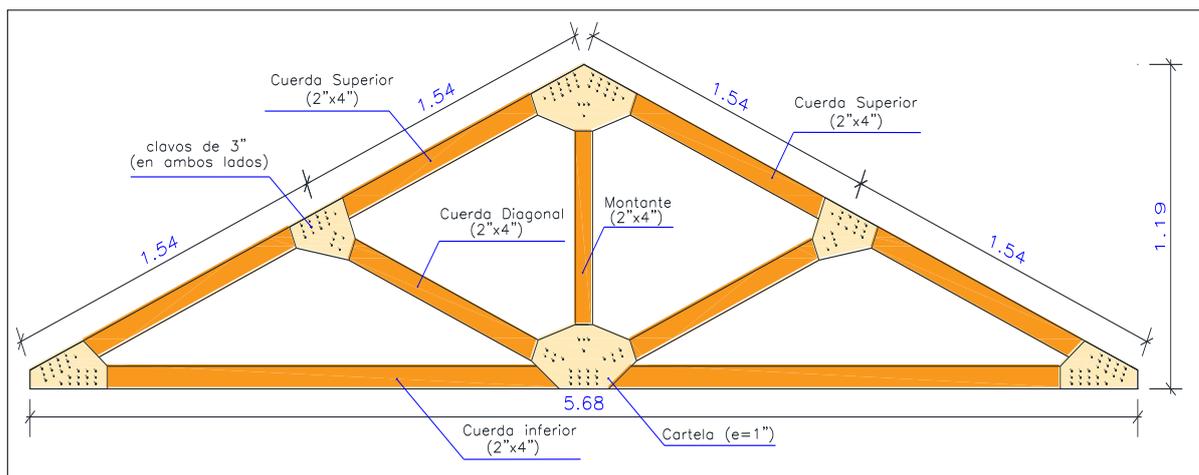


Figura N° 3.2 Armadura de madera tipo “Montante Maestro”

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.5 Paneles

La propuesta del sistema constructivo consta de muros, fabricados con paneles compuestos por elementos verticales de madera tornillo de 1 1/2" x 4" x 2.10 m y elementos horizontales de madera tornillo de 1 1/2" x 4" x 0.84 m, planchas de totora  $e=6.00$  cm, malla de alambre electrosoldada con abertura cuadrada de 1/2", varillas de acero corrugado de 1/4", revestimiento de mortero de tierra de la zona con cemento 1:4  $e=1.50$  cm (ambas caras) y acabado final de yeso  $e=1.00$  cm (ambas caras).

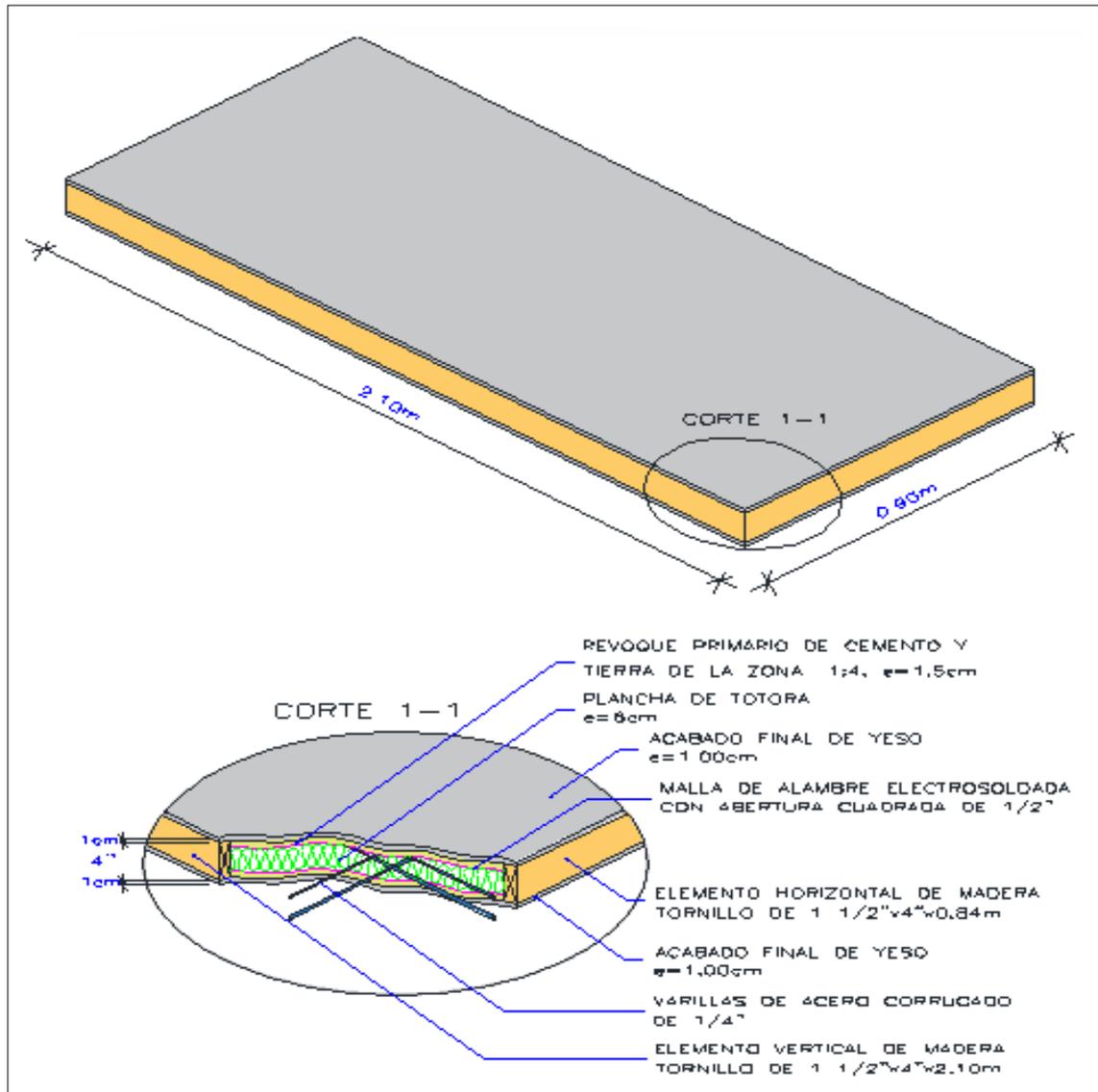


Figura N° 3.3 Panel muro típico y los componentes que lo conforman

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.5.1 Panel Muro de 0.90 m x 2.10 m

Dicho panel está compuesto por elementos de madera verticales y horizontales, cubierto por doble plancha de totora que da un espesor de 6.00 cm, amarradas con rafia, reforzado con malla de alambre electrosoldada con abertura cuadrada de  $1/2"$  y varillas de acero corrugado de  $1/4"$ ; para ser finalmente revestido con revoque de mortero y acabado final de yeso. Las piezas de madera son de  $1\ 1/2" \times 4"$ . En la figura N° 3.4 se muestra detalles del panel muro típico.

### **3.3.5.2 Panel Ventana de 0.90 m x 2.10 m**

Dicho panel está compuesto por elementos de madera verticales, horizontales e intermedias de 1 ½" x 4", cubierto por doble plancha de totora amarrado con rafia, reforzado con malla de alambre electrosoldada de abertura cuadrada de ½" y varillas de acero corrugado de ¼", para ser finalmente revestido con revoque de cemento y tierra de la zona y acabado final de yeso. La ventana es de 0.90 m x 0.90 m, en la figura N° 3.5 se muestra detalles del panel ventana.

### **3.3.5.3 Panel Ventana Alta de 0.90 m x 2.10 m**

Dicho panel está compuesto por elementos de madera verticales, horizontales e intermedias de 1 ½" x 4", cubierto por doble plancha de totora amarrado con rafia, reforzadas con malla de alambre electrosoldada de abertura cuadrada de ½" y varillas de acero corrugado de ¼", para ser finalmente revestido con revoque de cemento y tierra de la zona y acabado final de yeso. La ventana es de 0.30 m x 0.90 m. En la figura N° 3.6 se muestra detalles del panel ventana alta.

### **3.3.5.4 Panel Puerta de 0.84 m x 2.10 m**

Dicho panel está compuesto por elementos de madera verticales y horizontales de 1" x 1 ½" que conforman el panel, van encolados en bases de placas de fibrocemento (e = 4mm) de 0.84 m x 2.10 m, dentro de dicho marco se distribuyen horizontalmente 2 listones de madera horizontales de 1" x 1 ½" y riostras de madera de 1" x 1 ½" en forma diagonal que sirve como relleno para el panel, también se incluye un relleno de totora que sirve como aislante térmico, van amarrados con rafia y encolados a las bases de las placas de fibrocemento. Los detalles del panel puerta se muestra en la figura N° 3.7.

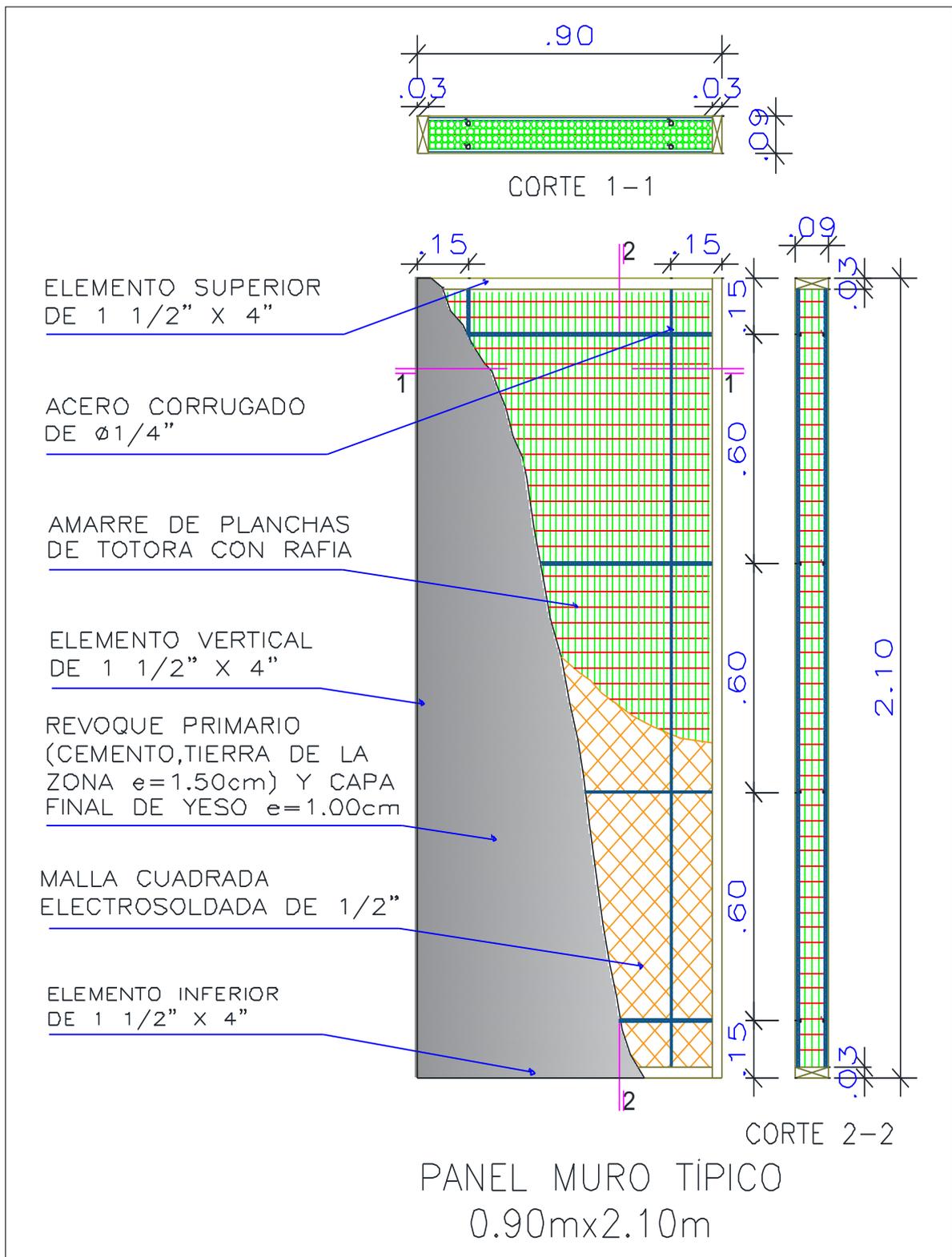


Figura N° 3.4 Panel muro típico 0.90 m x 2.10 m del sistema constructivo propuesto

Fuente: Elaboración Propia

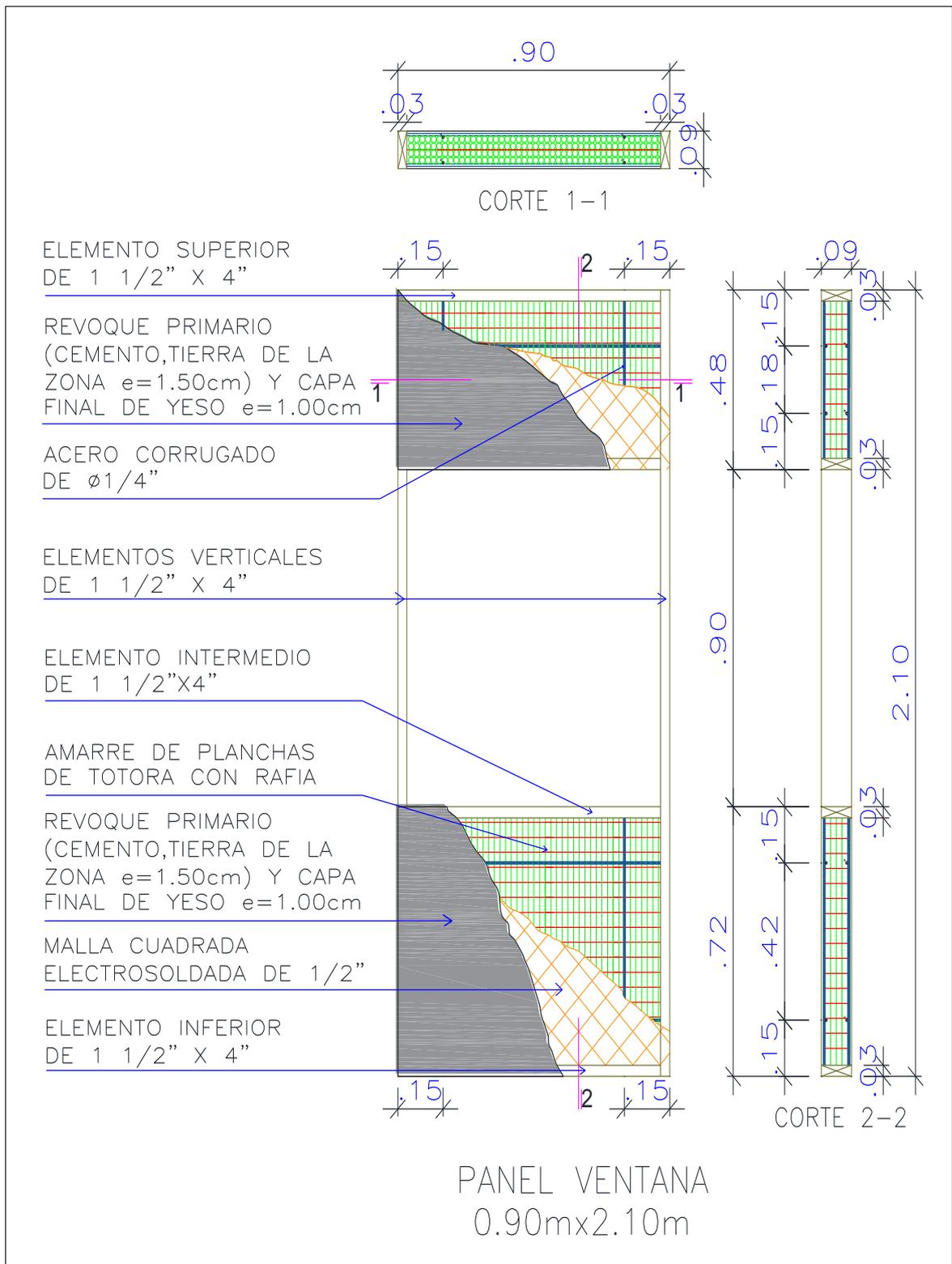


Figura N° 3.5 Panel ventana 0.90 m x 2.10 m del sistema constructivo propuesto

Fuente: Elaboración Propia

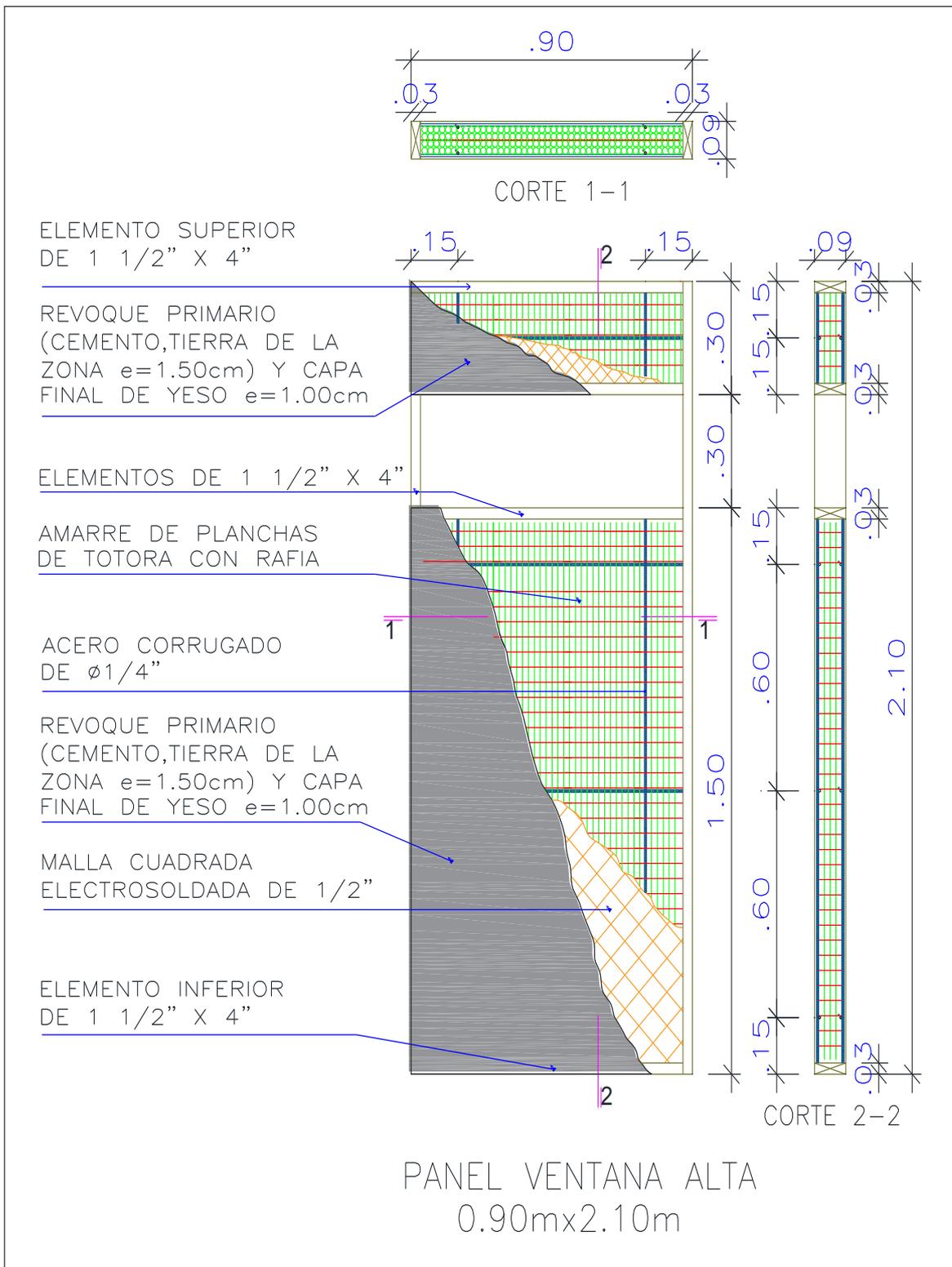


Figura N° 3.6 Panel ventana alta 0.90 m x 2.10 m del sistema constructivo propuesto

Fuente: Elaboración Propia

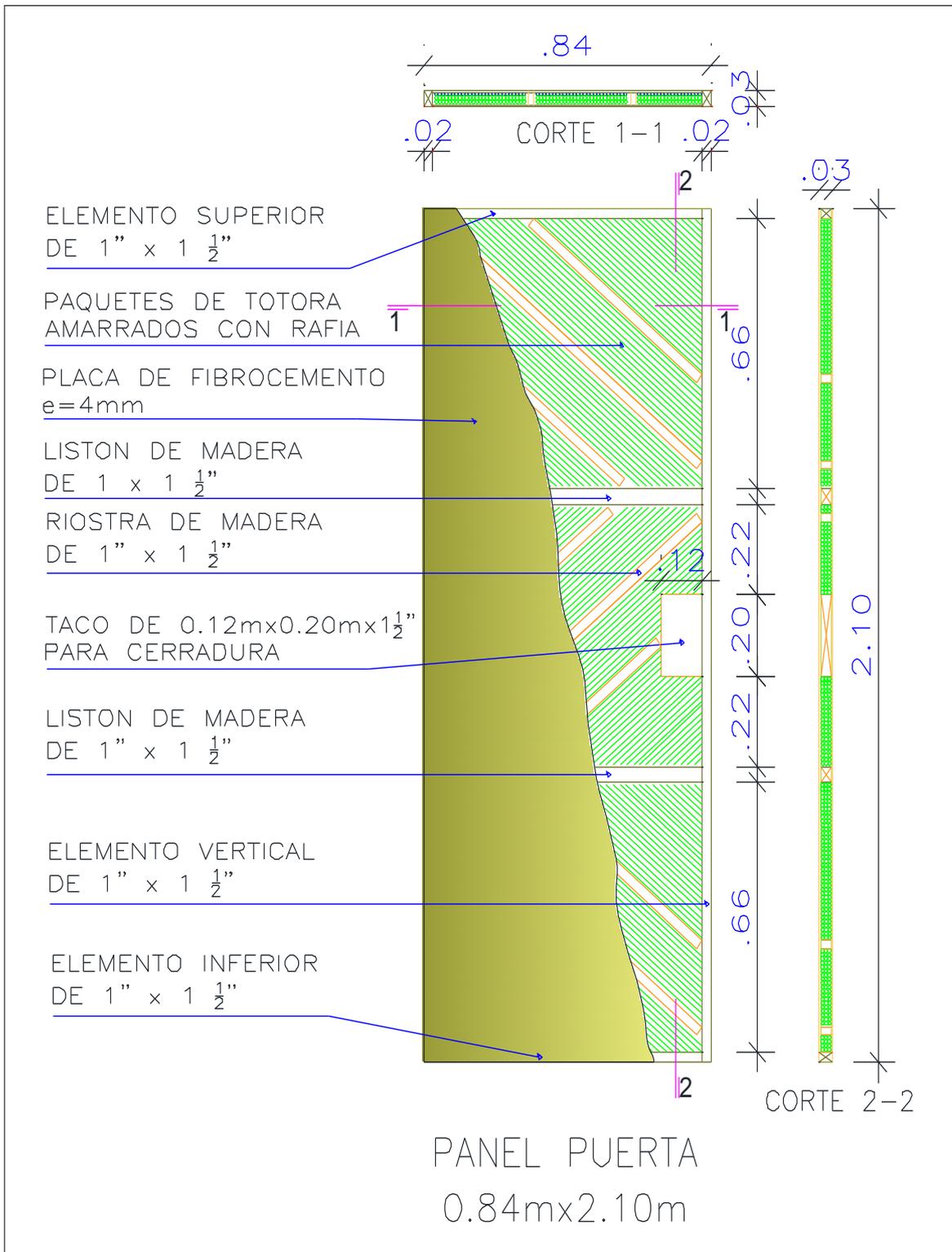


Figura N° 3.7 Panel puerta 0.84 m x 2.10 m del sistema constructivo propuesto

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.6 Correas de Madera y Cobertura de Techo

Las correas son de madera “Tornillo” o “Águano” cuyas secciones son de 4 cm x 6.5 cm que en dimensión real equivale a una sección de 2” x 3” y separadas cada 0.50 m en el techo a dos aguas del módulo. Se colocarán 28 correas de 3.14 m de longitud distribuidos en el techo a dos aguas por encima de las placas de fibrocemento de 4mm que van clavados a las cuerdas superiores de cada armadura de madera, dichas correas servirán de anclaje a las planchas de calamina de 0.80 m x 3.60 m (e = 0.20 mm) que irán sobre ellas.

Además entre correas se colocarán planchas de totora de 3” de espesor a lo largo de toda el área, que servirá como aislante térmico en el techo. A continuación se muestra detalles de la distribución de correas y la cobertura de techo del sistema constructivo propuesto en las siguientes figuras:

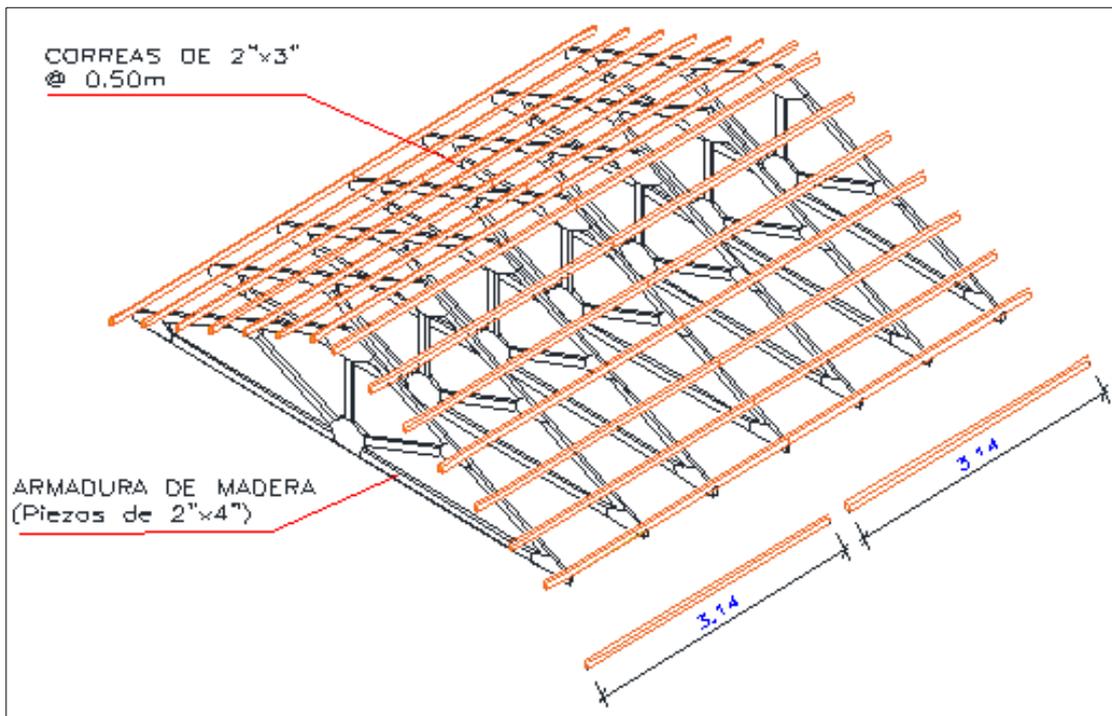


Figura N° 3.8 Distribución de correas de madera de 2” x 3”

Fuente: Elaboración Propia

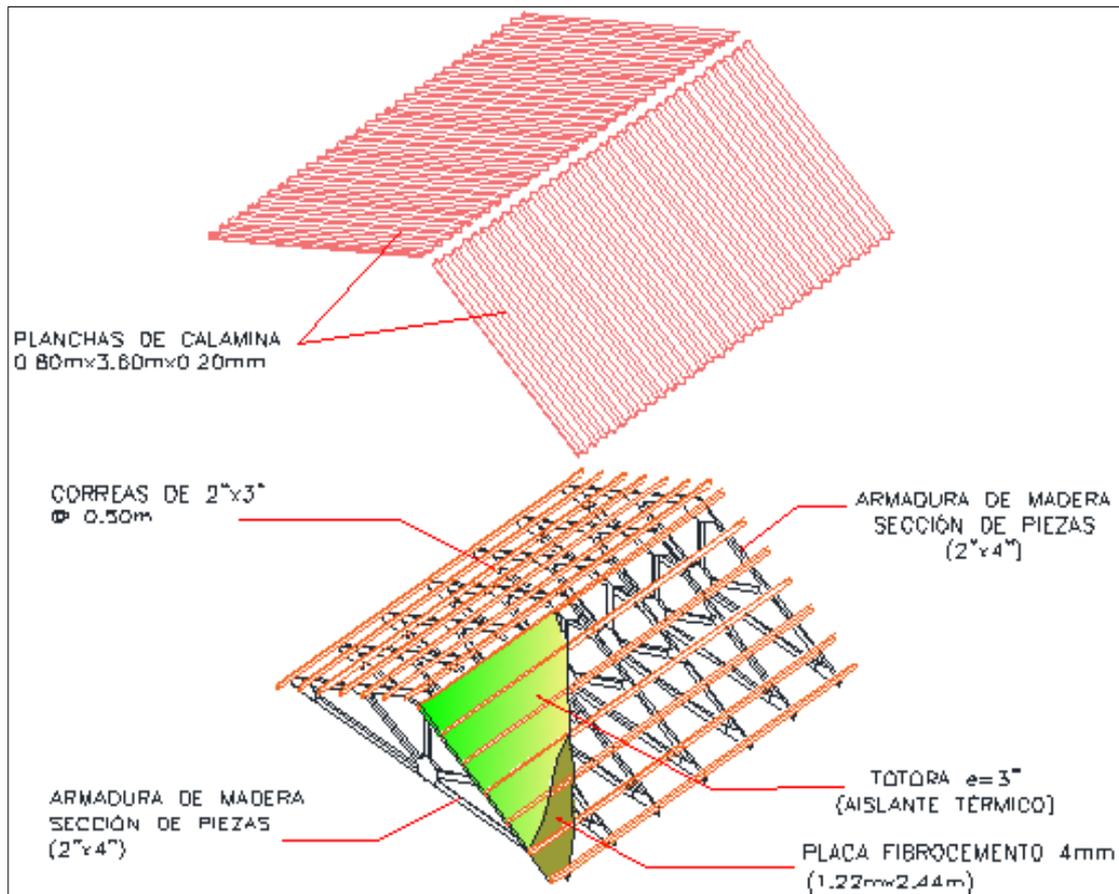


Figura N° 3.9 Cobertura de techo del sistema constructivo propuesto

Fuente: Elaboración Propia

## CAPITULO IV. DISEÑO GENERAL, PROCESOS DE FABRICACIÓN Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA

### 4.1 DISEÑO PARA UN MÓDULO TÍPICO DE VIVIENDA DE 5.67 m x 5.67 m

#### 4.1.1 Descripción

El módulo de vivienda de la propuesta del sistema constructivo de aislamiento térmico presenta un área de  $32.15 \text{ m}^2$ . A continuación se muestra la distribución de los ambientes del módulo típico de vivienda.

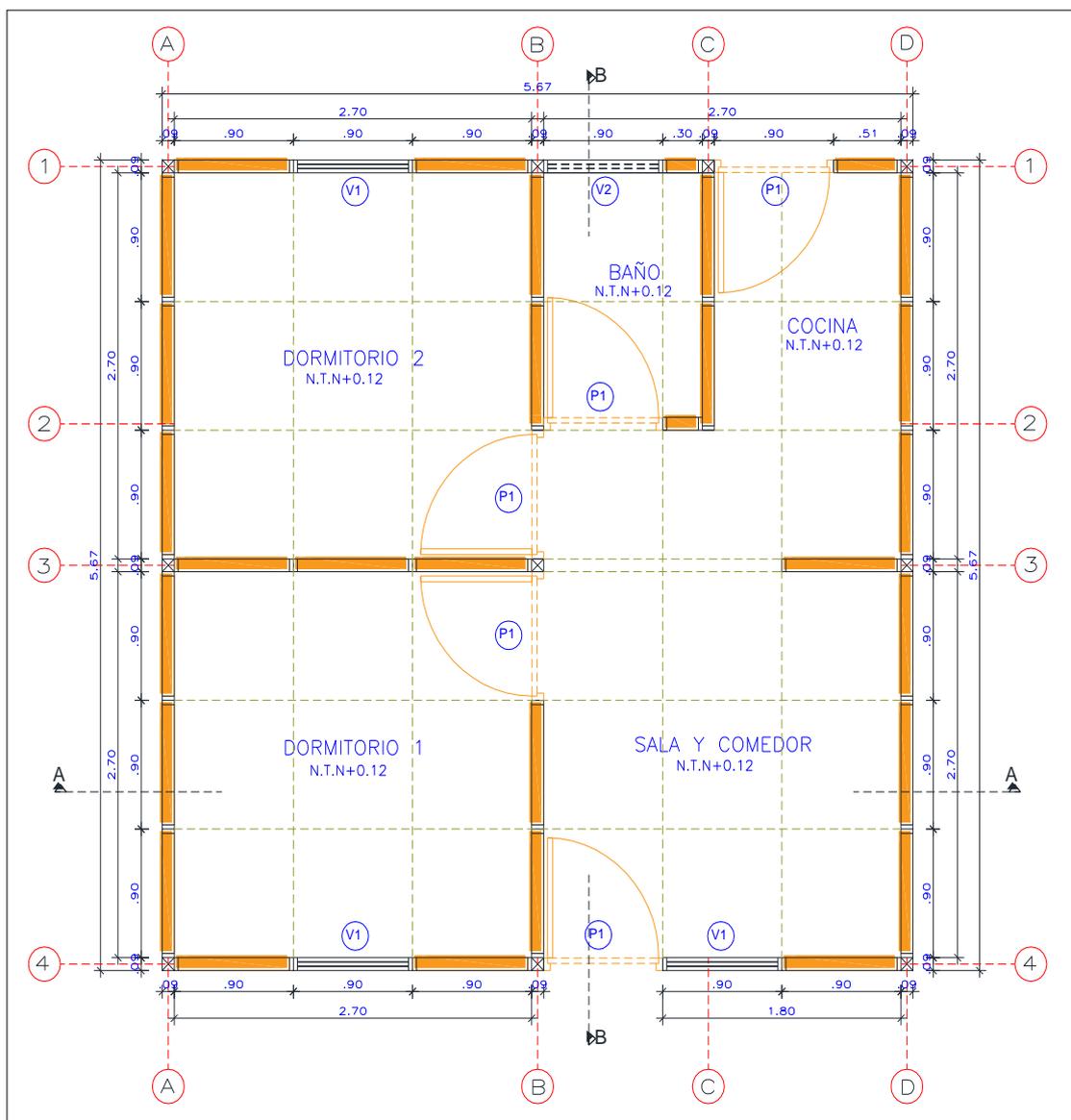


Figura N° 4.1 Planta del módulo de vivienda 5.67 m x 5.67 m

Fuente: Elaboración propia

El Módulo de vivienda de 5.67 m x 5.67 m consta de los elementos estructurales fabricados a base de madera tales como paneles muro, paneles ventana, panel ventana alta, panel puerta, vigas soleras, armaduras de madera, columnas y cobertura de techo tal como se muestra en el siguiente gráfico:

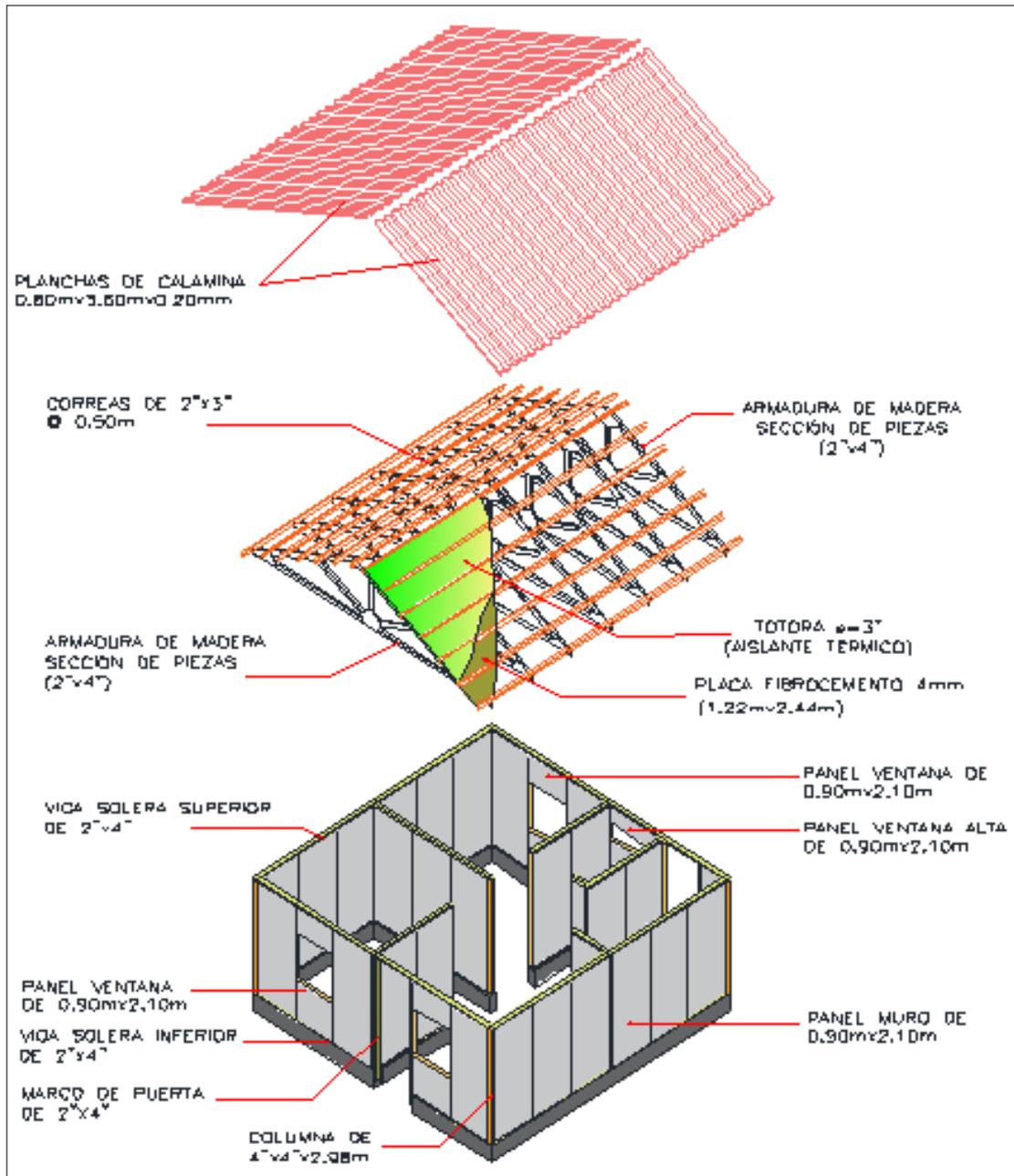


Figura N° 4.2 Módulo de vivienda 5.67 m x 5.67 m y sus componentes

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 Cálculo Estructural del Módulo de Vivienda de 5.67 m x 5.67 m

En lo que respecta al cálculo de la parte estructural del módulo de vivienda de 5.67 m x 5.67 m, se ha tomado como referencia el Reglamento Nacional de Edificaciones actualizado al 2018 y el Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino PADT-REFORT.

#### **Sobre las Cargas de Nieve y Viento que actuarán en el módulo de vivienda:**

##### **Con respecto a las Cargas de Nieve:**

Se considera una carga de nieve sobre el suelo ( $Q_s$ ) de  $50 \text{ kg/m}^2$  ya que según la Norma E.020 (Cargas) del Reglamento Nacional de Edificaciones, el valor mínimo de la carga básica de nieve es de  $40 \text{ kg/m}^2$  que equivale a 40 cm de altura de nieve.

Para hallar la carga de nieve sobre el techo a dos aguas o considerado la carga de diseño ( $Q_t$ ) según la Norma E.020 (Cargas) del Reglamento Nacional de Edificaciones, teniendo en cuenta que la inclinación es de  $22.62^\circ$  y se encuentra comprendida entre  $15^\circ$  y  $30^\circ$ , se multiplica la carga de nieve sobre el suelo ( $Q_s$ ) por un factor de 0.8; teniendo como resultado lo siguiente:

$$Q_t = 0.8 * Q_s = 0.8 * 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 40 \text{ kg/m}^2$$

##### **Con respecto a las Cargas de Viento:**

Teniendo en cuenta el tipo de clasificación de las edificaciones según la Norma E.020 (Cargas) del R.N.E se considera de Tipo 1, entonces para este tipo de edificaciones se tendrá en cuenta dos consideraciones: la velocidad de diseño y la carga exterior de viento.

La Velocidad de Diseño se obtendrá de la siguiente expresión:

$$V_h = V \left( \frac{h}{10} \right)^{0.22}, \text{ donde:}$$

- $V_h$ : velocidad de diseño en la altura  $h$  en (km/h).
- $V$ : velocidad de diseño hasta 10 m de altura en (km/h).
- $h$ : altura sobre el terreno en (m).

La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual actúa según la Norma E.020 (Cargas) del RNE y se calcula de la siguiente forma:

$$P_h = 0.005 * C * V_h^2, \text{ donde:}$$

$P_h$ : Presión o succión de viento a una altura h en (kg/m<sup>2</sup>)

C: Factor adimensional

$V_h$ : Velocidad de diseño a la altura h en (km/h)

Entonces teniendo en cuenta que la superficie del techo a dos aguas del módulo de vivienda presenta una inclinación de 22.62° y está comprendida entre 15° y 60° se asumirán los siguientes factores de forma (C):

Cuadro N° 4.1 Factores de Forma (C)

<b>FACTORES DE FORMA (C)</b>		
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>Barlovento</b>	<b>Sotavento</b>
Superficies verticales de edificios	<b>+0.8</b>	<b>-0.6</b>
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	<b>+0.7 -0.3</b>	<b>-0.6</b>
Superficies verticales o inclinadas (planas ó curvas) paralelas a la dirección del viento	<b>-0.7</b>	<b>-0.7</b>
El signo positivo indica presión y el signo negativo indica succión.		

Fuente: Norma E.020 Cargas del R.N.E

Con respecto a la carga interior ejercida por el viento se asumirán los siguientes factores de forma, según la Norma E.020 (Cargas) del R.N.E.

Cuadro N° 4.2 Factores de Forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre (C)

<b>FACTORES DE FORMA PARA DETERMINAR CARGAS ADICIONALES EN ELEMENTOS DE CIERRE (C)</b>		
<b>ABERTURAS</b>		
<b>+0.3 -0.3</b>	<b>+0.8</b>	<b>-0.6</b>
Uniforme en lados a barlovento y sotavento	Principales en lado a barlovento	Principales en lado a sotavento o en los costados
El signo positivo indica presión y el signo negativo indica succión.		

Fuente: Norma E.020 Cargas del R.N.E

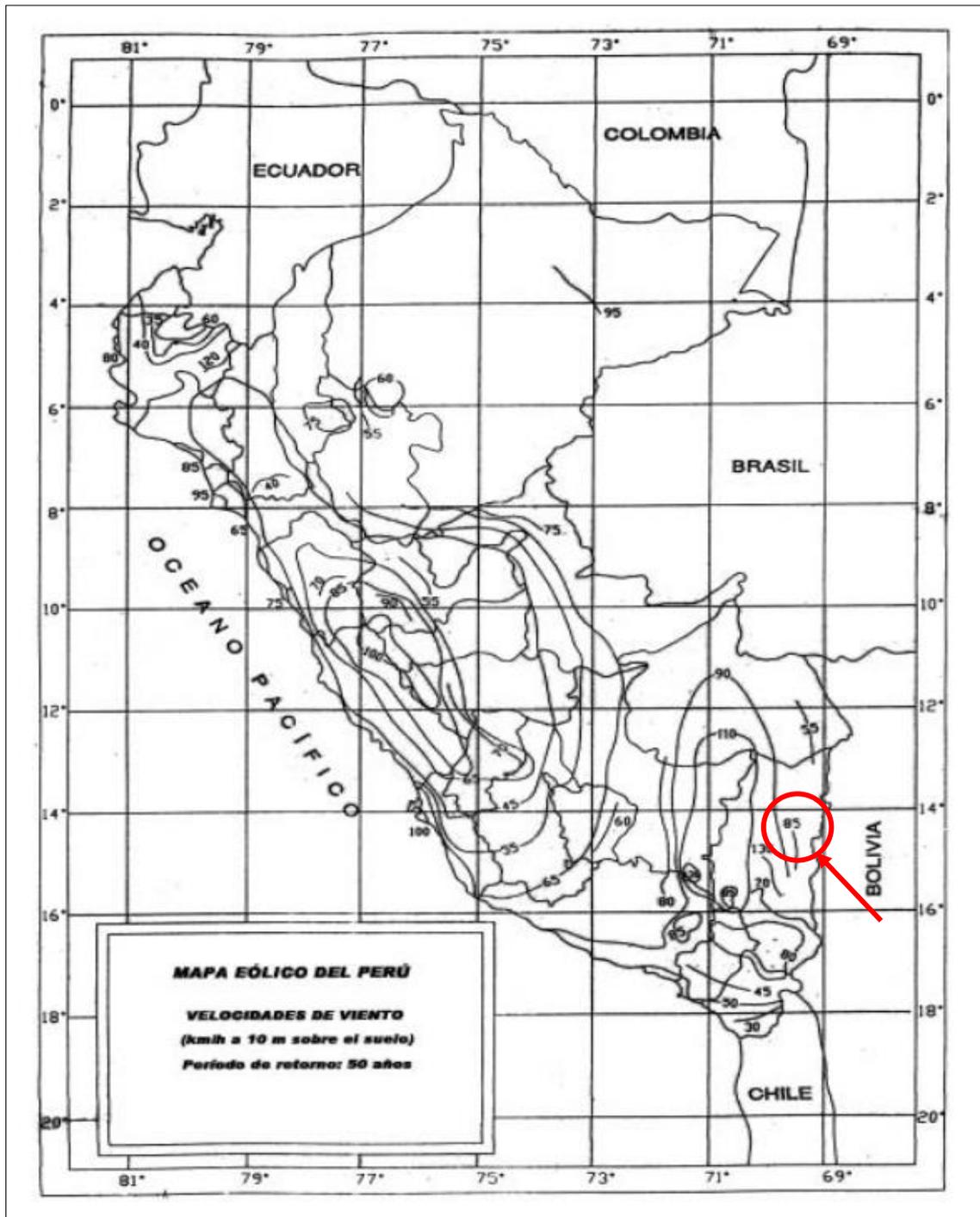


Figura N° 4.3 Mapa Eólico del Perú

Fuente: Norma E.020 (Cargas) del Reglamento Nacional de Edificaciones - 2018

Ubicación del módulo de vivienda con techo a dos aguas: **Puno**. Según el Mapa Eólico del Perú, Corresponde una velocidad de viento a 10 m sobre el suelo, de 85 km/h.

Reemplazando los datos en la siguiente expresión:

$$V_h = V \left( \frac{h}{10} \right)^{0.22}$$

$$V_h = 85 \text{ km/h} \left( \frac{3.80\text{m}}{10} \right)^{0.22}$$

$$V_h = 68.70 \text{ km/h}$$

Teniendo en cuenta la dirección de la velocidad de diseño a una altura de suelo a cumbre de 3.80 m, se tiene lo siguiente:

En la dirección del Eje X:

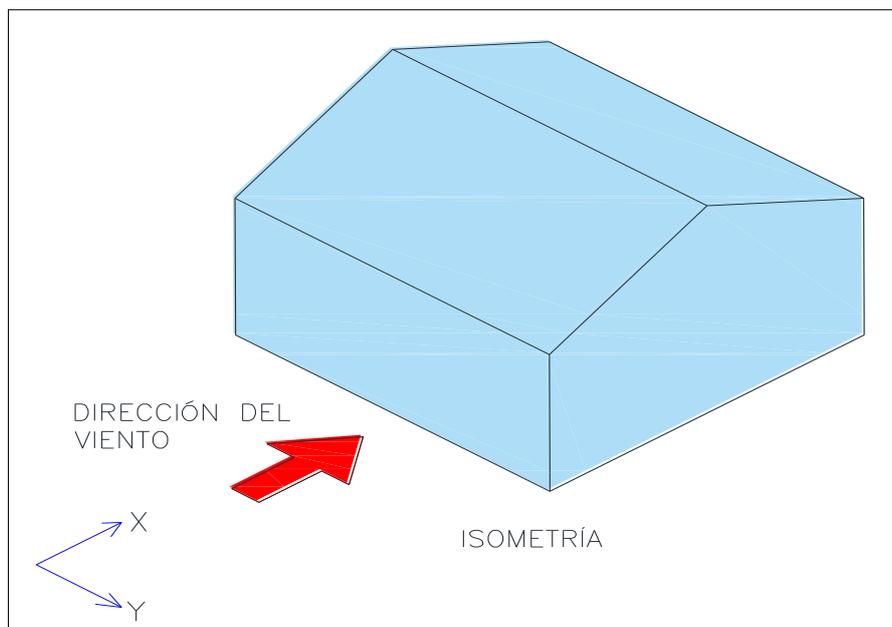


Figura N° 4.4 Dirección del viento en el Eje X

Fuente: Elaboración propia

Luego, reemplazando datos:

$$P_h = 0.005 * C * V_h^2$$

$$P_h = 0.005 * C * \left( 68.70 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right)^2 = 23.6 * C$$

Entonces los valores de  $C_{pext}$  y  $C_{pint}$  dentro y fuera del módulo de vivienda, teniendo en cuenta los factores de forma se muestran en el siguiente esquema:

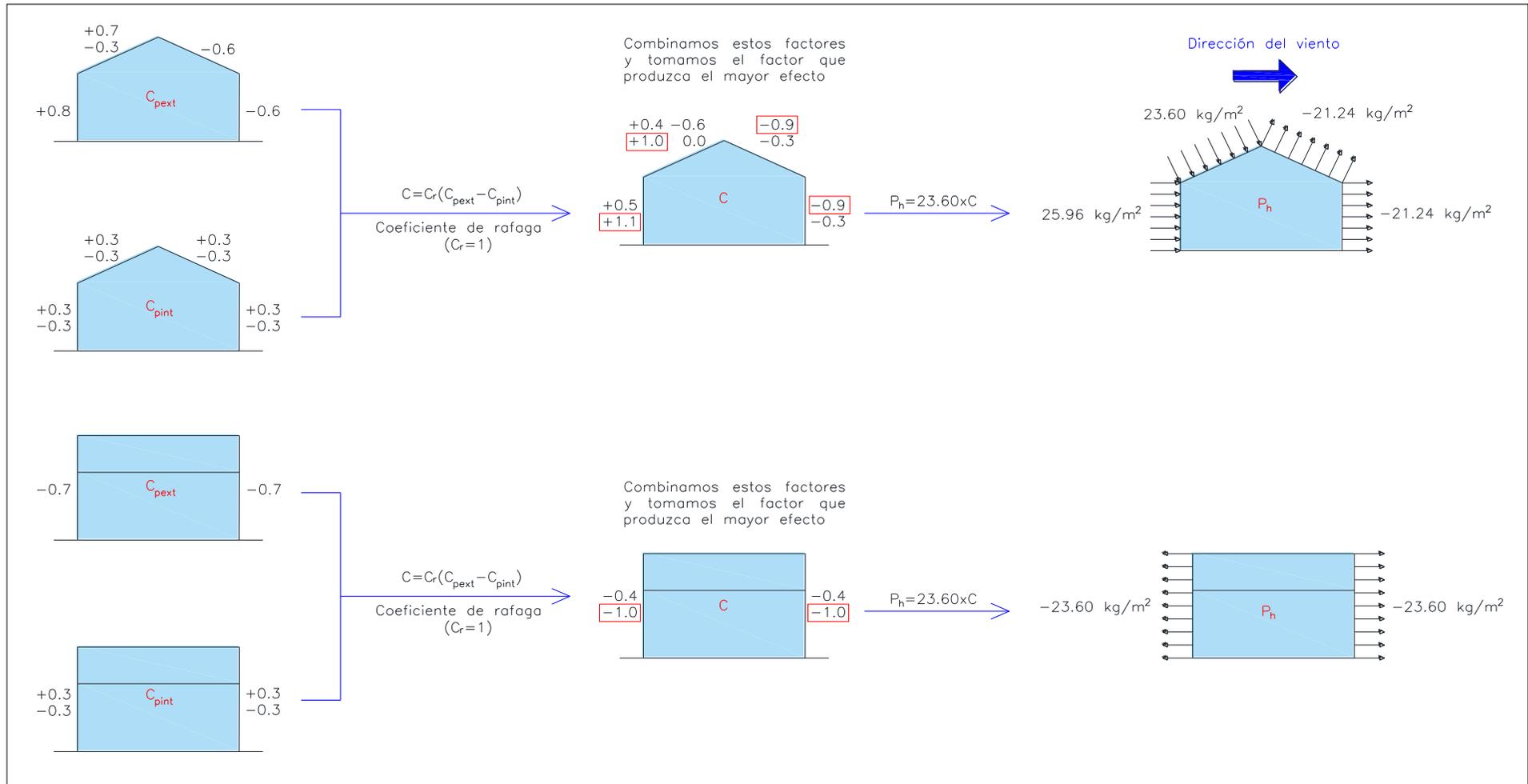


Figura N° 4.5 Esquema de la distribución de cargas de viento en la dirección del Eje X

Fuente: Elaboración propia

En la dirección del Eje Y:

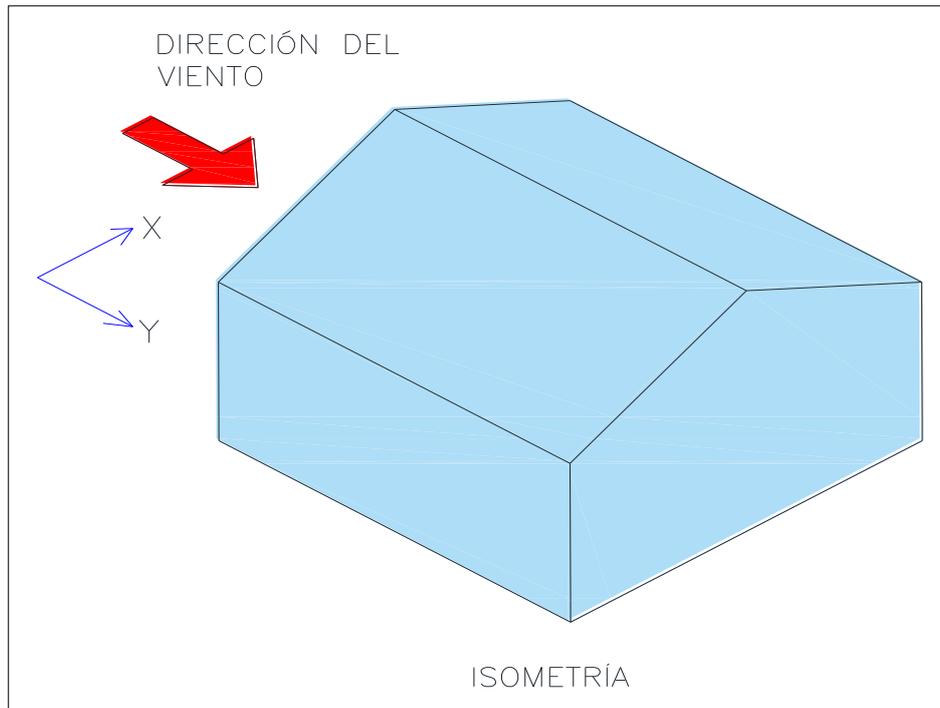


Figura N° 4.6 Dirección del viento en el Eje Y

Fuente: Elaboración propia

Luego, reemplazando datos:

$$P_h = 0.005 * C * V_h^2$$

$$P_h = 0.005 * C * \left(68.70 \frac{km}{h}\right)^2 = 23.6 * C$$

Entonces los valores de  $C_{pext}$  y  $C_{pint}$  dentro y fuera del módulo de vivienda, teniendo en cuenta los factores de forma se muestran en el siguiente esquema:

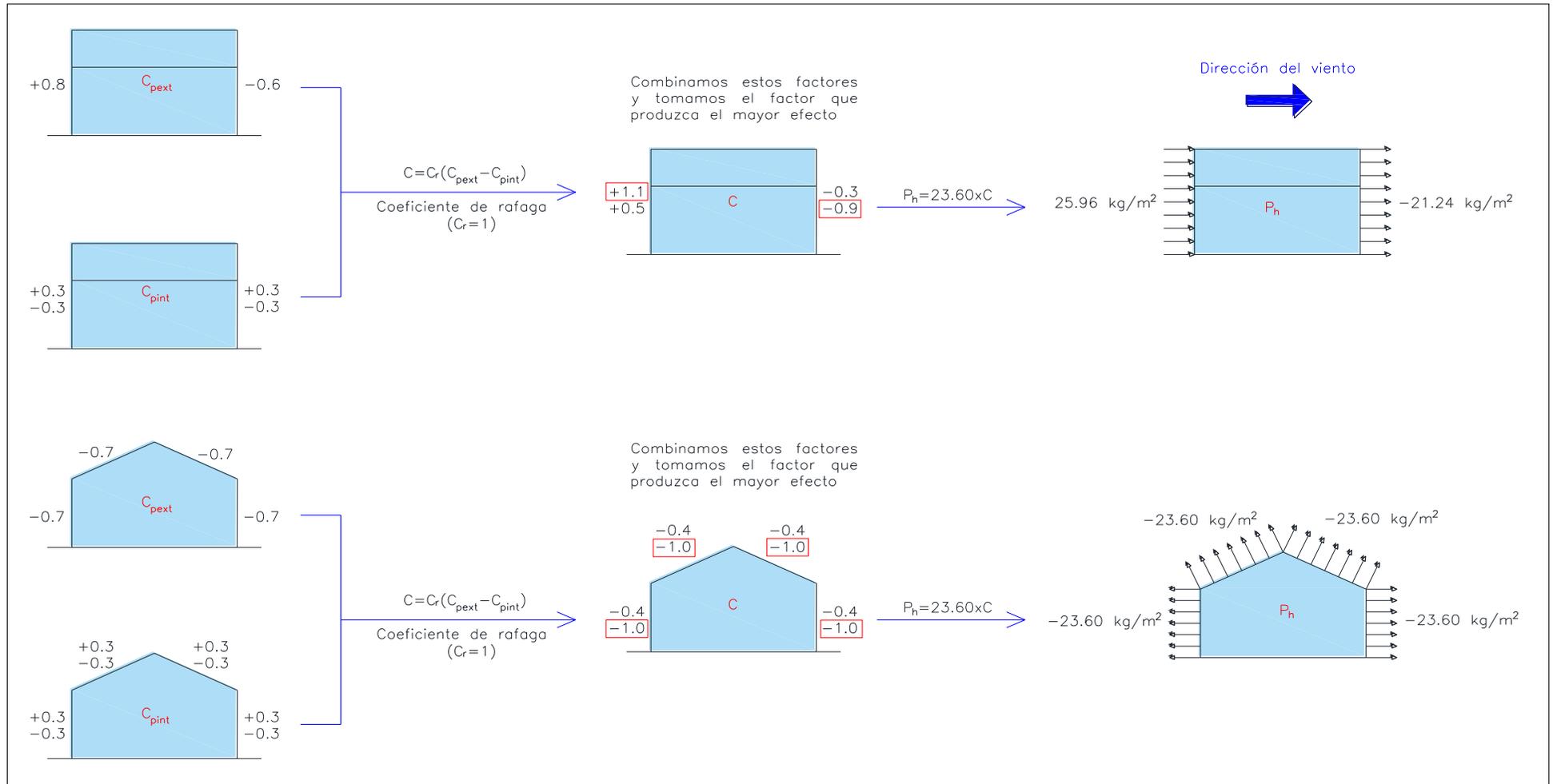


Figura N° 4.7 Esquema de la distribución de cargas de viento en la dirección del Eje Y

Fuente: Elaboración propia

## Sobre las cargas que conforman el Panel – Muro

Los Elementos principales y resaltantes que conforman el panel de muro son los siguientes materiales locales de la zona:

- Elementos verticales y horizontales de madera Tornillo (Águano).
- Totorá.
- Acero corrugado.
- Revestimiento de mortero de tierra y cemento con acabado final de yeso.

Entonces, se realiza el siguiente metrado de cargas que aportan dichos materiales al panel muro.

Cuadro N° 4.3 Densidades y espesores de los materiales a considerar en el Panel Muro

<b>Densidades de los materiales (<math>\rho</math>):</b>		
Madera Tornillo (Águano) perteneciente al Grupo <b>C</b> , referencia (Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino, Junta del Acuerdo de Cartagena) :	450	kg/m <sup>3</sup>
Totorá atada a presión mediana, referencia (Totorá como material de construcción, J.Hidalgo) :	180	kg/m <sup>3</sup>
Revestimiento de mortero con cemento y tierra de la zona, y capa final de yeso:	1800	kg/m <sup>3</sup>
Acero corrugado ( $\phi$ 1/4") :	0.25	kg/m
<b>Espesores de los materiales a considerar (e):</b>		
Elementos verticales y horizontales de Madera Tornillo:	0.03	m
Totorá atada a presión mediana:	0.065	m
Revestimiento de mortero con cemento y tierra de la zona	0.04	m

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 4.4 Cálculo de la carga aproximada que conforma el Panel Muro

	<b>Descripción</b>	<b>Densidad (<math>\rho</math>)</b>	<b>Espesor (e)</b>	<b>Carga (W) = <math>\rho \times e</math></b>
1)	Madera Tornillo (Águano) perteneciente al Grupo <b>C</b> :	450 kg/m <sup>3</sup>	0.03 m	13.5 kg/m <sup>2</sup>
2)	Totorá comprimida a presión mediana :	180 kg/m <sup>3</sup>	0.065 m	11.7 kg/m <sup>2</sup>
3)	Revestimiento de mortero ( ambas caras):	1800 kg/m <sup>3</sup>	0.04 m	72.0 kg/m <sup>2</sup>
			Subtotal:	<b>97.2 kg/m<sup>2</sup></b>
4)	Acero corrugado ( $\phi$ 1/4") :	0.25 kg/m	Long=15.6 m	3.90 kg
	Se concluye que el panel típico presenta una carga aproximada de:			<b>100.0 kg/m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración Propia

## Cálculo de la cimentación

Para el cálculo del ancho de cimentación en un metro lineal de cimiento se trabaja con un área tributaria de 1.42 m<sup>2</sup>.

### **Predimensionamiento y Pesos Propios**

a) *Predimensionamiento del Sobrecimiento:*

Peso específico del sobrecimiento (concreto ciclópeo): 2,200.00 kg/m<sup>3</sup>

Cuadro N° 4.5 Cálculo del volumen del sobrecimiento

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	DIMENSIONES (m)			TOTAL
			L	B	H	
Volumen de Sobrecimiento	m <sup>3</sup>	1.00	1.00	0.15	0.30	<b>0.045</b>

Fuente: Elaboración Propia

b) *Predimensionamiento del Cimiento:*

Peso específico del cimiento (concreto ciclópeo): 2,200.00 kg/m<sup>3</sup>

Cuadro N° 4.6 Cálculo del volumen de cimiento

DESCRIPCIÓN	UND	CANT	DIMENSIONES (m)			TOTAL
			L	B	H	
Volumen de Cimiento	m <sup>3</sup>	1.00	1.00	<b>B</b>	0.50	<b>0.50*B</b>

Fuente: Elaboración Propia

c) *Peso específico de la totora: 180.00 kg/m<sup>3</sup>*

d) *Peso propio de la calamina por m<sup>2</sup>: 2.50 kg/m<sup>2</sup>*

e) *Peso propio de las correas: 5.00 kg/m<sup>2</sup>*

f) *Peso propio placa de fibrocemento (18 kg) de 1.2m x 2.4m x 4mm: 6.25 kg/m<sup>2</sup>*

g) *Peso propio de las armaduras de madera: 10.00 kg/m<sup>2</sup>*

h) *Carga de nieve: 40.00 kg/m<sup>2</sup>*

i) *Carga de viento: 25.96 kg/m<sup>2</sup>*

**Cálculo de Metrados de Cargas (para 1.00m de largo de cimiento):**

Se recomienda como mínimo altura de cimiento corrido  $H = 0.50$  m y altura de sobrecimiento  $h = 0.30$  m para uso de diseño y cálculo del ancho de cimentación (**B**) de acuerdo al metrado de cargas.

Teniendo en cuenta el gráfico mostrado anteriormente de los componentes principales que conforman la estructura del módulo, se procede a realizar el cálculo de metrados para hallar el ancho de la cimentación (**B**):

Peso de Techo = Peso de calamina + Peso de correas + Peso de plancha de totora + Peso de placa de fibrocemento + Peso de armaduras de madera + carga de nieve + carga actuante de viento

$$= 1.42 \text{ m}^2 \times (2.50 \text{ kg/m}^2 + 5.00 \text{ kg/m}^2 + (180.00 \text{ kg/m}^3 \times 0.065 \text{ m}) + 6.25 \text{ kg/m}^2 + 10.00 \text{ kg/m}^2 + 40.00 \text{ kg/m}^2) + 25.96 \text{ kg/m}^2 \times 1.42 \text{ m}^2 / \cos (22.62^\circ)$$

$$= \mathbf{147.07 \text{ kg}}$$

Peso de Viga solera Superior 2" x 4":

$$= 3.24 \text{ kg/m} \times 1.00\text{m} = \mathbf{3.24 \text{ kg}}$$

Peso de Panel Muro = peso panel muro+ carga de viento

$$= 100.00 \text{ kg/m}^2 (0.90\text{m} \times 2.10\text{m}) + 25.96 \text{ kg/m}^2 (1.00 \text{ m} \times 2.40 \text{ m}) = \mathbf{251.30 \text{ kg}}$$

Peso de Viga solera Inferior 2" x 4":

$$= 3.24 \text{ kg/m} \times 1.00\text{m} = \mathbf{3.24 \text{ kg}}$$

Peso de Sobrecimiento:

$$= 2,200.00 \text{ kg/m}^3 \times 0.045 \text{ m}^3 = \mathbf{99.00 \text{ kg}}$$

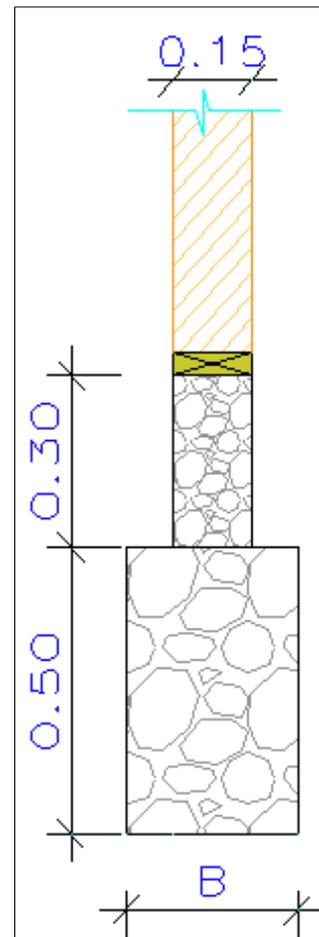


Figura N° 4.8: Diseño del ancho de cimentación

Fuente: Elaboración propia

Peso Propio de Cimiento:

$$= 2,200.00 \text{ kg/m}^3 (0.50 \times B \text{ m}^3) = \mathbf{1,100.00 \cdot B \text{ kg}}$$

Sobrecarga de uso:

$$= 200.00 \text{ kg/m}^2 (1.00\text{m} \times 1.42\text{m}) = \mathbf{284.00 \text{ kg}}$$

En Resumen:

Cuadro N° 4.7 Metrados de cargas para determinar el ancho del cimiento

Capacidad Portante del Suelo ( $\sigma$ )	1.00	kg/cm <sup>2</sup>
Peso de Techo ( incluye carga de nieve y viento)	147.07	kg
Peso de Viga solera superior	3.24	kg
Peso de Panel Muro ( incluye carga de viento)	251.30	kg
Peso de Viga solera inferior	3.24	kg
Peso de Sobrecimiento	99.00	kg
Peso Propio de Cimiento	1,100.00 x B	kg
Sobrecarga de uso	284.00	kg
<b>Peso Total (P)</b>	<b>787.85+1100 x B</b>	<b>kg</b>

Fuente: Elaboración Propia

$$\sigma(\text{kg/cm}^2) = \frac{P}{A}$$

$$\text{Reemplazando datos y hallando } \mathbf{B: 1.00 \times 10^4 \text{ kg/m}^2} = \frac{787.85 \text{ kg} + 1100 \times B \text{ kg}}{1.00 \text{ m} \times B \text{ m}}$$

B= 0.10 m, se concluye que cuanto mayor es la capacidad portante del suelo el ancho de cimentación disminuye, en este caso es recomendable tomar un mayor ancho de cimiento para una mejor distribución de cargas y facilidad de excavación, optando como ancho minimo recomendable de **B= 0.40 m**.

## Diseño de Armadura de Madera (Montante Maestro)

### a) Predimensionamiento

Para el diseño de la armadura de madera del techo a dos aguas del módulo de vivienda de 5.67 m x 5.67 m, se escoge el uso de una armadura tipo “**Montante Maestro**” que esté de acuerdo a las recomendaciones para proporciones y luces recomendables en armaduras de madera, luces apropiadas entre 4 metros y 9 metros, dicha armadura soportará las correas y cubierta a utilizar. Finalmente la armadura se apoyará sobre las vigas soleras, las cuales transmitirán las cargas a las columnas y a la cimentación.

Para el dimensionamiento de la pendiente de la armadura (inclinación de sus aguas), se hará uso de las formas más comunes en armaduras de madera tomando como referencia los gráficos del manual de diseño para madera del grupo andino.

Entonces, siguiendo la recomendación para este tipo de armadura, las luces apropiadas varían entre 4 m y 9 m, además la relación H/l varía entre 1/3 y 2/3, donde H representa la altura de la armadura y l representa la mitad de la luz de la armadura.

De acuerdo a la zona SIERRA, para l = 2.84 m se tiene lo siguiente:

$$\frac{1}{3} < \frac{H}{l} < \frac{2}{3}$$

$$\frac{2.84}{3} < H < \frac{2 * 2.84}{3}$$

$$0.95 \text{ m} < H < 1.89 \text{ m}$$

La pendiente recomendable para zonas lluviosas de la sierra es de 5/12, por lo tanto tomaremos el valor de H=1.19 m que se encuentra dentro del rango recomendable.

Cuadro N° 4.8 Datos imprescindibles de la armadura de madera a diseñar

Luz libre de la armadura ( <b>L</b> )	5.67	m
Espaciamiento entre armaduras ( <b>S</b> )	0.93	m
Altura de la armadura ( <b>H</b> )	1.19	m
Angulo de inclinación de la armadura ( <b>α°</b> )	22.62	Grados sexag.
Pendiente	5/12	~ 0.42

Fuente: Elaboración Propia

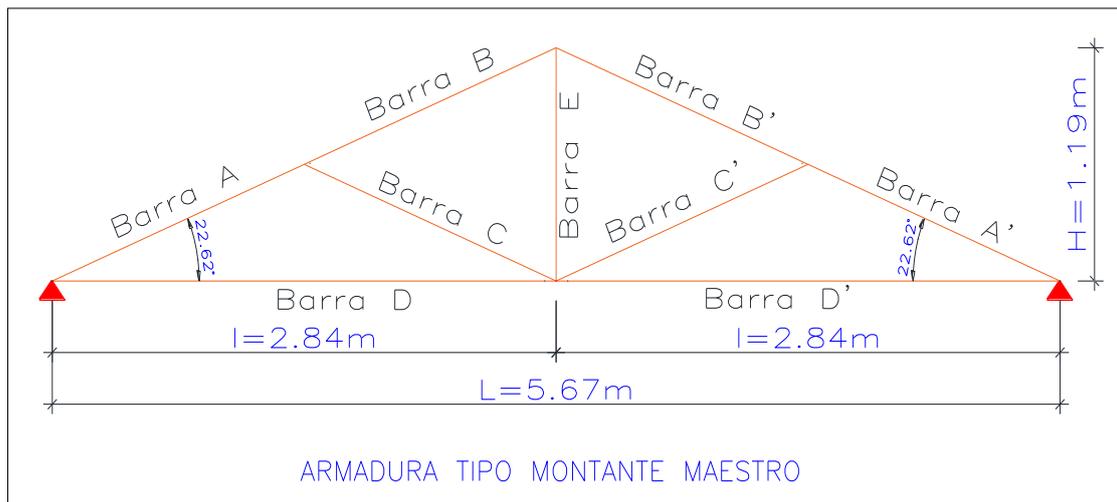


Figura N° 4.9 Distribución de barras de la armadura tipo montante maestro

Fuente: Elaboración propia

### b) Cálculo de Metrados de Cargas

Cuadro N° 4.9 Cálculo de metrados de cargas para el diseño de la armadura de madera

Suponiendo elementos de sección uniforme de la armadura de 2" x 4"		
Peso de madera por metro lineal ("Tipo C")	3.24	kg/m <sup>2</sup>
Longitud total de la armadura	16.1	m
Peso de armadura por m <sup>2</sup> : $(3.24 \times 16.1) / (5.68 \times 0.93) = 9.87 \text{ kg/m}^2 \sim$	10	kg/m <sup>2</sup>
<b>Peso propio de la armadura (aprox.) (Pp)</b>	10	Kg/m <sup>2</sup>
Peso de calamina (3.60m x 0.80m) e=0.20mm	2.5	kg/m <sup>2</sup>
Peso de correas y otros elementos	5	kg/m <sup>2</sup>
Peso de plancha de totora	11.7	kg/m <sup>2</sup>
Peso de placa de fibrocemento 4mm (Multiplaca)	6.25	kg/m <sup>2</sup>
<b>Total carga muerta por m<sup>2</sup> de cobertura</b>	25.45	kg/m <sup>2</sup>
Proyectando al plano horizontal (Cph)	<b>27.6</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Cieloraso (actuando sobre la cuerda inferior) (CR)</b>	<b>6.25</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>
Sobrecarga de diseño (SC)	40	kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

### c) Cálculo de Cargas sobre Armadura de Madera

Carga uniformemente repartida sobre cuerdas superiores:

$$W_p = (SC + C_{ph} + P_p) * S = \left(40 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 27.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) * 0.93 \text{ m} = 72.1 \text{ Kg/m}$$

Carga de cielo raso, uniformemente repartida sobre cuerdas inferiores:

$$W_q = (CR) * S = \left(6.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) * 0.93 \text{ m} = 5.81 \text{ Kg/m}$$

Cargas concentradas equivalentes:

$$P = W_p * \left(\frac{L}{4}\right) = 72.1 \text{ kg/m} * \left(\frac{5.67 \text{ m}}{4}\right) = 102.26 \text{ Kg}$$

$$Q = W_q * \left(\frac{L}{2}\right) = 5.81 \text{ kg/m} * \left(\frac{5.67 \text{ m}}{2}\right) = 16.48 \text{ Kg}$$

#### d) Longitud de los elementos:

Según los coeficientes de longitud **CL** se muestra lo siguiente:

Cuadro N° 4.10 Coeficientes de longitud (CL) para el diseño de elementos de la armadura de madera

Elemento	CL	Longitud (m)
A	0.271	1.54
B	0.271	1.54
C	0.271	1.54
D	0.500	2.84
E	0.208	1.18

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Junta de Acuerdo de Cartagena.

#### e) Fuerzas axiales en las barras:

Según los coeficientes de carga **CP** y **CQ** con respecto al tipo de armadura que se está analizando, se tiene lo siguiente:

$$P=102.26 \text{ kg}, Q=16.48 \text{ kg}$$

Cuadro N° 4.11 Coeficientes de carga (CP y CQ) para el cálculo de fuerzas axiales en los elementos

Elemento	CP	CQ	NP=CP*P (kg)	NQ=CQ*Q (kg)	N=NP+NQ (kg)
A	3.90	1.30	398.81	21.42	420.23
B	2.60	1.30	265.88	21.42	287.30
C	1.30	0.00	132.94	0.00	132.94
D	-3.60	-1.20	-368.14	-19.77	-387.91
E	-1.00	-1.00	-102.26	-16.48	-118.74

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Junta de Acuerdo de Cartagena.

### f) Diseño de Elementos

Para diseñar los elementos o barras, necesitamos datos del tipo de madera a utilizar, entonces haremos uso de la tabla del manual de diseño para maderas del grupo andino.

Utilizaremos la madera TORNILLO (AGUANO) que pertenece a la clasificación del Grupo C de maderas estructurales.

Cuadro N° 4.12 Esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad para maderas del grupo C

GRUPO C	
<b>E0.05 o Emin=</b>	<b>55,000</b> kg/cm <sup>2</sup>
<b>fm=</b>	<b>100</b> kg/cm <sup>2</sup>
<b>fc=</b>	<b>80</b> kg/cm <sup>2</sup>
<b>fv=</b>	<b>8</b> kg/cm <sup>2</sup>
<b>ft=</b>	<b>75</b> kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Junta de Acuerdo de Cartagena.

### Barras A, B, A', B' (Elementos en flexo-compresión)

Se muestran las fuerzas actuantes en las barras A, B, A', B'.

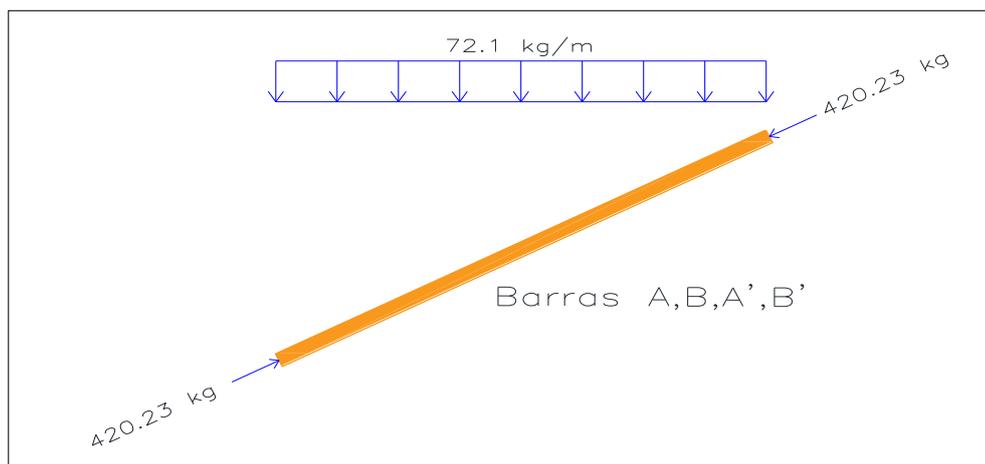


Figura N° 4.10 Distribución de fuerzas actuantes en las barras A, B, A', B'

Fuente: Elaboración propia

De las tablas del manual de diseño para maderas del grupo andino tenemos lo siguiente: La cuerda superior trabaja en flexo-compresión.

Longitud efectiva:  $L_{ef} = 0.4(l_1 + l_2) = 0.4(1.54m + 1.54m) = 1.232m \sim 123.20 \text{ cm}$

$$\text{Longitud (para momento): } L = \frac{(l_1+l_2)}{2} = \frac{(1.42\text{m}+1.42\text{m})}{2} = 1.42 \text{ m} \sim 142.00 \text{ cm}$$

$$\text{Momento: } M = Wp * \frac{L^2}{10} = 72.1 \text{ kg/m} * \frac{(142.0\text{cm})^2}{10} = 14.55 \text{ kg. m} \sim 1,454.60 \text{ kg. cm}$$

Suponemos la siguiente sección y verificamos:

Cuadro N° 4.13 Secciones de las barras A, B, A', B'

<b>b=</b>	4.0	cm	<b>2"</b>
<b>d=</b>	9.0	cm	<b>4"</b>
<b>A=</b>	36.0	cm <sup>2</sup>	
<b>Ix=</b>	243.0	cm <sup>4</sup>	
<b>Zx=</b>	54.0	cm <sup>3</sup>	
<b>Ck=</b>	18.42		

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Junta de Acuerdo de Cartagena.

Luego tomamos el valor de Ck (columnas) perteneciente al Grupo C.

$$\lambda \text{ (relacion de esbeltez)} = \frac{L_{ef}}{d} = \frac{123.20\text{cm}}{9\text{cm}} = 13.69$$

Luego:

Cuando  $\lambda < 10$  entonces se cumple :

- $N_{adm} = f_c * A = 80 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 36\text{cm}^2 = 2,880.00 \text{ kg}$

Cuando  $10 < \lambda < C_k$  entonces se cumple :

- $N_{adm} = f_c * A * \left(1 - \frac{1}{3} * \left(\frac{\lambda}{C_k}\right)^4\right) = 80 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 36\text{cm}^2 * \left(1 - \frac{1}{3} * \left(\frac{13.69}{18.42}\right)^4\right) = 2,587.19 \text{ kg}$

Cuando  $C_k < \lambda < 50$  entonces se cumple :

- $N_{adm} = 0.329 * \left(E * \frac{A}{\lambda^2}\right) = 0.329 * (55,000 \text{ kg/cm}^2 * \frac{36\text{cm}^2}{13.69^2}) = 3,476.36 \text{ kg}$

Entonces:  $N_{adm} = 2,587.19 \text{ kg}$

N (del elemento A y B) = 420.23 kg

$$N_{cr} = \pi^2 * \left(E * \frac{I_x}{L_{ef}^2}\right) = \pi^2 * \left(55000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \frac{243.0 \text{ cm}^4}{(123.20\text{cm})^2}\right) = 8,690.04 \text{ kg}$$

$$K_m = \frac{1}{(1 - 1.5 * \frac{N}{N_{cr}})} = \frac{1}{(1 - 1.5 * \frac{420.23 \text{ kg}}{8,690.04 \text{ kg}})} = 1.078$$

Se debe cumplir lo siguiente:

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{K_m * |M|}{Z * f_m} < 1$$

Reemplazando los datos se obtiene:

$$\frac{420.23 \text{ kg}}{2,587.19 \text{ kg}} + \frac{1.078 * |1,454.6 \text{ kg} \cdot \text{cm}|}{54.0 \text{ cm}^3 * 100 \text{ kg/cm}^2} = 0.45 < 1$$

Conclusión: La sección propuesta CUMPLE para las barras A y B.

### **Barras C (Elementos en compresión)**

Se muestran las fuerzas actuantes en las barras C, C'.

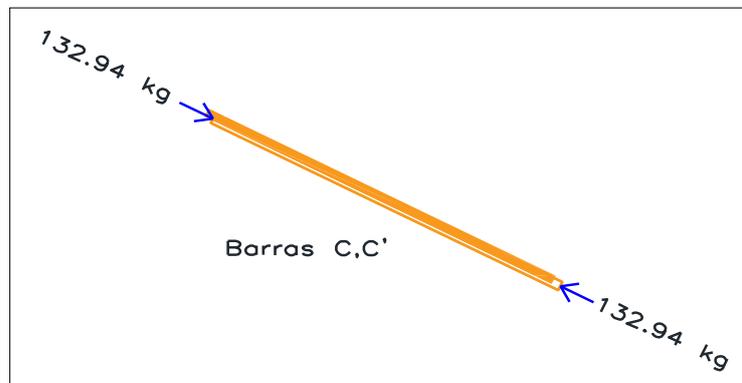


Figura N° 4.11 Distribución de fuerzas actuantes en las barras C, C'

Fuente: Elaboración propia

Longitud efectiva:  $L_{ef} = 0.8 * (L_d) = 0.8 * (154.00 \text{ cm}) = 123.20 \text{ cm}$

Suponemos la siguiente sección y verificamos:

Cuadro N° 4.14 Secciones de las barras C, C'

b=	4.00	cm	2"	Zx=	54.00	cm <sup>4</sup>
d=	9.00	cm	4"	Ck=	18.42	
A=	36.00	cm <sup>2</sup>				
Ix=	243.00	cm <sup>3</sup>				

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Junta de Acuerdo de Cartagena.

Del manual de diseño para maderas del grupo andino tomamos el valor de **Ck** (columnas) perteneciente al Grupo C.

$$\lambda \text{ (relacion de esbeltez)} = \frac{L_{ef}}{d} = \frac{123.20 \text{ cm}}{9 \text{ cm}} = 13.69$$

Luego:

Cuando  $\lambda < 10$  entonces se cumple :

- $N_{adm} = f_c * A = 80 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 36\text{cm}^2 = 2,880.00 \text{ kg}$

Cuando  $10 < \lambda < C_k$  entonces se cumple :

- $N_{adm} = f_c * A * \left(1 - \frac{1}{3} * \left(\frac{\lambda}{C_k}\right)^4\right) = 80 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 36\text{cm}^2 * \left(1 - \frac{1}{3} * \left(\frac{13.69}{18.42}\right)^4\right) = 2,587.19 \text{ kg}$

Cuando  $C_k < \lambda < 50$  entonces se cumple :

- $N_{adm} = 0.329 * \left(E * \frac{A}{\lambda^2}\right) = 0.329 * (55,000 \text{ kg/cm}^2 * \frac{36\text{cm}^2}{13.69^2}) = 3,476.36 \text{ kg}$

Entonces: **N<sub>adm</sub>** = 2,587.19 kg

**N** (del elemento **C**) = 132.94 kg

Se debe cumplir lo siguiente: **N < N<sub>adm</sub>**

Reemplazando los datos se obtiene: 132.94 kg < 2,587.19 kg

Conclusión: La sección propuesta CUMPLE para las barras C.

### **Barras D (Elementos en flexo-tracción)**

Se muestran las fuerzas actuantes en las barras D, D'.



Figura N° 4.12 Distribución de fuerzas actuantes en las barras D, D'

Fuente: Elaboración propia

$$L = 2.84 \text{ m}$$

$$M = \frac{Wq * L^2}{8} = \frac{5.81 \text{ kg/m} * (2.84\text{m})^2}{8} = 5.84 \text{ kg. m} \sim 584.00 \text{ kg. cm}$$

$$N \text{ (elemento D)} = 387.91 \text{ kg}$$

Suponemos la siguiente sección y verificamos:

Cuadro N° 4.15 Secciones de las barras D, D'

<b>b=</b>	4.0	cm	<b>2"</b>
<b>d=</b>	9.0	cm	<b>4"</b>
<b>A=</b>	36.0	cm <sup>2</sup>	
<b>Ix=</b>	243.0	cm <sup>4</sup>	
<b>Zx=</b>	54.0	cm <sup>3</sup>	
<b>Ck=</b>	18.42		

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Junta de Acuerdo de Cartagena.

Se debe cumplir lo siguiente:

$$\frac{N}{ft * A} + \frac{M}{Z * fm} < 1$$

Reemplazando los datos se obtiene:

$$\frac{387.91 \text{ kg}}{75 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 36.0 \text{ cm}^2} + \frac{584.0 \text{ kg. cm}}{54.0 \text{ cm}^3 * 100 \text{ kg/cm}^2} = 0.25 < 1$$

Conclusión: La sección propuesta CUMPLE para las barras D.

### **Barra E (Elementos en tracción)**

Se muestran las fuerzas actuantes en la barra E.



Figura N° 4.13 Distribución de fuerzas actuantes en las barra E

Fuente: Elaboración propia

Suponemos la siguiente sección y verificamos:

Cuadro N° 4.16 Sección de la barra E

<b>b=</b>	4.0	cm	<b>2"</b>
<b>d=</b>	9.0	cm	<b>4"</b>
<b>A=</b>	36.0	cm <sup>2</sup>	
<b>Ix=</b>	243.0	cm <sup>4</sup>	
<b>Zx=</b>	54.0	cm <sup>3</sup>	
<b>Ck=</b>	18.42		

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Junta de Acuerdo de Cartagena.

$$N_{adm} = ft \cdot A = 75 \text{ kg/cm}^2 \cdot 36 \text{ cm}^2 = 2,700.00 \text{ kg}$$

$$N \text{ (elemento E)} = 118.74 \text{ kg}$$

Se debe cumplir:  $N < N_{adm}$

Reemplazando los datos se obtiene:

$$118.74 \text{ kg} < 2,700.00 \text{ kg}$$

Conclusión: la sección propuesta CUMPLE para las barras E.

### **Secciones a usarse en la armadura del techo a dos aguas:**

Cuadro N° 4.17 Secciones finales de la armadura de madera tipo Montante Maestro

<b>Elemento</b>	<b>Sección (cm x cm)</b>	<b>(pulg x pulg)</b>
<b>A</b>	4.0 cm x 9.0 cm	<b>2" x 4"</b>
<b>B</b>	4.0 cm x 9.0 cm	<b>2" x 4"</b>
<b>C</b>	4.0 cm x 9.0 cm	<b>2" x 4"</b>
<b>D</b>	4.0 cm x 9.0 cm	<b>2" x 4"</b>
<b>E</b>	4.0 cm x 9.0 cm	<b>2" x 4"</b>

Fuente: Elaboracion propia

### **g) Cálculo de Deflexiones**

Usando el método de trabajos virtuales:

Para evaluar la fuerza axial en cualquier elemento (**ni**) producida por una fuerza unitaria aplicada en el punto, dirección y sentido, utilizaremos las tablas del manual de diseño para madera del grupo andino.

Cuadro N° 4.18 Evaluación de la fuerza unitaria aplicada en un punto de cada elemento

Elementos	L(cm)	ni	Ni	A(cm <sup>2</sup> )	N*n*L/A
A	154.0	1.30	420.23	36.0	2,336.97
B	154.0	1.30	287.30	36.0	1,597.69
C	154.0	0.00	132.94	36.0	0.00
D	284.0	-1.20	-387.91	36.0	3,672.21
E	118.0	-1.00	-118.74	36.0	389.20
A'	154.0	1.30	420.23	36.0	2,336.97
B'	154.0	1.30	287.30	36.0	1,597.69
C'	154.0	0.00	132.94	36.0	0.00
D'	284.0	-1.20	-387.91	36.0	3,672.21
				<b>Σ=</b>	<b>15,602.94</b>

Fuente: Elaboracion propia

Ix (barra D) perteneciente a la cuerda inferior= 243.00 cm<sup>4</sup>

Calculando la deflexión:

$$\delta = \frac{\sum \left( \frac{N_i * n_i * L_i}{E} \right)}{E} = \frac{15,602.94 \text{ kg/cm}}{55,000.00 \text{ kg/cm}^2} = 0.28 \text{ cm}$$

Evaluando la máxima deformación en la cuerda inferior según la siguiente fórmula:

$$\delta f = 1.75 * \left( 1.15 * \delta + \frac{Wq * L^4}{E * I_x} * 10^4 \right)$$

Reemplazando los datos obtenemos lo siguiente:

$$\delta f = 1.75 * \left( 1.15 * 0.28 \text{ cm} + \frac{5.81 \text{ kg/m} * (2.84 \text{ m})^4}{55,000.00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 243.0 \text{ cm}^4} * 10^4 \right) = 1.06 \text{ cm}$$

Deflexión máxima permisible ( $\Delta_{adm}$ ):

$$L = 5.67 \text{ m} \sim 567.00 \text{ cm}$$

$$\Delta_{adm} = \frac{L}{300} = \frac{567 \text{ cm}}{300} = 1.89 \text{ cm}, \text{ según el Manual de Diseño para Maderas del}$$

Grupo Andino debe cumplirse que:  $\delta f < \Delta_{adm}$ ,  $1.06 \text{ cm} < 1.89 \text{ cm}$

Se concluye que la deflexión es menor que la deflexión máxima permisible por lo tanto **CUMPLE**.

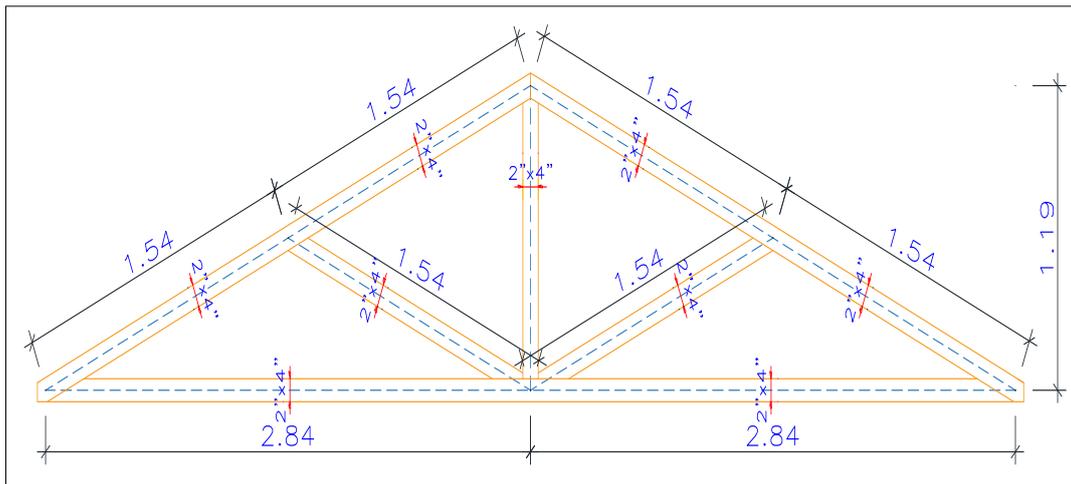


Figura N° 4.14 Armadura tipo montante maestro dimensionada

Fuente: Elaboración propia

#### h) diseño de uniones

Se tiene la armadura tipo Montante Maestro dimensionada y ahora se procederá a diseñar las uniones emperradas y clavadas en cada nudo, tener en cuenta que las uniones en los nudos **M** y **N** son las mismas que en los nudos **R** y **Q** respectivamente.

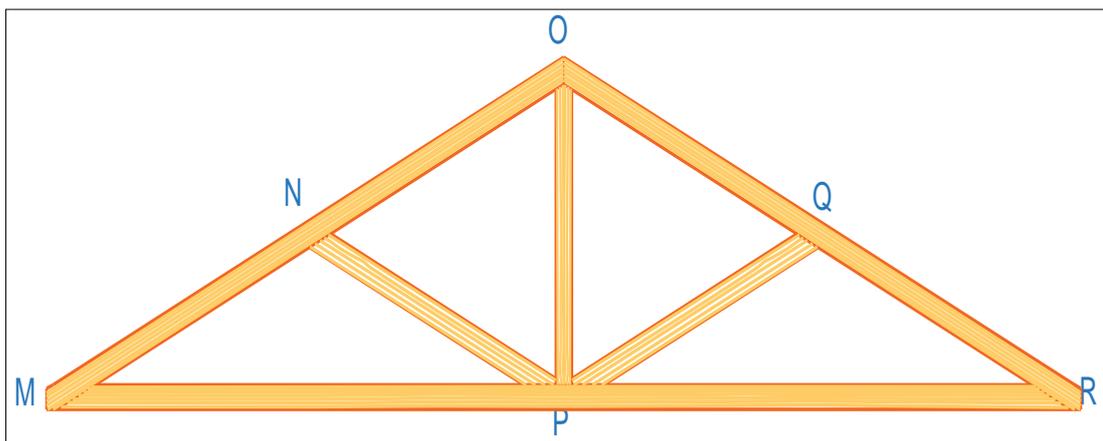


Figura N° 4.15 Uniones en los nudos de la armadura tipo montante maestro

Fuente: Elaboración propia

#### Para el NUDO M (Unión Clavada):

##### Datos:

Se usará madera del **Grupo C**, clavos y cartelas de 2cm de espesor también del grupo **C**, las cargas son las que se muestran en la siguiente figura:

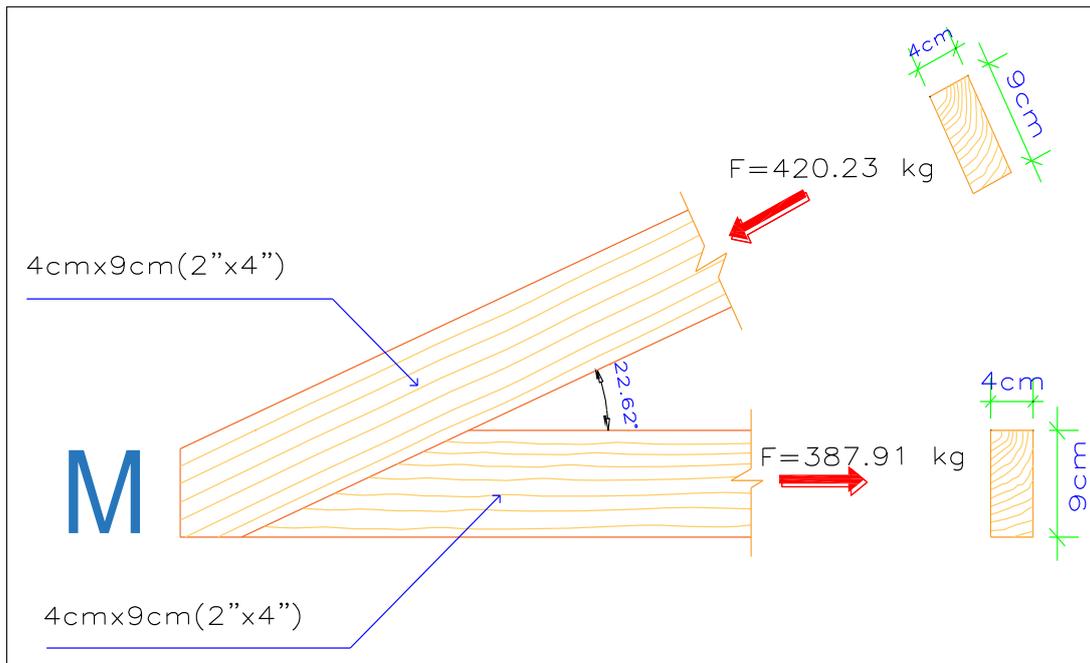


Figura N° 4.16 Nudo "M" de la armadura tipo montante maestro

Fuente: Elaboración propia

### Selección de Clavos:

Se utilizarán clavos de longitud  $l = 76 \text{ mm}$  (3") y diámetro  $d = 3.7 \text{ mm}$ .

### Carga Admisible por Clavo:

De la tabla 12.1 del manual de diseño para maderas del grupo andino, para clavo de  $l = 76 \text{ mm}$  (3"),  $d = 3.7 \text{ mm}$  y madera de Grupo C, encontramos la carga admisible para simple cizallamiento de 35 kg.

### Verificación de espesores y longitudes de penetración:

Dado que el clavo cuya longitud es de 76 mm penetra hasta la cartela opuesta que contiene la punta, se hará la respectiva verificación de espesores por simple cizallamiento.

Cuadro N° 4.19 Verificación de la longitud de penetración del clavo de 3" para el nudo M

1)	Longitud de penetración en el elemento adyacente a la cabeza: <b>5d</b>	18.5	mm	<	20	mm	OK
2)	Longitud de penetración en el elemento central: <b>10d</b>	37	mm	<	40	mm	OK
3)	Longitud de penetración en el elemento que contiene la punta: <b>5d</b>	18.5	mm	<	20	mm	

Fuente: Elaboración propia

En el último caso el clavo penetra al elemento solo:  $76 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = 16 \text{ mm}$ , por lo que se tiene que reducir la carga admisible a doble cizallamiento simétrico.

Elemento que contiene a la punta: relación de reducción:  $\frac{\text{Penetración}}{5d} = \frac{16 \text{ mm}}{18.5 \text{ mm}} = 0.86$

El factor de reducción aplicable será:

$$\frac{1 + 0.86}{2} = 0.93$$

Entonces la carga admisible a doble cizallamiento simétrico=  $0.93 \times 35 \text{ kg} = 32.6 \text{ kg}$

#### Determinación del número de clavos:

Cuerda superior: doble cizallamiento simétrico

$$\text{Nro de Clavos} = \frac{420.23 \text{ kg}}{32.6 \text{ kg}} = 13 \text{ clavos ( 6/7 clavos por lado)}$$

Cuerda diagonal: doble cizallamiento simétrico

$$\text{Nro de Clavos} = \frac{387.91 \text{ kg}}{32.6 \text{ kg}} = 12 \text{ clavos ( 6 clavos por lado)}$$

#### Ubicación de los clavos:

Cuadro N° 4.20 Ubicación de los clavos de 3" para el nudo M

<b>Elementos cargados paralelamente al grano</b>	A lo largo del grano, $d = 3.7\text{mm}$			
	Espaciamiento entre clavos:	<b>11d</b>	40.7	mm
	Distancia al extremo:	<b>16d</b>	59.2	mm
	Perpendicularmente a la dirección del grano, $d = 3.7\text{mm}$			
	Espaciamiento entre líneas de clavos:	<b>6d</b>	22.2	mm
	Distancia a los bordes:	<b>5d</b>	18.5	mm

Fuente: Elaboracion propia

En el siguiente gráfico, se muestra la ubicación de los clavos según los espaciamientos mínimos definidos en (mm):

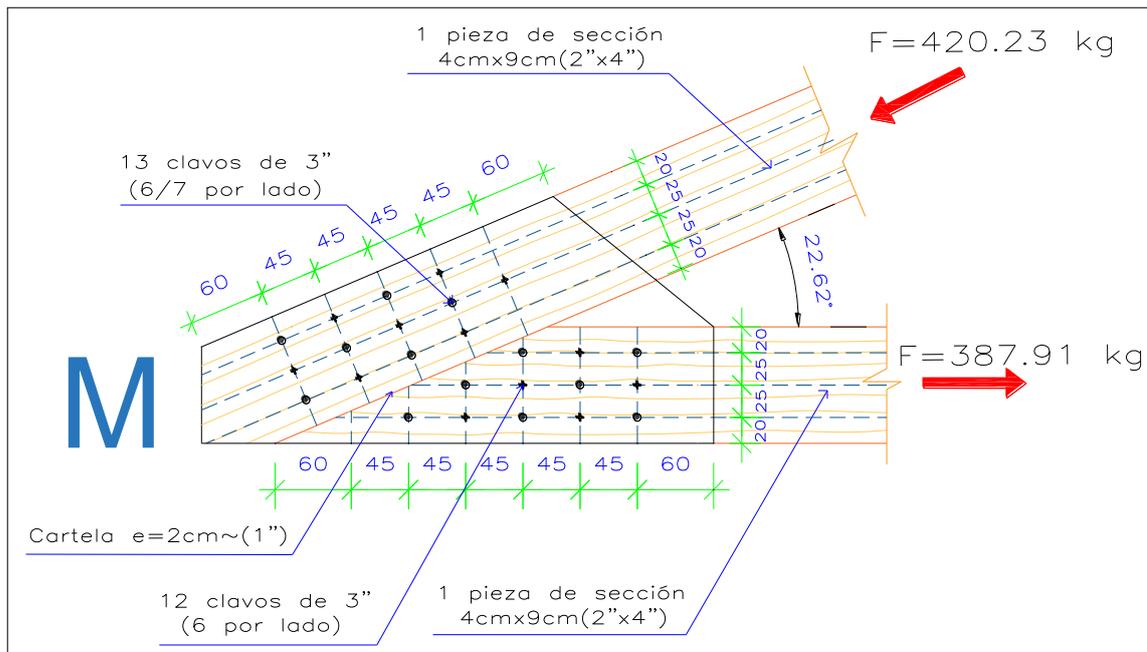


Figura N° 4.17 Distribución de clavos del Nudo "M"

Fuente: Elaboración propia

**Para el NUDO N (Unión Clavada):**

**Datos:**

Se usará madera del Grupo C, clavos y cartelas de 2cm de espesor también del grupo **C**, las cargas son las que se muestran en la siguiente figura:

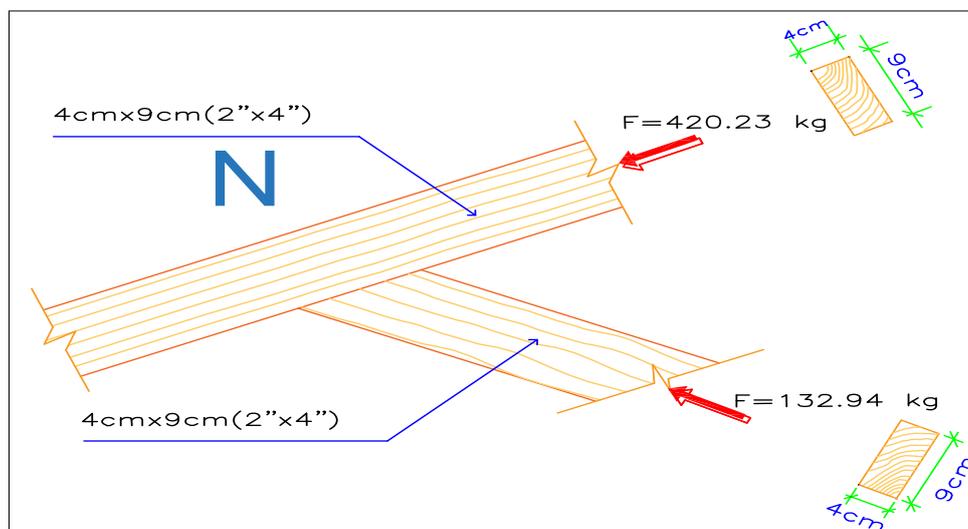


Figura N° 4.18 Nudo "N" de la armadura tipo montante maestro

Fuente: Elaboración propia

**Selección de Clavos:**

Se utilizarán clavos de longitud  $l = 76 \text{ mm}$  (3") y diámetro  $d = 3.7 \text{ mm}$ .

**Carga Admisible por Clavo:**

De la tabla 12.1 del manual de diseño para maderas del grupo andino, para clavos de  $l = 76 \text{ mm}$  (3"),  $d = 3.7 \text{ mm}$  y madera del Grupo C, encontramos la carga admisible para simple cizallamiento de 35 kg.

**Verificación de espesores y longitudes de penetración:**

Dado que el clavo cuya longitud es de 76 mm penetra hasta la cartela opuesta que contiene la punta, se hará la respectiva verificación de espesores por simple cizallamiento.

Cuadro N° 4.21 Verificación de la longitud de penetración del clavo de 3" para el nudo N

1)	Longitud de penetración en el elemento adyacente a la cabeza: <b>5d</b>	18.5	mm	<	20	mm	OK
2)	Longitud de penetración en el elemento central: <b>10d</b>	37	mm	<	40	mm	OK
3)	Longitud de penetración en el elemento que contiene la punta: <b>5d</b>	18.5	mm	<	20	mm	

Fuente: Elaboracion propia

En el último caso el clavo penetra al elemento solo:  $76 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = 16 \text{ mm}$ , por lo que se tiene que reducir la carga admisible a doble cizallamiento simétrico.

Elemento que contiene a la punta: relación de reducción:  $\frac{\text{Penetración}}{5d} = \frac{16 \text{ mm}}{18.5 \text{ mm}} = 0.86$

El factor de reducción aplicable será:  $\frac{1+0.86}{2} = 0.93$

Entonces la carga admisible a doble cizallamiento simétrico=  $0.93 \times 35 \text{ kg} = 32.6 \text{ kg}$

**Determinación del número de clavos:**

Cuerda superior: Por doble cizallamiento simétrico

$$\text{Nro de Clavos} = \frac{420.23 \text{ kg}}{32.6 \text{ kg}} = 13 \text{ clavos ( 6/7 clavos por lado)}$$

Cuerda diagonal: Por doble cizallamiento simétrico

$$\text{Nro de Clavos} = \frac{132.94 \text{ kg}}{32.6 \text{ kg}} = 5 \text{ clavos ( 2/3 clavos por lado)}$$

### Ubicación de los clavos:

De la tabla 12.4 del Manual de diseño para maderas del grupo andino tenemos lo siguiente:

Cuadro N° 4.22 Ubicación de los clavos de 3" para el nudo N

<b>Elementos cargados paralelamente al grano</b>	<b>A lo largo del grano, <math>d = 3.7\text{mm}</math></b>			
	Espaciamiento entre clavos:	<b>11d</b>	40.7	mm
	Distancia al extremo:	<b>16d</b>	59.2	mm
	<b>Perpendicularmente a la dirección del grano, <math>d = 3.7\text{mm}</math></b>			
	Espaciamiento entre líneas de clavos:	<b>6d</b>	22.2	mm
	Distancia a los bordes:	<b>5d</b>	18.5	mm

Fuente: Elaboracion propia

En el siguiente gráfico, se muestra la ubicación de los clavos según los espaciamientos mínimos definidos en (mm):

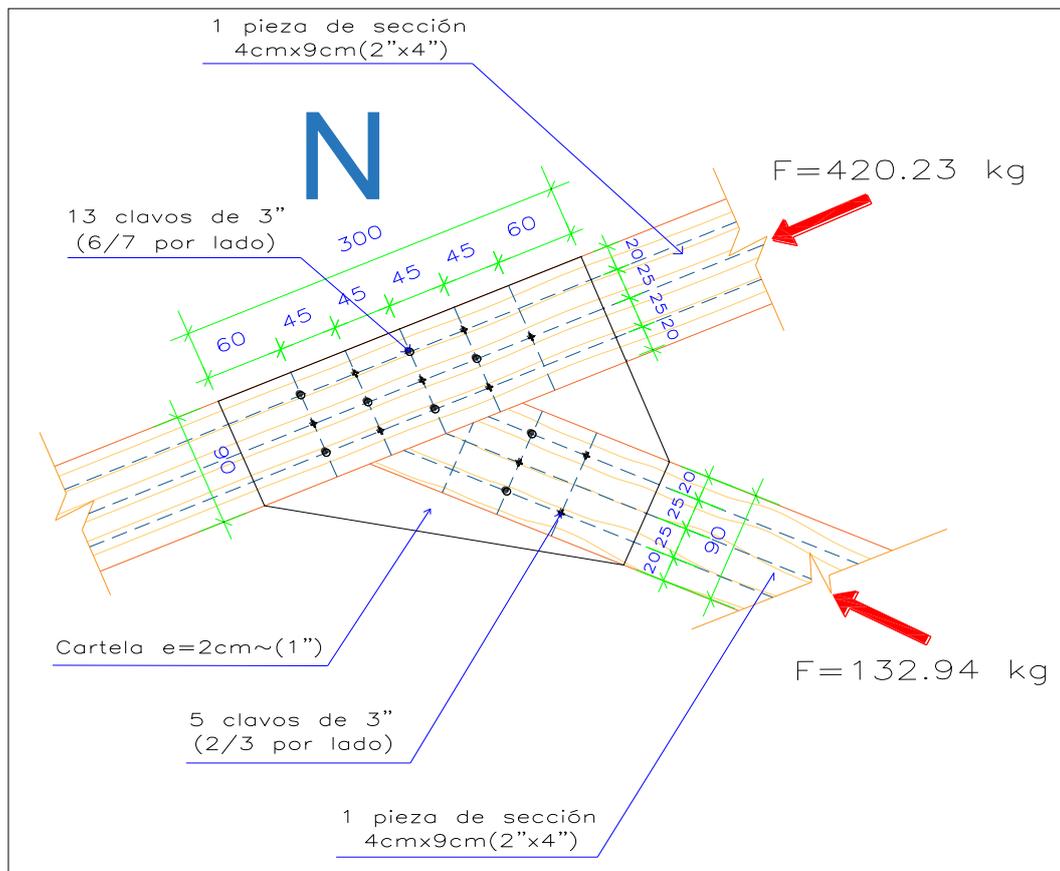


Figura N° 4.19 Distribución de clavos del Nudo "N"

Fuente: Elaboración propia

**Para el NUDO O (Unión Clavada):**

**Datos:**

Se usará madera del Grupo C, clavos y cartelas de 2cm de espesor también del Grupo C, las cargas son las que se muestran en la siguiente figura:

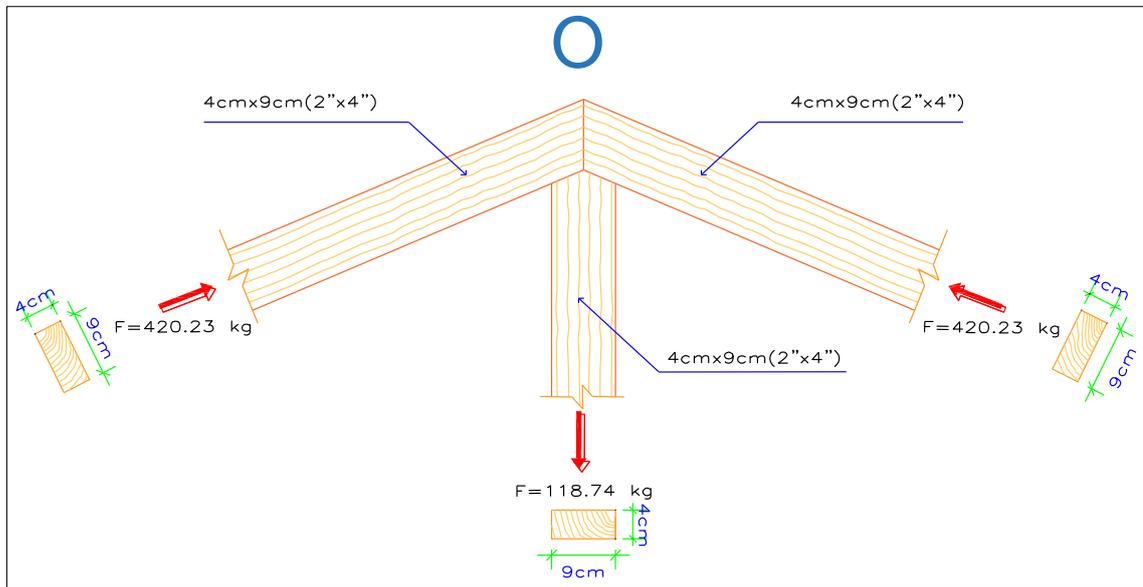


Figura N° 4.20 Nudo "O" de la armadura tipo montante maestro

Fuente: Elaboración propia

**Selección de Clavos:**

Se utilizarán clavos de longitud  $l = 76 \text{ mm}$  (3") y diámetro  $d = 3.7 \text{ mm}$ .

**Carga Admisible por Clavo:**

De la tabla 12.1 del manual de diseño para maderas del grupo andino, para clavos de  $l = 76 \text{ mm}$  (3"),  $d = 3.7 \text{ mm}$  y madera del Grupo C, encontramos la carga admisible para simple cizallamiento de **35kg**.

**Verificación de espesores y longitudes de penetración:**

Cuadro N° 4.23 Verificación de la longitud de penetración del clavo de 3" para el nudo O

1)	Longitud de penetración en el elemento adyacente a la cabeza: <b>5d</b>	18.5	mm	<	20	mm	OK
2)	Longitud de penetración en el elemento central: <b>10d</b>	37	mm	<	40	mm	OK
3)	Longitud de penetración en el elemento que contiene la punta: <b>5d</b>	18.5	mm	<	20	mm	

Fuente: Elaboración propia

En la última verificación, el clavo penetra al elemento solo:  $76 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = 16 \text{ mm}$ , por lo que se reduce la carga admisible a doble cizallamiento simétrico.

Elemento que contiene a la punta: relación de reducción:  $\frac{\text{Penetración}}{5d} = \frac{16 \text{ mm}}{18.5 \text{ mm}} = 0.86$

El factor de reducción aplicable será:  $\frac{1+0.86}{2} = 0.93$

Entonces la carga admisible a doble cizallamiento simétrico =  $0.93 \times 35 \text{ kg} = 32.6 \text{ kg}$

### Determinación del número de clavos:

Cuerda superior izquierda: Por doble cizallamiento simétrico

$$\text{Nro. de Clavos} = \frac{420.23 \text{ kg}}{32.6 \text{ kg}} = 13 \text{ clavos (6/7 clavos por lado)}$$

Elemento central: Por doble cizallamiento simétrico

$$\text{Nro. de Clavos} = \frac{118.74 \text{ kg}}{32.6 \text{ kg}} = 4 \text{ clavos (2 clavos por lado)}$$

Cuerda superior derecha: Por doble cizallamiento simétrico

$$\text{Nro. de Clavos} = \frac{420.23 \text{ kg}}{32.6 \text{ kg}} = 13 \text{ clavos (6/7 clavos por lado)}$$

### Ubicación de los clavos:

Del Manual de diseño para maderas del grupo andino tenemos lo siguiente:

Cuadro N° 4.24 Ubicación de los clavos de 3" para el nudo O

<b>Elementos cargados paralelamente al grano</b>	A lo largo del grano, $d = 3.7 \text{ mm}$			
	Espaciamiento entre clavos:	<b>11d</b>	40.7	mm
	Distancia al extremo:	<b>16d</b>	59.2	mm
	Perpendicularmente a la dirección del grano, $d = 3.7 \text{ mm}$			
	Espaciamiento entre líneas de clavos:	<b>6d</b>	22.2	mm
	Distancia a los bordes:	<b>5d</b>	18.5	mm

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico, se muestra las ubicaciones de los clavos según los espaciamientos mínimos definidos en (mm):

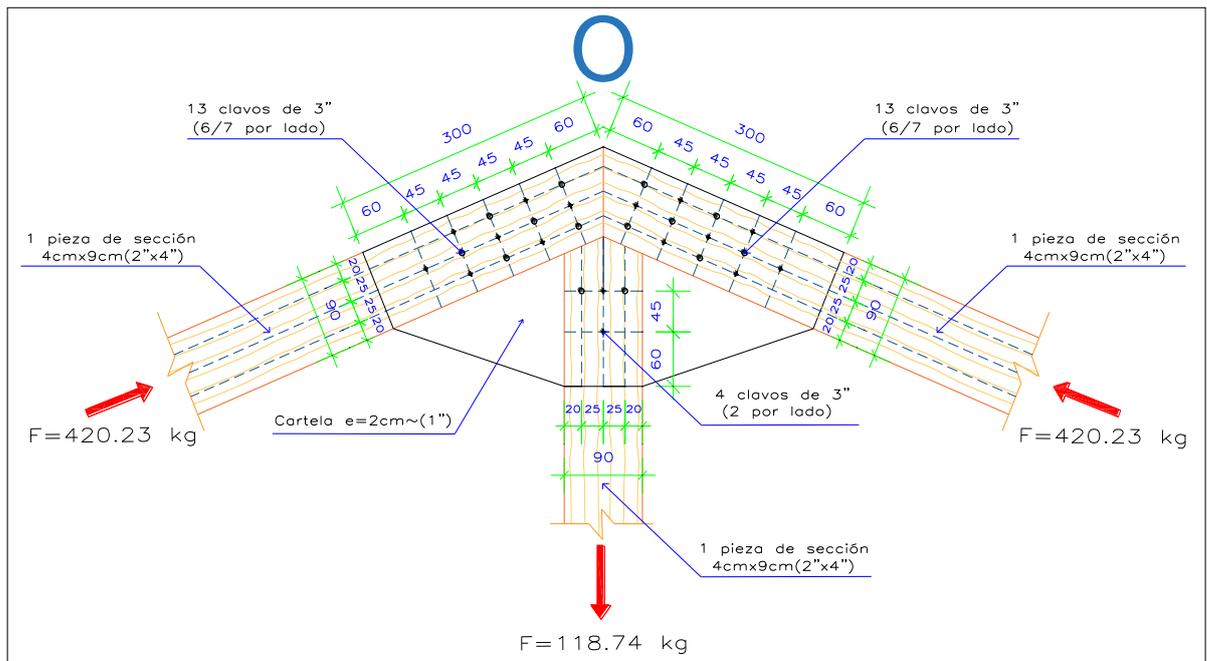


Figura N° 4.21 Distribución de clavos del Nudo "O"

Fuente: Elaboración propia

**Para el NUDO P (Unión Clavada):**

**Datos:** Se usará madera del Grupo C, clavos y cartelas de 2.00 cm de espesor también del grupo **C**, las cargas son las que se muestran en la siguiente figura:

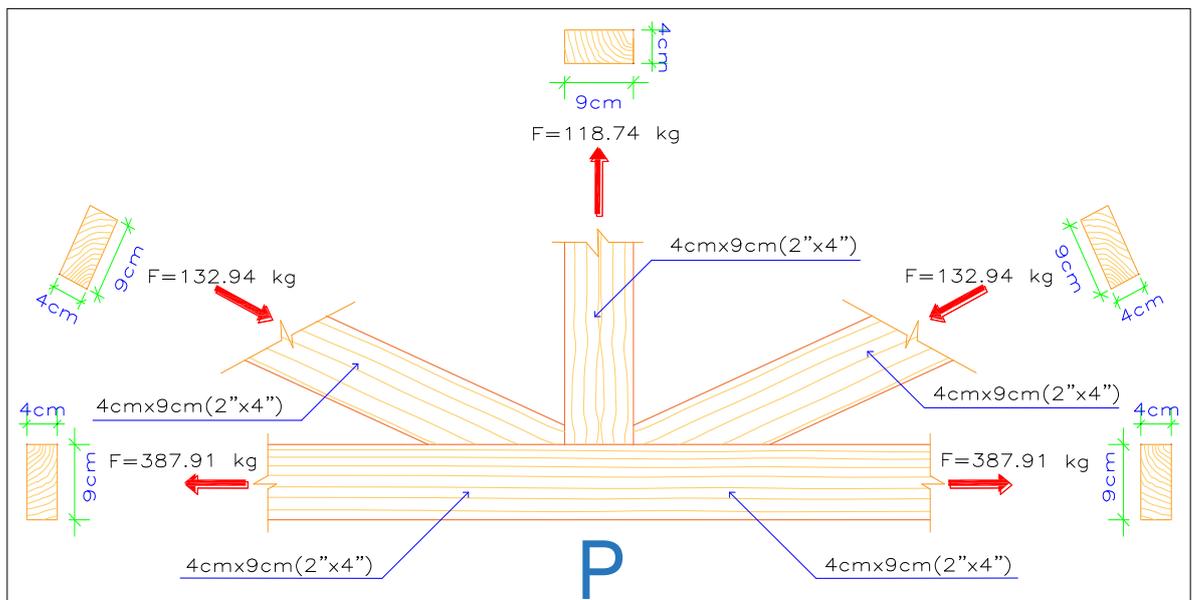


Figura N° 4.22 Nudo "P" de la armadura tipo montante maestro

Fuente: Elaboración propia

### Selección de Clavos:

Se utilizarán clavos de longitud  $l = 76 \text{ mm}$  (3") y diámetro  $d = 3.7 \text{ mm}$ .

### Carga Admisible por Clavo:

De la tabla 12.1 del manual de diseño para maderas del grupo andino, para clavos de  $l = 76 \text{ mm}$  (3"),  $d = 3.7 \text{ mm}$  y madera del Grupo C, encontramos la carga admisible para simple cizallamiento de **35 kg**.

### Verificación de espesores y longitudes de penetración:

Se hará la respectiva verificación de espesores por doble cizallamiento simétrico.

Cuadro N° 4.25 Verificación de la longitud de penetración del clavo de 3" para el nudo P

1)	Longitud de penetración en el elemento adyacente a la cabeza: <b>5d</b>	18.5	mm	<	<b>20</b>	mm	<b>OK</b>
2)	Longitud de penetración en el elemento central: <b>10d</b>	37	mm	<	<b>40</b>	mm	<b>OK</b>
3)	Longitud de penetración en el elemento que contiene la punta: <b>5d</b>	18.5	mm	<	<b>20</b>	mm	

Fuente: Elaboracion propia

En la última verificación, el clavo penetra al elemento solo:  $76 \text{ mm} - 60 \text{ mm} = \mathbf{16 \text{ mm}}$ , por lo que se reduce la carga admisible a doble cizallamiento simétrico.

Elemento que contiene a la punta: relación de reducción:  $\frac{\text{Penetración}}{5d} = \frac{16 \text{ mm}}{18.5 \text{ mm}} = 0.86$

El factor de reducción aplicable será:  $\frac{1+0.86}{2} = 0.93$

Entonces la carga admisible a doble cizallamiento simétrico =  $0.93 \times 35 \text{ kg} = \mathbf{32.6 \text{ kg}}$

### Determinación del número de clavos:

Cuerda inferior: Por doble cizallamiento simétrico

$$\text{Nro. de Clavos} = \frac{387.91 \text{ kg}}{32.6 \text{ kg}} = 12 \text{ clavos (6 clavos por lado)}$$

Elemento vertical: Por doble cizallamiento simétrico

$$\text{Nro. de Clavos} = \frac{118.74 \text{ kg}}{32.6 \text{ kg}} = 4 \text{ clavos (2 clavos por lado)}$$

Elemento diagonal izquierda: Por doble cizallamiento simétrico

$$\text{Nro. de Clavos} = \frac{132.94 \text{ kg}}{32.6 \text{ kg}} = 5 \text{ clavos (2/3 clavos por lado)}$$

Elemento diagonal derecha: Por doble cizallamiento simétrico

$$\text{Nro. de Clavos} = \frac{132.94 \text{ kg}}{32.6 \text{ kg}} = 5 \text{ clavos (2/3 clavos por lado)}$$

### Ubicación de los clavos:

Del Manual de diseño para maderas del grupo andino tenemos lo siguiente:

Cuadro N° 4.26 Ubicación de los clavos de 3" para el nudo P

<b>Elementos cargados paralelamente al grano</b>	A lo largo del grano, d = 3.7mm		
	Espaciamiento entre clavos:	<b>11d</b>	40.7 mm
	Distancia al extremo:	<b>16d</b>	59.2 mm
	Perpendicularmente a la dirección del grano, d = 3.7mm		
	Espaciamiento entre líneas de clavos:	<b>6d</b>	22.2 mm
	Distancia a los bordes:	<b>5d</b>	18.5 mm

Fuente: Elaboracion propia

En el siguiente gráfico, se muestra las ubicaciones de los clavos según los espaciamientos mínimos definidos en (mm):

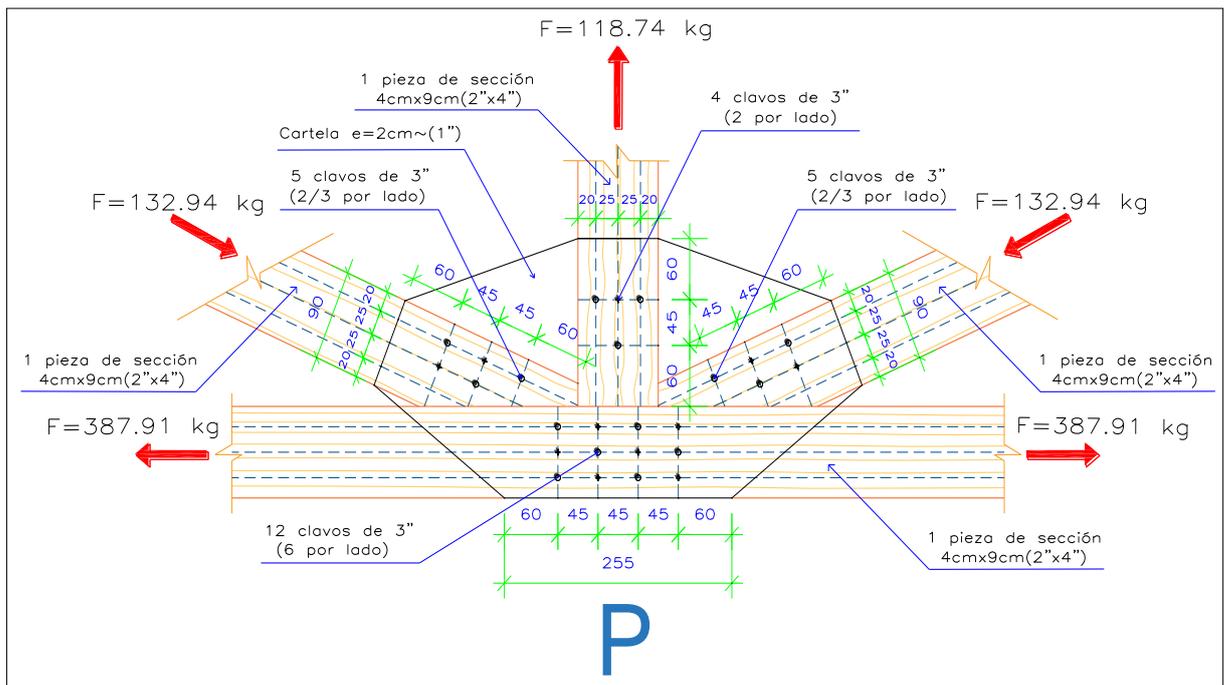


Figura N° 4.23 Distribución de clavos del Nudo "P"

Fuente: Elaboración propia

## Diseño de Columnas Sometidas a Compresión Axial

Cuadro N° 4.27 Cálculo de carga muerta y viva por m<sup>2</sup> de cobertura

Peso propio de la armadura (aprox.)	10.00	Kg/m <sup>2</sup>
Peso de calamina (3.6m x 0.83m) e=0.20mm	2.50	kg/m <sup>2</sup>
Peso de correas y otros elementos	5.00	kg/m <sup>2</sup>
Peso de plancha de totora	11.70	kg/m <sup>2</sup>
Peso de placa de fibrocemento 4mm (Multiplaca)	6.25	kg/m <sup>2</sup>
<b>Carga Muerta Total por m<sup>2</sup> de cobertura (D)</b>	<b>35.45</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Carga de Nieve o Carga Viva (L)</b>	<b>40.00</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboracion propia

Tomando un ancho tributario de cobertura de techo de un metro:

$$\text{Carga Muerta Total (D)} = 35.45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (1.00 \text{ m}) = 35.45 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga de Nieve o Carga Viva (L)} = 40.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (1.00 \text{ m}) = 40.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

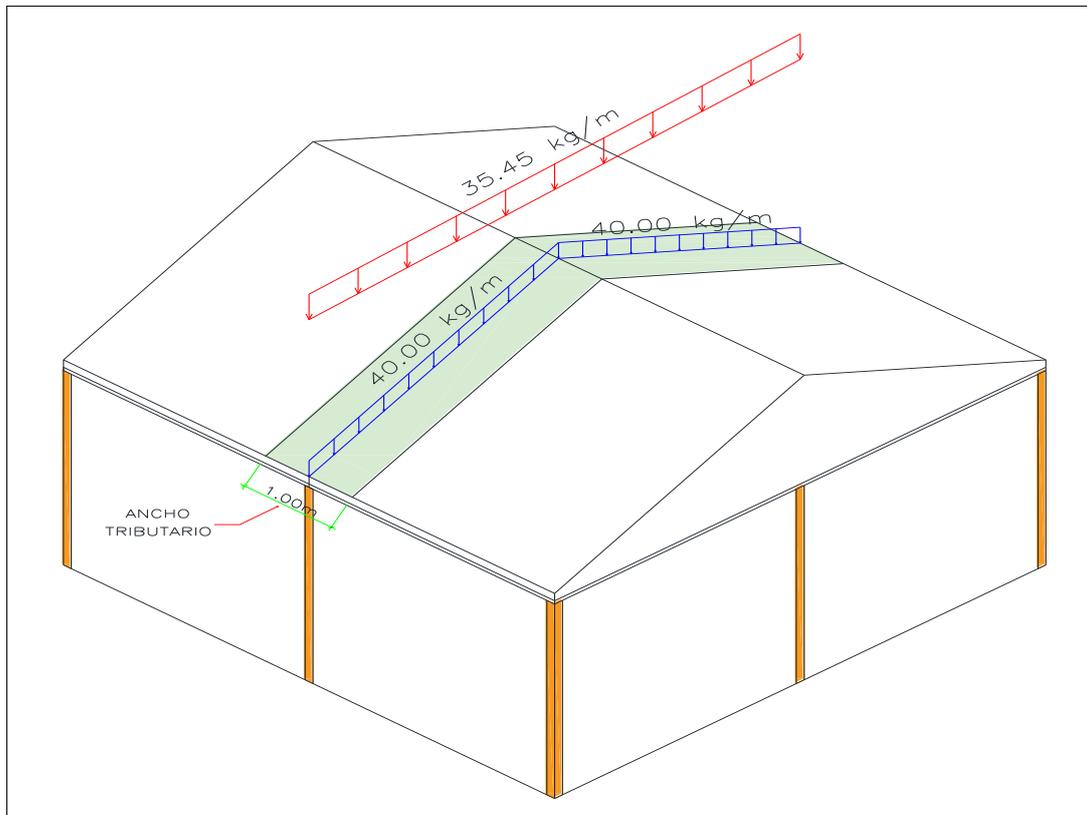


Figura N° 4.24 Esquema de la distribución de carga muerta y viva por m<sup>2</sup> de cobertura de techo en un ancho tributario de 1.00 m

Fuente: Elaboración propia

El siguiente gráfico muestra la distribución de cargas de la cobertura de techo inclinado a dos aguas hacia las columnas.

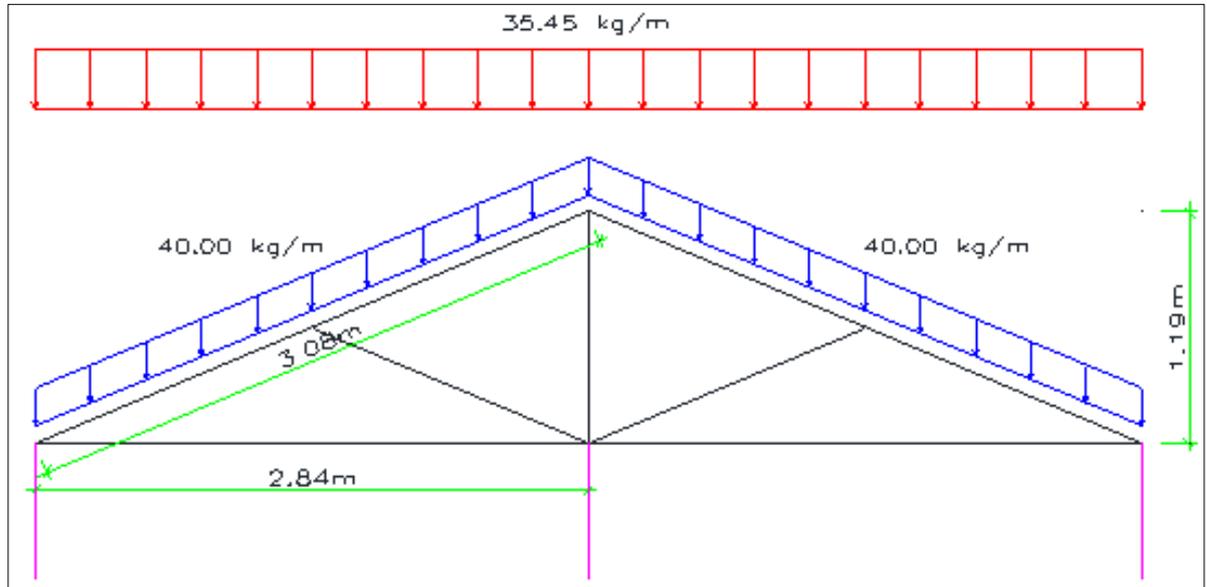


Figura N° 4.25 Esquema de la distribución de cargas de la cobertura de techo a dos aguas hacia las columnas

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Carga Total en la superficie horizontal} = 40.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \left( \frac{3.08 \text{ m}}{2.84 \text{ m}} \right) + 35.45 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 78.83 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

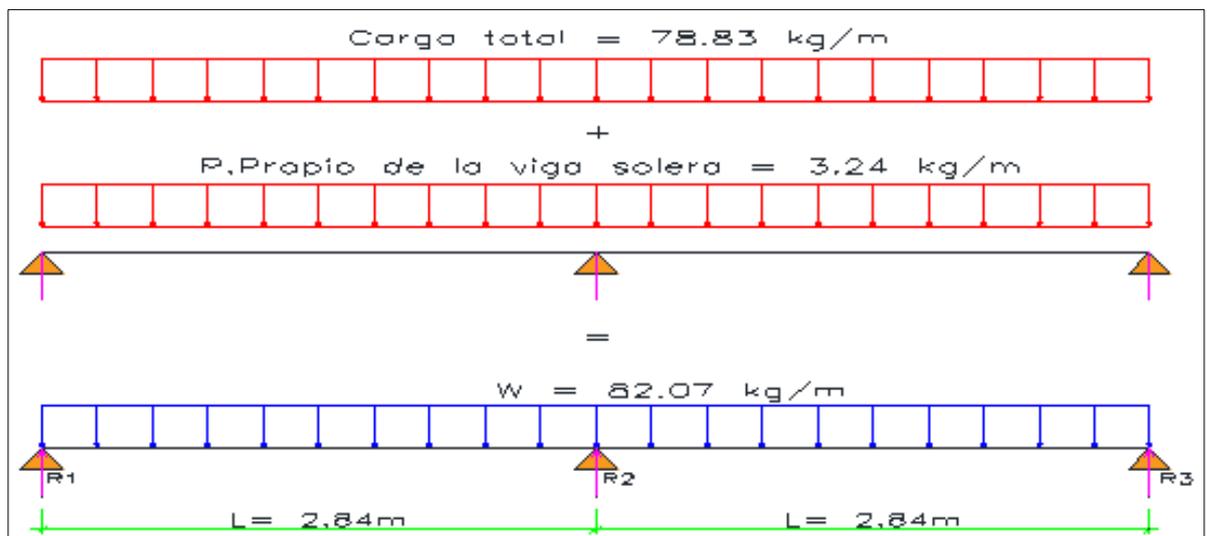


Figura N° 4.26 Esquema equivalente de la distribución de cargas uniformemente distribuida en la superficie horizontal

Fuente: Elaboración propia

Resolviendo una viga continua de dos tramos iguales con carga uniformemente distribuida, se obtiene lo siguiente:

$$R1 = R3 = \frac{3}{8} * W * L = \frac{3}{8} * 82.07 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 2.84 \text{ m} = 87.41 \text{ kg}$$

(R1, R3: Cargas que reciben las columnas extremas)

$$R2 = \frac{10}{8} * W * L = \frac{10}{8} * 82.07 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 2.84 \text{ m} = 291.35 \text{ kg}$$

(R2: Carga que recibe la columna intermedia)

**a) Para las columnas (Extremas):**

**Datos:**

Cuadro N° 4.28 Datos, esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad para las columnas extremas correspondientes al grupo C

P(carga puntual sobre columna)=	<b>87.41</b>	<b>kg</b>	
Tipo de madera	<b>GRUPO C</b>		
<b>d =</b>	9.00	cm	<b>4"</b>
<b>b =</b>	9.00	cm	<b>4"</b>
<b>A (área de la sección) =</b>	81.00	cm <sup>2</sup>	
<b>L (altura de columna) =</b>	298.00	cm	
<b>k (coeficiente de esbeltez de la tabla 9.1) =</b>	1.50		
<b>E<sub>min</sub> (módulo de elasticidad mínima de la tabla 9.1) =</b>	55,000.00	kg/cm <sup>2</sup>	
<b>C<sub>k</sub> (relación de esbeltez de la tabla 9.4) =</b>	18.42		
<b>f<sub>c</sub> // (fuerza de compresión paralela de la tabla 9.2) =</b>	80.00	kg/cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboracion propia

Cálculo de la longitud efectiva:

$$L_{ef} = k * L = 1.50 * 284 \text{ cm} = 447.00 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{L_{ef}}{d} = \frac{447.00 \text{ cm}}{9.00 \text{ cm}} = 49.67$$

$\lambda$ , Se encuentra dentro del rango siguiente, por lo tanto se denota como una columna larga.

$Ck < \lambda < 50$  , Entonces **Nadm**:

$$Nadm = 0.329 \times \left( E_{min} \times \frac{A}{\lambda^2} \right) = 0.329 \times \left( 55,000 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{81 \text{ cm}^2}{49.67^2} \right) = 594.09 \text{ kg}$$

Se debe cumplir lo siguiente:

**P < Nadm**

$$87.41 \text{ kg} < 594.09 \text{ kg}$$

Por lo tanto la sección de la columna de 9 cm x 9 cm (4" x 4") CUMPLE.

**b) Para las columnas (Intermedias):**

Datos:

Cuadro N° 4.29 Datos, esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad para las columnas intermedias correspondientes al grupo C

<b>P</b> (carga puntual sobre columna)=	<b>291.35</b>	<b>kg</b>	
Tipo de madera	<b>GRUPO C</b>		
<b>d</b> =	9	cm	<b>4"</b>
<b>b</b> =	9	cm	<b>4"</b>
<b>A</b> (área de la sección) =	81	cm <sup>2</sup>	
<b>L</b> (altura de columna) =	298	cm	
<b>K</b> (coeficiente de esbeltez de la tabla 9.1) =	1.5		
<b>E<sub>min</sub></b> (módulo de elasticidad mínima de la tabla 9.1) =	55,000.00	kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Ck</b> (relación de esbeltez de la tabla 9.4) =	18.42		
<b>fc //</b> (fuerza de compresión paralela de la tabla 9.2) =	80	kg/cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboracion propia

Cálculo de la longitud efectiva:

$$Lef = k * L = 1.50 * 298 \text{ cm} = 447.00 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{Lef}{d} = \frac{447.00 \text{ cm}}{9.00 \text{ cm}} = 49.67$$

$\lambda$ , Se encuentra dentro del rango siguiente, por lo tanto se denota como una columna larga.

$Ck < \lambda < 50$  , Entonces  $N_{adm}$ :

$$N_{adm} = 0.329 \times \left( E_{min} \times \frac{A}{\lambda^2} \right) = 0.329 \times \left( 55,000 \text{ kg/cm}^2 \times \frac{81 \text{ cm}^2}{49.67^2} \right) = 594.09 \text{ kg}$$

Se debe cumplir lo siguiente:

$P < N_{adm}$

$$291.35 \text{ kg} < 594.09 \text{ kg}$$

Por lo tanto la sección de la columna de 9 cm x 9 cm (4" x 4") CUMPLE.

### Cálculo de Piso de Madera - Entablado

Las dimensiones del entrepiso de madera del módulo de vivienda a calcular es de acuerdo a los ambientes de 2.60 m x 2.60 m cada ambiente, se proyectan viguetas o también denominadas durmientes de 2" x 4" de 2.56 m de luz separadas cada 0.87 m apoyados sobre una cama de piedra compactada de 2".

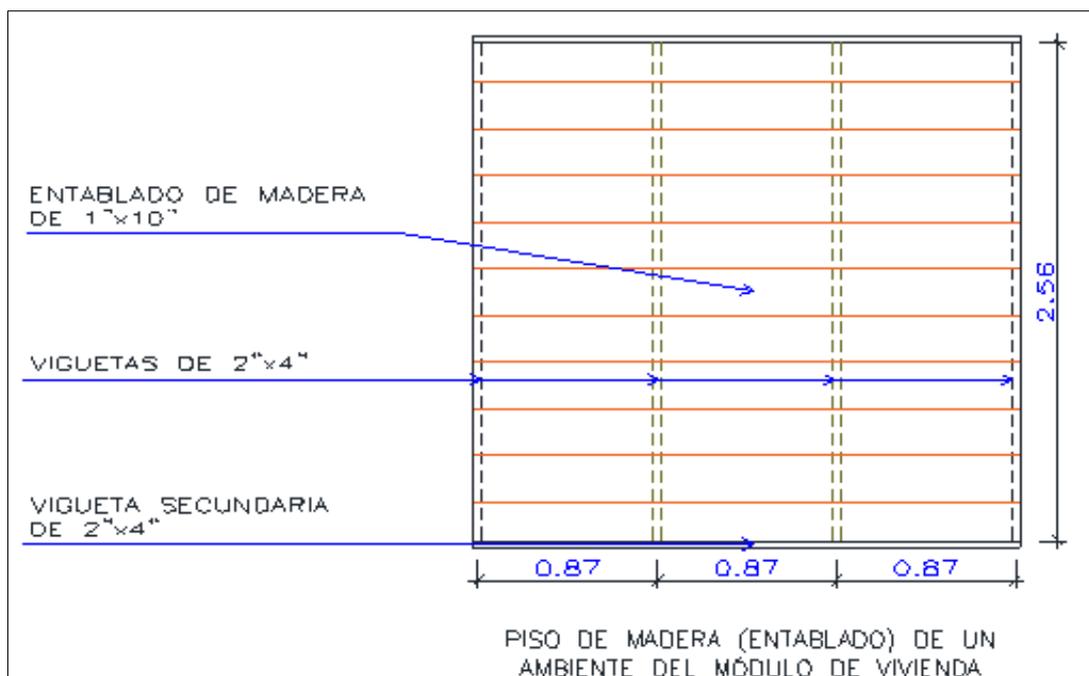


Figura N° 4.27 Entablado de madera de un ambiente del módulo de vivienda

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla (Peso propio de entablados de madera) del “Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino” se obtiene el peso propio del entablado en (kg/m<sup>2</sup>).

Para nuestro caso diseñamos el entablado con madera Tornillo (Águano) perteneciente al **Grupo C** de la clasificación en maderas.

Se adoptaron tablonces de 1” x 10” de escuadría, que equivale en dimensiones reales a 2.00 cm x 24.00 cm y cuyo módulo de sección es  $Z_x = 192.00 \text{ cm}^3$ .

$b = 24.00 \text{ cm}$	$d = 2.00 \text{ cm}$	$Z_x = 192.00 \text{ cm}^3$
------------------------	-----------------------	-----------------------------

Cuadro N° 4.30 Peso propio de entablados de madera (kg/m<sup>2</sup>)

Grupo	Espesor		
	1.5 cm (3/4")	2.0 cm (1")	2.5 cm (1 1/4")
A	16.5	22.0	27.5
B	15.0	20.0	25.0
C	13.5	18.0	22.5

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Junta de Acuerdo de Cartagena.

Entonces siendo la madera del Grupo C y para un espesor de  $e = 2.00 \text{ cm}$  se obtiene:

$$\text{Peso Propio del entablado } \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 18.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

### Verificación del entablado

#### a) Análisis de carga

$$\text{Peso Propio del entablado } (W_d) = 18.00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga } (W_l) = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$W_t \text{ (Carga Total del entablado)} = 218.00 \text{ kg/m}^2$$

## b) Solicitaciones

El entablado de madera se apoya sobre las viguetas (Durmientes) separadas cada 0.87 m, es decir que el esquema para el cálculo funciona como una viga continua de 3 tramos, siendo la longitud de cada tramo de 0.87m. Se considera un ancho tributario de 1.00 m.

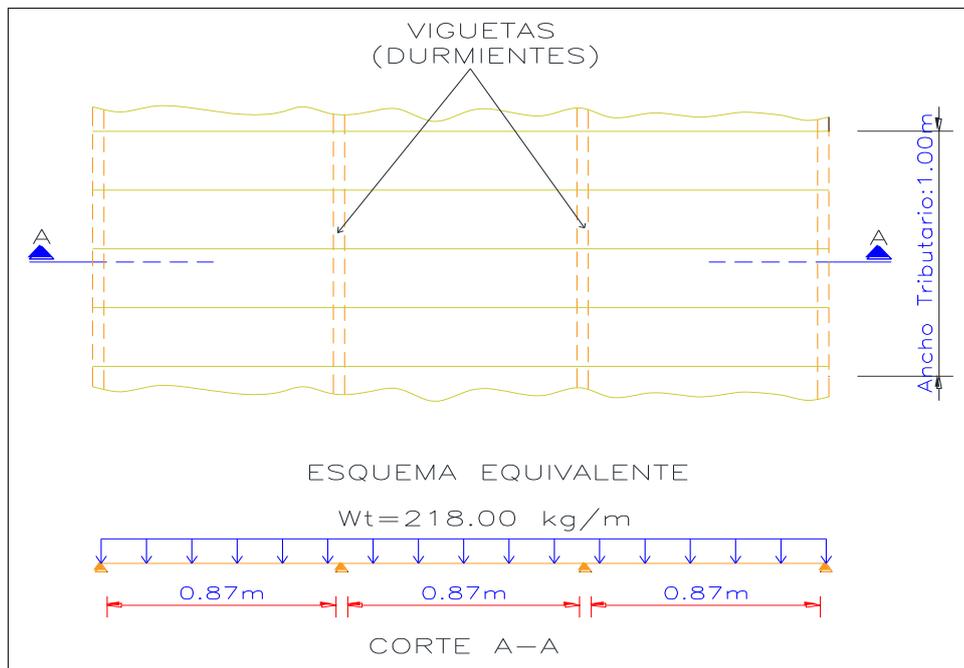


Figura N° 4.28 Esquema equivalente de la distribución de cargas del entablado de madera

Fuente: Elaboración propia

Momento máximo del Entablado (por 1.00 m de ancho tributario):

$$M_{\text{máx Entab}} = \frac{W_t * L^2}{10} = \frac{218.00 \text{ kg/m} * (0.87 \text{ m})^2}{10} = 16.50 \text{ kg. m/m}$$

Cuadro N° 4.31 Módulo de elasticidad y esfuerzos admisibles para el entablado de madera

Tipo de madera a usar:	Tornillo (Águano)	GRUPO C
<b>E Prom</b> (Módulo de elasticidad promedio)	90,000.00	kg/cm <sup>2</sup>
<b>fm</b> (Esfuerzo máximo admisible por flexión)	100.00	kg/cm <sup>2</sup>
<b>T</b> (Esfuerzo máximo admisible por corte)	8.00	kg/cm <sup>2</sup>
Sobrecarga para vivienda unifamiliar	200.00	kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, Junta de Acuerdo de Cartagena.

Considerando que el ancho de cada tabla a usar es de 10" = 0.24 m, el momento solicitante para cada tabla será:

$$M_{\text{máx tabla}} = M_{\text{máx Entab}} * 0.24 \text{ m} = 16.50 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}} * 0.24 \text{ m} = 3.96 \text{ kg} \cdot \text{m} \sim 396 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$\text{Módulo de Sección (Zx)} = \frac{b * d^2}{6} = \frac{24 \text{ cm} * (2 \text{ cm})^2}{6} = 16 \text{ cm}^3$$

$$\text{Esfuerzo por flexión } (\sigma_m) = \frac{M_{\text{máx Tabla}}}{Z_x} = \frac{396 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{16 \text{ cm}^3} = 24.75 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Por lo tanto se debe cumplir lo siguiente:

$$\sigma_m < f_m, 24.75 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 100 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (Cumple)}$$

## Cálculo de Viguetas (Durmientes)

### a) Análisis de carga

Las viguetas reciben la carga del entablado en un ancho de influencia según la separación de las mismas.

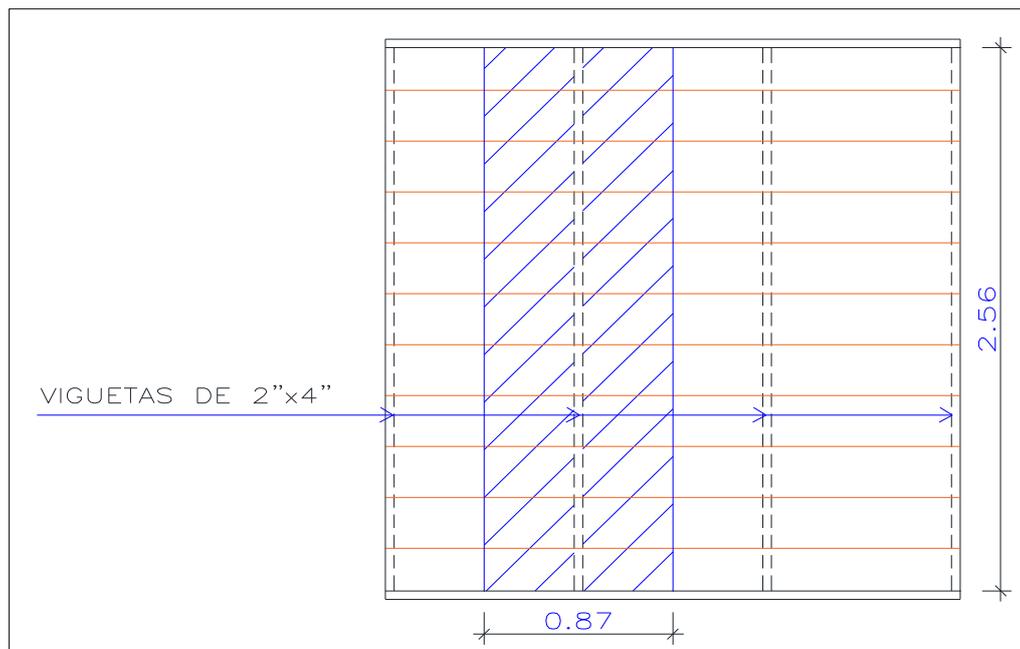


Figura N° 4.29 Ancho de influencia del entablado de madera para el cálculo de los durmientes

Fuente: Elaboración propia

Peso Propio de la vigueta (2"x4") = 3.24 kg/m

Acción del entablado = 218 kg/m<sup>2</sup> x 0.87 m = 189.66 kg/m

W vigueta = 192.90 kg/m

### **b) Solicitaciones**

$$M_{\text{máx}} = \frac{Wt * L^2}{8} = \frac{192.90 \text{ kg/m} * (0.87 \text{ m})^2}{8} = 18.25 \text{ kg. m} = 1825 \text{ kg. cm}$$

$$V = \frac{Wt * L}{2} = \frac{192.90 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0.87 \text{ m}}{2} = 83.91 \text{ kg}$$

### **c) Momento de inercia, necesario por limitación de deflexiones. Para una viga simplemente apoyada**

$$W_{\text{equiv}} = 1.8 W_d + W_l = 1.8 * 192.90 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + (200.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0.87 \text{ m}) = 521.22 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Para la carga total: } K = 250, I > \frac{5 * 521.22 * (87^3) * 250}{384 * 100 * 90,000} = 124.14 \text{ cm}^4$$

$$\text{Para la sobrecarga: } K = 350, I > \frac{5 * 174.00 * (87^3) * 350}{384 * 100 * 90,000} = 58.02 \text{ cm}^4$$

Considerando el mayor de los dos,  $I_{\text{necesario}} = 124.14 \text{ cm}^4$

### **d) Módulo de sección Z necesario por resistencia**

$$Z > \frac{18.25 * 100}{110} = 16.59 \text{ cm}^3$$

$$Z_{\text{requerido}} = 16.59 \text{ cm}^3 < Z_{(4\text{cm} \times 9\text{cm})} = 54 \text{ cm}^3 \text{ (Cumple)}$$

$$I_{\text{requerido}} = 124.14 \text{ cm}^4 < I_{(4\text{cm} \times 9\text{cm})} = 243 \text{ cm}^4 \text{ (Cumple)}$$

### **e) Verificación del esfuerzo cortante**

Corte en la sección crítica a una distancia h del apoyo

$$V_h = 83.91 \text{ kg} - 192.90 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0.09 \text{ m} = 66.55 \text{ kg}$$

Luego el esfuerzo cortante:

$$\tau = \frac{3 * V_h}{2 * b * h} = \frac{3 * 66.55 \text{ kg}}{2 * 4 \text{ cm} * 9 \text{ cm}} = 2.77 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < \tau_{adm} = 8.00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ (Cumple)}$$

### Verificación de Seguridad contra Sismo y Viento

Del plano en planta del módulo de vivienda propuesto de 5.67 m x 5.67 m reconocemos los muros resistentes en ambos sentidos.

- Tener en cuenta que no se consideran los espacios ocupados por puertas y ventanas como resistentes.
- Tener en cuenta que no se consideran como resistentes los muros cuya relación sea la siguiente: Altura/Longitud > 3

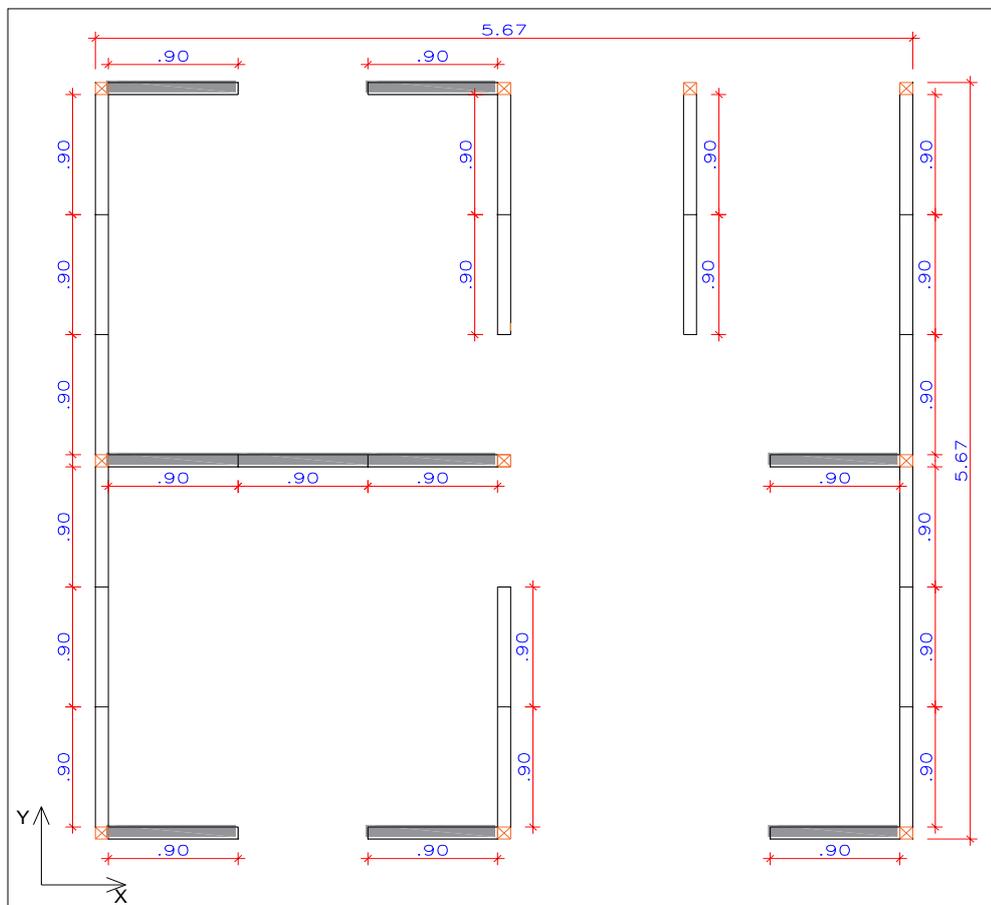


Figura N° 4.30 Muros resistentes en la dirección del Eje X y Eje Y  
Fuente: Elaboración propia

Longitud de muros: (longitudes reales)

- Dirección (Eje **X**)= 8.10 m
- Dirección (Eje **Y**)= 16.20 m

Se tomará la resistencia de los muros de la tabla 10.6 del Tipo 1 del Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino, que se asimila a los paneles fabricados para el módulo de vivienda propuesto.

Resistencia unitaria del muro (Carga Admisible): 700 kg/m

Resistencia Total del muro en los ejes **X** y **Y**:

- Dirección ( Eje **X**)= 700 kg/m x 8.10m = **5,670.00 kg**
- Dirección (Eje **Y**)= 700 kg/m x 16.20m = **11,340.00 kg**

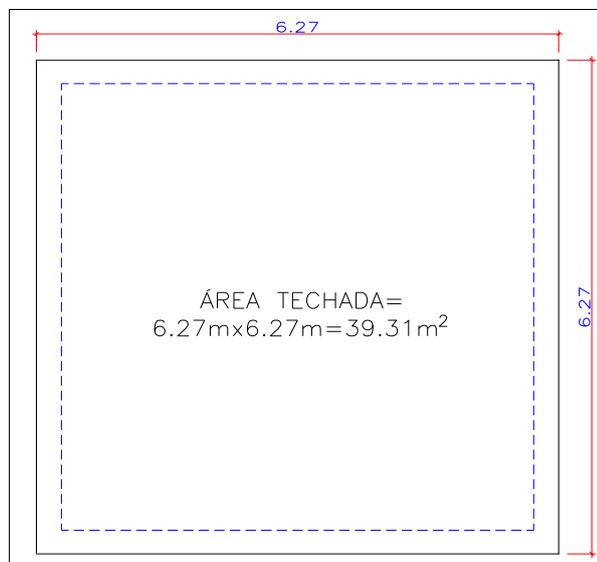


Figura N° 4.31 Área techada del módulo de vivienda

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la Fuerza Sísmica multiplicamos el área construida por los factores que muestra la Norma E.010 (Madera) teniendo en cuenta lo siguiente para el módulo propuesto:

- Número de pisos de la estructura: **Un piso**
- Tipo de cobertura: **Cobertura Liviana**

Según la Norma E.010 (Madera) del R.N.E, el coeficiente para determinar la fuerza sísmica actuante para una edificación de un piso con cobertura liviana para este caso es de 10.70 kg por m<sup>2</sup> de área techada.

<b>Área Techada:</b>	39.31	m <sup>2</sup>
<b>Coeficiente para determinar la fuerza sísmica actuante:</b>	10.70	Kg/m <sup>2</sup>

Fuerza sísmica actuante en ambas direcciones= 10.70 kg/m<sup>2</sup> x 39.31 m<sup>2</sup>= **420.62 kg**

Para determinar la Fuerza de Viento, utilizamos la Norma E.010 (Madera) del R.N.E y el área proyectada en un plano vertical, en cada dirección como se muestra en las siguientes figuras:



Figura N° 4.32 Área proyectada en la dirección del Eje X del módulo de vivienda  
Fuente: Elaboración propia

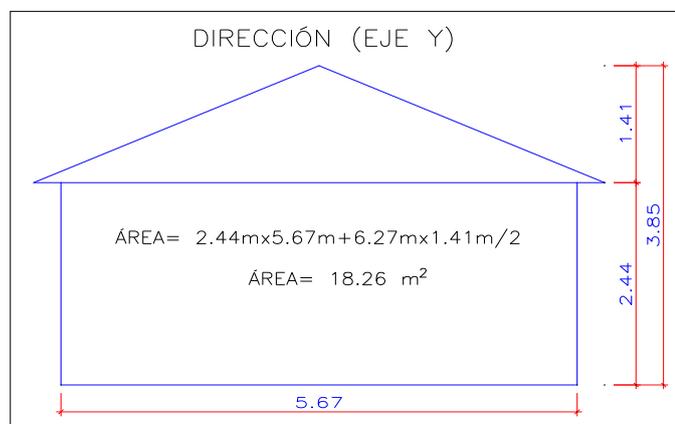


Figura N° 4.33 Área proyectada en la dirección del Eje Y del módulo de vivienda  
Fuente: Elaboración propia

Según la Norma E.010 (Madera) del R.N.E, el coeficiente para determinar la fuerza cortante actuante por Viento para una edificación de un piso es  $21.00 \text{ kg/m}^2$  de área proyectada.

Área Proyectada Dirección (EJE X):  $22.68 \text{ m}^2$

Coeficiente para determinar la fuerza cortante de viento:  $21.00 \text{ kg/m}^2$

Área Proyectada Dirección (EJE Y):  $18.26 \text{ m}^2$

Coeficiente para determinar la fuerza cortante de viento:  $21.00 \text{ kg/m}^2$

Fuerza cortante Viento en la Dirección (EJE X)=  $21.00 \text{ kg/m}^2 \times 22.68 \text{ m}^2 = 476.28 \text{ kg}$

Fuerza cortante Viento en la Dirección (EJE Y)=  $21 \text{ kg/m}^2 \times 18.26 \text{ m}^2 = 383.46 \text{ kg}$

Teniendo las fuerzas actuantes de Sismo y Viento se verifica que sean menores que la fuerza resistente en las direcciones del Eje X y Eje Y respectivamente.

**En el EJE X:**

Fuerza resistente Eje X=  $5,670.00 \text{ kg} > \text{Fuerza actuante sismo Eje X} = 420.62 \text{ kg}$

Fuerza resistente Eje X=  $5,670.00 \text{ kg} > \text{Fuerza actuante viento Eje X} = 476.28 \text{ kg}$

**En el EJE Y:**

Fuerza resistente Eje Y=  $11,340.00 \text{ kg} > \text{Fuerza actuante sismo Eje Y} = 420.62 \text{ kg}$

Fuerza resistente Eje Y=  $11,340.00 \text{ kg} > \text{Fuerza actuante viento Eje Y} = 383.46 \text{ kg}$

## Análisis Estático

Ubicación de la estructura: PUNO (ZONA 2)

- Factor de Zona (Z) = 0.40
- Tipo de Suelo: S<sub>2</sub>
- Factor de Suelo (S) = 1.20
- Periodo (T<sub>p</sub>) = 0.60
- Factor de Uso (U) = 1.00 (Vivienda)
- Coeficiente Básico de Reducción (R<sub>0</sub>) = 7.00
- Factor de Estructura del Tipo Regular (I<sub>a</sub>) = 1.00
- Factor de Estructura del Tipo Regular (I<sub>p</sub>) = 1.00
- Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R) = R<sub>0</sub>\*I<sub>a</sub>\*I<sub>p</sub> = 7.00
- C<sub>t</sub> = 60.00
- H estructura = 3.80 m
- Periodo Fundamental de Vibración (T) =  $\frac{H_{estructura}}{C_t} = \frac{3.80}{60.00} = 0.06$   
Como T < T<sub>p</sub>, 0.06 < 0.60 entonces se cumple:
- Factor de Amplificación Sísmica (C) = 2.50

Luego determinamos el peso estimado de la estructura:

Cuadro N° 4.32 Determinación del peso de la estructura de acuerdo al metrado de cargas

Peso de calamina:	2.50 kg/m <sup>2</sup> x 32.14 m <sup>2</sup> =	80.35 kg
Peso de correas de madera:	5.00 kg/m <sup>2</sup> x 32.14 m <sup>2</sup> =	160.70 kg
Peso de plancha de totora:	180.00 kg/m <sup>3</sup> x 32.14 m <sup>2</sup> x 0.065 m =	376.04 kg
Peso de placa de fibrocemento:	6.25 kg/m <sup>2</sup> x 32.14 m <sup>2</sup> =	200.88 kg
Peso de armaduras de madera:	10.00 kg/m <sup>2</sup> x 32.14 m <sup>2</sup> =	321.40 kg
Peso de cielo raso:	6.25 kg/m <sup>2</sup> x 32.14 m <sup>2</sup> =	200.88 kg
Peso de viga solera superior 2" x 4":	3.24 kg/m x 36.21 m =	117.32 kg
Peso de columnas de madera 4" x 4":	7.29 kg/m x 2.84 m x 10 =	207.04 kg
Peso de paneles muro:	100.00 kg/m <sup>2</sup> x 1.89 m <sup>2</sup> x 28 =	5,292.00 kg
Peso de paneles ventana:	100.00 kg/m <sup>2</sup> x 1.08 m <sup>2</sup> x 3 =	324.00 kg
Peso de panel ventana alta:	100.00 kg/m <sup>2</sup> x 1.62 m <sup>2</sup> x 1 =	162.00 kg
Peso de viga solera inferior 2" x 4":	3.24 kg/m x 29.82 m =	96.62 kg
Peso del entablado de madera	18.00 kg/m <sup>2</sup> x 32.14 m <sup>2</sup> =	578.52 kg
Sobrecarga (vivienda)	200.00 kg/m <sup>2</sup> x 32.14 m <sup>2</sup> =	6,428.00 kg
<b>Peso de la estructura (P):</b>		<b>14,545.75 kg</b>

Fuente: Elaboración Propia

Ahora hallamos la Fuerza Cortante en la Base y la fuerza inercial, reemplazando datos se tiene:

$$V = \frac{ZUCS}{R} * P = \frac{0.40 * 1.00 * 2.50 * 1.20}{7.00} * 14,545.75 \text{ kg} = 2,493.56 \text{ kg}$$

$$V = 2,493.56 \text{ kg}$$

Como  $T = 0.06 < 0.7$ , las fuerzas inerciales quedan de la siguiente forma:

$$F_i = \frac{P_i * h_i}{\sum P_j * h_j} * (V - F_a)$$

Distribución de la fuerza sísmica

Cuadro N° 4.33 Distribución de la fuerza sísmica de la estructura (Módulo de Vivienda)

Piso	Altura de piso ( $h_i$ ) (m)	$P_i$ (kg)	$h_i * P_i$ (kg.m)	$F_i$ (kg)	Fuerza cortante (V) (kg)
1	3.80	14,545.75	55,273.85	2,493.56	2,493.56
$\Sigma =$	3.80	14,545.75	55,273.85		

Fuente: Elaboración Propia

### 4.1.3 Diseño de Instalaciones Sanitarias de Agua y Desagüe

Las instalaciones de agua fría se diseñaran con tuberías de PVC, de tal forma que conserven la potabilidad del agua que proviene de la red pública y que es destinada para el consumo doméstico, además que se garantice las presiones suficientes en los puntos de consumo.

Las instalaciones sanitarias de desagüe y ventilación serán diseñadas y construidas de tal manera que permitan una rápida eliminación de las aguas servidas evitando obstrucciones.

Las redes de agua fría y desagüe se diseñarán por la parte exterior del módulo con la finalidad de evitar realizar cortes en los durmientes del entrepiso de madera.

#### 4.1.3.1 Diseño de las Redes de Agua

Para el abastecimiento de agua del módulo de vivienda (5.67m x5.67m) de una planta se realiza el siguiente diseño, asumiendo la red de presión pública de 15.00 m.c.a:

a) Datos:

Cuadro N° 4.34 Datos necesarios para el diseño de las redes de agua

Presión de la red pública asumida ( <b>P.M</b> ):	15.00	m.c.a
Profundidad tubería Matriz de agua:	1.20	m
Nivel del Módulo:	2.40	m
Presión de salida de aparatos sanitarios ( <b>P.S</b> ):	2.00	m
Tubería PVC (Aparatos de tanque)	<b>C:</b>	150

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 4.35 Longitudes de los tramos de las redes de agua del módulo de vivienda

Tramo	Distancia	
<b>A-B</b>	8.36	m
<b>B-C</b>	5.40	m
<b>C-D</b>	0.18	m
<b>D-E</b>	0.38	m
<b>E-F</b>	2.90	m

Fuente: Elaboración Propia

De los planos se obtiene la ruta crítica: **TRAMO A-B-C-D-E-F**

b) Cálculo de las unidades de gasto (U.G):

Cuadro N° 4.36 Unidades de gasto del módulo de vivienda

3/4 de baño	Inodoro	3	U.G
	Lavatorio	1	U.G
	Ducha	2	U.G
Lavandería	Lavadero de ropa	3	U.G
Lavadero	Lavadero de cocina	3	U.G
Grifo de riego		2	U.G
<b>TOTAL</b>		<b>14</b>	<b>U.G</b>

Fuente: Elaboración Propia

Con **14 U.G** se encuentra que el caudal de diseño es:  $Q_{\text{diseño}} = 0.42 \text{ lt/s}$

c) Cálculo de la pérdida de carga disponible:

$$H_f = PM - (H_t + PS)$$

Reemplazando datos se tiene:

$$H_{fL} = 15.00 \text{ m} - ((2.40 \text{ m} + 1.20 \text{ m}) + 2.00 \text{ m}) = 9.40 \text{ m}$$

➤ **Tramo A-B**

$$Q = 14 \text{ U.G} \leftrightarrow 0.42 \text{ l/s}$$

$$D = 1/2" \rightarrow V = 1.74 * \frac{0.42 \text{ l/s}}{(0.5")^2} = 2.92 \text{ m/s} > 1.90 \text{ m/s} \text{ (No cumple)}$$

$$D = 3/4" \rightarrow V = 1.74 * \frac{0.42 \text{ l/s}}{(0.75")^2} = 1.30 \text{ m/s} < 2.20 \text{ m/s} \text{ (cumple)}$$

Se toma como diámetro de tubería PVC:  $D = 3/4"$  y  $L = 8.36 \text{ m}$

De la fórmula de Hazen y Williams se tiene:

$$H_f = 1,741.00 * \frac{\left(\frac{Q}{C}\right)^{1.85}}{D^{4.87}} * L = S * L$$

Reemplazando datos:

$$Hf_L = 1,741.00 * \frac{(0.42)^{1.85}}{0.75^{4.87}} * 8.36 = 1.12 \text{ m}$$

Cuadro N° 4.37 Longitud equivalente de accesorios para el tramo A-B

Long. Equivalente accesorios			
Accesorios	cantidad	Leq. (m)	L. Parcial (m)
Codo 45°x3/4"	1.00	0.30	0.30
Codo 90°x3/4"	6.00	0.60	3.60
Válvula compuerta 3/4"	1.00	0.10	0.10
TEE 3/4"x3/4"	1.00	1.40	1.40
<b>Long. Equiv.</b>			<b>5.40 m</b>

Fuente: Elaboración Propia

$$Hf_E = 0.134 * 5.40 \text{ m} = 0.72 \text{ m}$$

$$Hf_{AB} = Hf_L + Hf_E = 1.12 \text{ m} + 0.72 \text{ m} = 1.84 \text{ m}$$

Hallando la Presión en B:

$$P_A = 15.00 \text{ m. c. a}$$

$$P_B = P_A - Hf_{AB} - 1.20 \text{ m} = 15.00 \text{ m} - 1.84 \text{ m} - 1.20 \text{ m} = 11.96 \text{ m}$$

$$P_B = 11.96 \text{ m} > 2.00 \text{ m (Cumple)}$$

#### ➤ Tramo B-C

$$Q = 11 \text{ U. G} \leftrightarrow 0.36 \text{ l/s}$$

$$D = 3/4" \rightarrow V = 1.74 * \frac{0.36 \text{ l/s}}{(0.75")^2} = 1.11 \text{ m/s} < 2.20 \text{ m/s (cumple)}$$

Se toma como diámetro de tubería PVC: **D** = 3/4" y **L** = 5.40 m

Cuadro N° 4.38 Longitud equivalente de accesorios para el tramo B-C

Long Equivalente accesorios			
Accesorios	cantidad	Leq. (m)	L. Parcial (m)
Codo 90°x3/4"	5.00	0.60	2.40
Válvula compuerta 3/4"	1.00	0.10	0.10
TEE 3/4"x3/4"	1.00	1.40	1.40
<b>Long. Equiv.</b>			<b>4.50 m</b>

Fuente: Elaboración Propia

$$S = 1,741.00 * \frac{\left(\frac{0.36}{150}\right)^{1.85}}{0.75^{4.87}} = 0.10$$

$$Hf_{BC} = 0.10 * 9.90 \text{ m} = 0.99 \text{ m}$$

Hallando la Presión en **C**:

$$P_B = 11.96 \text{ m}$$

$$P_C = P_B - Hf_{BC} = 11.96 \text{ m} - 0.99 \text{ m} = 10.97 \text{ m}$$

$$P_C = 10.97 \text{ m} > 2.00 \text{ m (Cumple)}$$

➤ **Tramo C-D**

$$Q = 8 \text{ U.G} <> 0.29 \text{ l/s}$$

$$D = 3/4" \rightarrow V = 1.74 * \frac{0.29 \text{ l/s}}{(0.75")^2} = 0.90 \text{ m/s} < 2.20 \text{ m/s (cumple)}$$

Se toma como diámetro de tubería PVC: **D** = 3/4" y **L** = 0.18 m

Cuadro N° 4.39 Longitud equivalente de accesorios para el tramo C-D

Long Equivalente accesorios			
Accesorios	cantidad	Leq. (m)	L. Parcial (m)
TEE 3/4"x3/4"	1.00	1.40	1.40
<b>Long. Equiv.</b>			<b>1.40 m</b>

Fuente: Elaboración Propia

$$S = 1,741.00 * \frac{\left(\frac{0.29}{150}\right)^{1.85}}{0.75^{4.87}} = 0.067$$

$$Hf_{CD} = 0.067 * 1.58 \text{ m} = 0.11 \text{ m}$$

Hallando la Presión en **D**:

$$P_C = 10.97 \text{ m}$$

$$P_D = P_C - Hf_{CD} = 10.97 \text{ m} - 0.11 \text{ m} = 10.86 \text{ m}$$

$$P_D = 10.86 \text{ m} > 2.00 \text{ m (Cumple)}$$

➤ **Tramo D-E**

$$Q = 6 \text{ U.G} \llcorner 0.25 \text{ l/s}$$

$$D = 3/4'' \rightarrow V = 1.74 * \frac{0.25 \text{ l/s}}{(0.75'')^2} = 0.77 \text{ m/s} < 2.20 \text{ m/s (No Recomendable)}$$

$$D = 1/2'' \rightarrow V = 1.74 * \frac{0.25 \text{ l/s}}{(0.50'')^2} = 1.74 \text{ m/s} < 2.20 \text{ m/s (Cumple)}$$

Se toma como diámetro de tubería PVC: **D** = 1/2" y **L** = 0.38 m

Cuadro N° 4.40 Longitud equivalente de accesorios para el tramo D-E

Long Equivalente accesorios			
Accesorios	cantidad	Leq. (m)	L. Parcial (m)
TEE 1/2"x1/2"	1.00	1.06	1.06
RED 3/4"x1/2"	1.00	0.40	0.40
<b>Long. Equiv.</b>			<b>1.46</b>

Fuente: Elaboración Propia

$$S = 1,741.00 * \frac{(0.25)^{1.85}}{0.75^{4.87}} = 0.370$$

$$Hf_{DE} = 0.370 * 1.84 \text{ m} = 0.68 \text{ m}$$

Hallando la Presión en **E**:

$$P_D = 10.86 \text{ m}$$

$$P_E = P_D - Hf_{DE} = 10.86 \text{ m} - 0.68 \text{ m} = 10.18 \text{ m}$$

$$P_E = 10.18 \text{ m} > 2.00 \text{ m (Cumple)}$$

➤ **Tramo E-F**

$$Q = 2 \text{ U.G} \llcorner 0.08 \text{ l/s}$$

$$D = 1/2'' \rightarrow V = 1.74 * \frac{0.08 \text{ l/s}}{(0.50'')^2} = 0.56 \text{ m/s} < 2.20 \text{ m/s (Cumple)}$$

Se toma como diámetro de tubería PVC: **D** = 1/2" y **L** = 2.90 m

Cuadro N° 4.41 Longitud equivalente de accesorios para el tramo E-F

Long Equivalente accesorios			
Accesorios	cantidad	Leq. (m)	L. Parcial (m)
Codo 90°x1/2"	2.00	0.53	1.06
<b>Long. Equiv.</b>			<b>1.06 m</b>

Fuente: Elaboración Propia

$$S = 1,741.00 * \frac{(0.08)^{1.85}}{0.50^{4.87}} = 0.045$$

$$Hf_{EF} = 0.045 * 3.96 \text{ m} = 0.18 \text{ m}$$

Hallando la Presión en F:

$$P_E = 10.18 \text{ m}$$

$$P_F = P_E - Hf_{EF} = 10.18 \text{ m} - 0.18 \text{ m} = 10.00 \text{ m}$$

$$P_F = 10.00 \text{ m} > 2.00 \text{ m (Cumple)}$$

Se tiene que cumplir:

**Luego:**

$$Hf = Hf_{AB} + Hf_{BC} + Hf_{CD} + Hf_{DE} + Hf_{EF}$$

$$Hf = 1.84 \text{ m} + 0.99 \text{ m} + 0.11 \text{ m} + 0.68 \text{ m} + 0.18 \text{ m} = 3.80 \text{ m} < 9.40 \text{ m (Cumple)}$$

En Resumen:

Cuadro N° 4.42 Cuadro resumen de presiones de los tramos AB, BC, CD, DE y EF

Tramo	Long. (m)	Long. Total (m)	Q (lt/s)	Diámetro	S	Hf (m)	Presión (m)
AB	8.36	13.76	0.42	3/4"	0.134	1.84	11.96
BC	5.40	9.90	0.36	3/4"	0.100	0.99	10.97
CD	0.18	1.58	0.29	3/4"	0.067	0.11	10.86
DE	0.38	1.84	0.25	1/2"	0.370	0.68	10.18
EF	2.90	3.96	0.08	1/2"	0.045	0.18	10.00

Fuente: Elaboración Propia

### 4.1.3.2 Diseño de las Redes de Desagüe

#### a) Cálculo del diámetro de las tuberías de desagüe de los Aparatos Sanitarios

Cuadro N° 4.43 Diámetros correspondientes de las tuberías de desagüe de los aparatos sanitarios

TIPOS DE APARATOS SANITARIOS	UNIDAD DE DESCARGA	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
Lavadero de ropa	2 U.D	2"
Ducha Privada	2 U.D	2"
Inodoro (WC con tanque)	4 U.D	4"
Sumidero	2 U.D	2"
Lavatorio	2 U.D	2"
Lavadero de cocina	2 U.D	2"

Fuente: Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias

#### b) Cálculo del diámetro del Ramal Horizontal de desagüe

Tramo M-N:

Cuadro N° 4.44 Unidades de descarga del tramo M-N

Registro	2	U.D
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>U.D</b>

Fuente: Elaboración propia

Con 2 U.D según norma IS.010, le corresponde una tubería de desagüe de  $\varnothing$  2".

Tramo N-O:

Cuadro N° 4.45 Unidades de descarga del tramo N-O

Registro	2	U.D
Lavatorio	2	U.D
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>U.D</b>

Fuente: Elaboración propia

Con 4 U.D según norma IS.010, le corresponde una tubería de desagüe de  $\varnothing$  2".

Tramo O-P:

Cuadro N° 4.46 Unidades de descarga del tramo O-P

Registro	2	U.D
Lavatorio	2	U.D
Sumidero	2	U.D
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>U.D</b>

Fuente: Elaboración propia

Con 4 U.D según norma IS.010, le corresponde una tubería de desagüe de  $\varnothing$  2".

Tramo P-Q:

Cuadro N° 4.47 Unidades de descarga del tramo P-Q

Registro	2	U.D
Lavatorio	2	U.D
Sumidero	2	U.D
Inodoro	4	U.D
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>U.D</b>

Fuente: Elaboración propia

Con 4 U.D según la norma IS.010, le corresponde una tubería de desagüe de  $\varnothing$  2 1/2", pero se opta por el diámetro de la mayor descarga, que en este caso es de  $\varnothing$  4" correspondiente al inodoro.

Tramo Q-R:

Con respecto al siguiente tramo del ramal horizontal, se acoplará con el mismo diámetro del tramo P-Q ya que el diámetro de la descarga no puede ser menor al de la descarga del inodoro, en este caso será de  $\varnothing$  4".

Con respecto a las descargas de los lavaderos de ropa y cocina, estas presentan 2 U.D cada una respectivamente, por lo tanto les corresponden un diametro de  $\varnothing$  2" a cada uno.

### **c) Cálculo del diámetro de los colectores de desagüe**

De C.R-01 a C.R-02:

Llega **12 U.D** por lo tanto al colector le corresponde un diametro de  $\varnothing$  4".

De C.R-02 a C.R-03:

Llega **14 U.D** por lo tanto al colector le corresponde un diametro de  $\varnothing$  4".

De C.R-03 a C.R.G:

Llega **14 U.D** por lo tanto al colector le corresponde un diametro de  $\varnothing$  4".

#### **d) Cálculo de las profundidades de las cajas de registro**

##### **C.R-01:**

Cota de Tapa (C.T) = +0.00

Cota de Fondo (C.F) = -0.30

##### **C.R-02:**

Cota de Tapa (C.T) = +0.00

Cota de Fondo (C.F) = -0.32

##### **C.R-03:**

Cota de Tapa (C.T) = +0.00

Cota de Fondo (C.F) = -0.34

##### **C.R.G:**

Cota de Tapa (C.T) = +0.00

Cota de Fondo (C.F) = -0.38

#### **e) Cálculo de las dimensiones de las cajas de registro**

Las dimensiones de las cajas de registro se determinan de acuerdo a los diámetros de las tuberías y a la profundidad.

Teniendo en cuenta que los diámetros de tuberías en los colectores son de 4" y profundidad menor a **0.60 m**, entonces según la norma **IS.010** a las cajas de registro les corresponden las dimensiones de 10" x 20" ~ (0.25 m x 0.50 m).

En conclusión:

**C.R-01:** Dimensión (10" x 20")

**C.R-02:** Dimensión (10" x 20")

**C.R-03:** Dimensión (10" x 20")

**C.R.G:** Dimensión (10" x 20")

#### 4.1.4 Diseño de Instalaciones Eléctricas

##### a) Datos:

- Se tiene el módulo de vivienda de área techada:  $5.67 \text{ m} \times 5.67 \text{ m} = 32.15 \text{ m}^2$
- Se tiene ambientes de sala, comedor, dormitorios, baño y cocina.

##### b) Cálculo de la Carga Instalada y la Máxima Demanda del Módulo de Vivienda:

###### **Carga de alumbrado y tomacorrientes:**

De acuerdo a los planos; se calcula la potencia instalada:

- Área techada:  $32.15 \text{ m}^2$
- Carga básica para los primeros  $90 \text{ m}^2$ :  $2,500.00 \text{ w}$
- Total:  **$2,500.00 \text{ w}$**

Aplicando el C.N.E Sección 050-200:

Los factores de demanda: 100%

Entonces la demanda máxima (D.M) será:

$$P_{\text{alubr.y tomac.}} = 2,500.00 \text{ w} \times 1.0 = 2,500.00 \text{ w}$$

###### **Carga de lavadora-secadora:**

Aplicando el C.N.E Sección 050-200, para cualquier carga adicional a las anteriores con potencias mayores a  $1,500.00 \text{ w}$ :

$$P_{\text{lav.-sec.}} = 2,500.00 \text{ w}, \text{ Factor de demanda: } 25\%$$

$$\text{Entonces la demanda máxima (D.M) será: } 2,500.00 \text{ w} \times 0.25 = 625.00 \text{ w}$$

###### **Carga de calentador de agua 90 lts:**

Aplicando el C.N.E Sección 050-200:

$$P_{\text{calent.agua}} = 1,500.00 \text{ w}, \text{ Factor de demanda: } 100\%$$

$$\text{Entonces la demanda máxima (D.M) será: } 1,500.00 \text{ w} \times 1.0 = 1,500.00 \text{ w}$$

Elaborando un cuadro resumen:

Cuadro N° 4.48 Cuadro resumen de la máxima demanda del módulo de vivienda

ITEM	DESCRIPCIÓN	ÁREA (m <sup>2</sup> )		CARGA BÁSICA	P.I (W)	fd	D.M
1.0	Alumbrado y tomacorrientes	At=32.15	Primeros 90 m <sup>2</sup>	2,500.00 w	2,500.00 w	100%	2,500.00 w
2.0	Lavadora-secadora				2,500.00 w	25%	625.00 w
3.0	Calentador de agua (90 lts)				1,500.00 w	100%	1,500.00 w
<b>TOTAL</b>					<b>6,500.00 w</b>		<b>4,625.00 w</b>

Fuente: Elaboración propia

**c) Cálculo del Alimentador General por Capacidad de Corriente:**

Teniendo la demanda máxima calculada de:

$$D.M_t = 4,625.00 \text{ w}$$

Se aplica la fórmula para el cálculo de corriente (I) en amperios:

$$I_c = \frac{D.M_t}{\sqrt{3} \times V \times \cos(\varphi)} \text{ (amperios)}$$

Para nuestro caso:

$$V = 220 \text{ v} , \cos(\varphi) = 0.8$$

Reemplazando datos:

$$I_c = \frac{4625}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.8} = 15.17 \text{ A}$$

Aplicando un factor de reserva de 25%

$$I_D = I_c \times 1.25 = 15.17 \times 1.25 = 18.96 \text{ A} \sim 20 \text{ A}$$

Por lo tanto según tablas, seleccionamos un conductor del tipo THW de 4 mm<sup>2</sup> de sección que tiene una capacidad de 20 A.

→ **Conductor:** 3- 1 x 4mm<sup>2</sup> THW + 1 x 10 mm<sup>2</sup> THW (T) – 25mm Ø PVC-P

**d) Cálculo de la Caída de Tensión para el Alimentador General:**

Siendo la distancia entre la caja de toma y tablero general de 4.50 m se tendrá una caída de tensión de:

$$\Delta V = \frac{K \times I_c \times L}{1000} = \frac{9.113 \times 15.17 \times 4.5}{1000} = 0.622 \text{ voltios}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V}{V} \times 100\% = \frac{0.622}{220} \times 100\% = 0.28\%$$

$$\Delta V(\%) = 0.28\% < 2.50\% \text{ (Cumple)}$$

Por lo tanto la caída de tensión calculada es menor al 2.50 % recomendada por el C.N.E (sección 050-102)

**e) Cálculo del Conducto y Conductor del Circuito de Alumbrado:**

El módulo de vivienda cuenta con 5 salidas y considerando por cada salida 100 w de potencia, además de longitud total del conductor de alumbrado según los planos es de 20 m, se tiene entonces:

$$I_c = \frac{5 \times 100}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.8} = 1.64 \text{ A}$$

$$I_D = I_c \times 1.25 = 1.64 \text{ A} \times 1.25 = 2.05 \text{ A}$$

De las tablas se tiene:

$$S=2.5 \text{ mm}^2 \text{ (diámetro nominal)}$$

**Caída de tensión:**

$$\Delta V = \frac{K \times I_c \times L}{1000} = \frac{14.57 \times 1.64 \times 20}{1000} = 0.48 \text{ voltios}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{0.48}{220} \times 100\% = 0.22\% < 2.50\% \text{ (Cumple)}$$

Resumen: Por lo tanto según tablas, seleccionamos un conductor del tipo THW de 2.5 mm<sup>2</sup>

→ **Conductor y conducto: 3- 1 x 2.5 mm<sup>2</sup> THW – PVC 15mm (SEL)**

### f) Cálculo del Conducto y Conductor del Circuito de Tomacorriente

El módulo de vivienda cuenta con 11 salidas y considerando por cada salida 250 w de potencia, además de longitud total del conductor de tomacorriente según los planos de 20 m, se tiene:

$$I = \frac{11 \times 250}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.8} = 9.02 \text{ A}$$

$$I_D = I_C \times 1.25 = 9.02 \text{ A} \times 1.25 = 11.28 \text{ A}$$

De las tablas se tiene:  $S=2.5 \text{ mm}^2$  (diámetro nominal mínimo)

#### Caida de tensión:

$$\Delta V = \frac{K \times I_c \times L}{1000} = \frac{14.57 \times 9.02 \times 20}{1000} = 2.63 \text{ voltios}$$

$$\Delta V(\%) = \frac{2.63}{220} \times 100\% = 1.20\% < 2.5\% \text{ (OK)}$$

Resumen: Por lo tanto según tablas, seleccionamos un conductor del tipo THW de  $2.5 \text{ mm}^2$

→ **Conductor y conducto: 3- 1 x  $2.5 \text{ mm}^2$  THW - PVC 15mm (SEL)**

### g) Conducto y Conductor de Línea a Tierra

Según la sección calculada  $S=10 \text{ mm}^2$  (alimentador), el conductor es de material cobre de  $10 \text{ mm}^2$  que nace desde el tablero general y llega a una zona libre (jardín), donde quedará enterrado a 0.60 m de profundidad en una longitud de tubería de fierro galvanizado de  $\phi 3/4"$  de 3.00 m.

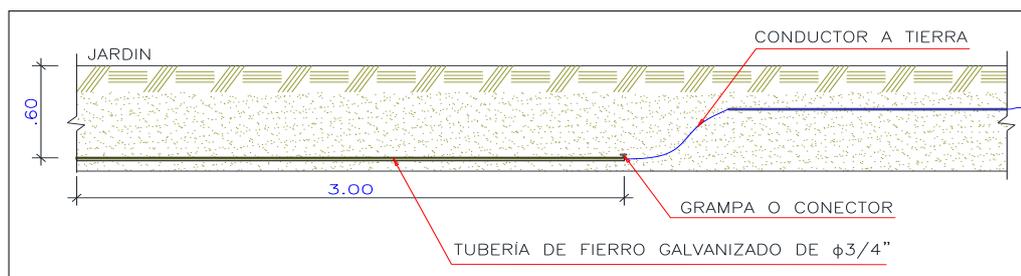


Figura N° 4.34 Puesta a tierra en el área del jardín

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 PROCESO DE FABRICACIÓN DE PANELES MURO Y PANELES VENTANA

### Para un Panel típico:

Cuadro N° 4.49 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la fabricación de paneles muro y ventana

DESCRIPCION DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Madera Tornillo seco	p <sup>2</sup>	9.65	Sierra Circular de 7"	1 Capataz
Totora (plancha de 1.50m x 3.00m)	plancha	1.00	Taladro eléctrico de 1/2"	1 operario
Malla cuadrada electrosoldada 1/2"	m <sup>2</sup>	3.78	Martillo de carpintero	1 peón
Acero Corrugado φ 1/4"(L=9m)	var	2.00	Alicate de 10"	
Alambre Nro. 16	kg	0.10	Wincha de 5m	
Rafia	m	10.00	Nivel de Mano	
Clavos de 2 1/2"	Kg	0.05	Escuadra de carpintero 25cm	
Preservante	gln	0.25	Plumón marcador	
Cola Sintética	gln	0.25		

Fuente: Elaboración propia

Los paneles muros y ventanas tienen 4" ~ 9 cm de espesor, fabricados mediante la unión de los componentes de madera.

Para el marco de los paneles se usó la madera tornillo (Águano), se escogió este tipo de madera por sus buenas propiedades físico-mecánicas en el uso estructural, por su abundancia en nuestro país y por su mayor consumo en la ciudad de Puno y Juliaca. Además se debe tener en cuenta que la madera debe estar seca para su uso respectivo. El armado de paneles se realiza manualmente en un taller de carpintería o en un lugar adecuado y cómodo, para ello es necesario contar con los materiales, equipos y herramientas como la mano de obra necesaria para dicho objetivo.

Para la fabricación de los paneles muro y ventana se sigue el siguiente proceso:

- Se debe proveer todas las piezas de madera a emplear (elementos verticales y horizontales), para ello el operario a cargo de dicha labor, utilizando la sierra circular de 7" se procede a realizar los cortes de madera, debiendo estar correctamente dimensionadas y codificadas.

Cuadro N° 4.50 Descripción de piezas de madera para la fabricación de paneles muro, ventana y ventana alta

TIPO DE PANEL	PIEZAS DE MADERA PARA SU FABRICACIÓN	CANT. (Und)
PANEL MURO	Elemento superior de 1 1/2" x 4" x 0.84, Tornillo seco	1.00
	Elemento inferior de 1 1/2" x 4" x 0.84 m, Tornillo seco	1.00
	Elementos verticales de 1 1/2" x 4" x 2.10 m, Tornillo seco	2.00
PANEL VENTANA	Elemento superior de 1 1/2" x 4" x 0.84 m, Tornillo seco	1.00
	Elemento inferior de 1 1/2" x 4" x 0.84 m, Tornillo seco	1.00
	Elementos intermedios de 1 1/2" x 4" x 0.84 m, Tornillo seco	2.00
	Elementos verticales de 1 1/2" x 4" x 2.10 m, Tornillo seco	2.00
PANEL VENTANA ALTA	Elemento superior de 1 1/2" x 4" x 0.84 m, Tornillo seco	1.00
	Elemento inferior de 1 1/2" x 4" x 0.84 m, Tornillo seco	1.00
	Elementos intermedios de 1 1/2" x 4" x 0.84 m, Tornillo seco	2.00
	Elementos verticales de 1 1/2" x 4" x 2.10 m, Tornillo seco	2.00

Fuente: Elaboración propia

- Se debe tener en cuenta el cuidado respectivo en la manipulación del equipo para evitar algún tipo de accidente, se utilizarán los Equipos de Protección Personal adecuados para este tipo de trabajo.
- Teniendo los elementos de madera horizontales y verticales cortados a medida según la geometría de los planos, el operario encargado utilizará un taladro con broca de  $\varnothing 1/4$ " para realizar agujeros en cada pieza de madera que sobresalga el espesor del panel, con la finalidad de insertar las varillas de acero corrugado y facilitar la colocación de la plancha de totora. La ubicación de dichos agujeros en las piezas de madera se detallan en los planos, luego se realiza un pre-armado según codificación colocando los elementos horizontales y verticales en el piso o en una mesa de trabajo cuyas dimensiones sean superiores al tamaño del panel, empleando unas piezas metálicas en esquinas y centros, a fin de mantener la forma de "Horma".
- Se aplica cola sintética a cada extremo de las secciones de las piezas de madera a unir, luego utilizando clavos de 2 1/2" se procede a clavar los extremos inferiores y superiores del panel obteniendo un marco de madera, se verifica el ángulo de 90° entre las piezas horizontal y vertical del bastidor al haberse colocado las piezas de madera en la Horma. Para facilitar el armado, se asegura y comprueba que los paneles tengan siempre la misma medida.

- Teniendo el marco de madera armado se procede a colocar las planchas de totora (Quesanes) que van dentro del marco, para ello se cortarán dichas planchas, de acuerdo a las dimensiones del marco de panel y obtener un relleno de totora de 6.00 cm de espesor.
- Acoplada la totora a las dimensiones del panel, se procede al montaje de dicho relleno, para ello se coloca la primera parrilla de varillas de acero corrugado de  $\phi 1/4"$  en los agujeros ubicados en los bastidores con la finalidad de darle al panel un aporte estructural, luego se coloca la malla de alambre electrosoldada con abertura cuadrada de  $1/2"$ , seguido se coloca la plancha de totora en forma longitudinal como primera capa adecuada al marco del panel, luego se coloca una segunda capa de totora en forma transversal cerrando las aberturas pequeñas hasta cubrir los espacios y llegar al espesor adecuado.
- Terminada la colocación del alma de totora se coloca otra malla de alambre electrosoldada con abertura cuadrada de  $1/2"$  según las medidas del marco del panel, luego se coloca la segunda parrilla de varillas de acero corrugado de  $\phi 1/4"$  para finalmente atortolar dichas varillas con la malla de alambre electrosoldada uniendo ambas caras con alambre Nro.16 utilizando alicate y un tortol. Tener en cuenta que este procedimiento de fabricación es similar para los otros tipos de paneles.

#### 4.3 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL PANEL- PUERTA

##### Para un panel-puerta:

Cuadro N° 4.51 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la fabricación del panel puerta

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Madera Tornillo o Águano	p <sup>2</sup>	11.00	Sierra Circular de 7"	1 operario
Plancha de Totora	pln	0.50	Taladro eléctrico de 1/2"	1 peón
Clavos de 1"	kg	0.05	Martillo de carpintero	
Cola Sintética	gln	0.08	Wincha de 5m	
Placa de Fibrocemento 4mm	m <sup>2</sup>	3.53	Nivel de Mano o plomada	
			Escuadra de 25cm	
			Prensa manual para carpintero	

Fuente: Elaboración propia

Para la fabricación del panel-puerta, se sigue el siguiente procedimiento:

- Se debe proveer todas las piezas de madera a emplear (elementos verticales y horizontales), para ello el operario a cargo de dicha labor, utilizando la sierra circular procede a realizar los cortes de madera, debiendo estar correctamente dimensionadas y codificadas.

Cuadro N° 4.52 Descripción de piezas de madera para la fabricación del panel puerta

TIPO DE PANEL	PIEZAS DE MADERA	CANT. (Und)
PANEL PUERTA	Elemento superior de 1" x 1 1/2" x 0.84 m, Tornillo seco	1.00
	Elemento inferior de 1" x 1 1/2" x 0.84 m, Tornillo seco	1.00
	Elementos verticales de 1" x 1 1/2" x 2.10 m, Tornillo seco	2.00
	Listones intermedios de 1" x 1 1/2" x 0.84 m, Tornillo seco	3.00
	Riostras diagonales de 1" x 1 1/2" x Variable, Tornillo seco	16.00
	Tapa canto de 1" x 2", Tornillo seco	2.00
	Tacos para cerradura de 0.12m x 0.20m x 1 1/2", Tornillo seco	2.00
	Placas de fibrocemento de 0.84 m x 2.10 m x 4 mm	2.00

Fuente: Elaboración propia

- Se debe tener en cuenta el cuidado respectivo con la manipulación del equipo para evitar algún tipo de accidente, se utilizarán los Equipos de Protección Personal adecuados para este tipo de trabajo.
- Teniendo los elementos de madera horizontales y verticales cortados a medida, el operario encargado realiza un pre-armado según codificación colocando los elementos horizontales y verticales, teniendo como base la placa de fibrocemento de medidas 0.84 m x 2.10 m, e = 4 mm colocado en el piso o en una mesa de trabajo cuyas dimensiones sean superiores al tamaño del panel, uniendo dichos componentes para tener un orden adecuado de trabajo.
- Se aplica cola sintética a cada extremo de las secciones de las piezas de madera que van en la base de la placa de fibrocemento 4mm, luego utilizando clavos de 1" se procede a clavar los extremos inferiores y superiores del panel, se verifica el ángulo de 90° entre los elementos horizontales y verticales utilizando una escuadra.
- Luego se colocan los elementos intermedios, riostras diagonales y tacos para cerradura, aplicando cola sintética a cada pieza según la distribución que se muestra en los planos presentados anteriormente.

- Acoplado las piezas de madera de acuerdo a las dimensiones que se requiere para el panel puerta, se procede a colocar el relleno de totora en los espacios restantes aplicando cola sintética, pegándose en la placa de fibrocemento.
- Luego encima del marco de madera se coloca la siguiente base de placa de fibrocemento  $e = 4$  mm previa colocación de cola sintética a los alrededores del marco de madera y de las piezas de madera distribuidas, finalmente se colocan los tapa cantos de 1" x 2" a los laterales, para luego prensarlo haciendo uso de una prensa manual o colocando objetos pesados encima de dicho panel con la finalidad de que quede compacto.
- Esperar el secado por la aplicación de cola sintética a las piezas de madera.

#### 4.4 PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA ARMADURA DE MADERA

##### Para una Armadura de Madera:

Cuadro N° 4.53 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la fabricación de la armadura de madera

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Madera Tornillo o Águano seco	p <sup>2</sup>	30.00	Sierra Circular de 7"	1 Capataz
Clavos para madera con cabeza de 3"	kg	1.20	Martillo de carpintero	1 operario
Cola Sintética	gln	0.25	Wincha de 5m	1 peón
Preservante de madera	gln	0.25	Nivel de Mano	
Cartelas (Madera Tornillo) de e=2cm	m <sup>2</sup>	2.58	Escuadra de carpintero de 25cm	
			Marcador	

Fuente: Elaboración propia

La armadura de madera para este módulo de vivienda es del tipo "Montante Maestro", tiene una luz de 5.67 m con una pendiente de 5:12, para su fabricación se utilizó la madera tornillo (Águano) teniendo en cuenta el diseño estructural realizado anteriormente.

Se escogió este tipo de madera por sus buenas propiedades físico-mecánicas para su uso estructural, por su abundancia en nuestro país y su mayor consumo en la ciudad de Puno. Además se debe tener en cuenta que la madera debe estar seca acorde con el Contenido de Humedad de la zona, para el uso respectivo.

La confección de la armadura se realiza manualmente en un taller de carpintería o en un lugar adecuado y cómodo, para ello es necesario contar con los materiales, equipos y herramientas como además con la mano de obra necesaria para dicho objetivo. Se muestra a continuación la siguiente relación de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la fabricación de la armadura de madera “Tipo Montante Maestro” del módulo de vivienda propuesto.

Para la fabricación de la armadura de madera, se sigue el siguiente proceso:

- Se debe proveer todas las piezas de madera a emplear, para ello el operario a cargo de dicha labor, utilizando la sierra circular procede a realizar los cortes de las mismas, según una plantilla dibujada a escala real en una mesa de trabajo debiendo estar correctamente dimensionadas y codificadas.

Cuadro N° 4.54 Descripción de piezas de madera para la fabricación de la armadura de madera

TIPO DE PANEL	PIEZAS DE MADERA	CANTIDAD (Und)
<b>ARMADURA DE MADERA “MONTANTE MAESTRO”</b>	Cuerda superior de 2"x4"x3.16m, Tornillo seco	2.00
	Cuerda inferior de 2"x4"x5.65m, Tornillo seco	1.00
	Montante de 2"x4"x1.10m, Tornillo seco	1.00
	Diagonal de 2"x4"x1.36m, Tornillo seco	2.00
	Cartelas de e=2cm, Tornillo seco	12.00

Fuente: Elaboración propia

- Se debe tener en cuenta el cuidado respectivo con la manipulación del equipo para evitar algún tipo de accidente, se utilizarán los Equipos de Protección Personal adecuados para este tipo de trabajo.
- Teniendo ya las piezas de madera cortados a medida, se aplica un preservante para maderas a dichas piezas que conformarán la armadura.
- El operario encargado procede a juntar las piezas de la armadura realizando un pre-armado de la armadura según codificación colocando dichas piezas de madera en una mesa de trabajo cuyas dimensiones sean superiores al tamaño del panel, uniendo dichos componentes para tener un orden adecuado de trabajo.
- Se aplica cola sintética a cada extremo de las secciones de las piezas de madera para luego unirlos.

- Se fabrica las cartelas de madera de 2 cm de espesor según el diseño de la geometría que se especifica en los planos, con el fin de asegurar y fijar las piezas de madera de la armadura.
- Tener en cuenta que, para la fabricación de las cartelas se utiliza una plantilla dibujada en papel marcando las ubicaciones de los clavos según los planos, para así facilitar el clavado.
- Luego se clavan las cartelas con clavos de 3" a las piezas de madera en ambos lados según especificaciones de los planos.

## **4.5 PRODUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA (PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO)**

### **4.5.1 Evaluación de la Calidad del Suelo**

- Tener en cuenta que la zona de trabajo en donde se va a construir el módulo propuesto no debe estar expuesta a peligros como inundaciones, llocllas, deslizamientos, etc. que pudieran causar daños a la estructura.
- Se realiza el reconocimiento del tipo de suelo donde se va a construir dicho módulo de vivienda, para definir el tipo de cimentación apropiado conociendo las dimensiones de ancho y profundidad como también la cantidad y proporción de materiales. Es recomendable construir en un suelo firme, seco y alto con respecto al nivel freático.
- Si el módulo propuesto se encuentra emplazado en un terreno con presencia de agua superficial en zona lluviosa y con pendiente pronunciada, el agua puede socavar los cimientos, por lo que es necesario protegerlos ejecutando zanjas para la desviación de dichas aguas.
- El suelo no debe ser orgánico (suelo de cultivo de campo), ni debe contener salitre. Toda vivienda debe cimentarse sobre un suelo estable con una capacidad de soporte adecuada o sobre rellenos debidamente compactados que garanticen una transferencia efectiva de las cargas a la base de cimentación.

#### 4.5.2 Limpieza del Terreno

Cuadro N° 4.55 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la limpieza del terreno

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Agua	Lampas	Peón
Manguera ½" x 15m de largo	Picos	
Baldes de 20 lt	Buggies	
	Rastrillo	
	Sierra de mano	
	Machete	

Fuente: Elaboración propia

Para la limpieza del terreno de la zona de trabajo se sigue el siguiente proceso:

- Se realiza el reconocimiento del terreno en donde se proyecta la edificación.
- Se determinan las precauciones y cuidados del caso para no causar daños y perjuicios a propiedades ajenas que se encuentren contiguas a la zona de trabajo.
- Se realiza como actividad previa a la construcción, la remoción de toda maleza, desperdicios y materia orgánica, tener en cuenta la selección de árboles si existieran dentro de la zona de trabajo y que se conservarán, para su cuidado.
- Se elimina la capa superficial del material orgánico cuyo espesor es aproximadamente 40 cm.
- Los cortes de vegetación deben realizarse con sierras, machetes y herramientas de mano, a fin de evitar daños considerables en los suelos de las zonas adyacentes y deterioro a otra vegetación cercana.

#### 4.5.3 Nivelación del Terreno

Cuadro N° 4.56 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la nivelación del terreno

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Agua	Lampas	Capataz
Manguera transparente de ½" x 15m de largo	Picos	Peón
	Buggie	
	Pisón de 10 kg	
	Rastrillo	

Fuente: Elaboración propia

Para la nivelación del terreno se sigue el siguiente proceso:

- Se deberá verificar los niveles del terreno para terraplenes y rellenos, se selecciona el material proveniente de las excavaciones que se realicen para dicha nivelación.
- El terreno debe conformar una superficie plana, nivelada y uniforme, para ello se realiza la compactación del terreno con un pisón de mano y si se requiere es posible realizar algún corte al terreno con la finalidad de conseguir una extensión uniforme de la superficie del mismo, teniendo en cuenta la nivelación del terreno con ayuda de una manguera transparente de 15 m de longitud.
- Compactado el terreno y obtenida una superficie uniforme, se procede a colocar “puntos” distribuidos en toda la superficie del terreno a edificar para tener una mejor referencia con respecto a los niveles que se detallan en los planos.

#### 4.5.4 Trazo y Replanteo del Terreno

Cuadro N° 4.57 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el trazo y replanteo del terreno

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Estacas y listones de madera	Serrucho	Operario
Clavos	Nivel manual	Peón
Cordel	Martillo de carpintero	
Cal o Yeso	Comba de 5 lb	
	Wincha de 5m	
	Rastrillo	

Fuente: Elaboración propia

- Una vez que el suelo de fundación ha sido nivelado, se procede con el trazo y replanteo, que consiste en demarcar los linderos del terreno como los ejes de los ambientes del módulo propuesto, según los planos detallados.
- Para dicho procedimiento se colocan balizas (elementos que se construyen con dos estacas de madera de 2” x 2” x 60 cm y una tabla superior de 0.15 m x 0.60 m de superficie y 1” de espesor que se coloca horizontalmente en la parte superior, uniendo las dos estacas) cercano a cada esquina, de tal manera que se pueda realizar los trabajos de excavación libremente sin ningún tipo de dificultad.

- Luego de estar montadas y niveladas las balizas, se procede a colocar cordeles entre ellas con el fin de formar los ejes de los muros que nos servirán de guía para el trazado respectivo.
- Se realiza el trazado en la superficie del terreno utilizando “cal” o “yeso” marcando líneas en el suelo, teniendo como guía el cordel.
- Teniendo el trazado que será de utilidad para la excavación de la cimentación, se procede a realizar el replanteo que consiste en verificar los niveles determinados y el trazo, de tal manera de que los ejes cumplan con la perpendicularidad, como también la verificación de las dimensiones que se especifican en los planos.

#### 4.5.5 Excavación de Zanjas para Cimentación

Cuadro N° 4.58 Descripción de equipos, herramientas y mano de obra para la excavación de zanjas en cimentación

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Lampas	Operario
Picos	Peón
Wincha de 5m	
Rastrillo	
Buggie o carretilla	

Fuente: Elaboración propia

- Realizado el trazo de ejes de la cimentación se procede con la excavación de zanjas, respetando los anchos y profundidades según indicación de los planos.
- La excavación del cimientto corrido tendrá un ancho determinado por el espesor de los cimientos, la profundidad deberá fijarse a priori cuando no se tenga un estudio de suelos, y se considera a partir del nivel natural del terreno.
- Con respecto a la excavación del cimientto del módulo, por ser una estructura liviana, se opta en el diseño de la cimentación, por los siguientes valores:
  - ✓ Ancho de Cimentación= 0.40 m
  - ✓ Altura de Cimentación= 0.50 m
  - ✓ Altura de sobrecimiento= 0.30 m
- El fondo de cimentación debe estar bien nivelado y completamente limpio de productos de excavación. Tener en cuenta que al realizar la excavación, las tierras que se extraen aumentan su volumen produciéndose lo que se llama esponjamiento, el cual varía según la naturaleza del terreno.

#### 4.5.6 Vaciado del Fondo de Cimentación (Solado)

Cuadro N° 4.59 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el vaciado del solado

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Cemento	Lampas	Capataz
hormigón	Picos	Operario
agua	Carretillas o buggies	Peón
madera	Wincha de 5m	

Fuente: Elaboración propia

- Utilizando una mezcla de concreto pobre en la proporción 1:10 en volumen, se realiza el vaciado sobre el fondo de la zanja llenándose previamente como solado de una capa de aproximadamente 10 cm de altura, que nos permitirá uniformizar el nivel de cimentación, además contar con una superficie plana y resistente para el trazado y ubicación de las columnas de madera adecuadamente.

#### 4.5.7 Preparación y Montaje de las Columnas de Madera

Cuadro N° 4.60 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la preparación y montaje de las columnas de madera

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Columnas de madera tornillo	Nivel de mano	Capataz
Clavos de 4"	Wincha de 5m	Operario
Brea	Plomada	Peón
Alambre Nro.16	cordel	
Listones de madera		

Fuente: Elaboración propia

- Se procede con la preparación de las columnas de madera, para ello la madera estructural a utilizar debe estar seca al Contenido de Humedad de Equilibrio, de la zona.
- Dichas columnas tienen una sección de 4" x 4" y 2.98 m de largo, también es necesario preservar las columnas de madera contra el ataque de los insectos xilófagos.
- Antes de colocar las columnas de madera en la cimentación, se realiza un revestimiento con brea en el extremo de la columna en donde irá empotrada en el cimiento con la finalidad de impermeabilizar la madera y protegerla contra los daños que pudieran causar por el contacto del agua o la humedad.

- Tener en cuenta que parte de la madera que irá empotrada en la cimentación deberá contar con un tipo de anclaje para que pueda sostenerse, tener mayor resistencia y agarre, para ello se colocan clavos de 4" en cada lado, quedando 1 ½" afuera para formar un tipo de mechas.
- Se colocan las columnas de madera de manera vertical y en el fondo del cimiento (solado).
- Luego con listones provisionales fijados al suelo y estacas más un listón diagonal a 45°, se asegura la verticalidad de la columna para luego ser nivelada empleando una plomada.

#### 4.5.8 Vaciado del Cimiento

Cuadro N° 4.61 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el vaciado del cimiento

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Cemento	Varilla de acero	Capataz
Hormigón	Carretillas	Operario
Piedra de 6"	Lampas	Peón
Agua		

Fuente: Elaboración propia

- Fijadas las columnas de madera o cualquier elemento a empotrar, se procede al vaciado del cimiento con hormigón 1:10 + 30% de Piedra grande, tamaño máximo de 6".
- El vaciado de la mezcla se realizará por capas, primero se vaciará una capa de concreto y luego se colocarán las piedras, así sucesivamente hasta llegar a la altura del cimiento requerido según los planos.
- Es recomendable que las piedras de zanja sean colocadas a mano con la finalidad de asegurar una buena distribución, sin que alguna piedra se encuentre pegada a otra, para asegurar que queden completamente cubiertas por la mezcla.
- Al terminar el vaciado la superficie de concreto, esta debe quedar nivelada.
- Es recomendable rayar la superficie sobre el cual se vaciará el sobrecimiento, para una mejor adherencia entre ambos concretos.

#### 4.5.9 Encofrado y Desencofrado de Sobrecimiento

Cuadro N° 4.62 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el encofrado y desencofrado de sobrecimiento

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Listones de madera	Varillas de acero de 1/2"	Capataz
Separadores de madera	Serrucho	Operario
Tablas de 1" x 6"	Nivel de mano	Peón
Clavos de 2" y 3"	Martillo	
Alambre Nro. 8	Tiralíneas	

Fuente: Elaboración propia

- El sobrecimiento constituye parte de la cimentación que se construye encima de los cimientos corridos y que sobresale de la superficie del terreno natural, además sirve de protección y aísla los muros contra la humedad o cualquier otro agente externo.
- Luego del proceso de fraguado del cemento corrido se realiza el encofrado del sobrecimiento encima de ello, se realiza el trazado correspondiente.
- Luego se utilizan tablas, listones y separadores de madera asegurando y fijando con alambre Nro. 8 para así darle la forma correspondiente a la estructura del encofrado, para luego proceder al vaciado correspondiente.

#### 4.5.10 Vaciado de Sobrecimiento

Cuadro N° 4.63 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el vaciado de sobrecimiento

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Cemento	Varilla de acero	Capataz
Hormigón	Carretillas o buggies	Operario
Piedra de 1"	Lampas	Peón
Agua	Mezcladora de concreto de 7 p <sup>3</sup>	

Fuente: Elaboración propia

- Luego de armar la estructura del encofrado de sobrecimiento se procede a realizar la mezcla de cemento y hormigón en una mezcladora de concreto de 7 p<sup>3</sup> para luego vaciar el sobrecimiento en todo el perímetro de las zanjas con dosificación de 1:8 C:H + 10% Piedra mediana, Tamaño máximo de 1".

- Antes de realizar el vaciado humedecer la parte superior del cimientto y el encofrado de sobrecimiento, luego tener en cuenta que el vaciado de la mezcla se realizará por capas previa compactación con la ayuda de una varilla de acero, para así obtener una mezcla sin vacíos hasta llegar a la altura requerida de sobrecimiento.
- Al terminar el vaciado la superficie de concreto, esta debe quedar nivelada y esperar un lapso de 24 horas para luego proceder a desencofrar.

#### 4.5.11 Relleno Compactado de Zanjas con Material Propio

Cuadro N° 4.64 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el relleno compactado de zanjas con material propio

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Agua	Pisón manual	Capataz
Tierra de la zona (material propio)	Lampas	Peón
	Picos	
	Rastrillo	

Fuente: Elaboración propia

- Luego de terminar con el vaciado de sobrecimiento, se procede al relleno compactado de las zanjas por capas con el material propio del que fue extraído.
- Al ser llenado una capa se procede a la respectiva compactación con ayuda del pisón manual, luego se aplica otra capa de relleno para luego seguir compactándolo, así sucesivamente hasta rellenar las partes de las zanjas restantes y nivelar al terreno natural.

#### 4.5.12 Montaje de Vigas Soleras Inferiores al Sobrecimiento

Cuadro N° 4.65 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el montaje de vigas soleras inferiores al sobrecimiento

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Vigas soleras de madera tornillo de 2"x4"	Taladro eléctrico de 1/2"	Capataz
Varillas de anclaje con rosca L=0.20m	Brocas	Operario
	Sierra circular de 7" o serrucho	Peón
	Cepillo para madera	

Fuente: Elaboración propia

- Luego de realizado el vaciado de sobrecimiento, estando la mezcla fresca se procede a realizar el montaje de las vigas soleras inferiores de 2" x 4" junto con las varillas de anclaje "presentadas" a dichas vigas, que van colocadas manualmente y niveladas en la parte superior del sobrecimiento, con la finalidad de que sobre dichas vigas se pueda realizar el anclaje de los paneles muro a lo largo de todo el perímetro.
- Además tener en cuenta que se realiza un pequeño rebajo a la viga solera en donde se colocará la tuerca que fija la varilla de anclaje con el fin de no obstaculizar el panel muro que ira encima de dicha viga solera.
- La distribución de varillas de anclaje de las vigas soleras al sobrecimiento en todo el perímetro de los muros, se muestra en la siguiente figura:

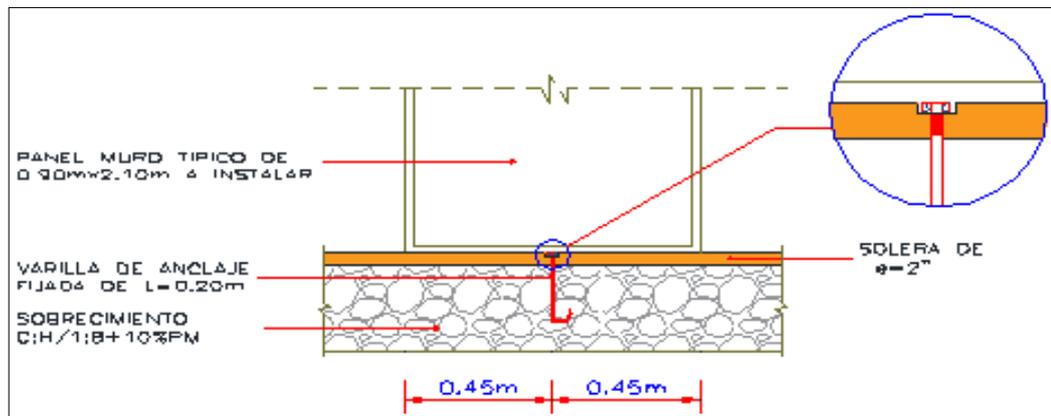


Figura N° 4.35 Distribución de varillas de anclaje de las vigas soleras inferiores al sobrecimiento

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.13 Montaje de los paneles

Cuadro N° 4.66 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el montaje de los paneles

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Paneles muro 0.90 m x 2.10 m	Taladro eléctrico de 1/2"	Capataz
Paneles ventana 0.90 m x 2.10 m	brocas para madera	Operario
Paneles ventana alta 0.90 m x 2.10 m	Tiralíneas o marcador	Peón
Pernos de 3/8" x 2 1/2"	Nivel de mano o Plomada	
Tirafones de 3/8" x 3"		

Fuente: Elaboración propia

- Luego de fijar las vigas soleras inferiores al sobrecimiento con las varillas de anclaje, se procede al montaje de paneles de muro y paneles ventana.
- Para realizar dicho trabajo, entre dos peones sujetan el primer panel y lo colocan por encima de la viga solera inferior, para luego el operario proceder a asegurarlo y fijarlo con una columna de esquina mediante tirafones de  $3/8"$  x  $3"$  ubicados a extremos del panel distribuidos a igual espaciamento, para luego fijar con tirafones de  $3/8"$  x  $2\ 1/2"$  en el sobrecimiento, todo ello se realiza según la distribución de paneles según los planos.
- Una vez montado el primer panel, se procede a colocar el segundo panel fijándola a la viga solera inferior mediante con tirafones de  $3/8"$  x  $2\ 1/2"$ , siguiendo el mismo procedimiento anterior.
- Fijado el segundo panel a la viga solera inferior se procede con la conexión entre panel y panel, dicha conexión se hará mediante pernos de  $3/8"$  x  $3"$  distribuidos según los planos.
- El montaje de los demás paneles se realizaran de la misma forma en todo el perímetro verificando el alineamiento de los paneles.
- La verificación del alineamiento de los paneles y columnas se realiza haciendo uso de un nivel de mano o una plomada.
- Las conexiones entre paneles, columnas y viga solera inferior se muestra en los siguientes gráficos.

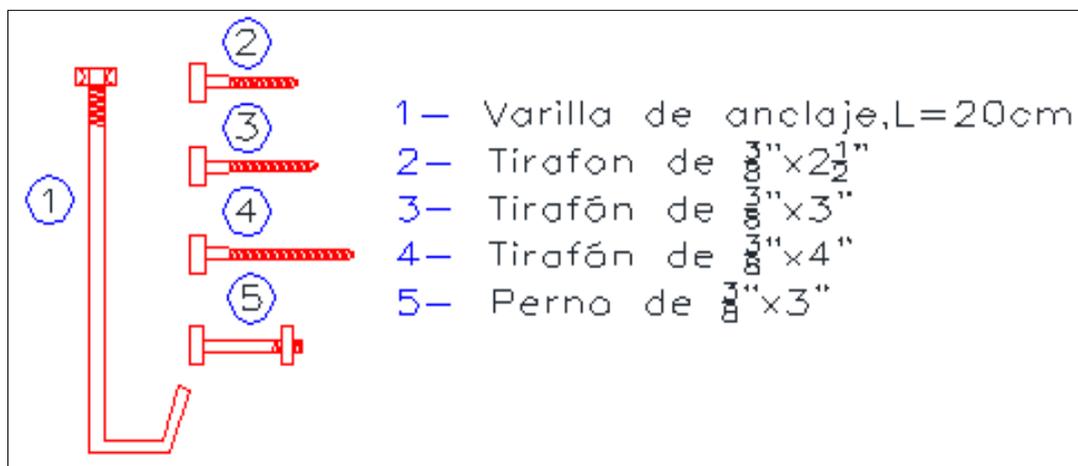


Figura N° 4.36 Descripción de los materiales para las conexiones entre paneles, viga solera inferior, columnas y cimentación

Fuente: Elaboración propia

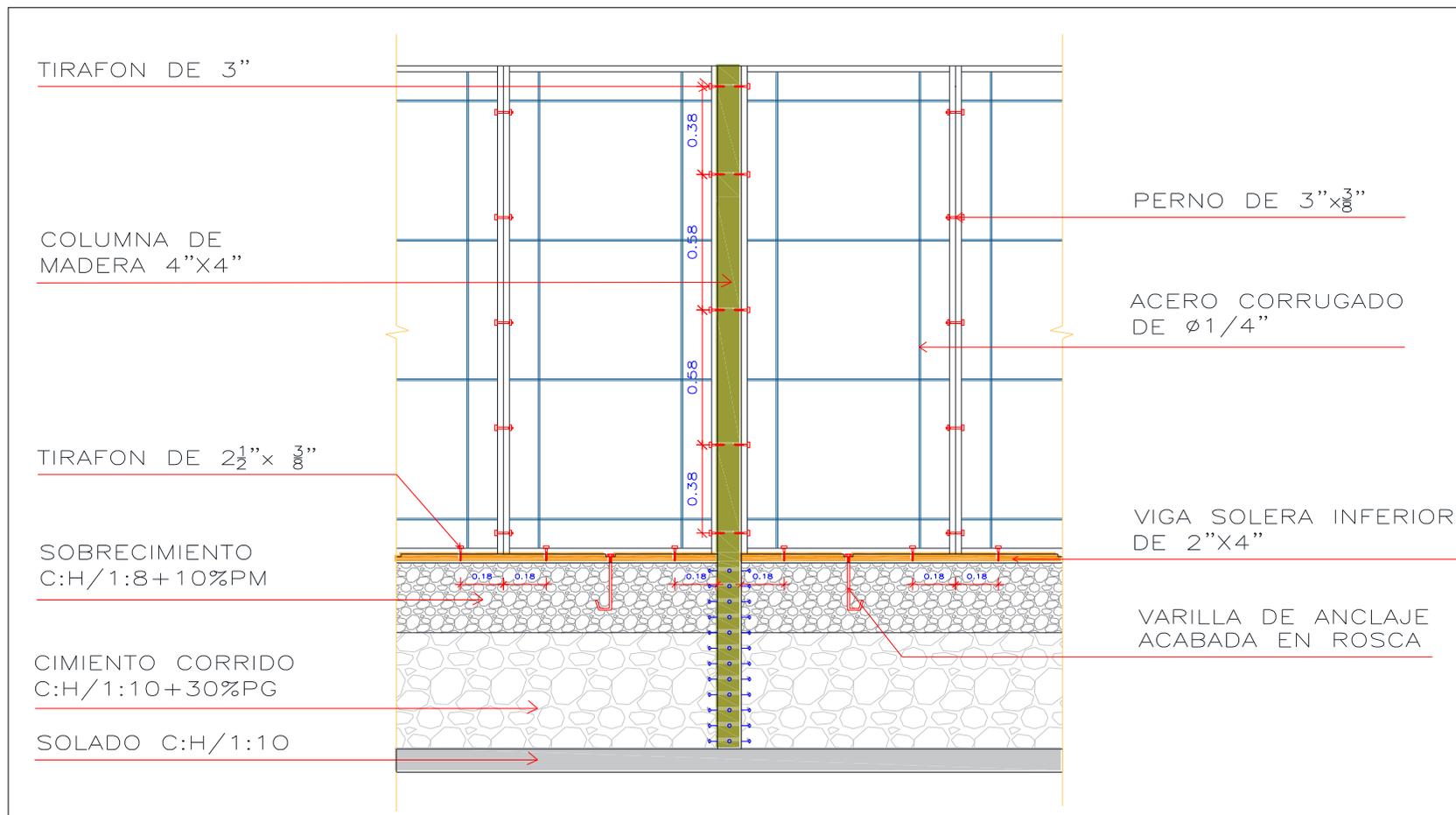


Figura N° 4.37 Fijación de paneles muro entre sí, a viga solera inferior, columna, y cimentación

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.14 Montaje de las Vigas Soleras Superiores

Cuadro N° 4.67 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el montaje de las vigas soleras superiores

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Vigas soleras de madera de 2" x 4"	Sierra circular de 7"	Capataz
Tirafones de 3/8" x 3"	Escuadra de carpintero	Operario
Tirafones de 3/8" x 4"	marcador	Peón
	Cepillo para madera	

Fuente: Elaboración propia

- Al término del montaje de los paneles muro y paneles ventana según distribución prácticamente se tiene el casco estructural del módulo de vivienda, seguidamente se realiza el montaje de las vigas soleras superiores de 2" x 4" también conocidas como "vigas de amarre", alineando paneles.
- La colocación de vigas soleras superiores son de forma horizontal, uniendo a las columnas de 4" x 4" y paneles muro como un conjunto, formando así un sistema cerrado. Dichas vigas soleras son fijadas a los paneles con tirafones de 3/8" x 3" y a las columnas de 4" x 4" con tirafones de 3/8" x 4".
- Se muestra a continuación en el siguiente gráfico el montaje de la viga solera superior de 2" x 4" y el detalle del empalme de la viga sobre la columna en la esquina.

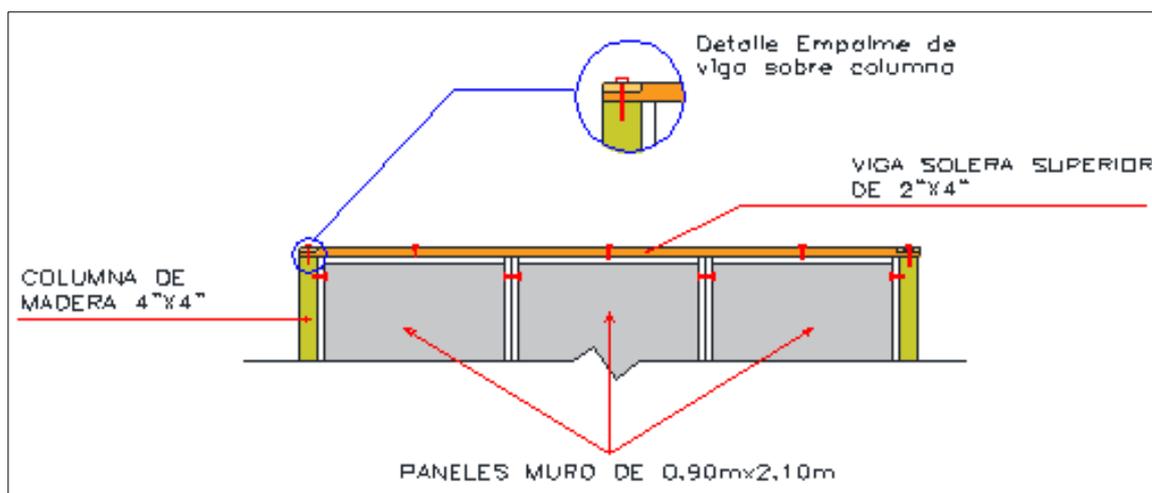


Figura N° 4.38 Montaje de la viga solera superior

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.15 Montaje de las Armaduras de Madera

Cuadro N° 4.68 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para el montaje de las armaduras de madera

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Armaduras de madera (piezas 2" x 4")	Taladro eléctrico	Capataz
Ángulos de 1 1/2" x 4"	Brocas de 3/8"	Operario
Pernos de 3/8" x 2 1/2"	Marcador	Peón
Preservante para madera	Escuadra de carpintero	
	Escalera	

Fuente: Elaboración propia

- Luego del montaje de las vigas soleras superiores de 2" x 4", se procede con el montaje de las armaduras de madera.
- Verificar que las separaciones de las paredes de apoyo sean las que se indiquen en los planos.
- Antes de instalar el techo es fundamental que las paredes estén rectas y aplomadas.
- Trazar la ubicación de las armaduras en las vigas soleras superiores.
- Instalar la primera armadura fijándolo con ángulos de 1 1/2" x 4" y pernos de 3/8" x 2 1/2" a la viga solera superior.
- Fijar las armaduras siguientes hasta culminar con la última armadura, finalmente aplicar preservante para madera a dichas armaduras.

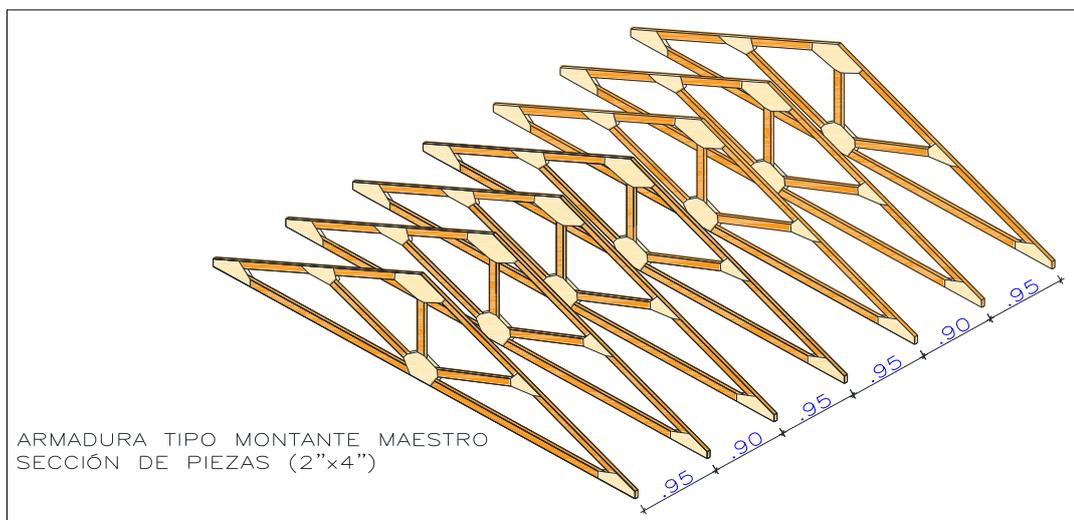


Figura N° 4.39 Distribución del montaje de las armaduras de madera tipo Montante Maestro

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.16 Instalaciones Sanitarias

Cuadro N° 4.69 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para las instalaciones sanitarias

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Kit de componentes de la red de agua potable	Nivel de mano	Capataz
Pegamento para PVC	Wincha de 5m	Operario gasfitero
Cinta Teflón	Llave de tubo	Peón
	Martillo con mango de madera	
	Cinzel	
	Sierra circular o serrucho	
	Alicate	
	Destornillador	

Fuente: Elaboración propia

- Se realiza la colocación de los distintos elementos del kit de desagüe que se comenzó antes de realizar estructuración del piso, para colocar los equipos sanitarios y empalmar con las tuberías que quedaron empotrados en la cimentación.
- Se realiza el armado de la red de agua según los planos que manda el proyecto. Tener en cuenta que las tuberías de agua que suben a los puntos de salida van adosados, con la finalidad de que en un futuro se puedan solucionar problemas de fugas de agua si es que la hubiera, de forma fácil y rápida.
- Realizar la prueba hidráulica y corregir cualquier falla que pudiera existir en los distintos ramales de agua, luego fijar los aparatos sanitarios que pudiera existir dentro del proyecto.

**Nota:** Por lo sencillo del armado, las instalaciones sanitarias pueden ser realizadas por cualquier persona con conocimientos de construcción, recibiendo previamente una capacitación, mediante cartillas de instrucción.

#### 4.5.17 Instalaciones Eléctricas

Cuadro N° 4.70 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para las instalaciones eléctricas

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Kit de componentes de instalaciones eléctricas	Wincha de 5m	Capataz
Pegamento para PVC	Martillo con mango de madera	Operario electricista
Cinta aislante	Sierra circular o serrucho	Peón

Fuente: Elaboración propia

- Se realiza la fijación de tuberías de electricidad según el trazado descrito en los planos.
- Cablear los circuitos según lo especificado en el proyecto.
- Fijar los accesorios eléctricos (interruptores, tomas, tablero y caja de medidor)
- Realizar la prueba de la instalación eléctrica.

**Nota:** Por lo sencillo del armado, las instalaciones eléctricas pueden ser realizadas por cualquier persona con conocimientos de construcción, recibiendo previamente una capacitación, mediante cartillas de instrucción

#### 4.5.18 Preparación y Aplicación del Revoque de Mortero a Paneles

Cuadro N° 4.71 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la preparación y aplicación del revoque de mortero a paneles

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Cemento Portland (bls :42.5 kg)	Badilejo	Capataz
Yeso	Batea	Operario
Tierra de la zona	Frotacho	Peón
Agua	Nivel de mano o Plomada	
Plástico	Regla de aluminio	
Malla tamizadora de 2mm	Lampa	
	Cilindro de 50 gln con tapa	
	Buggie o Carretilla	

Fuente: Elaboración propia

- Teniendo el casco del módulo de vivienda ya montado, se procede con el revestimiento de mortero, para ello se realiza la preparación del mortero para el tarrajeo primario (cemento y tierra de la zona-tamizada, proporción 1:4) en una batea o en el suelo (área libre), tener en cuenta que la mezcla debe ser manejable

y plástica al tacto, se comprueba haciendo una pequeña bola del tamaño de un puño para luego soltarlo a una altura aproximada de 1.20 m.

- Preparado el mortero, con apoyo de las herramientas necesarias para un tarrajeo primario, se procede a revestir los paneles muro en todo el perímetro (cara externa), teniendo en cuenta que se aplicará una capa primaria de mortero de tierra de la zona (tamizada) y cemento, embarrando y presionando fuertemente la mezcla a plomo del marco del panel muro.
- Al día siguiente de haber realizado el revestimiento de los paneles muro de la cara externa, se procede a curar con agua los paneles revestidos por el lapso de una semana para que el mortero tome una mayor resistencia.
- Pasado el lapso de una semana se paraliza el curado del revestimiento de las caras externas de los paneles y se procede a realizar el tarrajeo primario con mortero de cemento y tierra de la zona (tamizada) en la proporción 1:4, de las caras internas de los paneles muro siguiendo el mismo procedimiento, para luego al día siguiente curar con agua el revestimiento interno también por el lapso de una semana.
- Curado ambas caras se procede a realizar un tarrajeo final de la siguiente forma:
  - Para las caras externas del muro: tarrajeo con cemento y tierra tamizada de la zona en la proporción 1:5 respectivamente.
  - Para las caras internas del muro: acabado o enlucido de yeso y agua en la proporción 1:2 respectivamente.
- Tener en cuenta que para reducir el fisuramiento la mezcla debe aplicarse fuertemente presionado y debe irse aplicando tierra pulverizada seca, en caso esté muy húmeda, a fin de disminuir el contenido de humedad, evitando que se produzcan fisuras en las superficies revocadas.

**Nota:** La tierra de la zona a usar deberá estar seca y será tamizada con ayuda de una malla tamizadora de 2 mm.

- El revestimiento primario de mortero de cemento y tierra de la zona aplicada en los paneles deberá ser rayado en el momento para que pueda agarrar la mezcla del acabado final.
- Se verificará la nivelación de los paneles muro con ayuda de una plomada a lo largo de todo el perímetro de los muros después de haber realizado el revestimiento final.

**4.5.19 Colocación de Materiales de Cobertura de Techo**

Cuadro N° 4.72 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la colocación de materiales de cobertura de techo

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Correas de madera de 2" x 3" x 3.14 m	Martillo para carpintero	Capataz
Placa de fibrocemento 4 mm	Sierra circular de 7"	Operario
Totora en planchas	Escalera	Peón
Cola sintética	Nivel de mano	
Calamina e=0.20 mm	Brocha de 4"	
Clavos con cabeza de 1",3"	Formón	
Clavos para calamina de 2 1/2"	Cepillo Garlopa para carpintero	
Cumbrera de calamina		
Canaletas de PVC ø6" a media caña		
Accesorios de fijación para calaminas		
Accesorios de fijación para canaletas		
Material de impermeabilización de techo		

Fuente: Elaboración propia

- Se realiza la colocación de la placa de fibrocemento de e=4mm por encima de las armaduras montadas, se fijan con clavos con cabeza de 1" hasta cubrir todo el área del techo a dos aguas.
- Cubierto todo el techo con las placas de fibrocemento, se realiza la colocación de correas de madera de 2" x 3" y 3.14 m de longitud, cada 0.50 m. Se aseguran con pequeños tacos de madera y se fijan con clavos de 3" en las placas de fibrocemento.
- Luego del montaje de las correas de madera se procede a colocar las planchas de totora entre dichas correas con cola sintética, amarrándolas y asegurándolas con rafia, dicha totora funciona como relleno y aislante térmico. Se fija con alambres Nro.16 para luego aplicar un material impermeabilizante.
- Se coloca la cobertura de calamina encima de las correas, fijándolas y asegurándolas con clavos de 2 1/2" especiales para calamina, para finalmente colocar la cumbrera de calamina en la parte central y así evitar que la lluvia ingrese.
- Se colocan canaletas de PVC a media caña de ø6" a extremos de la calamina, con apoyo de accesorios de fijación para dichas canaletas.

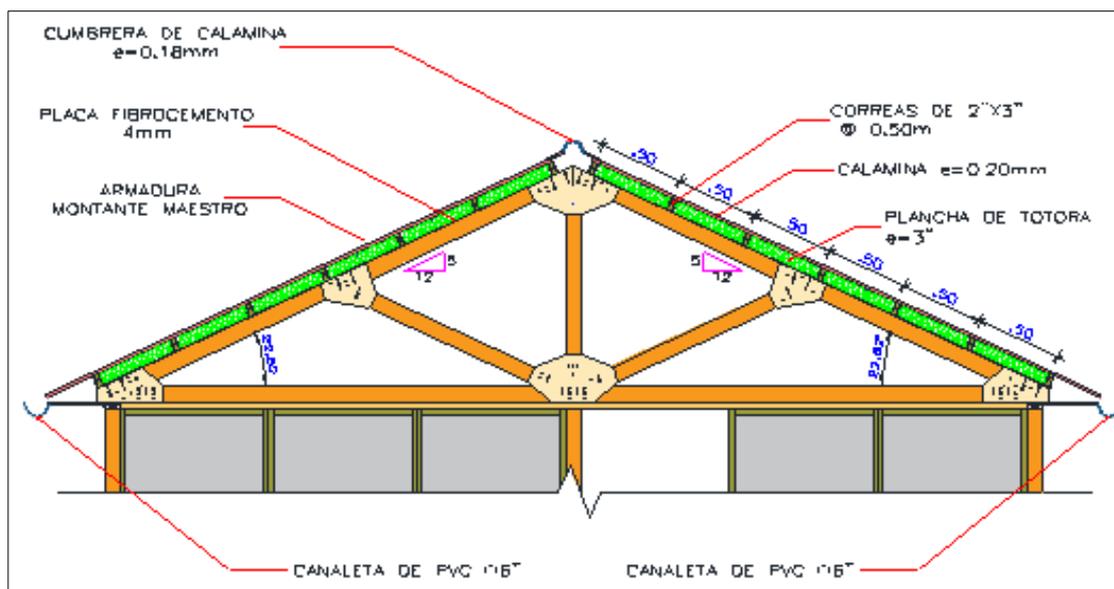


Figura N° 4.40 Composición de la cobertura de techo del módulo de vivienda

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.20 Preparación del Suelo para la Estructuración del Piso

Cuadro N° 4.73 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la preparación del suelo y estructuración del piso

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Piedra de 2" de la zona (limpia y seca)	Martillo de carpintero	Capataz
Planchas de totora e=4"	Escuadra	Operario
Brea	Sierra circular de 7" o serrucho	Peón
Viguetas de madera de 2" x 4"	Nivel de mano	
Clavos S/C de 3"	Wincha de 5m	
Tablas de madera de 1 1/2" x 10"		

Fuente: Elaboración propia

- Para la estructuración del piso se debe tener en cuenta que el suelo debe estar compactado a una máxima densidad seca, logrando una granulometría apropiada para colocar el entrepiso de madera.
- Preparado el suelo compactado se procede a estructurar el piso que en el módulo propuesto tendrá la forma tipo "sándwich" con la finalidad de brindar un aislamiento térmico por el piso, para ello se colocan viguetas (durmientes) de 2" x 4" cada 0.87 m según la distribución que se muestra en los planos.

- Se procede a colocar una cama de piedra de 2" compactada, luego se aplica brea con la finalidad de brindar un buen aislamiento térmico hasta cubrir toda la superficie del suelo.
- Encima de dicha cama de piedra van los durmientes de 2" x 4" separados cada 0.87 m, entre durmientes se colocan las planchas de totora compactadas de espesor de 4".
- Finalmente se coloca un entablado de madera de 1" ~ 2.00 cm de espesor apoyados y fijados con clavos de 3" sobre las viguetas (durmientes).
- Tener en cuenta la instalación sanitaria u otro elemento que deba quedar empotrado en el piso antes de colocar el entablado de madera.

#### 4.5.21 Preparación y Colocación de Puertas y Ventanas

Cuadro N° 4.74 Descripción de materiales, equipos, herramientas y mano de obra para la preparación y colocación de puertas y ventanas

MATERIALES	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA
Panel puerta 0.84m x 2.10m	Martillo	Capataz
Marcos de madera de 1 1/2" x 4"	Taladro eléctrico	Operario
Bisagra capuchina aluminizada de 3 1/2" x 3 1/2"	Brocas	Peón
Tornillos autoroscantes de 1 1/2" x 1/4"	Destornillador	
Clavos c/c de 3" y 4"	Wincha de 5m	
Vidrio doble	Rodillos	
Cerradura de 2 golpes	Brochas	
Pintura	Serrucho o sierra de mano	
Thiner	Formón	
Imprimante		
Tacos de madera		
Lijas		

Fuente: Elaboración propia

- Se realiza la instalación de marcos de madera para puertas exteriores e interiores, además, se realizan rebajos en el marco con ayuda de un formón para insertar las bisagras aluminizadas de 3 1/2" x 3 1/2".
- Se realiza la colocación de puertas de 0.84 m x 2.10 m y se asegura con los tornillos autoroscantes de 1 1/2" x 4" a las bisagras, para luego quedar fijada.
- Instaladas las puertas, se coloca la cerradura 2 golpes, haciendo un agujero de las dimensiones de la cerradura en el extremo central de la puerta para luego pintarla con un material imprimante e impermeabilizante.

- Seguido, se procede con la colocación de ventanas de vidrio doble de medidas 0.90 m x 0.90 m.

#### 4.5.22 Acabados Finales

- Los acabados finales de la edificación pueden ser convencionales, tales como los materiales de piso; imprimación y pintado de paredes, barniz o pintura sobre superficies de madera vistas; cerrajería en puertas y ventanas, etc.
- Todo ello es de acuerdo a las necesidades que requiere una persona en zonas de altura teniendo como prioridad principal el problema del friaje.

#### 4.6 VENTAJAS Y LIMITACIONES

- La ventaja de optar por un panel estructural con bastidores de madera y acero corrugado de  $\varnothing 1/4"$  como refuerzo estructural es por la rapidez y facilidad de construcción: facilidad en el manejo de materiales significa una construcción más rápida. Las estructuras de madera se arman rápido y de una manera fácil y no requieren equipos auxiliares pesados. Si hay un cambio en el diseño estructural, se puede adaptar el material con facilidad. La madera puede ser aserrada o taladrada en la misma obra.
- A diferencia de otros materiales, no existe tiempo de espera para la unión de piezas entre sí. Una vez puesta en su sitio una estructura de madera, la edificación estará lista para el acabado.
- Se emplean materiales de construcción locales de la zona, teniendo como fin realizar estudios para considerar el desarrollo de materiales en la construcción desde un punto de vista térmico, estructural y ecológico, promoviendo el desarrollo de plantaciones de totora como actividad económica de los pobladores de la zona altoandina.
- Contribuye y ofrece alternativas constructivas económicas, seguras y térmicas para pobladores de bajos recursos en lugares de climas fríos.
- Este tipo de construcciones no convencionales genera eficiencia y menos gasto de mano de obra, por lo tanto reduce los costos financieros y logra ser más rentable y beneficioso en el proceso de construcción.
- Como limitación se tiene la necesidad de tratamiento en el caso de la madera, para evitar su descomposición por el ataque de insectos y hongos.

## CAPITULO V. ENSAYOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE LA TIERRA USADA PARA EL REVOQUE DE MORTERO EN PANELES DE ENSAYO.

#### **Objetivo:**

- Determinar los diferentes tamaños de las partículas de la tierra usada para el revoque de mortero expresado en porcentaje de su peso total.
- Determinar el porcentaje de grava, arena, limos y arcillas que tiene la tierra usada, el cual sirve para la clasificación.

#### **Descripción del Ensayo:**

Se realizó el análisis granulométrico de la tierra usada para el revoque de mortero, para determinar el porcentaje de grava, arena, limos y arcillas que contiene la tierra a usar.

Se coge una muestra de tierra para su análisis en el laboratorio, dicha muestra se colocará en el horno obteniendo el peso de la muestra seca, para luego realizar el lavado de dicha muestra y volver a colocarlo en el horno, obteniendo el peso de la muestra lavada y seca. Con la muestra final se procederá a realizar el tamizado respectivo, mediante un juego de tamices.

#### **Procedimiento:**

- a) Se pesa la muestra proveniente de la tierra a usar, componente que conforma el revoque de mortero en su estado natural previo cuarteado, obteniendo:

$$W_{\text{muestra}} = 1579.94 \text{ gr}$$

- b) Luego se pone a secar la muestra en el horno, obteniendo el peso de la muestra secada al horno, obteniendo:

$$W_{\text{muestra secada al horno}} = 1477.74 \text{ gr}$$

- c) Tener en cuenta que el suelo contiene una buena cantidad de finos, por lo tanto se lava la muestra por la malla N°200 con sumo cuidado evitando desperdiciar parte de la muestra, luego se pone a secar nuevamente la muestra en el horno obteniendo el peso de la muestra lavada y secada al horno.

$W_{\text{muestra lavada y secada al horno}} = 529.36 \text{ gr}$

- d) La muestra lavada y secada al horno se deposita en el juego de tamices de 1/2", 3/8", N°4, N°10, N°20, N°30, N°40, N°60, N°100 y N°200, luego se procede a zarandear por el espacio de 10 min.
- e) Se obtienen los pesos retenidos en cada tamiz o malla.
- f) Se obtiene el porcentaje parcial retenido mediante la siguiente relación:

$$\% \text{ Parcial retenido} = \frac{\text{Peso retenido en cada tamiz}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100\%$$

- g) Se obtiene el porcentaje acumulado retenido, sumando los parciales retenidos.
- h) Finalmente se obtiene el porcentaje acumulado pasado:

$$\% \text{ Acumulado pasado} = 100\% - \% \text{ Acumulado retenido}$$

- i) A continuación se muestra la siguiente tabla de los pesos retenidos en cada tamiz:

Cuadro N° 5.1 Pesos retenidos en cada tamiz

Malla	Peso retenido (gr)	%parcial retenido	%acumulado	
			retenido	pasado
1/2"	0.00			
3/8"	2.84	0.19	0.19	99.81
1/4"	3.19	0.22	0.41	99.59
N°4	1.39	0.09	0.50	99.50
N°10	12.38	0.84	1.34	98.66
N°20	44.32	3.00	4.34	95.66
N°30	56.03	3.79	8.13	91.87
N°40	169.83	11.49	19.62	80.38
N°60	137.01	9.27	28.89	71.11
N°100	62.99	4.26	33.16	66.84
N°200	38.24	2.59	35.75	64.25
Fondo	949.52	64.25	100.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia

- j) Finalmente se hallan los porcentajes de grava, arena, limos y arcillas de la tierra usada para el revestimiento de mortero respectivamente:

**% Grava = % Acumulado retenido en la malla N°4**

**% Grava = 0.50 %**

**% Arena = % Pasa N°4 – % Pasa N°200**

**% Arena = 99.50 % – 64.25 % = 35.25%**

**% Limos y Arcillas = % Pasa N°200**

**% Limos y Arcillas = 64.25 %**



Figura N°5.1



Figura N°5.2

Figura N° 5.1 y Figura N° 5.2 Juego de tamices para el zarandeo de la muestra y el porcentaje retenido de la muestra en cada tamiz después del zarandeo.

Fuente: Elaboración propia

## 5.2 ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA DE LA TIERRA USADA PARA EL REVOQUE DE MORTERO EN PANELES DE ENSAYO.

### 5.2.1 Determinación del Límite Líquido

#### **Objetivo:**

- Determinar el límite líquido de una muestra de suelo, siendo este el contenido de humedad expresado en porcentaje de suelo secado en el horno.

#### **Equipos utilizados:**

- Recipientes para almacenaje de muestras.
- Espátula de 4" de longitud y 20 mm de ancho aprox.
- Aparato de Casagrande.
- Acanalador.
- Balanza.
- Horno que pueda conservar temperaturas de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}$  C para el secado de la muestra.

#### **Procedimiento:**

- a) Se toma una muestra de suelo que pese 150 gr de una porción de material que pase el tamiz N°4.
- b) Dicha muestra se coloca en un recipiente para luego mezclarlo completamente con agua, agitándola, amasándola y tajándola con una espátula repetidas veces, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura N°5.3 Preparación de la mezcla para su colocación en la Copa de Casagrande.

Fuente: Elaboración propia

- c) Cuando la mezcla haya sido mezclada con suficiente agua, obteniendo la consistencia requerida de tal forma que ocasione el cierre con 30 a 35 golpes, se coloca una porción de dicha mezcla en la Copa de Casagrande para luego enrasarlo, extendiendo la muestra.
- d) Dividir la muestra en dos porciones de suelo con el acanalador.



Figura N°5.4 División de la mezcla de suelo en dos porciones en la copa de Casagrande con ayuda del acanalador.

Fuente: Elaboración propia

- e) Luego se procede a efectuar el número de golpes con la manizuela del Aparato de Casagrande hasta que la parte inferior de las dos porciones se unan.
- f) Tomamos nota del número de golpes, para luego obtener el contenido de humedad.
- g) Se retira la muestra de la Copa de Casagrande, colocándola en un recipiente para después agregar más agua, batirlo bien y volver a repetir los pasos anteriores.
- h) Se recomienda realizar un mínimo de 3 a 4 puntos.

Para determinar el contenido de humedad **W (%)** de la muestra se utiliza la siguiente relación:

$$W(\%) = \left( \frac{\text{Peso suelo humedo} - \text{Peso suelo seco}}{\text{Peso suelo seco}} \right) * 100\%$$

Para determinar el Limite Liquido de cada punto (porción) se utiliza la siguiente relación:

$$L. L = W(\%) * \left( \frac{\text{Nro de golpes}}{25} \right)^{0.125}$$

**Resultados:**

Se tomaron 4 puntos, obteniendo los números de golpes respectivos, pesos de suelo húmedo y los pesos de suelo seco al ser introducidos al horno.

Cuadro N° 5.2 Datos de las porciones de muestras P1, P2, P3 y P4

	P1	P2	P3	P4
Numero de golpes	34	29	24	17
Tara + suelo húmedo (gr)	29.02	27.00	26.10	25.81
Tara + suelo seco (gr)	26.29	25.14	23.52	23.25
Peso de la Tara (gr)	16.25	18.00	14.45	15.21

Fuente: Elaboración Propia

De la porción de muestra P1:

Hallamos el contenido de humedad:

$$W1(\%) = \left( \frac{29.02 - 26.29}{26.29 - 16.25} \right) * 100\% = 27.19\%$$

Luego calculamos el Límite líquido:

$$L. L_1 = W1 * \left( \frac{N1}{25} \right)^{0.125} = 27.19 * \left( \frac{34}{25} \right)^{0.125} = 28.26$$

De la porción de muestra P2:

Hallamos el contenido de humedad:

$$W2(\%) = \left( \frac{27.00 - 25.14}{25.14 - 18.00} \right) * 100\% = 26.05\%$$

Luego calculamos el Límite líquido:

$$L. L_2 = W2 * \left( \frac{N2}{25} \right)^{0.125} = 26.05 * \left( \frac{29}{25} \right)^{0.125} = 26.54$$

De la porción de muestra P3:

Hallamos el contenido de humedad:

$$W3(\%) = \left( \frac{26.10 - 23.52}{23.52 - 14.45} \right) * 100\% = 28.45\%$$

Luego calculamos el Límite líquido:

$$L. L_3 = W_3 * \left(\frac{N_3}{25}\right)^{0.125} = 28.45 * \left(\frac{24}{25}\right)^{0.125} = 28.31$$

De la porción de muestra P4:

Hallamos el contenido de humedad:

$$W_4(\%) = \left(\frac{25.81 - 23.25}{23.25 - 15.21}\right) * 100\% = 31.84\%$$

Luego calculamos el Límite líquido:

$$L. L_4 = W_4 * \left(\frac{N_4}{25}\right)^{0.125} = 31.84 * \left(\frac{17}{25}\right)^{0.125} = 30.34$$

Luego se obtiene el siguiente cuadro resumen:

Cuadro N° 5.3 Cuadro resumen de límites líquidos de las muestras

	W (%)	L.L
<b>P1</b>	27.19	28.26
<b>P2</b>	26.05	26.54
<b>P3</b>	28.45	28.31
<b>P4</b>	31.84	30.34

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente el Limite Liquido se halla tomando un promedio de los 4 puntos.

$$L. L = \frac{L. L_1 + L. L_2 + L. L_3 + L. L_4}{4}$$

Reemplazando se obtiene:

$$L. L = \frac{28.26 + 26.54 + 28.31 + 30.34}{4} = 28.36\%$$

## 5.2.2 Determinación del Límite Plástico

### Objetivo:

- Determinar el límite plástico de una muestra de suelo, siendo este el contenido de humedad por debajo del cual el suelo puede considerarse no plástico. Desde el punto de vista del laboratorio, es el contenido de humedad al cual el suelo empieza

a agrietarse cuando es enrollado en forma de un cilindro con dimensiones establecidas.

**Equipos utilizados:**

- Recipientes para almacenaje de muestras.
- Espátula de 4" de longitud y 20 mm de ancho aprox.
- Balanza.
- Tamiz N°40.
- Plancha de vidrio.
- Horno que pueda conservar temperaturas de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}$  C para el secado de la muestra.

**Procedimiento:**

- a) Se toma una muestra de suelo que pese 200 gr de una porción de material que pase el tamiz N°40.
- b) Se coloca el material en un recipiente, se le agrega agua hasta obtener una masa plástica.
- c) Luego con la masa plástica, se forma rollitos o cilindros de forma cilíndrica de 3.00 mm de diametro.
- d) Los rollitos formados se frotan sobre la plancha de vidrio hasta el punto de que el suelo empiece a agrietarse.



Figura N°5.5 Preparación de los rollitos de forma cilíndrica

Fuente: Elaboración Propia

- e) Se continúa el proceso hasta reunir unos 6 gr de suelo, para luego llevarlo al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}$  y así determinar el contenido de humedad.

Para determinar el contenido de humedad **W (%)** de los rollitos, se utiliza la siguiente relación:

$$W(\%) = \left( \frac{\text{Peso rollito húmedo} - \text{Peso rollito seco}}{\text{Peso rollito seco}} \right) * 100\%$$

**Resultados:**

Se tomaron 2 recipientes con las muestras de los rollitos húmedos, para luego ser introducidos al horno y así obtener las muestras secas, finalmente con ello obtenemos el contenido de humedad respectivo.

Cuadro N° 5.4 Datos de las porciones de muestras para determinar el límite plástico

	<b>M1</b>	<b>M2</b>
Tara + suelo húmedo (gr)	21.80	24.30
Tara + suelo seco (gr)	21.00	23.50
Peso de la Tara (gr)	16.21	18.20

Fuente: Elaboración Propia

De la porción de muestra M1:

Hallamos el contenido de humedad:

$$W1(\%) = \left( \frac{21.80 - 21.00}{21.00 - 16.21} \right) * 100\% = 16.70\%$$

De la porción de muestra M2:

Hallamos el contenido de humedad:

$$W2(\%) = \left( \frac{24.30 - 23.50}{23.50 - 18.20} \right) * 100\% = 15.09\%$$

Finalmente el **Límite Plástico** se halla tomando un promedio de los 2 contenidos de humedad.

$$L. P = \frac{W1(\%) + W2(\%)}{2}$$

Reemplazando se obtiene:

$$L. P = \frac{16.70 + 15.09}{2} = 15.90\%$$

Luego el Índice plástico (**I.P**) se determina de la siguiente forma:

$$I.P = L.L - L.P$$

Reemplazando se obtiene:

$$I.P = 28.36\% - 15.90\% = 12.46\% , \text{Según clasificación SUCS es del tipo "CL"}.$$

### 5.3 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO DE CEMENTO Y TIERRA TAMIZADA

#### **Objetivo:**

- Determinar las proporciones en volumen de cemento y tierra adecuados tal que el revestimiento de mortero en los paneles tenga una resistencia a la compresión aceptable y a la vez sea económico.

#### **Descripción:**

Se realizaron 4 tipos de morteros con proporciones de cemento y tierra de 1:3, 1:4, 1:5, 1:6.

Para cada tipo de mortero se realizaron 3 especímenes cúbicos de 5cm de lado según la norma NTP 334.051.2013.

Dichos especímenes serán sometidos al ensayo de compresión haciendo uso de una máquina de compresión Versa-Tester cuya capacidad máxima es de 27 toneladas, evaluando así la resistencia a la compresión.

Los resultados por tipo de mortero se obtendrán como el promedio de los 3 especímenes y serán expresados en kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Procedimiento:**

- a) Se realiza la preparación de la mezcla del mortero de acuerdo a la proporción en volumen de cemento y tierra y la cantidad de agua requerida.
- b) Luego se realiza el llenado de la mezcla a moldes cúbicos de madera de 5cm de lado, que se hará en 2 capas previa compactación.

- c) Tener en cuenta el engrasamiento de la parte interna del molde cúbico con aceite y petróleo, ya que permite la facilidad de desmoldar los especímenes cúbicos.
- d) Pasado las 24 horas del llenado de la mezcla, se desmoldan los especímenes y se procede a colocarlos en agua por un lapso de 28 días para la realización del ensayo.
- e) Pasado los 28 días, se procede a realizar el ensayo de compresión del mortero, teniendo como mínimo 3 especímenes cúbicos por los 4 tipos de morteros, llegando a ensayarse en total 12 especímenes cúbicos de 5cm x 5cm x 5cm.
- f) Para la resistencia a la compresión se utilizará la siguiente formula:

$$\text{Resistencia a la compresión (f'c)} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Donde:

**P:** Carga máxima de falla del espécimen (kg)

**A:** Área de la sección del espécimen (cm<sup>2</sup>)

A continuación se muestran en las siguientes figuras el llenado del mortero en los moldes cúbicos, curado de los especímenes y el procedimiento de la aplicación de carga.



Figura N° 5.6



Figura N° 5.7

Figura N°5.6 y Figura N° 5.7 Preparación del tipo de mortero en los moldes cúbicos de 5cm de lado y curado por 28 días de los especímenes cúbicos.

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 5.8



Figura N° 5.9

Figura N°5.8 y Figura N°5.9: Aplicación de la carga hasta la rotura de los especímenes cúbicos.

Fuente: Elaboración Propia

**Resultados:**

A continuación se muestran los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cúbicos de cada tipo de mortero.

Cuadro N° 5.5 Resultados de resistencia a la compresión de los especímenes cúbicos

Cuadro de resultados						
Tipo	Muestra	Ensayo (días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
MORTERO 1:3	1	28	26.50	3,130.00	118.11	96.48
	2	28	26.70	2,113.00	79.14	
	3	28	25.60	2,360.00	92.19	
MORTERO 1:4	4	28	27.30	1,555.00	56.96	73.60
	5	28	27.30	2,113.00	77.40	
	6	28	27.30	2,360.00	86.45	
MORTERO 1:5	7	28	26.80	1,433.00	53.47	50.10
	8	28	26.80	1,333.00	49.74	
	9	28	25.90	1,220.00	47.10	
MORTERO 1:6	10	28	27.60	1,129.00	40.91	44.08
	11	28	25.40	1,084.00	42.68	
	12	28	26.90	1,309.00	48.66	

Fuente: Elaboración Propia

Al obtener y evaluar los resultados de la resistencia de compresión de los diferentes tipos de mortero (Cemento: Tierra, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6), se ha elegido el uso del mortero de cemento y tierra **1:4** para el revestimiento de los paneles de ensayo, por lo que presenta una adecuada resistencia a la compresión y es más económico que el tipo de mortero 1:3.

## **5.5 ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PANELES DE ENSAYO DE 0.90 m x 0.90 m**

### **Objetivo:**

Determinar el esfuerzo de compresión axial sobre los paneles de ensayo de 0.90 m x 0.90 m revestidas con un revoque primario de cemento y tierra tamizada de la zona con un acabado final de yeso o mortero de cemento dependiendo del tipo de panel de ensayo.

### **Descripción:**

Para la realización de este ensayo se fabricaron 3 tipos de paneles de ensayo de 0.90 m x 0.90 m considerando variaciones de revestimientos y varillas de acero corrugado de  $\frac{1}{4}$ ".

#### **• Panel M-1:**

Panel de ensayo M-1 de 0.90 m x 0.90 m sin revestimiento de mortero, solo compuesto por las planchas de totora de espesor 6.00 cm que son amarradas con rafia, aseguradas con malla de alambre electrosoldada de  $\frac{1}{2}$ " en ambas caras y reforzado con varillas de acero corrugado de  $\frac{1}{4}$ ", según la siguiente figura.

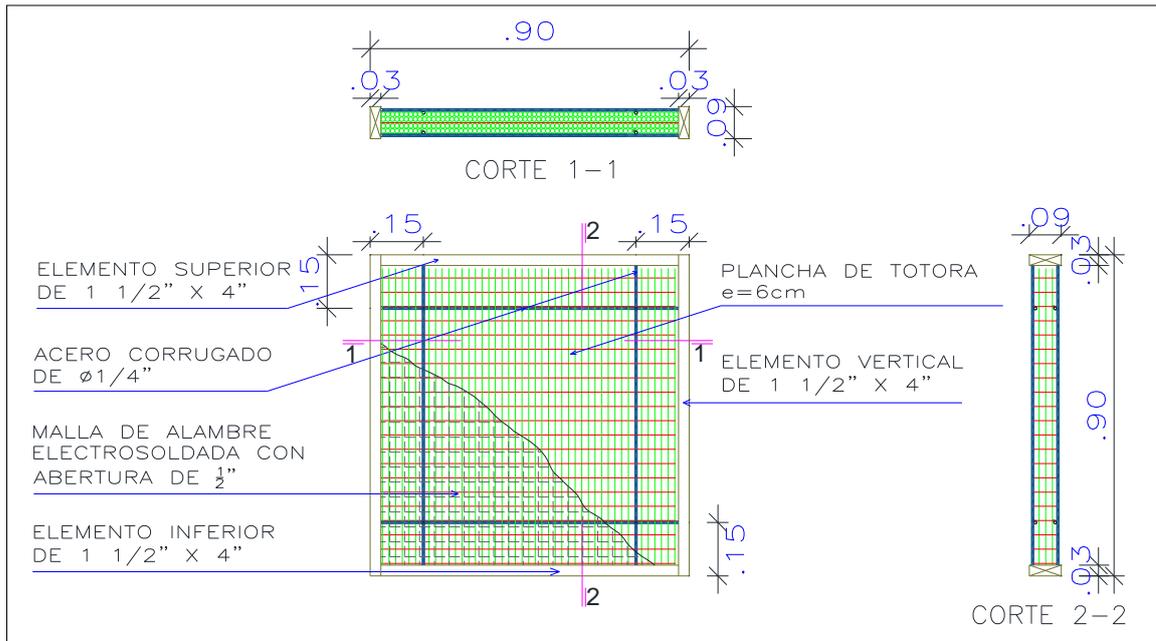


Figura N°5.10 Panel de Ensayo M-1 de 0.90 m x 0.90 m.

Fuente: Elaboración propia

- **Panel M-2:**

El Panel de ensayo M-2 de 0.90 m x 0.90 m, está compuesto por elementos verticales y horizontales de madera tornillo de 1 1/2" x 4", con alma de totora e= 6.00 cm y varillas de acero corrugado de 1/4", asegurado con malla de alambre electrosoldada de 1/2", cuyo revoque está conformado por un revestimiento primario de mortero de cemento y tierra tamizada, proporción 1:4 de 1.50 cm de espesor en ambas caras del panel, como acabado final mortero de cemento y tierra tamizada, proporción 1:5 de 1.00 cm de espesor en una cara y acabado final de yeso de 1.00 cm de espesor en la otra cara. Además presenta refuerzos adicionales de varillas de acero corrugado de 1/4" en la parte central de dicho panel, tal como se muestra en la siguiente figura.

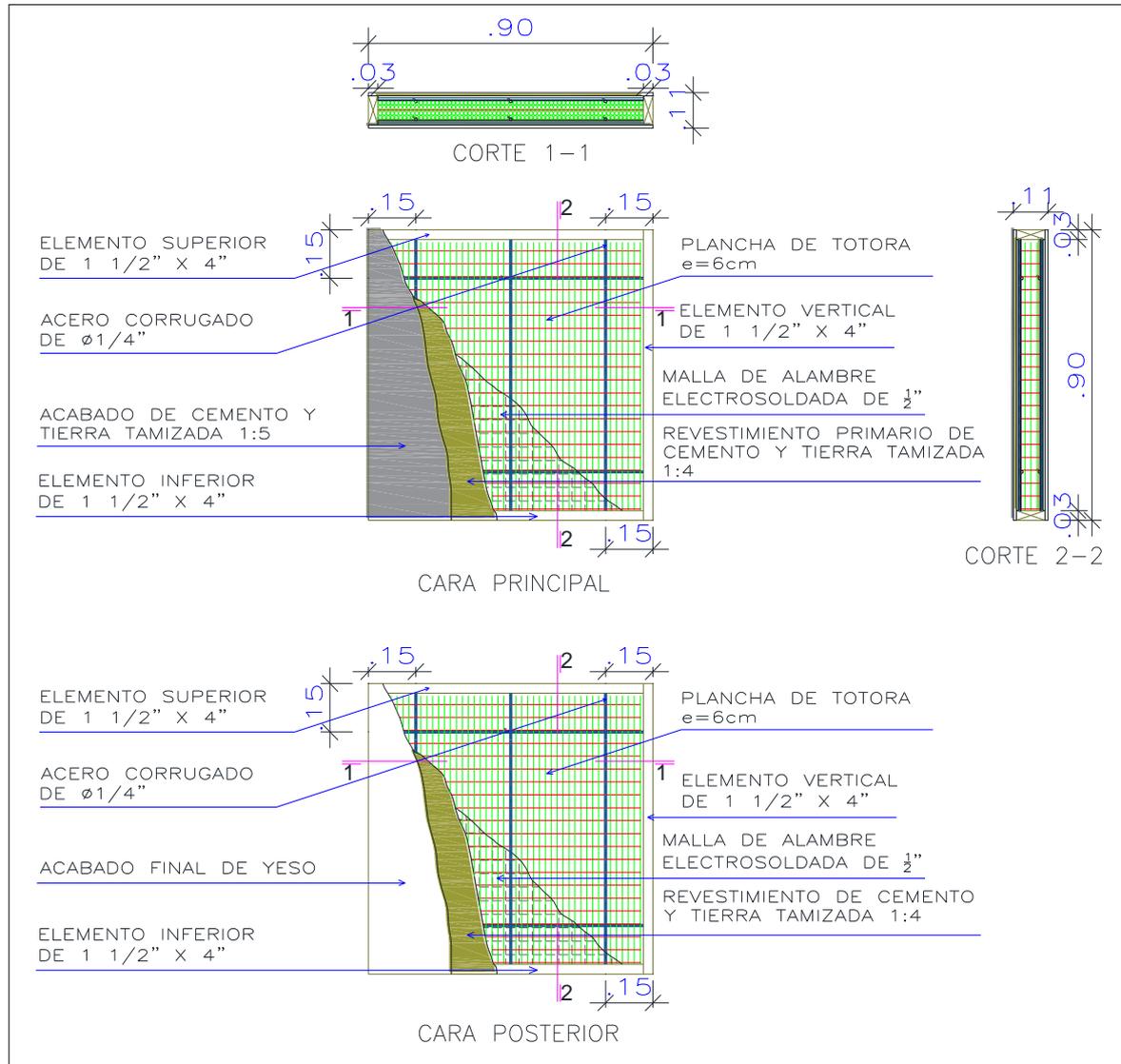


Figura N°5.11 Panel de Ensayo M-2 de 0.90 m x 0.90 m.

Fuente: Elaboración propia

• **Panel M-3:**

El Panel de ensayo M-3 de 0.90 m x 0.90 m, está compuesto por elementos verticales y horizontales de madera tornillo de 1 1/2" x 4", con alma de totora e= 6.00 cm y varillas de acero corrugado de 1/4", asegurado con malla de alambre electrosoldada de 1/2", cuyo revoque está conformado por un revestimiento primario de mortero de cemento y tierra tamizada, proporción 1:4 de 1.50 cm de espesor en ambas caras y acabado final de yeso de 1.00 cm de espesor en ambas caras del panel, tal como se muestra en la siguiente figura.

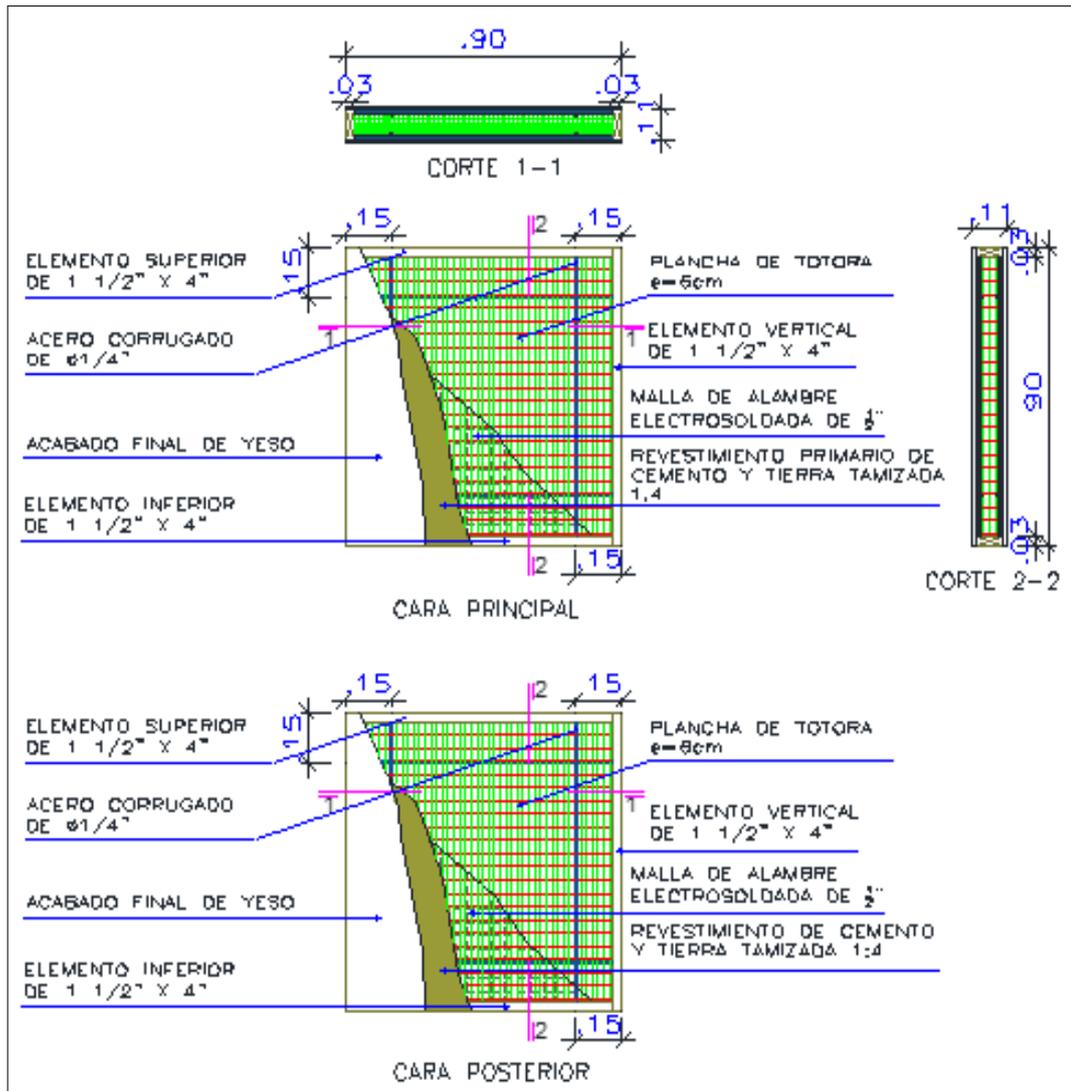


Figura N°5.12 Panel de Ensayo M-3 de 0.90 m x 0.90 m.

Fuente: Elaboración propia

Dichos paneles serán sometidos al ensayo de resistencia a la compresión haciendo uso de una máquina de compresión cuya capacidad máxima es de 300 toneladas en el Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI, evaluando así el esfuerzo de compresión axial.

**Resultados:**

A continuación se muestran los resultados de carga de falla de los paneles de ensayo de 0.90 m x 0.90 m del tipo M-1, M-2 y M-3 sometidos al ensayo de resistencia a la compresión.

Cuadro N° 5.6 Resultados de cargas de falla de los paneles de ensayo sometidos al ensayo de compresión

TIPO DE PANEL DE ENSAYO	CARGA DE FALLA (kg)
M-1	2,600.00
M-2	32,000.00
M-3	30,000.00

Fuente: Elaboración Propia

Para obtener la resistencia a la compresión de los paneles de ensayo se utilizará la siguiente formula:

$$\text{Resistencia a la compresión (f'c)} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Donde:

**P:** Carga máxima de falla de la muestra (kg)

**A:** Área de la aplicación de la carga de la muestra (cm<sup>2</sup>)

Tener en cuenta que el panel de ensayo de 0.90 m x 0.90 m fue sometido a cargas verticales en su plano mediante una fuerza vertical concentrada y aplicada en el centro de la parte superior de una pequeña plancha metálica de distribución, que permite la repartición uniforme de la carga vertical a lo ancho del panel.

A continuación se muestra el siguiente cuadro de resultados finales:

Cuadro N° 5.7 Resultados de resistencia a la compresión de los paneles de ensayo

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PANELES DE 0.90 m x 0.90 m					
TIPO DE PANEL	CARGA DE FALLA (kg)	SECCIÓN		ÁREA DE LA APLICACIÓN DE CARGA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
		L (cm)	A (cm)		
Panel M-1	2,600.00	90.00	9.00	810.00	3.21
Panel M-2	32,000.00	90.00	11.00	990.00	32.32
Panel M-3	30,000.00	90.00	11.00	990.00	30.30

Fuente: Elaboración Propia

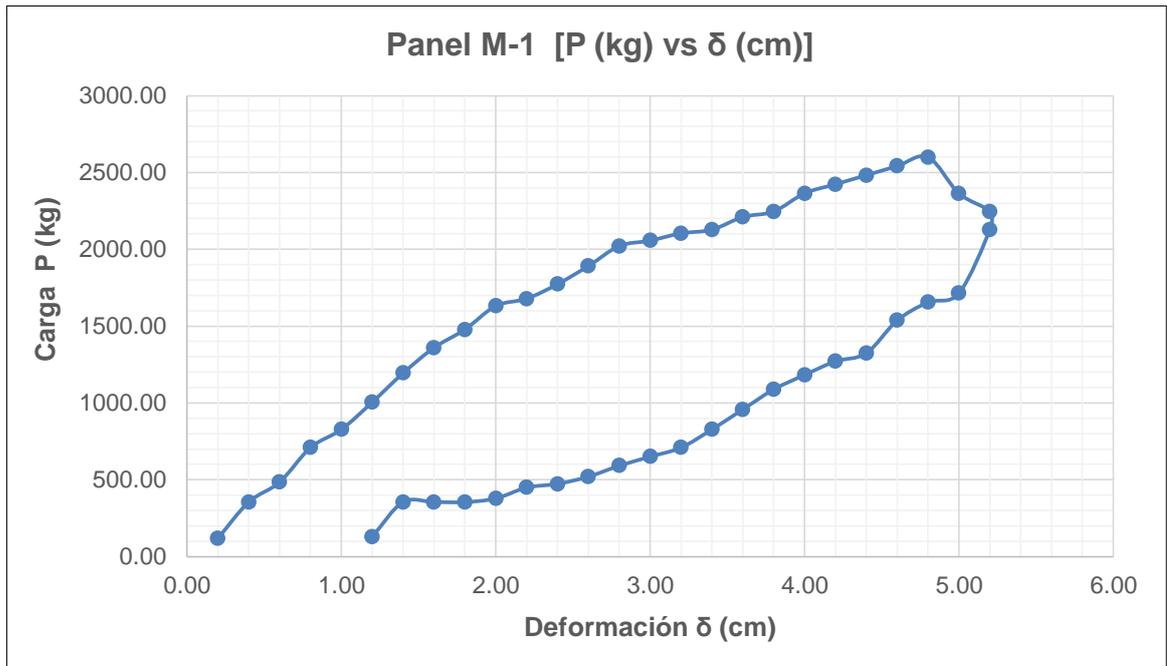


Figura N°5.13 Carga P (kg) Vs. Deformación δ (cm) del Panel de ensayo M-1

Fuente: Elaboración propia

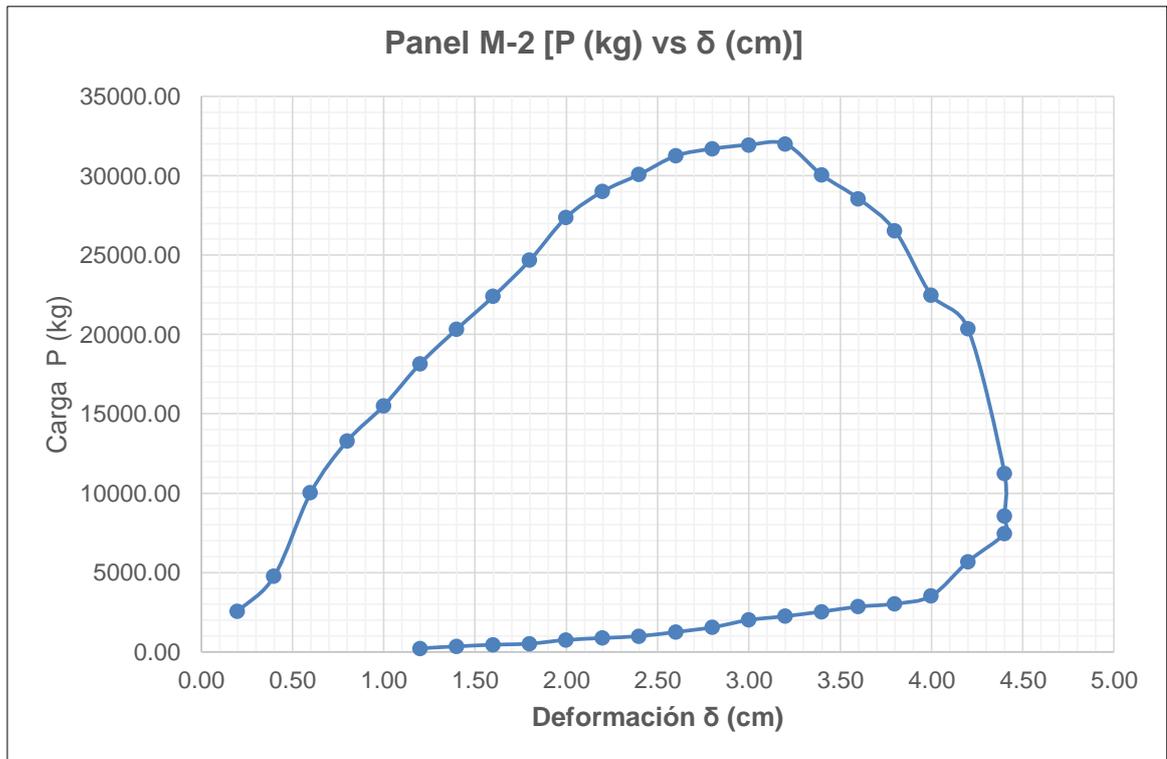


Figura N°5.14 Carga P (kg) Vs. Deformación δ (cm) del Panel de ensayo M-2

Fuente: Elaboración propia

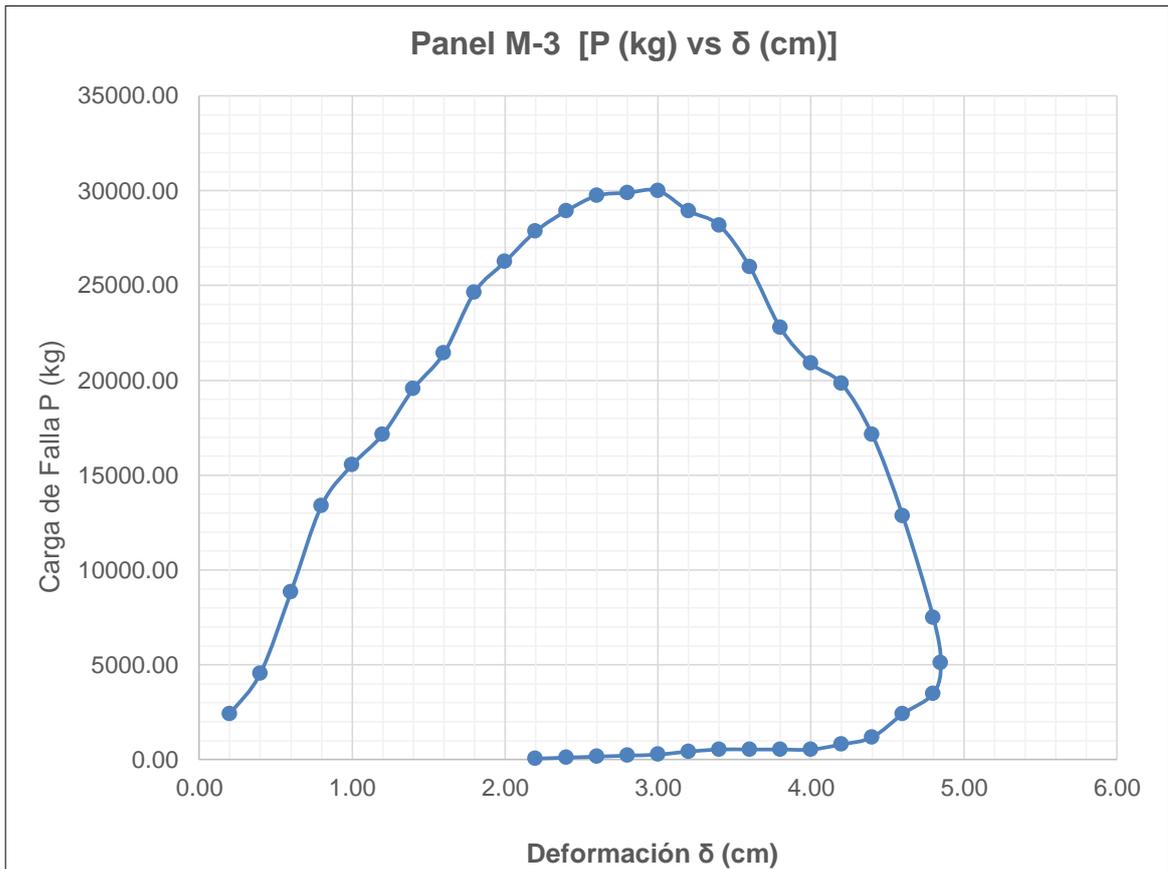


Figura N°5.15 Carga P (kg) Vs. Deformación δ (cm) del Panel de ensayo M-3

Fuente: Elaboración propia

## 5.5 ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN PANELES DE ENSAYO DE 0.90 m x 0.90 m

### Objetivo:

Determinar el esfuerzo cortante sobre los paneles de ensayo de 0.90 m x 0.90 m revestidas con un revoque primario de cemento y tierra tamizada de la zona con un acabado final de yeso o mortero de cemento dependiendo del tipo de panel de ensayo.

### Descripción:

Se fabricaron 3 tipos de paneles de ensayo de 0.90 m x 0.90 m considerando solo variaciones de revestimientos de mortero.

• **Panel M-4:**

El Panel de ensayo M-4 de 0.90 m x 0.90 m, está compuesto por elementos verticales y horizontales de madera tornillo de 1 ½" x 4", con alma de totora e= 6.00 cm y varillas de acero corrugado de ¼", asegurado con malla de alambre electrosoldada con abertura de ½", cuyo revoque está conformado solo por un revestimiento primario de mortero de cemento y tierra tamizada, proporción 1:4 de 1.50 cm de espesor en ambas caras del panel, tal como se muestra en la siguiente figura:

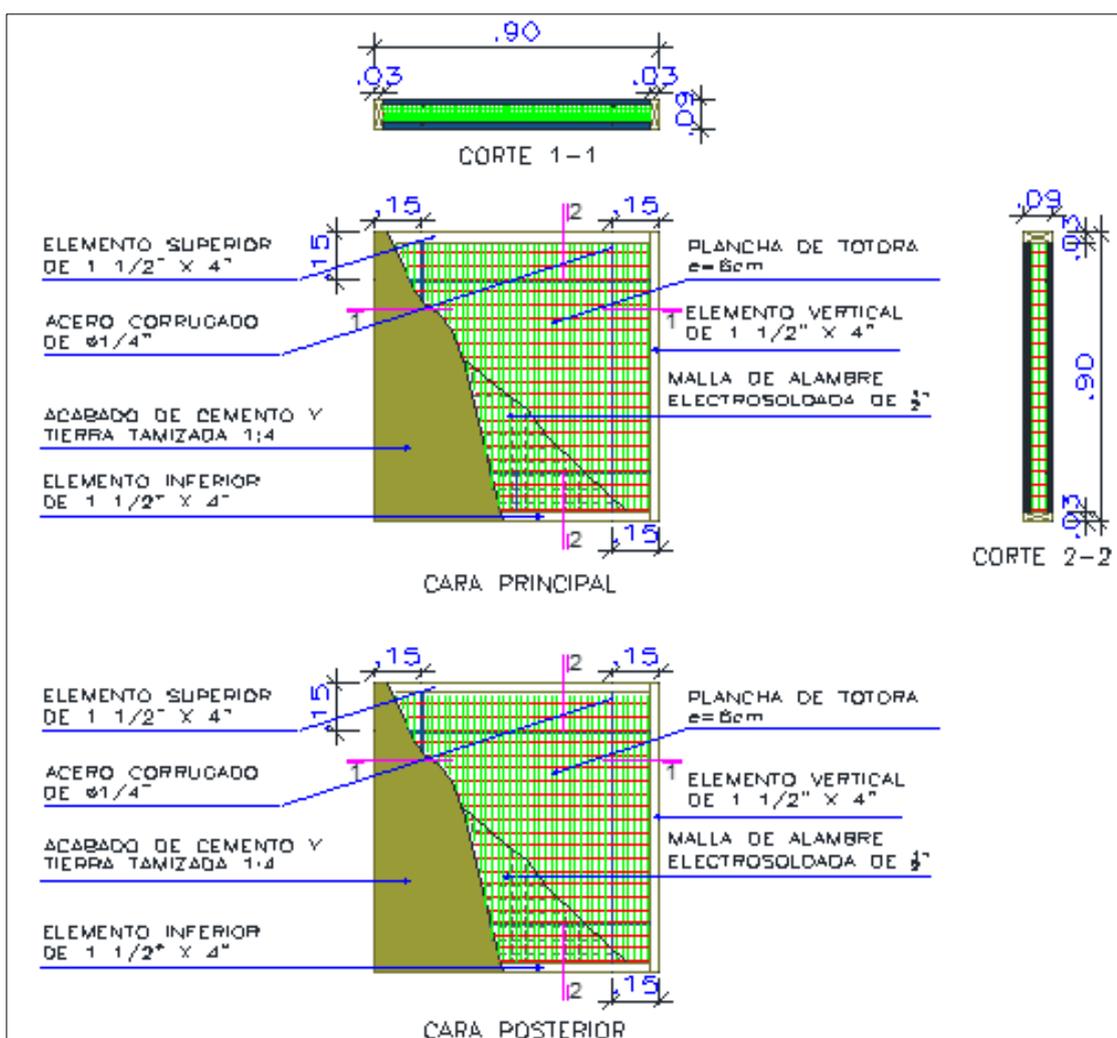


Figura N°5.16 Panel de Ensayo M-4 de 0.90 m x 0.90 m.

Fuente: Elaboración propia

• **Panel M-5:**

El Panel de ensayo M-5 de 0.90 m x 0.90 m, está compuesto por elementos verticales y horizontales de madera tornillo de 1 ½" x 4", con alma de totora e= 6.00 cm y varillas de acero corrugado de ¼", asegurado con malla de alambre electrosoldada con abertura de ½", cuyo revoque está conformado por un revestimiento primario de mortero de cemento y tierra tamizada, proporción 1:4 de 1.50 cm de espesor en ambas caras del panel, como acabado final mortero de cemento y tierra tamizada, proporción 1:5 de 1.00 cm de espesor en una cara y acabado final de yeso de 1.00 cm de espesor en la otra cara, tal como se muestra en la siguiente figura:

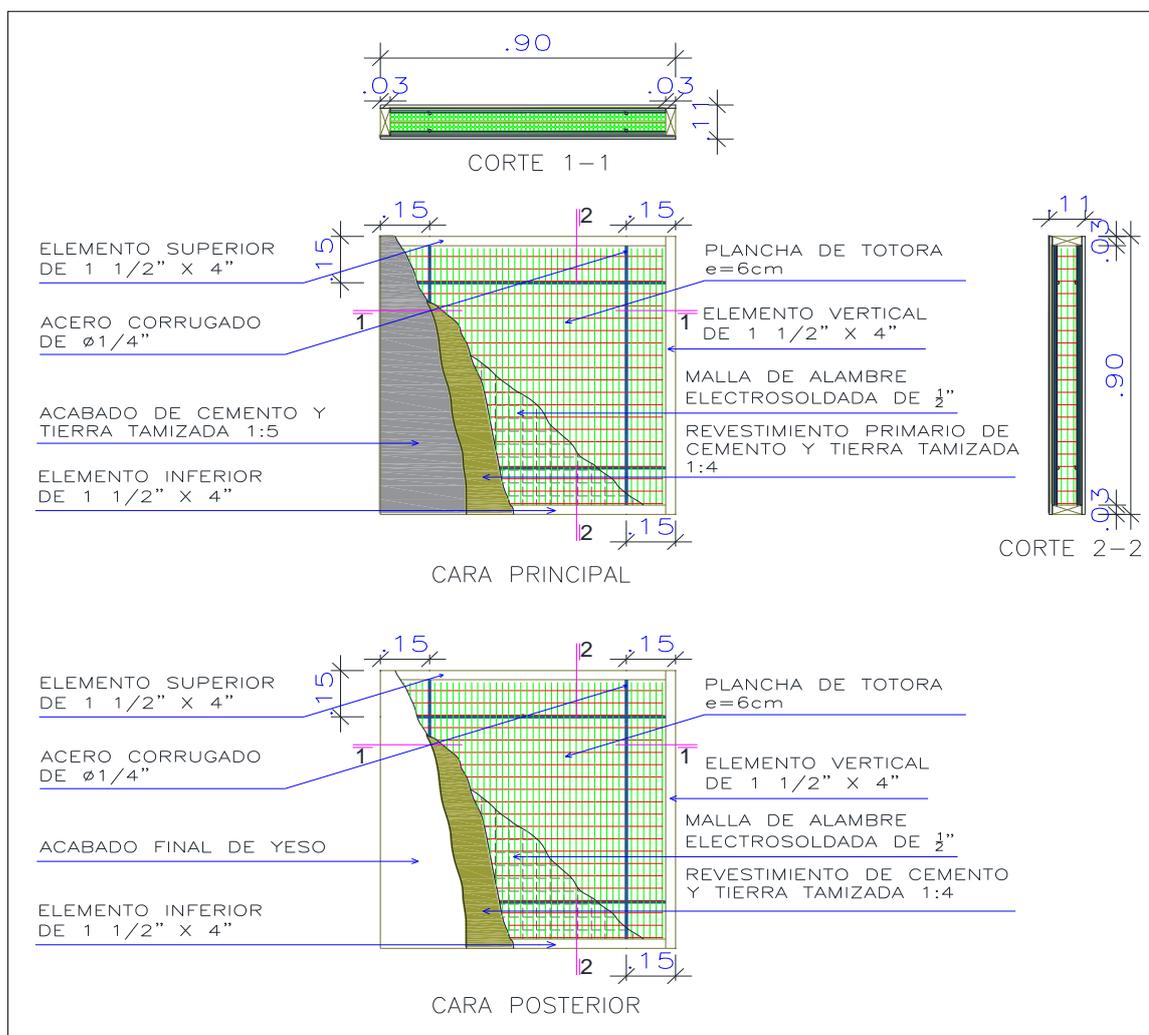


Figura N°5.17 Panel de Ensayo M-5 de 0.90 m x 0.90 m.

Fuente: Elaboración propia

• **Panel M-6:**

El Panel de ensayo M-6 de 0.90 m x 0.90 m, está compuesto por elementos verticales y horizontales de madera tornillo de 1 ½" x 4", con alma de totora e=6.00 cm y varillas de acero corrugado de ¼", asegurado con malla de alambre electrosoldada con abertura de ½", cuyo revoque está conformado por un revestimiento primario de mortero de cemento y tierra tamizada, proporción 1:4 de 1.50 cm de espesor en ambas caras y acabado final de yeso de 1.00 cm de espesor en ambas caras del panel, similar al panel de ensayo M-3 de 0.90 m x 0.90 m, tal como se muestra en la siguiente figura.

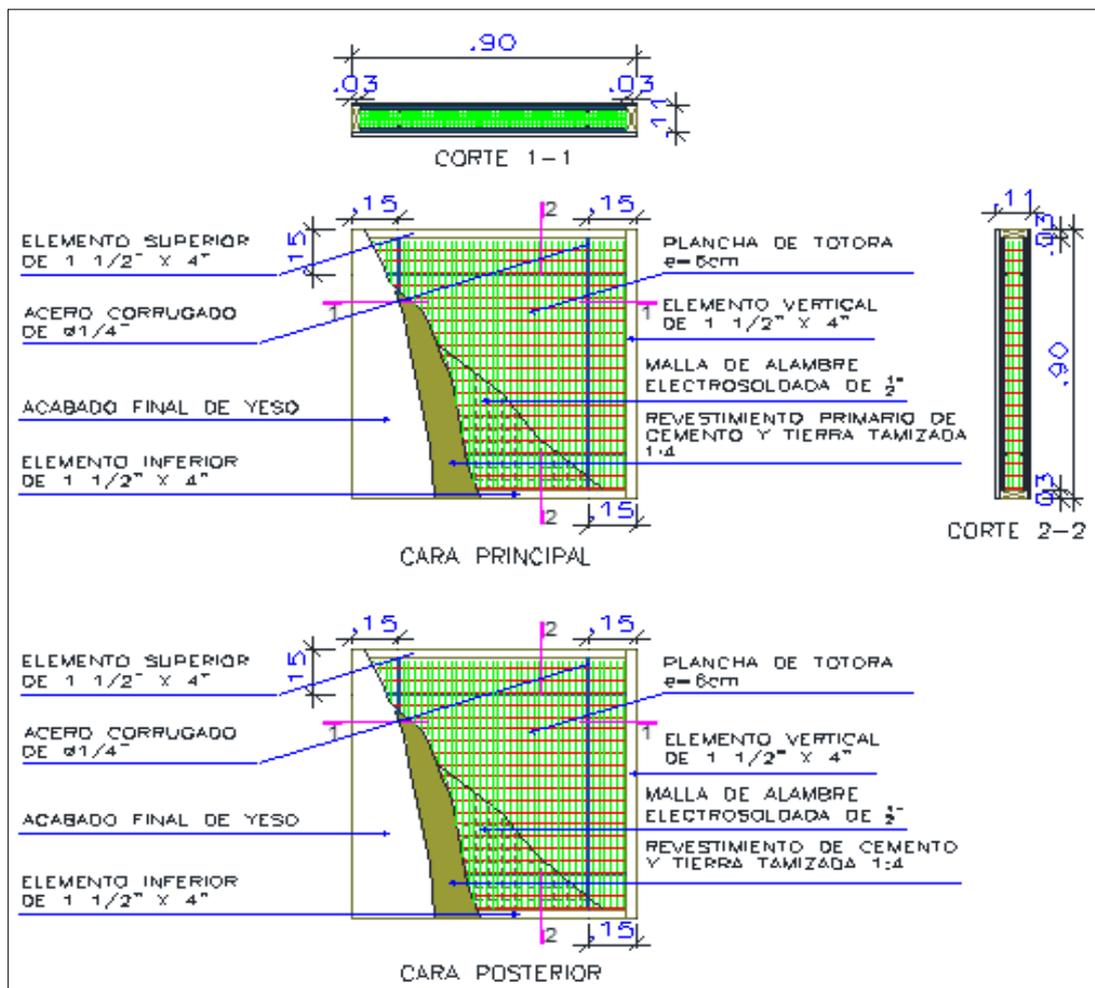


Figura N°5.18 Panel de Ensayo M-6 de 0.90 m x 0.90 m.

Fuente: Elaboración propia

Dichos paneles serán sometidos al ensayo de compresión diagonal haciendo uso de una máquina de compresión cuya capacidad máxima es de 300 toneladas en el Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI, determinando así el esfuerzo cortante por cada panel.

La norma ASTM E519 – 81 Método de Ensayo Standard para Tensión Diagonal abarca el ensayo para montajes de muros de albañilería, debido a que no se cuenta con una norma establecida para las muestras de nuestros paneles de ensayo, nos basaremos en dicha norma.

Con respecto a la fabricación de los paneles de 0.90 m x 0.90 m para el ensayo de compresión diagonal, son similares a la fabricación de los paneles de ensayo de compresión de 0.90 m x 0.90 m.

### **Resultados:**

A continuación se muestran los resultados de carga de falla de los paneles de ensayo de 0.90 m x 0.90 m del tipo M-4, M-5 y M-6 sometidos al ensayo de resistencia a la compresión diagonal.

Cuadro N° 5.8 Resultados de cargas de falla de los paneles de ensayo sometidos al ensayo de compresión diagonal

TIPO DE PANEL DE ENSAYO	CARGA DE FALLA (kg)
Panel M-4	7,900.00
Panel M-5	8,200.00
Panel M-6	8,100.00

Fuente: Elaboración Propia

Para obtener el esfuerzo cortante de los paneles de ensayo, se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Resistencia a la compresión diagonal (v'm)} = 0.707 * \left(\frac{P}{A_b}\right) \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Donde:

**P:** Carga máxima de falla de la muestra (kg).

**A<sub>b</sub>:** Área bruta de la muestra (cm<sup>2</sup>), calculada de la siguiente forma:

$$A_b = t * \left(\frac{l + h}{2}\right) \text{ (cm}^2\text{)}$$

Donde:

**l:** Largo del panel de ensayo en cm.

**h:** Altura del panel de ensayo en cm.

**t:** Espesor del panel de ensayo en cm.

Tener en cuenta que los paneles de ensayo de 0.90 m x 0.90 m fueron sometidos a una carga axial vertical y aplicada en la dirección de la diagonal del panel.

A continuación se muestra el siguiente cuadro de resultados finales:

Cuadro N° 5.9 Resultados de resistencia a la compresión diagonal de los paneles de ensayo

<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAGONAL DE PANELES DE 0.90 m x 0.90 m</b>						
<b>TIPO DE PANEL</b>	<b>CARGA DE FALLA (kg)</b>	<b>DIMENSIONES</b>			<b>Ab (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN v' m (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
		<b>l (cm)</b>	<b>h (cm)</b>	<b>t (cm)</b>		
<b>Panel M-4</b>	7,900.00	90.00	127.28	9.00	977.76	<b>5.71</b>
<b>Panel M-5</b>	8,200.00	90.00	127.28	11.00	1,195.04	<b>4.85</b>
<b>Panel M-6</b>	8,100.00	90.00	127.28	11.00	1,195.04	<b>4.79</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 5.6 ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL YESO Y LA TOTORA

### **Objetivo:**

- Determinar la conductividad térmica del yeso y la totora, siendo estos los materiales que conforman los paneles propuestos de muro y ventana para la construcción del módulo de vivienda con aislamiento térmico.

### **Descripción:**

Se considera en primer lugar la preparación de la muestra a medir, seguido se realiza la instalación de la muestra en el Aparato de Placa Caliente con Guarda, luego se establece el estado estable térmico del aparato de medición, se realiza la adquisición de datos, para finalmente analizar los resultados del ensayo.

### **Procedimiento:**

#### *Preparación de las Muestra de Yeso*

- Para la realización del ensayo se preparan dos muestras de yeso con medidas 25.00 cm x 25.00 cm x 1.97 cm, haciendo uso de un molde fabricado de madera adaptado a dichas medidas.
- Se mezcla yeso y agua en la proporción de yeso: agua / 1:2, se vacía en el molde fabricado, para luego realizarle un frotachado de tal forma que la superficie de la muestra sea lisa y homogénea.
- Se espera el secado de las muestras, para luego desencofrar.



Figura N°5.19 Muestras de yeso Y1 y Y2 de 25 cm x 25 cm x 1.97 cm

Fuente: Piñas, J. (2018) Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Física.

### *Preparación de las Muestras de Totora*

- Para la realización del ensayo se preparan dos muestras de totora con medidas 25.00 cm x 25.00 cm x 2.41 cm haciendo uso de un molde fabricado de madera adaptado a dichas medidas.
- Se corta el tallo de la totora a las medidas requeridas según los moldes, luego se agarra cada tallo y se pega una tras otra con silicona con la finalidad de ir formando tres pequeñas planchas de totora de 25.00 cm x 25.00 cm para luego pegarlo y colocarlo en 3 capas en forma vertical y horizontal, de tal forma de tapan los espacios vacíos que pudieran quedar entre las uniones hasta llegar al espesor adecuado.



Figura N°5.20 Muestras de totora T1 y T2 de 25 cm x 25 cm x 2.41 cm

Fuente: Piñas, J. (2018) Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Física.

### ***Medición de espesores de las muestras:***

- Antes de realizar el ensayo, se mide el espesor de las muestras, para ello se hace uso de un vernier y se toman 2 medidas como mínimo por cada lado de las dos muestras tanto del yeso como de la totora, el espesor requerido será el promedio de las medidas de ambas muestras.

Cuadro N° 5.10 Medidas tomadas de espesores de las muestras de yeso

MEDIDAS TOMADAS	
MUESTRA Y1	MUESTRA Y2
Espesor (cm)	Espesor (cm)
1.944	2.012
1.956	2.008
1.908	1.994
1.914	1.994
1.934	1.976
1.854	2.004
1.896	1.962
1.942	1.972
1.942	1.966
1.922	2.000
1.972	1.992
2.020	1.994
2.008	1.994
1.984	1.968
1.968	1.982
1.982	1.994

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 5.11 Medidas tomadas de espesores de las muestras de totora

MEDIDAS TOMADAS	
MUESTRA T1	MUESTRA T2
Espesor (cm)	Espesor (cm)
2.418	2.580
2.476	2.600
2.388	2.482
2.384	2.504
2.308	2.482
2.314	2.452
2.464	2.520
2.418	2.518

Fuente: Elaboración Propia

Se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro N° 5.12 Espesor requerido para la muestra de yeso

YESO	Muestra Y1	Muestra Y2
Espesor promedio (cm)	1.947	1.988
Espesor requerido (cm)	1.968	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 5.13 Espesor requerido para la muestra de totora

TOTORA	Muestra T1	Muestra T2
Espesor promedio (cm)	2.396	2.517
Espesor requerido (cm)	2.457	

Fuente: Elaboración Propia

### Instalación:

- Se pesan las muestras del material a ensayar y se forran con un plástico para evitar que la muestra absorba humedad del medio.

- Tener en cuenta que las muestras del material a ensayar debe cubrir toda la sección de medición.
- Las superficies de las muestras del material a ensayar deberán ser lisas para asegurarse que tengan contacto térmico uniforme con la placa fría y placa caliente.
- Las superficies de las placas frías y calientes deberán estar limpias, desconectadas de la alimentación del flujo de agua y sin los sensores de temperatura en las placas frías.
- Luego se colocan las dos muestras del material a ensayar entre la placa caliente y las placas frías, sin antes verificar que las superficies de dichas placas deberán estar limpias y además deberán estar desconectadas a la alimentación del flujo de refrigerante y sensores de temperatura.
- Colocado las dos muestras del material a ensayar, recién se conecta la alimentación de flujo de agua a las placas frías y se insertan los termopares, tal como se muestra en la figura.

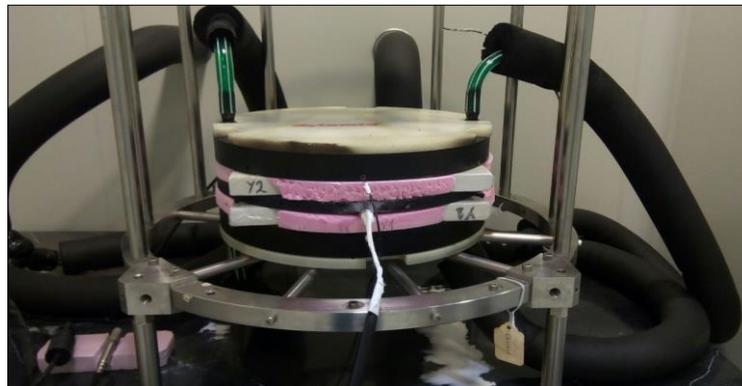


Figura N°5.21 Colocación de muestras en el Aparato de la Placa Caliente con Guarda

Fuente: Piñas, J. (2018) Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompuesto. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Física.

- Se suministra calor a través de las fuentes para el área de medición y la guarda.
- Se fija la temperatura de la placa fría y los valores de voltaje y corriente de las fuentes de alimentación de la zona de medición y la guarda.
- Se requiere que las temperaturas del área de medición y de las placas frías se mantengan constantes en el tiempo, en otras palabras se requiere un estado estable térmico del sistema, esto se verá gráficamente en el software.
- Tener en cuenta que la diferencia de temperaturas entre la zona de medición y la guarda debe ser de  $\pm 0.003 \text{ }^\circ\text{C}$ , para lograr ello se deben ajustar los valores de voltaje y de corriente de las fuentes.

### Adquisición de Datos:

- Se corre el programa de adquisición de datos mediante una interfaz hecha en LABVIEW y se nombra un archivo donde se almacenará la data.
- El programa calcula periódicamente la temperatura de la placa caliente, placa fría, guarda, potencia suministrada a la zona de medida y conductividad térmica.
- Para el cálculo de la conductividad térmica, el programa toma cada minuto datos de la fuente de potencia.
- La obtención del parámetro de conductividad térmica de la muestra, se realizará dependiendo de la estabilidad de los resultados que pueden ser horas o días.

### Resultados de Medición:

Cuadro N° 5.14 Resultado de medición de la muestra de yeso

Descripción de la muestra	
<b>Características:</b> Material de yeso, se midió con cubierta de plástico transparente.	
<b>Identificación:</b> Muestras Y1 y Y2.	
<b>Dimensiones:</b> Placa de 25.00 cm x 25.00 cm x 1.968 cm.	
Descripción del patrón	
<b>Nombre del aparato:</b> Aparato de Placa Caliente con Guarda (APCG).	
<b>Orientación de las placas:</b> Horizontal.	
<b>Modo de operación:</b> Doble lado de medición.	
Procedimiento de prueba	
Estado permanente con APCG.	
Valores experimentales	
Nombre de la variable:	
Potencia disipada durante la prueba / W	9.8275
Temperatura en la placa caliente / °C	32.02
Temperatura en la placa fría / °C	14.20
Gradiente de temperatura en la muestra / °C	17.82
Temperatura media o de la prueba / °C	23.10
Temperatura ambiente / °C	21.60
Humedad relativa / %HR	58.00
Espesor de la muestra / m	0.01968
Área de medición / m <sup>2</sup>	0.0214484
Conductividad térmica / W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	<b>0.254</b>

Fuente: Piñas, J. (2018) Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Física.

Cuadro N° 5.15 Resultado de medición de la muestra de totora

<b>Descripción de la muestra</b>	
<b>Características:</b> Material de fibra vegetal (Totora), se midió con cubierta de plástico transparente.	
<b>Identificación:</b> T1 y T2.	
<b>Dimensiones:</b> Placa de 25.00 cm x 25.00 cm x 2.457 cm.	
<b>Descripción del patrón</b>	
<b>Nombre del aparato:</b> Aparato de Placa Caliente con Guarda (APCG).	
<b>Orientación de las placas:</b> Horizontal.	
<b>Modo de operación:</b> Doble lado de medición.	
<b>Procedimiento de prueba</b>	
Estado permanente con APCG.	
<b>Valores experimentales</b>	
<b>Nombre de la variable:</b>	
Potencia disipada durante la prueba / W	1.4017
Temperatura en la placa caliente / °C	31.23
Temperatura en la placa fría / °C	13.77
Gradiente de temperatura en la muestra / °C	17.50
Temperatura media o de la prueba / °C	22.50
Temperatura ambiente / °C	20.70
Humedad relativa / %HR	62.00
Espesor de la muestra / m	0.02457
Área de medición / m <sup>2</sup>	0.0214484
Conductividad térmica / W m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>	<b>0.045</b>

Fuente: Piñas, J. (2018) Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompósito. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Física.

## 5.7 CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL PANEL MURO EXTERNO E INTERNO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO

### Objetivo:

- Determinar la Transmitancia Térmica de los cerramientos de los Paneles Muro externo e interno del Sistema Constructivo Propuesto.

### 5.7.1 Cálculo de la Transmitancia Térmica del Panel Muro Externo:

Para determinar la transmitancia térmica del Panel Muro Externo se hace uso de los datos de las conductividades térmicas de cada uno de los materiales que conforman dicho panel.

El Panel Muro Externo del sistema constructivo está constituido en dirección del exterior al interior por una capa de tarrajeo mortero de cemento y tierra proporción

C:T/ 1:5 de espesor 0.010 m, seguido de una capa de tarrajeo primario de cemento y tierra en la proporción C:T/ 1:4 de espesor 0.015 m, alma de totora de espesor 0.060 m, capa de tarrajeo primario de cemento y tierra en la proporción C:T/ 1:4 de espesor 0.015 m y por ultimo una capa final interior de yeso de espesor 0.010 m.

Para el cálculo de la transmitancia térmica del panel muro externo, se representa gráficamente las resistencias térmicas en serie y paralelo dependiendo de la composición de materiales en el panel, para luego calcular una resistencia equivalente ( $R_{eq.}$ ), donde su inversa es la transmitancia térmica (U).

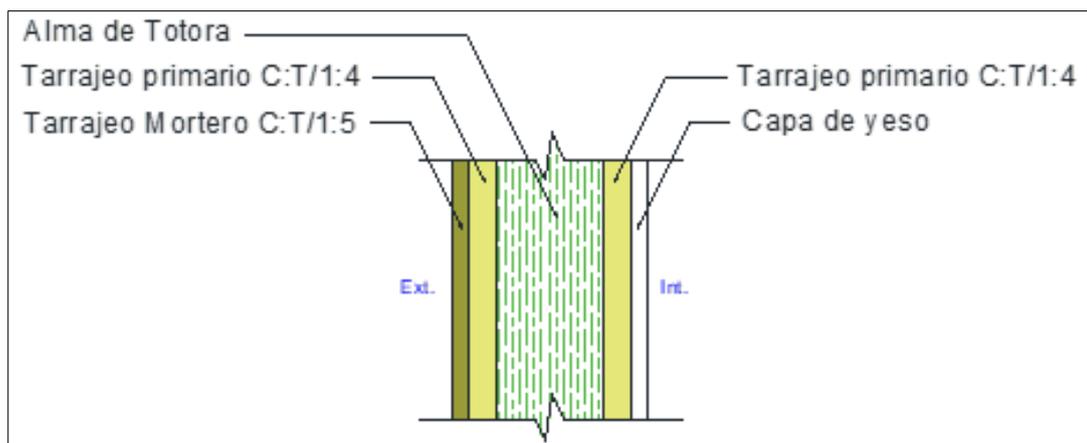


Figura N°5.22 Esquema de la composición del panel muro externo

Fuente: Elaboración propia

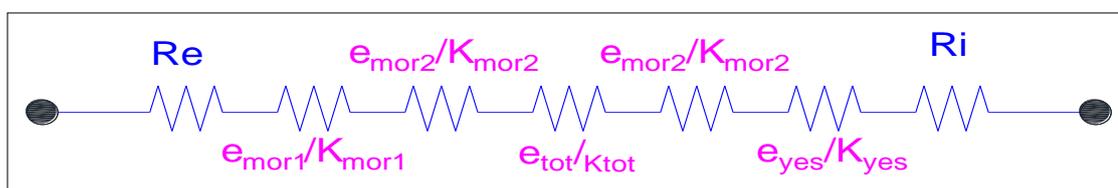


Figura N°5.23 Representación del circuito térmico del panel muro externo

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- **Ext.:** Representa el exterior.
- **Int.:** Representa el interior.

- $e_{mor1}$ : Representa el espesor del tarrajeo de mortero C:T/1:5 en (m) cuyo valor es 0.010.
- $e_{mor2}$ : Representa el espesor del tarrajeo primario C:T/1:4 en (m) cuyo valor es 0.015.
- $e_{tot}$ : Representa el espesor del alma de totora en (m) cuyo valor es 0.060.
- $e_{yes}$ : Representa el espesor de la capa de yeso en (m) cuyo valor es 0.010.
- $K_{mor1}$ : Representa la conductividad térmica del tarrajeo de mortero C:T/1:5 en (W/m.K) cuyo valor es 1.40, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $K_{mor2}$ : Representa la conductividad térmica del tarrajeo primario C:T/1:4 en (W/m.K) cuyo valor es 1.40, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $K_{tot}$ : Representa la conductividad térmica del alma de totora en (W/m.K) cuyo valor es 0.045, dato tomado de los ensayos realizados en el Aparato de la Placa Caliente con Guarda.
- $K_{yes}$ : Representa la conductividad térmica de la capa de yeso en (W/m.K) cuyo valor es 0.254, dato tomado de los ensayos realizados en el Aparato de la Placa Caliente con Guarda.
- $R_e$ : Representa la resistencia térmica superficial exterior en ( $m^2 \cdot K/W$ ) cuyo valor es **0.11**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $R_i$ : Representa la resistencia térmica superficial interior en ( $m^2 \cdot K/W$ ) cuyo valor es **0.06**, dato tomado de la norma técnica EM.110.

De la representación del circuito térmico del panel muro, la Resistencia Equivalente es:

$$R_{eq.} = R_e + \frac{e_{mor1}}{k_{mor1}} + \frac{e_{mor2}}{k_{mor2}} + \frac{e_{tot}}{k_{tot}} + \frac{e_{mor2}}{k_{mor2}} + \frac{e_{yes}}{k_{yes}} + R_i$$

Reemplazando datos:

$$R_{eq.} = 0.11 + \frac{0.010}{1.40} + \frac{0.015}{1.40} + \frac{0.060}{0.045} + \frac{0.015}{1.40} + \frac{0.010}{0.254} + 0.06 = 1.57 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{1.57} = 0.637 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Cuadro N° 5.16 Transmitancia térmica del panel muro externo

MATERIALES	e (m)	K (W/m.K)	e/K (m <sup>2</sup> .K/W)	U (W/m <sup>2</sup> .K)
Tarrajeo mortero C:T/1:5	0.010	1.40	0.007	
Tarrajeo primario C:T/1:4	0.015	1.40	0.011	
Alma de Totora	0.060	0.045	1.333	
Tarrajeo primario C:T/1:4	0.015	1.40	0.011	
Capa de yeso	0.010	0.254	0.039	
Ri+Re			0.17	
<b>Resistencia Equivalente (R eq.) =</b>			<b>1.57</b>	
<b>Transmitancia Térmica (U) =</b>			<b>0.637</b>	

Fuente: Elaboración Propia

### 5.7.2 Cálculo de la Transmitancia Térmica del Panel Muro Interno:

Para determinar la transmitancia térmica del Panel Muro Interno, se sigue el mismo procedimiento anterior haciendo uso de los datos de las conductividades térmicas de cada uno de los materiales que conforman dicho panel.

El Panel Muro Interno del sistema constructivo denominado también como muro de tabiquería, está constituido en dirección del exterior al interior por una capa de yeso de espesor 0.010 m, seguido de una capa de tarrajeo primario de cemento y tierra en la proporción C:T/ 1:4 de espesor 0.015 m, alma de totora de espesor 0.060 m, capa de tarrajeo primario de cemento y tierra en la proporción C:T/ 1:4 de espesor 0.015 m y por ultimo una capa de yeso de espesor 0.010 m.

Para el cálculo de la Transmitancia Térmica del panel muro interno, se representa gráficamente las resistencias térmicas en serie y paralelo dependiendo de la composición de materiales en el panel, para luego calcular una resistencia equivalente ( $R_{eq.}$ ), donde su inversa es la transmitancia térmica (U).

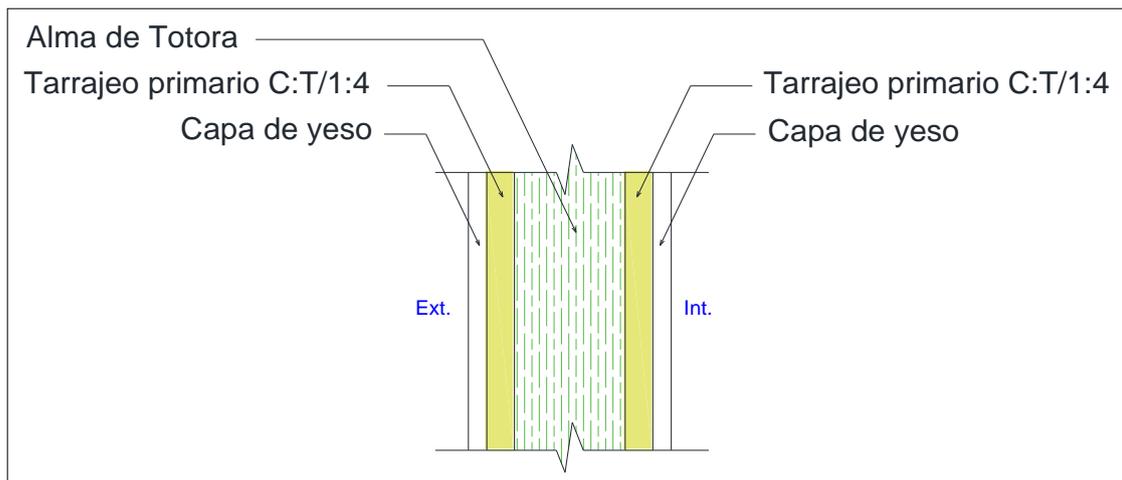


Figura N°5.24 Esquema de la composición del panel muro interno

Fuente: Elaboración propia

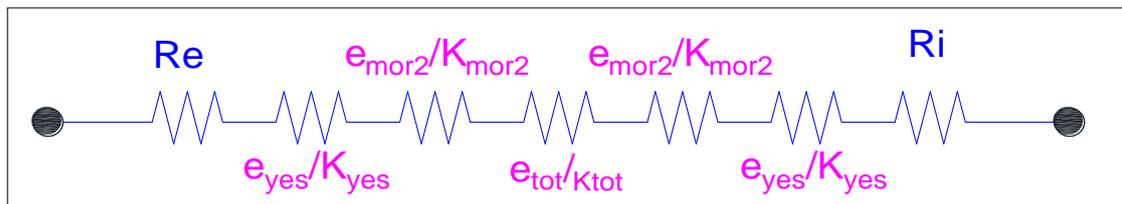


Figura N°5.25 Representación del circuito térmico del panel muro interno

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- **Ext.:** Representa el exterior.
- **Int.:** Representa el interior.
- **$e_{yes}$ :** Representa el espesor de la capa de yeso en (m) cuyo valor es 0.010.
- **$e_{mor2}$ :** Representa el espesor del tarrajeo primario C:T/1:4 en (m) cuyo valor es 0.015.
- **$e_{tot}$ :** Representa el espesor del alma de Totora en (m) cuyo valor es 0.060.
- **$K_{yes}$ :** Representa la conductividad térmica de la capa de yeso en (W/m.K) cuyo valor es 0.254, dato tomado de los ensayos realizados en el Aparato de la Placa Caliente con Guarda.
- **$K_{mor2}$ :** Representa la conductividad térmica del tarrajeo primario C:T/1:4 en (W/m.K) cuyo valor es 1.40, dato tomado de la norma técnica EM.110.

- **K<sub>tot</sub>**: Representa la conductividad térmica del alma de totora en (W/m.K) cuyo valor es 0.045, dato tomado de los ensayos realizados en el Aparato de la Placa Caliente con Guarda.
- **Re**: Representa la resistencia térmica superficial exterior en (m<sup>2</sup>.K/W) cuyo valor es 0.11, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- **Ri**: Representa la resistencia térmica superficial interior en (m<sup>2</sup>.K/W) cuyo valor es 0.06, dato tomado de la norma técnica EM.110.

De la representación del circuito térmico del panel muro, la Resistencia Equivalente es:

$$R_{eq.} = R_e + \frac{e_{yes}}{k_{yes}} + \frac{e_{mor2}}{k_{mor2}} + \frac{e_{tot}}{k_{tot}} + \frac{e_{mor2}}{k_{mor2}} + \frac{e_{yes}}{k_{yes}} + R_i$$

Reemplazando datos:

$$R_{eq.} = 0.11 + \frac{0.010}{0.254} + \frac{0.015}{1.40} + \frac{0.060}{0.045} + \frac{0.015}{1.40} + \frac{0.010}{0.254} + 0.06 = 1.60 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{1.60} = 0.625 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Cuadro N° 5.17 Transmitancia térmica del panel muro interno

MATERIALES	e (m)	K (W/m.K)	e/K (m <sup>2</sup> .K/W)	U (W/m <sup>2</sup> .K)
Capa de yeso	0.010	0.254	0.039	
Tarrajeo primario C:T/1:4	0.015	1.40	0.011	
Alma de Totora	0.060	0.045	1.333	
Tarrajeo primario C:T/1:4	0.015	1.40	0.011	
Capa de yeso	0.010	0.254	0.039	
Ri+Re			0.17	
<b>Resistencia Equivalente (R eq.) =</b>			<b>1.60</b>	
<b>Transmitancia Térmica (U) =</b>				<b>0.625</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 5.8 CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL TECHO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO

Para determinar la transmitancia térmica del techo, se sigue el mismo procedimiento anterior haciendo uso de los datos de las conductividades térmicas de cada uno de los materiales que la conforman.

El techo del sistema constructivo, está constituido en dirección del exterior al interior por planchas de calamina a dos aguas de espesor 0.0002 m, seguido de correas de madera 2"x3" ~ (0.04 m x 0.06 m), en forma paralela entre las correas de maderas se colocan planchas de totora de espesor 0.06 m, y por ultimo placas de fibrocemento de espesor 0.0004 m. El cielo raso está conformado por placas de fibrocemento de espesor 0.0004 m.

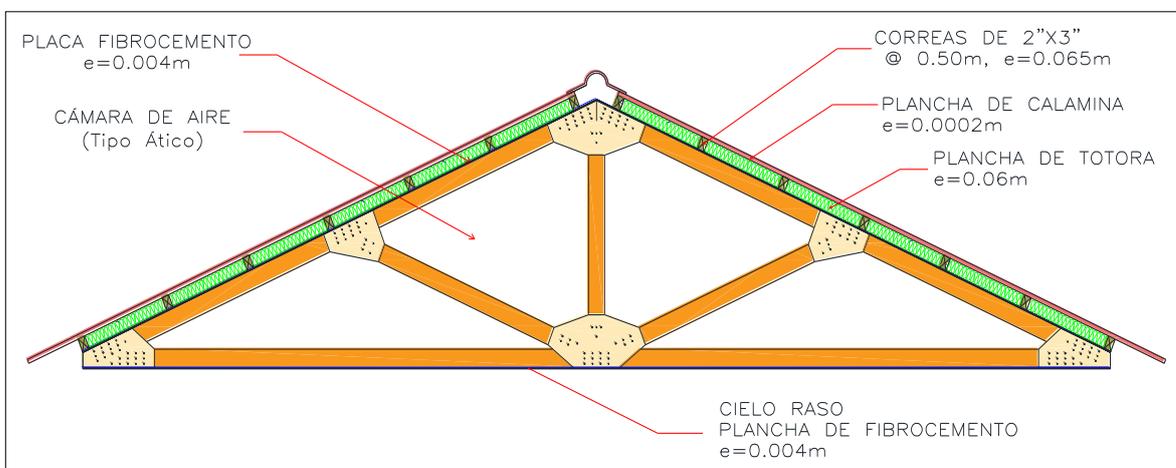


Figura N°5.26 Esquema de la composición del techo a dos aguas con cielo raso

Fuente: Elaboración propia

Entre el techo y el cielo raso hay una cámara de aire (tipo ático). Se calcula su transmitancia térmica  $U$  de acuerdo a los datos de las conductividades térmicas de los materiales que lo conforman. Se ha considerado la resistencia de la cámara de aire  $0.16\text{m}^2.\text{K/W}$ , resistencia superficial interior ( $R_i=0.09\text{ m}^2.\text{K/W}$ ) y Resistencia superficial exterior ( $R_e=0.09\text{ m}^2.\text{K/W}$ ) según recomendación de la norma EM.110.

Para el cálculo de la resistencia térmica de la combinación techo a dos aguas con cámara de aire tipo ático y cielo raso, según la bibliografía del libro Heating and Cooling of Buildings de Cengel Y., cap. 16, se puede aplicar la siguiente formula:

$$R_{eq.} = R_{cieloraso} + R_{techo} \left( \frac{A_{cieloraso}}{A_{techo}} \right)$$

Donde:

- $R_{cieloraso}$ : Resistencia térmica del cieloraso
- $R_{techo}$ : Resistencia térmica del techo a dos aguas
- $A_{cieloraso}$ : Área del cieloraso
- $A_{techo}$ : Área del techo a dos aguas

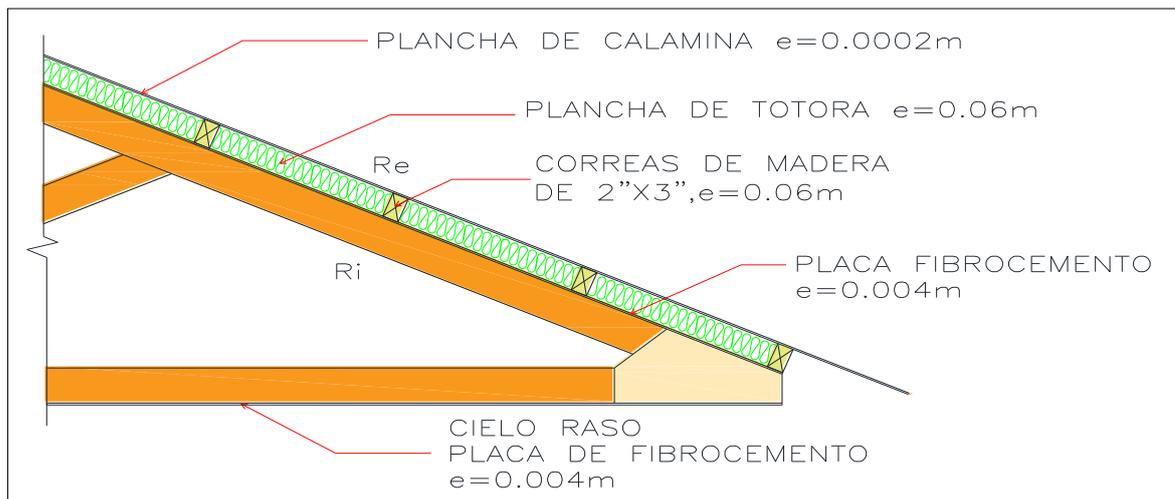


Figura N°5.27 Esquema de la composición del techo

Fuente: Elaboración propia

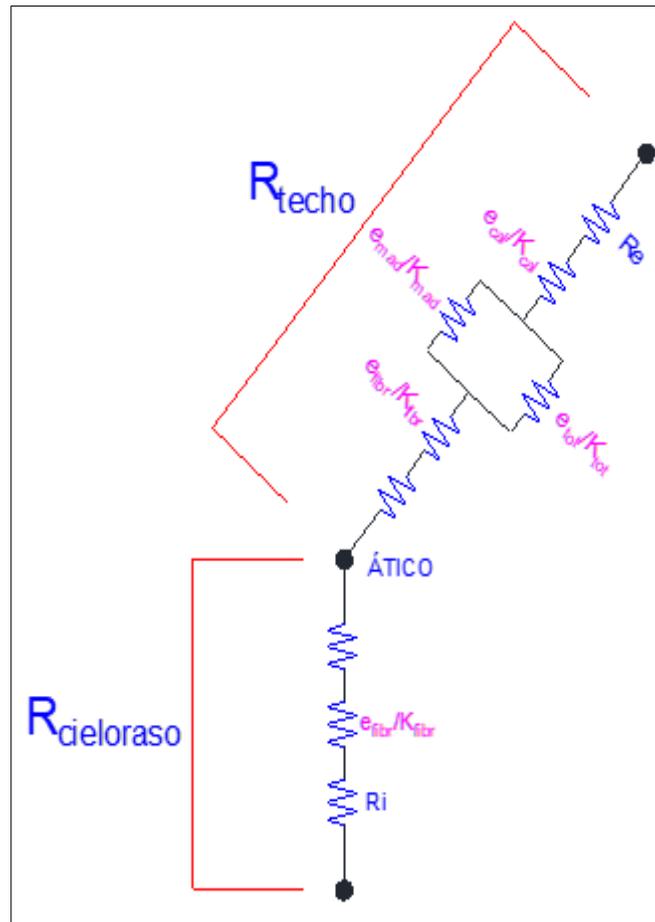


Figura N°5.28 Representación del circuito térmico de la combinación techo, cámara de aire y cieloraso

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- $e_{cal}$ : Representa el espesor de la plancha de calamina en (m) cuyo valor es **0.0002**.
- $e_{tot}$ : Representa el espesor de la plancha de Totorá en (m) cuyo valor es **0.060**.
- $e_{fib}$ : Representa el espesor de la placa de fibrocemento en (m) cuyo valor es **0.004**.
- $K_{cal}$ : Representa la conductividad térmica de la plancha de calamina en (W/m.K) cuyo valor es **135.53**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $K_{tot}$ : Representa la conductividad térmica de la plancha de totora en (W/m.K) cuyo valor es **0.045**, dato tomado de los ensayos realizados en el Aparato de la Placa Caliente con Guarda.
- $K_{fib}$ : Representa la conductividad térmica de la placa de fibrocemento en (W/m.K) cuyo valor es **1.40**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $Re$ : Representa la resistencia térmica superficial exterior en ( $m^2 \cdot K/W$ ) cuyo valor es **0.05**, para zona bioclimática "Altoandina" dato tomado de la norma técnica EM.110.

- **R<sub>i</sub>**: Representa la resistencia térmica superficial interior en (m<sup>2</sup> .K/W) cuyo valor es **0.09**, para zona bioclimática “Altoandina” dato tomado de la norma técnica EM.110.

De la representación del circuito térmico del techo a dos aguas con cámara de aire tipo ático y cielo raso, se realiza lo siguiente:

a) Cálculo de la resistencia térmica del techo a dos aguas:

$$R_{\text{techo}} = R_e + \frac{e_{\text{cal}}}{k_{\text{cal}}} + \frac{e_{\text{mad}} * e_{\text{tot}}}{e_{\text{mad}} * K_{\text{tot}} + e_{\text{tot}} * K_{\text{mad}}} + \frac{e_{\text{fibr}}}{k_{\text{fibr}}} + R_{\text{aire}}$$

$$R_{\text{techo}} = 0.05 + \frac{0.0002}{135.53} + \frac{0.065 * 0.065}{0.065 * 0.045 + 0.065 * 0.13} + \frac{0.004}{1.40} + 0.16 = \mathbf{0.58 \frac{m^2 \cdot K}{W}}$$

b) Cálculo de la resistencia térmica del cieloraso:

$$R_{\text{cieloraso}} = R_{\text{aire}} + \frac{e_{\text{fibr}}}{k_{\text{fibr}}} + R_i$$

$$R_{\text{cieloraso}} = 0.16 + \frac{0.004}{1.40} + 0.09 = \mathbf{0.25 \frac{m^2 \cdot K}{W}}$$

c) Área de techo y cieloraso

$$A_{\text{techo}} = 2 \times 3.10 \text{ m} \times 5.67 \text{ m} = 35.15 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{cieloraso}} = 5.67 \text{ m} \times 5.67 \text{ m} = 32.15 \text{ m}^2$$

Reemplazando datos:

$$R_{\text{eq.}} = R_{\text{cieloraso}} + R_{\text{techo}} \left( \frac{A_{\text{cieloraso}}}{A_{\text{techo}}} \right)$$

$$R_{\text{eq.}} = 0.25 + 0.58 \left( \frac{32.15}{35.15} \right) = \mathbf{0.78 \frac{m^2 \cdot K}{W}}$$

$$U = \frac{1}{R_{\text{eq.}}} = \frac{1}{0.78} = \mathbf{1.28 \frac{W}{m^2 \cdot K}}$$

## 5.9 CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DEL PISO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO

La composición del piso del sistema constructivo, está constituido por tierra apisonada y nivelada, seguido de una cama de piedra de espesor 0.05 m, durmientes de madera de 2" x 4" con relleno de totora de espesor 0.09 m y por encima de ello un entablado de madera de 1" x 10".

Se calcula su transmitancia térmica "U" de acuerdo a los datos de las conductividades térmicas de los materiales que la conforman. Se ha considerado la resistencia superficial interior ( $R_i=0.09 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) y Resistencia superficial exterior ( $R_e=0.09 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) según recomendación de la norma EM.110.

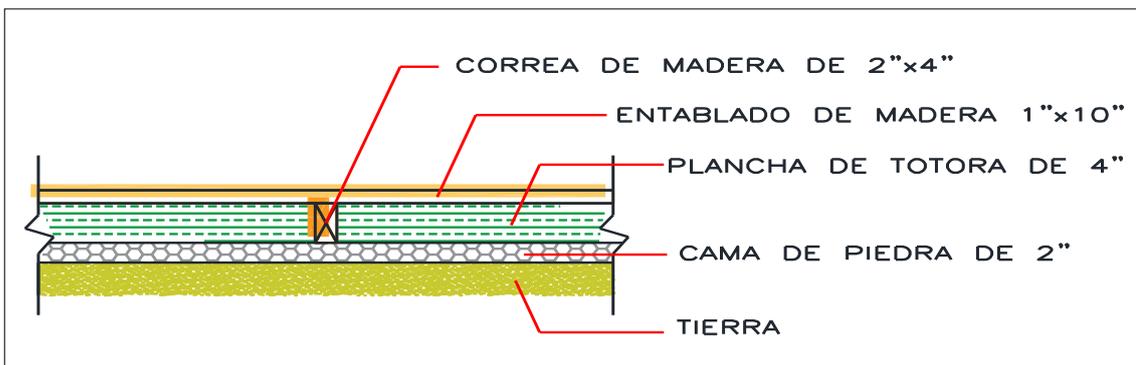


Figura N°5.29 Esquema de la composición del piso

Fuente: Elaboración propia

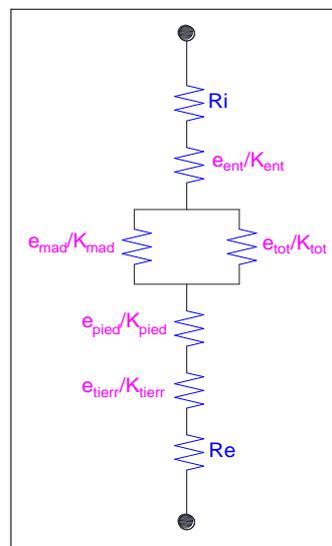


Figura N°5.30 Representación del circuito térmico del piso

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- $e_{ent}$ : Representa el espesor del Entablado de Madera en (m) cuyo valor es **0.025**.
- $e_{mad}$ : Representa el espesor de la Correa de Madera en (m) cuyo valor es **0.090**.
- $e_{tot}$ : Representa el espesor de la Plancha de Totora en (m) cuyo valor es **0.090**.
- $e_{pied}$ : Representa el espesor de la Cama de Piedra en (m) cuyo valor es **0.050**.
- $e_{tierr}$ : Representa el espesor de la Tierra Apisonada y Nivelada en (m) cuyo valor es **0.10**.
- $K_{ent}$ : Representa la conductividad térmica del Entablado de Madera Tornillo en (W/m.K) cuyo valor es **0.130**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $K_{mad}$ : Representa la conductividad térmica de la Correa de Madera Tornillo en (W/m.K) cuyo valor es **0.130**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $K_{tot}$ : Representa la conductividad térmica de la Plancha de Totora en (W/m.K) cuyo valor es **0.045**, dato tomado de los ensayos realizados en el Aparato de la Placa Caliente con Guarda.
- $K_{pied}$ : Representa la conductividad térmica de la Cama de Piedra en (W/m.K) cuyo valor es **1.40**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $K_{tierr}$ : Representa la conductividad térmica de la Tierra Apisonada y Nivelada en (W/m.K) cuyo valor es **1.40**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $R_e$ : Representa la resistencia térmica superficial exterior en ( $m^2 \cdot K/W$ ) cuyo valor es **0.09**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $R_i$ : Representa la resistencia térmica superficial interior en ( $m^2 \cdot K/W$ ) cuyo valor es **0.09**, para zona bioclimática "Altoandina" dato tomado de la norma técnica EM.110.

De la representación del circuito térmico del techo, la Resistencia Equivalente es:

$$R_{eq.} = R_i + \frac{e_{ent}}{k_{ent}} + \frac{e_{mad} * e_{tot}}{e_{mad} * K_{tot} + e_{tot} * K_{mad}} + \frac{e_{pied}}{k_{pied}} + \frac{e_{tierr}}{k_{tierr}} + R_e$$

Reemplazando datos:

$$R_{eq.} = 0.09 + \frac{0.025}{0.130} + \frac{0.090 * 0.090}{0.090 * 0.045 + 0.090 * 0.130} + \frac{0.050}{1.40} + \frac{0.10}{0.52} + 0.09$$

$$R_{eq.} = 1.11 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{1.11} = 0.90 \frac{W}{m^2.K}$$

Cuadro N° 5.18 Transmitancia térmica del piso

MATERIALES	e (m)	K (W/m.K)	e/K (m <sup>2</sup> .K/W)	U (W/m <sup>2</sup> .K)
Enablado de Madera	0.025	0.130	0.192	
Correa de Madera	0.090	0.130	0.514	
Alma de Totora	0.090	0.045		
Cama de Piedra	0.050	1.40	0.036	
Tierra Nivelada y Apisonada	0.10	0.52	0.192	
Ri+Re			0.18	
<b>Resistencia Equivalente (R eq.) =</b>			<b>1.11</b>	
<b>Transmitancia Térmica (U) =</b>				<b>0.90</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 5.10 CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA PUERTA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO

Para determinar la transmitancia térmica del Panel Puerta, se sigue el mismo procedimiento anterior haciendo uso de los datos de las conductividades térmicas de cada uno de los materiales que conforman dicho panel puerta.

El Panel Puerta del sistema constructivo está constituido en dirección del exterior al interior por una placa de fibrocemento de espesor 0.004 m, seguido por un relleno de totora de espesor 0.0375 m y por ultimo otra placa de fibrocemento de espesor 0.004 m.

Para el cálculo de la transmitancia Térmica del panel puerta, se representa gráficamente las resistencias térmicas, para luego calcular una resistencia equivalente ( $R_{eq.}$ ), donde su inversa es la transmitancia térmica (U).

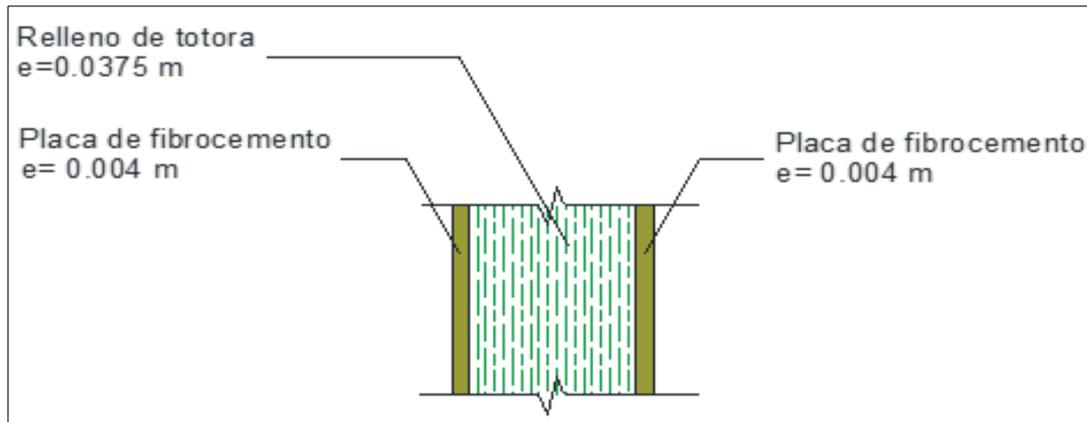


Figura N°5.31 Esquema de la composición del panel puerta

Fuente: Elaboración propia

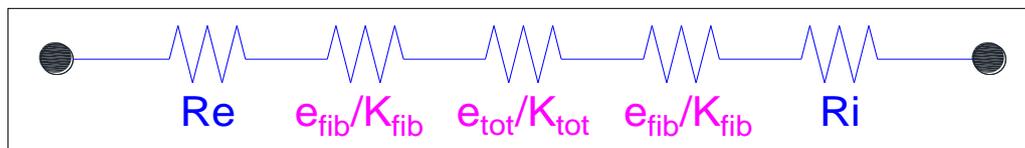


Figura N°5.32 Representación del circuito térmico del panel puerta

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- $e_{fib}$ : Representa el espesor de la placa de fibrocemento en (m) cuyo valor es **0.004**.
- $e_{tot}$ : Representa el espesor del relleno de Totorá en (m) cuyo valor es **0.0375**.
- $K_{tot}$ : Representa la conductividad térmica de la plancha de totora en (W/m.K) cuyo valor es **0.045**, dato tomado de los ensayos realizados en el Aparato de la Placa Caliente con Guarda.
- $K_{fibr}$ : Representa la conductividad térmica de la placa de fibrocemento en (W/m.K) cuyo valor es **1.40**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $Re$ : Representa la resistencia térmica superficial exterior en ( $m^2 \cdot K/W$ ) cuyo valor es **0.11**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $Ri$ : Representa la resistencia térmica superficial interior en ( $m^2 \cdot K/W$ ) cuyo valor es **0.06**, para zona bioclimática "Altoandina" dato tomado de la norma técnica EM.110.

De la representación del circuito térmico del Panel Puerta, la Resistencia Equivalente es:

$$R_{eq.} = R_e + \frac{e_{fib}}{k_{fib}} + \frac{e_{tot}}{k_{tot}} + \frac{e_{fibr}}{k_{fibr}} + R_i$$

Reemplazando datos:

$$R_{eq.} = 0.11 + \frac{0.004}{1.40} + \frac{0.0375}{0.045} + \frac{0.004}{1.40} + 0.06 = 1.00 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{1.00} = 1.00 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Cuadro N° 5.19 Transmitancia térmica del panel puerta

MATERIALES	e (m)	K (W/m.K)	e/K (m <sup>2</sup> .K/W)	U (W/m <sup>2</sup> .K)
Placa de fibrocemento	0.004	1.40	0.0028	
Relleno de totora	0.0375	0.045	0.833	
Placa de fibrocemento	0.004	1.40	0.0028	
Ri+Re			0.17	
<b>Resistencia Equivalente (R eq.) =</b>			<b>1.00</b>	
<b>Transmitancia Térmica (U) =</b>				<b>1.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

Luego se incluye el marco de la puerta del sistema constructivo, teniendo en cuenta el tipo de carpintería de la puerta de 0.90 m x 2.10 m, madera tornillo.

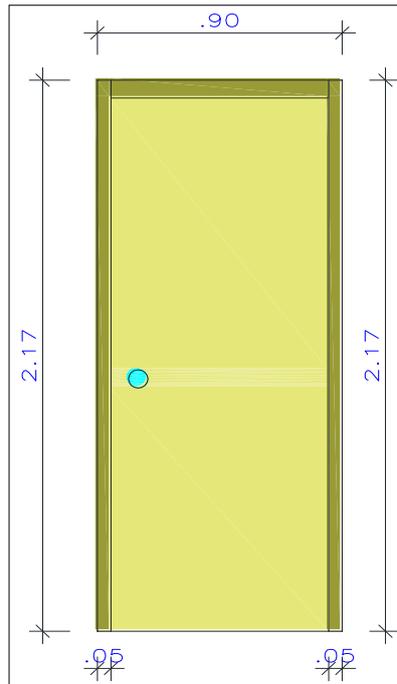


Figura N°5.33 Esquema del marco de madera junto con el panel puerta

Fuente: Elaboración propia

Se calcula el área del panel puerta sin contar el marco de madera:

$$S_{\text{panel puerta}} = 0.84\text{m} \times 2.10\text{m} = 1.76 \text{ m}^2$$

Luego se calcula el área del marco de la puerta:

$$S_{\text{marco}} = \text{perímetro del marco} \times \text{espesor}$$

$$S_{\text{marco}} = 5.24 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} = 0.26 \text{ m}^2$$

Finalmente la transmitancia térmica de la puerta  $U_{\text{puerta}}$  se calcula de la siguiente forma:

$$U_{\text{puerta}} = \frac{S_{\text{panel puerta}} * U_{\text{panel puerta}} + S_{\text{marco}} * U_{\text{marco}}}{S_{\text{panel puerta}} + S_{\text{marco}}}$$

Teniendo en cuenta que la transmitancia térmica del marco de puerta

$$U_{\text{marco}} = 4.70 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}, \text{ dato tomado de la norma técnica EM.110 y que la transmitancia}$$

$$\text{térmica del vidrio } U_{\text{panel puerta}} = 1.00 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \text{ obtenido del cálculo realizado, se}$$

reemplaza y se obtiene lo siguiente:

$$U_{\text{puerta}} = \frac{1.76 * 1.00 + 0.26 * 4.70}{1.76 + 0.26} = 1.48 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

### 5.11 CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LA VENTANA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO

Para determinar la transmitancia térmica de la ventana, se sigue el mismo procedimiento anterior haciendo uso de los datos de las conductividades térmicas de cada uno de los materiales que lo conforman.

La ventana del sistema constructivo es de 0.90 m x 0.90 m y está constituido en dirección del exterior al interior por una plancha de vidrio de espesor 0.005 m, seguido por una cámara de aire de 0.05 m y por ultimo otra plancha de vidrio de espesor 0.005 m.

Para el cálculo de la Transmitancia Térmica del vidrio, se representa gráficamente las resistencias térmicas, para luego calcular una resistencia equivalente ( $R_{eq.}$ ), donde su inversa es la transmitancia térmica (U).

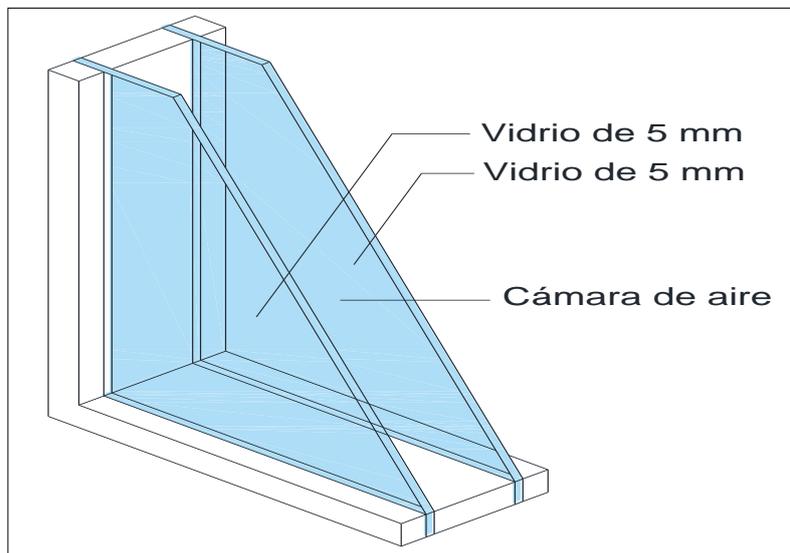


Figura N°5.34 Esquema de la composición de la ventana de doble vidrio

Fuente: Elaboración propia

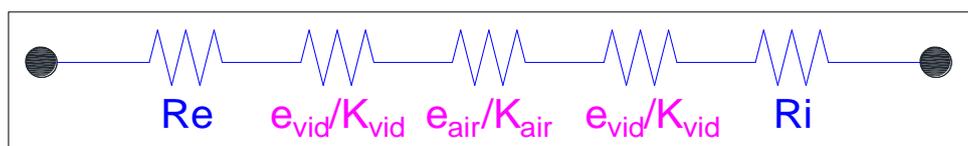


Figura N°5.35 Representación del circuito térmico del doble vidrio

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- $e_{vid}$ : Representa el espesor del vidrio en (m) cuyo valor es **0.005**.
- $e_{air}$ : Representa el espesor de la cámara de aire (m) cuyo valor es **0.05**.
- $K_{vid}$ : Representa la conductividad térmica del vidrio en (W/m.K) cuyo valor es **0.80**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $e_{air}/K_{air}$ : Representa la resistencia térmica de la cámara de aire en (W/m.K) cuyo valor es **0.16**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $R_e$ : Representa la resistencia térmica superficial exterior en ( $m^2 \cdot K/W$ ) cuyo valor es **0.11**, para zona bioclimática “Altoandina” dato tomado de la norma técnica EM.110.
- $R_i$ : Representa la resistencia térmica superficial interior en ( $m^2 \cdot K/W$ ) cuyo valor es **0.06**, para zona bioclimática “Altoandina” dato tomado de la norma técnica EM.110.

De la representación del circuito térmico del doble vidrio, la Resistencia Equivalente es:

$$R_{eq.} = R_e + \frac{e_{vid}}{K_{vid}} + \frac{e_{air}}{K_{air}} + \frac{e_{vid}}{K_{vid}} + R_i$$

Reemplazando datos:

$$R_{eq.} = 0.11 + \frac{0.005}{0.80} + 0.16 + \frac{0.005}{0.80} + 0.06 = 0.34 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$U_{vidrio} = \frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{0.34} = 2.94 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Cuadro N° 5.20 Transmitancia térmica del doble vidrio

MATERIALES	e (m)	K (W/m.K)	e/K ( $m^2 \cdot K/W$ )	U ( $W/m^2 \cdot K$ )
Vidrio de 5 mm	0.005	0.80	0.0063	
Cámara de aire	0.04		0.16	
Vidrio de 5 mm	0.005	0.80	0.0063	
R <sub>i</sub> +R <sub>e</sub>			0.17	
<b>Resistencia Equivalente (R eq.) =</b>			<b>0.34</b>	
<b>Transmitancia Térmica (U) =</b>				<b>2.94</b>

Fuente: Elaboración Propia

Luego se incluye el marco de ventana del sistema constructivo, teniendo en cuenta el tipo de carpintería de la ventana de 0.90 m x 0.90 m (madera tornillo, batiente de doble hoja).

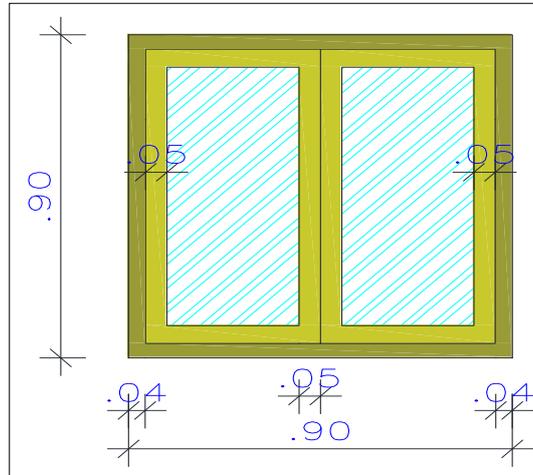


Figura N°5.36 Esquema del marco de ventana junto con el doble vidrio

Fuente: Elaboración propia

Se calcula el área del vidrio sin contar la carpintería de la ventana:

$$S_{\text{vidrio}} = 0.62\text{m} \times 0.72\text{m} = 0.44 \text{ m}^2$$

Luego se calcula el área del marco de la ventana:

$$S_{\text{marco}} = \text{perimetro del marco} \times \text{espesor}$$

$$S_{\text{marco}} = 3.60 \text{ m} \times 0.04 \text{ m} = 0.14 \text{ m}^2$$

Finalmente la transmitancia térmica de la ventana  $U_{\text{ventana}}$  se calcula de la siguiente forma:

$$U_{\text{ventana}} = \frac{S_{\text{vidrio}} * U_{\text{vidrio}} + S_{\text{marco}} * U_{\text{marco}}}{S_{\text{vidrio}} + S_{\text{marco}}}$$

Teniendo en cuenta que la transmitancia térmica del marco de ventana  $U_{\text{marco}} = 2.00 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$ , dato tomado de la norma técnica EM.110 y que la transmitancia térmica del vidrio  $U_{\text{vidrio}} = 2.94 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$  obtenido del cálculo realizado, se reemplaza y se obtiene lo siguiente:

$$U_{\text{ventana}} = \frac{0.44 * 2.94 + 0.14 * 2.00}{0.44 + 0.14} = 2.71 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

## 5.12 CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE UN MURO DE ADOBE

Para determinar la Transmitancia térmica del muro de adobe se hace uso de los datos de las conductividades térmicas de cada uno de los materiales que conforman dicho muro.

El Muro de adobe está constituido en dirección del exterior al interior por una capa de tarrajeo con barro de espesor 0.010 m, adobe de espesor 0.40 m, junta de barro de espesor 0.40 m y por ultimo una capa final interior de yeso de espesor 0.010 m.

Para el cálculo de la transmitancia térmica del muro de adobe, se representa gráficamente las resistencias térmicas en serie y paralelo dependiendo de la composición de materiales del muro, para luego calcular una resistencia equivalente ( $R_{eq.}$ ), donde su inversa es la transmitancia térmica ( $U$ ).

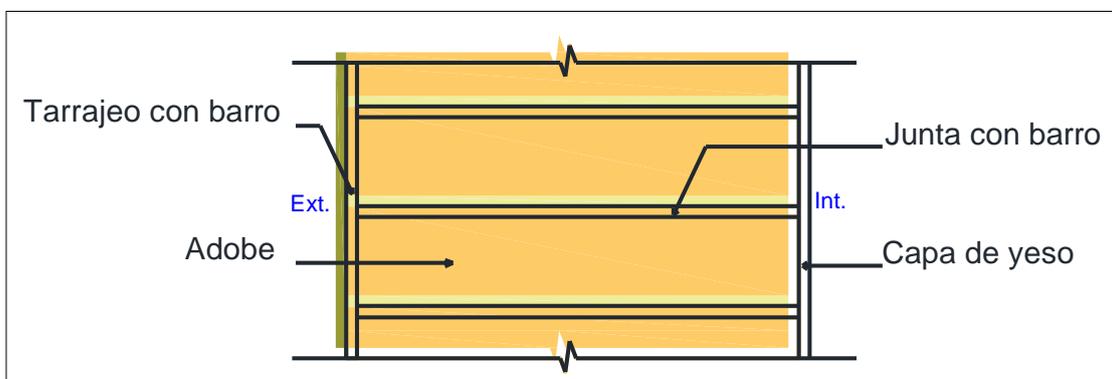


Figura N°5.37 Esquema de la composición del muro de adobe

Fuente: Elaboración propia

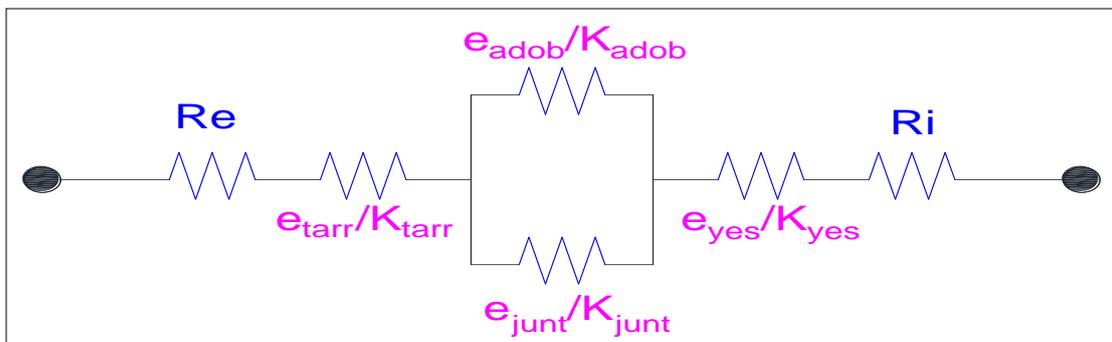


Figura N°5.38 Representación del circuito térmico del muro de adobe

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- **Ext.:** Representa el exterior.
- **Int.:** Representa el interior.
- **e<sub>tarr</sub>:** Representa el espesor del tarrajeo con barro en (m) cuyo valor es 0.010.
- **e<sub>adob</sub>:** Representa el espesor del adobe en (m) cuyo valor es 0.40.
- **e<sub>junt</sub>:** Representa el espesor de la junta con barro en (m) cuyo valor es 0.40.
- **e<sub>yes</sub>:** Representa el espesor de la capa de yeso en (m) cuyo valor es 0.010.
- **K<sub>tarr</sub>:** Representa la conductividad térmica del tarrajeo con barro en (W/m.K) cuyo valor es 0.90, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- **K<sub>adob</sub>:** Representa la conductividad térmica del adobe en (W/m.K) cuyo valor es 0.90, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- **K<sub>junt</sub>:** Representa la conductividad térmica de la junta con barro en (W/m.K) cuyo valor es 0.90, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- **K<sub>yes</sub>:** Representa la conductividad térmica de la capa de yeso en (W/m.K) cuyo valor es 0.254, dato tomado de los ensayos realizados en el Aparato de la Placa Caliente con Guarda.
- **Re:** Representa la resistencia térmica superficial exterior en (m<sup>2</sup> .K/W) cuyo valor es **0.11**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- **Ri:** Representa la resistencia térmica superficial interior en (m<sup>2</sup> .K/W) cuyo valor es **0.06**, dato tomado de la norma técnica EM.110.

De la representación del circuito térmico del muro de adobe, la Resistencia Equivalente es:

$$R_{eq.} = R_e + \frac{e_{tarr}}{k_{tarr}} + \frac{e_{adob} * e_{junt}}{e_{adob} * K_{junt} + e_{junt} * K_{adob}} + \frac{e_{yes}}{k_{yes}} + R_i$$

Reemplazando datos:

$$R_{eq.} = 0.11 + \frac{0.010}{0.90} + \frac{0.40 * 0.40}{0.40 * 0.90 + 0.40 * 0.90} + \frac{0.010}{0.254} + 0.06 = \mathbf{0.44 \frac{m^2 \cdot K}{W}}$$

$$U = \frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{0.44} = \mathbf{2.27 \frac{W}{m^2 \cdot K}}$$

Cuadro N° 5.21 Transmitancia térmica del muro de adobe

MATERIALES	e (m)	K (W/m.K)	e/K (m <sup>2</sup> .K/W)	U (W/m <sup>2</sup> .K)
Tarrajeo con barro	0.010	0.90	0.011	
Adobe 0.40mx0.40mx0.08m	0.40	0.90	0.222	
Junta con barro	0.40	0.90		
Capa de yeso	0.010	0.254	0.039	
Ri+Re			0.17	
<b>Resistencia Equivalente (R eq.) =</b>			<b>0.44</b>	
<b>Transmitancia Térmica (U) =</b>				<b>2.27</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 5.13 CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA DE UN MURO DE ALBAÑILERÍA

Para determinar la Transmitancia térmica del muro de albañilería se hace uso de los datos de las conductividades térmicas de cada uno de los materiales que conforman dicho muro.

El Muro de albañilería está constituido en dirección del exterior al interior por una capa de mortero de cemento y arena en la proporción de 1:5 de espesor 0.010 m, seguido del ladrillo de arcilla de espesor 0.13 m, junta de mortero de cemento y arena de espesor 0.13 m y por ultimo una capa de mortero de cemento y arena en la proporción de 1:5 de espesor 0.010 m.

Para el cálculo de la transmitancia térmica del muro de albañilería, se representa gráficamente las resistencias térmicas en serie y paralelo dependiendo de la composición de materiales del muro, para luego calcular una resistencia equivalente ( $R_{eq.}$ ), donde su inversa es la transmitancia térmica (U).

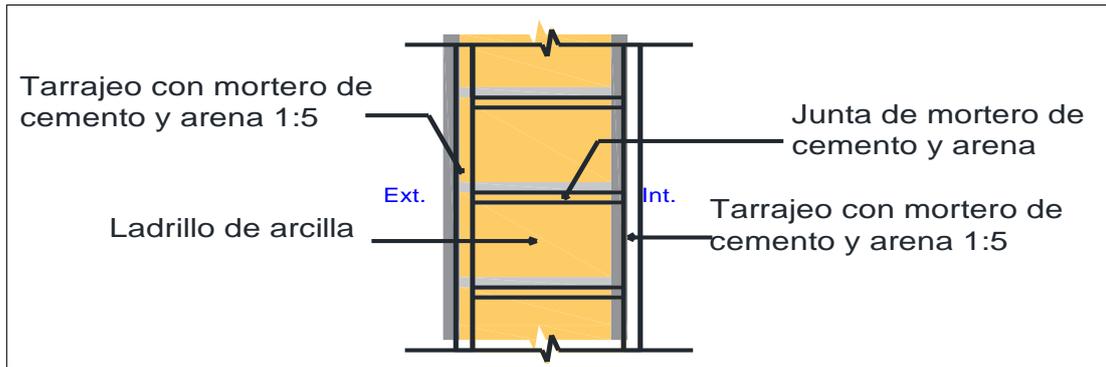


Figura N°5.39 Esquema de la composición del muro de albañilería

Fuente: Elaboración propia

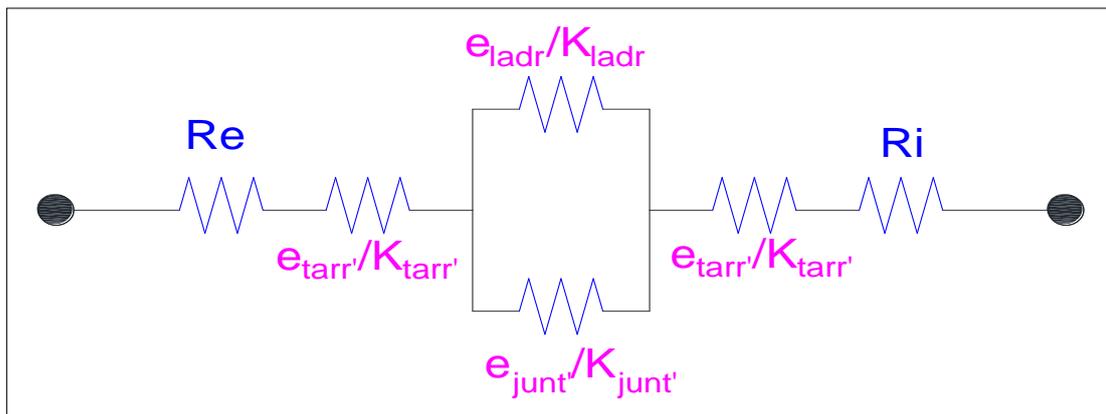


Figura N°5.40 Representación del circuito térmico del muro de albañilería

Fuente: Elaboración propia

Donde:

- **Ext.:** Representa el exterior.
- **Int.:** Representa el interior.
- **$e_{tarr'}$ :** Representa el espesor del tarrajeo con mortero de cemento y arena 1:5 en (m) cuyo valor es 0.015.
- **$e_{ladr}$ :** Representa el espesor del ladrillo de arcilla en (m) cuyo valor es 0.13.
- **$e_{junt'}$ :** Representa el espesor de la junta de mortero de cemento y arena en (m) cuyo valor es 0.13.
- **$K_{tarr'}$ :** Representa la conductividad térmica del tarrajeo con mortero de cemento y arena 1:5 en (W/m.K) cuyo valor es 1.40, dato tomado de la norma técnica EM.110.

- **K<sub>ladr</sub>**: Representa la conductividad térmica del ladrillo de arcilla en (W/m.K) cuyo valor es 0.47, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- **K<sub>junt'</sub>**: Representa la conductividad térmica de la junta de mortero de cemento y arena en (W/m.K) cuyo valor es 1.40, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- **Re**: Representa la resistencia térmica superficial exterior en (m<sup>2</sup> .K/W) cuyo valor es **0.11**, dato tomado de la norma técnica EM.110.
- **Ri**: Representa la resistencia térmica superficial interior en (m<sup>2</sup> .K/W) cuyo valor es **0.06**, dato tomado de la norma técnica EM.110.

De la representación del circuito térmico del muro de albañilería, la Resistencia Equivalente es:

$$R_{eq.} = R_e + \frac{e_{tarr'}}{k_{tarr'}} + \frac{e_{ladr} * e_{junt'}}{e_{ladr} * K_{junt'} + e_{junt'} * K_{ladr}} + \frac{e_{tarr'}}{k_{tarr'}} + R_i$$

Reemplazando datos:

$$R_{eq.} = 0.11 + \frac{0.010}{1.40} + \frac{0.13 * 0.13}{0.13 * 1.40 + 0.13 * 0.47} + \frac{0.010}{1.40} + 0.06 = 0.253 \frac{m^2 \cdot K}{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{eq.}} = \frac{1}{0.253} = 3.95 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Cuadro N° 5.22 Transmitancia térmica del muro de albañilería

MATERIALES	e (m)	K (W/m.K)	e/K (m <sup>2</sup> .K/W)	U (W/m <sup>2</sup> .K)
Tarrajeo con mortero de cemento y arena 1:5	0.010	1.40	0.007	
Ladrillo de arcilla 0.24mx0.13mx0.09m	0.13	0.47	0.069	
Junta de mortero de cemento y arena	0.13	1.40		
Tarrajeo con mortero de cemento y arena 1:5	0.010	1.40	0.007	
Ri+Re			0.17	
<b>Resistencia Equivalente (R eq.) =</b>			<b>0.253</b>	
<b>Transmitancia Térmica (U) =</b>				<b>3.95</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 5.14 CUADRO COMPARATIVO DE TRANSMITANCIAS TÉRMICAS DEL PANEL MURO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO FRENTE AL MURO DE ABOBE Y AL MURO DE ALBAÑILERÍA.

A continuación se muestra el siguiente cuadro resumen comparativo del cálculo de transmitancia térmica del muro del sistema constructivo propuesto frente al muro de abobe y al muro de albañilería.

Cuadro N° 5.23 Transmitancias térmicas de los tipos de muros

TIPO DE MURO	MATERIALES	e (m)	K (W/m.K)	e/K (m <sup>2</sup> .K/W)	U <sub>muro</sub> (W/m <sup>2</sup> .K)
<b>1. PANEL MURO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO</b>	Tarrajeo mortero C:T/1:5	0.01	1.40	0.007	<b>0.637</b>
	Tarrajeo primario C:T/1:4	0.015	1.40	0.011	
	Alma de Totorá	0.06	0.045	1.333	
	Tarrajeo primario C:T/1:4	0.015	1.40	0.011	
	Capa de yeso	0.01	0.254	0.039	
	Ri+Re			0.17	
	<b>Resistencia Equivalente (R eq.) =</b>				
<b>2. MURO DE ADOBE</b>	Tarrajeo con barro	0.01	0.90	0.011	<b>2.27</b>
	Adobe 0.40mx0.40mx0.08m	0.40	0.90	0.222	
	Junta con barro	0.40	0.90		
	Capa de yeso	0.01	0.254	0.039	
	Ri+Re			0.17	
	<b>Resistencia Equivalente (R eq.) =</b>				
<b>3. MURO DE ALBAÑILERÍA</b>	Tarrajeo con mortero de cemento y arena 1:5	0.01	1.40	0.007	<b>3.95</b>
	Ladrillo de arcilla 0.24mx0.13mx0.09m	0.13	0.47	0.069	
	Junta de mortero de cemento y arena	0.13	1.40		
	Tarrajeo con mortero de cemento y arena 1:5	0.01	1.40	0.007	
	Ri+Re			0.17	
	<b>Resistencia Equivalente (R eq.) =</b>				

Fuente: Elaboración Propia

**CAPITULO VI. PRESUPUESTO, METRADOS Y ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS****6.1 PRESUPUESTO GENERAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO**

A continuación se detalla el presupuesto general de la propuesta del sistema constructivo con aislamiento térmico de 5.67 m x 5.67 m.

<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>					
<b>PROYECTO: PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS</b>					
<b>FECHA: AGOSTO 2018</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>METR</b>	<b>PRECIO (S/.)</b>	<b>PARCIAL (S/.)</b>
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>13,405.61</b>
<b>01.01</b>	<b>PROCESOS DE FABRICACIÓN</b>				<b>4,933.84</b>
<b>01.01.01</b>	<b>FABRICACIÓN</b>				<b>4,933.84</b>
01.01.01.01	Fabricación de paneles muro de 0.90m x 2.10m	und	28.00	87.26	2,443.28
01.01.01.02	Fabricación de paneles ventana de 0.90m x 2.10m	und	3.00	89.65	268.95
01.01.01.03	Fabricación de paneles ventana alta de 0.90m x 2.10m	und	1.00	94.40	94.40
01.01.01.04	Fabricación de paneles puerta de 0.84m x 2.10m	und	5.00	131.52	657.60
01.01.01.05	Fabricación de armaduras de madera tipo Montante Maestro	und	7.00	171.83	1,202.81
01.01.01.06	Fabricación de marcos de madera para puertas exteriores e interiores	und	5.00	53.36	266.80
<b>01.02</b>	<b>PROCESOS DE MONTAJE</b>				<b>8,471.77</b>
<b>01.02.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>170.30</b>
01.02.01.01	Señalización temporal de seguridad	glb	1.00	44.27	44.27
01.02.01.02	Limpieza del terreno manual	m <sup>2</sup>	32.15	1.92	61.73
01.02.01.03	Trazo, Nivelación y replanteo del terreno	m <sup>2</sup>	32.15	2.00	64.30
<b>01.02.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>457.26</b>
01.02.02.01	Excavación de zanjas para cimientos 0.40m x 0.75m	m <sup>3</sup>	8.84	19.32	170.79
01.02.02.02	Relleno compactado de zanjas, Mat.Propio Pisón manual	m <sup>3</sup>	1.66	12.34	20.48
01.02.02.03	Eliminación de material excedente	m <sup>3</sup>	11.06	24.05	265.99
<b>01.02.03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>1,646.22</b>
01.02.03.01	Solado f'c=100 kg/cm <sup>2</sup> , h=10cm	m <sup>2</sup>	11.78	24.18	284.84
01.02.03.02	Cimiento corrido- concreto ciclópeo 1:10 + 30%PG de 0.40 m x 0.75 m	m <sup>3</sup>	5.90	121.21	715.14
01.02.03.03	Sobrecimiento- concreto ciclópeo 1:8 (C:H) + 10%PM de 0.30 m x 0.15 m	m <sup>3</sup>	1.34	130.22	174.49

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METR.	PRECIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
01.02.03.04	Encofrado y Desencofrado de sobrecimiento	m <sup>2</sup>	17.91	26.34	471.75
<b>01.02.04</b>	<b>ESTRUCTURA DE MADERA</b>				<b>2,215.44</b>
<b>01.02.04.01</b>	<b>VIGAS SOLERAS INFERIORES</b>				<b>455.78</b>
01.02.04.01.01	Montaje de vigas soleras inferiores de 2" x 4"	m	30.90	14.75	455.78
<b>01.02.04.02</b>	<b>COLUMNAS DE MADERA</b>				<b>675.50</b>
01.02.04.02.01	Montaje de columnas de 4" x 4" x 2.98 m	und	10.00	67.55	675.50
<b>01.02.04.03</b>	<b>MUROS</b>				<b>451.72</b>
01.02.04.03.01	Montaje de paneles muro de 0.90 m x 2.10 m	und	28.00	14.15	396.20
01.02.04.03.02	Montaje de paneles ventana de 0.90 m x 2.10 m	und	3.00	13.88	41.64
01.02.04.03.03	Montaje de panel ventana alta de 0.90 m x 2.10 m	und	1.00	13.88	13.88
<b>01.02.04.04</b>	<b>VIGAS SOLERAS SUPERIORES</b>				<b>455.83</b>
01.02.04.04.01	Montaje de vigas soleras superiores de 2" x 4"	m	32.49	14.03	455.83
<b>01.02.04.05</b>	<b>ARMADURAS DE MADERA</b>				<b>176.61</b>
01.02.04.05.01	Montaje de armaduras de madera tipo montante maestro	und	7.00	25.23	176.61
<b>01.02.05</b>	<b>COBERTURA DE TECHO</b>				<b>1,772.01</b>
01.02.05.01	Montaje de planchas de fibrocemento 4 mm	m <sup>2</sup>	32.04	9.96	319.12
01.02.05.02	Montaje de correas de 2" x 3"	p <sup>2</sup>	140.00	5.28	739.20
01.02.05.03	Montaje de planchas de totora de e=3"	m <sup>2</sup>	32.04	6.55	209.86
01.02.05.04	Montaje de planchas de calamina de e=0.20mm	m <sup>2</sup>	51.84	8.98	465.52
01.02.05.05	Montaje de cumbrera de calamina	m	6.27	6.11	38.31
<b>01.02.06</b>	<b>CIELORASOS</b>				<b>534.71</b>
01.02.06.01	Montaje de cieloraso con planchas de fibrocemento 4mm	m <sup>2</sup>	29.16	14.89	434.19
01.02.06.02	Montaje de planchas de fibrocemento de 4mm para cerramiento de hastiales	m <sup>2</sup>	7.38	13.62	100.52
<b>01.02.07</b>	<b>PISOS</b>				<b>1,675.83</b>
01.02.07.01	Colocación de piedras de 2" con breá	m <sup>2</sup>	25.38	2.82	71.57
01.02.07.02	Montaje de durmientes de 2"x4"	p <sup>2</sup>	110.00	5.41	595.10
01.02.07.03	Montaje de planchas de totora de e=2"	m <sup>2</sup>	25.38	6.08	154.31
01.02.07.04	Montaje de tablas de madera de 1"x10"	p <sup>2</sup>	260.00	3.11	808.60
01.02.07.05	Piso de cemento pulido	m <sup>2</sup>	1.95	23.72	46.25
<b>02</b>	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>3,406.41</b>
<b>02.01</b>	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				<b>1,889.26</b>
02.01.01	Tarrajeo primario con mortero de cemento y tierra de la zona 1:4 (e=1.20 cm)	m <sup>2</sup>	116.82	8.56	999.98
02.01.02	Acabado de mortero de cemento y tierra de la zona 1:5, e=1.00 cm (EXTERIORES)	m <sup>2</sup>	38.88	10.08	391.91
02.01.03	Enlucido de acabado de yeso e=1cm (INTERIORES)	m <sup>2</sup>	64.26	7.74	497.37

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METR.	PRECIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
<b>02.02</b>	<b>ENCHAPADO EN SSHH</b>				<b>183.61</b>
02.02.01	Colocación de Mayólica en SSHH a 1.20 m y en ducha a 2.10m	m <sup>2</sup>	6.42	28.60	183.61
<b>02.03</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>				<b>98.97</b>
02.03.01	Montaje de marcos de madera para puertas exteriores e interiores	und	5.00	7.46	37.30
02.03.02	Montaje de paneles puerta de 0.84mx2.10m	und	5.00	5.91	29.55
02.03.03	Montaje de marcos de madera para ventanas de 0.90mx0.90m y ventana alta de 0.90mx0.30m	und	4.00	8.03	32.12
<b>02.04</b>	<b>VIDRIOS</b>				<b>284.26</b>
02.04.01	Instalación de doble vidrio de 4mm en marcos de ventana de 0.90mx0.90m y ventana alta de 0.90mx0.30m	p <sup>2</sup>	58.37	4.87	284.26
<b>02.05</b>	<b>CERRAJERIA</b>				<b>438.54</b>
02.05.01	Instalación de bisagras capuchinas aluminizadas de 3 1/2" x 3 1/2"	par	8.00	13.24	105.92
02.05.02	Instalación de cerraduras para puertas exteriores	und	2.00	71.48	142.96
02.05.03	Instalación de cerraduras para puertas interiores	und	3.00	41.48	124.44
02.05.04	Instalación de bisagras de 2 1/2" para ventanas	par	6.00	10.87	65.22
<b>02.06</b>	<b>PINTURA</b>				<b>511.77</b>
02.06.01	Imprimación de paneles en exteriores	m <sup>2</sup>	38.88	6.81	264.77
02.06.02	Imprimación con preservante de madera	m <sup>2</sup>	100.00	2.47	247.00
<b>03</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				<b>2,456.58</b>
<b>03.01</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA</b>				<b>748.78</b>
03.01.01	Puntos de salida de agua fría PVC 3/4"	pto	3.00	46.81	140.43
03.01.02	Puntos de salida de agua fría PVC 1/2"	pto	3.00	45.50	136.50
03.01.03	Red de 3/4" PVC	ml	13.90	13.64	189.60
03.01.04	Red de 1/2" PVC	ml	4.80	10.24	49.15
03.01.05	Válvulas compuertas de bronce de 3/4"	pza	2.00	112.30	224.60
03.01.06	Abrazaderas para tuberías de PVC de 1/2"	pza	5.00	0.70	3.50
03.01.07	Abrazaderas para tuberías de PVC de 3/4"	pza	5.00	1.00	5.00
<b>03.02</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS DE DESAGUE</b>				<b>1,045.53</b>
03.02.01	Puntos de salida de desagüe PVC-SAL 2"	pto	4.00	48.81	195.24
03.02.02	Puntos de salida de desagüe PVC-SAL 4"	pto	1.00	73.89	73.89
03.02.03	Puntos de salida de ventilación de 2"	pto	1.00	68.08	68.08
03.02.04	Tubería principal PVC-SAL p/desagüe D=2"	ml	0.77	16.10	12.40
03.02.05	Tubería principal PVC-SAL p/desagüe D=4"	ml	8.83	24.87	219.60
03.02.06	Registros roscados de bronce de 2"	pza	1.00	15.09	15.09
03.02.07	Sumideros de bronce de 2"	pza	1.00	17.59	17.59

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METR.	PRECIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
03.02.08	Sombbrero de ventilación desagüe PVC-SAL de 2"	pza	2.00	22.04	44.08
03.02.09	Abrazaderas para tuberías de PVC de 2"	pza	9.00	3.00	27.00
03.02.10	Caja de registro de 25cmx50cmx40cm con tapa de concreto	und	4.00	93.14	372.56
<b>03.03</b>	<b>APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS</b>				<b>662.27</b>
03.03.01	Inodoro tanque bajo blanco	pza	1.00	90.00	90.00
03.03.02	Lavatorio de pared blanco	pza	1.00	70.00	70.00
03.03.03	Ducha cromada de cabeza giratoria	pza	1.00	25.00	25.00
03.03.04	Toallera con soporte de losa y barra plástica color blanco	pza	1.00	6.09	6.09
03.03.05	Papelera de losa y barra plástica color blanco	pza	1.00	9.50	9.50
03.03.06	Grifería para lavadero de ropa en pared	pza	1.00	12.00	12.00
03.03.07	Grifería de riego de 3/4"	pza	1.00	12.00	12.00
03.03.08	Lavadero de cocina	pza	1.00	55.00	55.00
03.03.09	Lavadero de ropa	pza	1.00	55.00	55.00
03.03.10	Colocación de aparatos y accesorios sanitarios	pza	8.00	40.96	327.68
<b>04</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>1,149.53</b>
<b>04.01</b>	<b>SALIDAS</b>				<b>813.23</b>
04.01.01	Puntos de salida de alumbrado	pto	5.00	38.67	193.35
04.01.02	Puntos de salida de interruptor simple	pto	5.00	37.19	185.95
04.01.03	Puntos de salida de tomacorriente simple	pto	11.00	36.68	403.48
04.01.04	Acometida domiciliaria configuración corta	und	1.00	30.45	30.45
<b>04.02</b>	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>				<b>289.80</b>
04.02.01	Tablero eléctrico C/Gabinete de fierro galvanizado, 3 circuitos	und	1.00	289.80	289.80
<b>04.03</b>	<b>ARTEFACTOS DE ALUMBRADO</b>				<b>46.50</b>
04.03.01	Focos ahorradores	und	5.00	9.30	46.50
	<b>Costo Directo</b>				<b>20,418.13</b>
	Gastos generales (8.9802%)				<b>1,833.59</b>
	Utilidades (7%)				<b>1,429.27</b>
	Subtotal				<b>23,680.99</b>
	IGV (18%)				<b>4,024.54</b>
	<b>Presupuesto Total</b>				<b>27,705.53</b>

## 6.2 METRADOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO

A continuación se detalla los metrados de la propuesta del sistema constructivo con aislamiento térmico del módulo de vivienda de 5.67 m x 5.67 m:

<b>METRADOS</b>											
<b>PROYECTO :</b> PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS											
<b>UNIVERSIDAD :</b> UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA - FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL											
<b>FECHA :</b> AGOSTO 2018											
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>										
<b>1.01</b>	<b>PROCESOS DE FABRICACIÓN</b>										
<b>01.01.01</b>	<b>FABRICACIÓN</b>										
01.01.01.01	Fabricación de paneles muro de 0.90mx2.10m	und	28.00							<b>28.00</b>	<b>28.00</b>
	<b>Nro. de paneles muro: 28 unidades</b>										
	Madera Tornillo (Águano):	p <sup>2</sup>									<b>336.00</b>
	Elemento superior de 1 1/2"x4"	p <sup>2</sup>	28.00		4.00		4.00		1.50	<b>56.00</b>	
	Elemento inferior de 1 1/2"x4"	p <sup>2</sup>	28.00		4.00		4.00		1.50	<b>56.00</b>	
	Elementos verticales de 1 1/2"x4"	p <sup>2</sup>	56.00		8.00		4.00		1.50	<b>224.00</b>	
	Totora (Planchas de e=3"):	m <sup>2</sup>	Nro. de panel:								<b>49.39</b>
		m <sup>2</sup>	<b>28.00</b>	2.10		0.84				<b>49.39</b>	
	Acero corrugado de ø1/4":	var									<b>48.00</b>
	varillas de acero corrugado de ø1/4", L=9m	var	<b>28.00</b>	15.36						<b>47.79</b>	
	Malla de alambre electrosoldada de abertura 1/2":	m <sup>2</sup>	56.00	2.04		0.84				<b>95.96</b>	<b>95.96</b>
	Clavos de 2 1/2'	Kg	1.50							<b>1.50</b>	<b>1.50</b>

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
01.01.01.02	Fabricación de paneles ventana de 0.90mx2.10m	und	3.00							3.00	3.00
	<b>Nro. de paneles ventana: 03 unidades</b>										
	Madera Tornillo (Águano):	p <sup>2</sup>									48.00
	Elemento superior de 1 1/2"x4"	p <sup>2</sup>	3.00		4.00		4.00		1.50	6.00	
	Elemento inferior de 1 1/2"x4"	p <sup>2</sup>	3.00		4.00		4.00		1.50	6.00	
	Elementos intermedios de 1 1/2"x4"	p <sup>2</sup>	6.00		4.00		4.00		1.50	12.00	
	Elementos verticales de 1 1/2"x4"	p <sup>2</sup>	6.00		8.00		4.00		1.50	24.00	
	Totora (Planchas de e=3"):	m <sup>2</sup>									2.72
		m <sup>2</sup>	3.00	1.08		0.84				2.72	
	Acero corrugado de ø1/4":	var									4.00
	varillas de acero corrugado de ø1/4", L=9m	var	3.00	11.52						3.84	
	Malla de alambre electrosoldada con abertura 1/2":	m <sup>2</sup>									5.44
			6.00	1.08		0.84				5.44	
	clavos de 2 1/2"	kg	0.50							0.50	0.50
01.01.01.03	Fabricación de paneles ventana alta de 0.90mx2.10m	und	1.00							1.00	1.00
	<b>Nro. de paneles ventana alta: 01 unidad</b>										

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
	Madera Tornillo (Águano):	p <sup>2</sup>									<b>16.00</b>
	Elemento superior de 1 1/2"x4"	p <sup>2</sup>	1.00		4.00		4.00		1.50	<b>2.00</b>	
	Elemento inferior de 1 1/2"x4"	p <sup>2</sup>	1.00		4.00		4.00		1.50	<b>2.00</b>	
	Elementos intermedios de 1 1/2"x4"	p <sup>2</sup>	2.00		4.00		4.00		1.50	<b>4.00</b>	
	Elementos verticales de 1 1/2"x4"	p <sup>2</sup>	2.00		8.00		4.00		1.50	<b>8.00</b>	
	Totora (Planchas de e=3"):	m <sup>2</sup>									<b>1.41</b>
		m <sup>2</sup>	1.00	1.68		0.84				<b>1.41</b>	
	Acero corrugado de ø1/4":	var									<b>2.00</b>
	varillas de acero corrugado de ø1/4", L=9m	var	1.00	13.92						<b>1.55</b>	
	Malla de alambre electrosoldada con abertura 1/2":	m <sup>2</sup>									<b>1.41</b>
			1.00	1.68		0.84				<b>1.41</b>	
	clavos de 2 1/2"	kg	0.25							<b>0.25</b>	<b>0.25</b>
01.01.01.04	Fabricación de paneles puerta de 0.84 m x 2.10 m	und	5.00							<b>5.00</b>	<b>5.00</b>
	<b>Nro. de paneles puerta: 05 unidades</b>										
	Madera Tornillo (Águano):	p <sup>2</sup>									<b>169.58</b>
	Elemento superior de 1"x1 1/2"	p <sup>2</sup>	5.00		4.00		1.50		1.00	<b>2.50</b>	
	Elemento inferior de 1"x1 1/2"	p <sup>2</sup>	5.00		4.00		1.50		1.00	<b>2.50</b>	
	Elementos verticales de 1" x 1 1/2"	p <sup>2</sup>	10.00		8.00		1.50		1.00	<b>10.00</b>	
	Elementos intermedios de 1"x1 1/2"	p <sup>2</sup>	10.00		4.00		1.50		1.00	<b>5.00</b>	

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
	Riostras diagonales de 1"x1 1/2"	p <sup>2</sup>	45.00		22.00		1.50		1.00	123.75	
	Tapa canto de 1"x2"	p <sup>2</sup>	10.00		8.00		2.00		1.00	13.33	
	Tacos para cerradura de 0.12mx0.20m	p <sup>2</sup>	10.00		2.00		1.50		5.00	12.50	
	Placa de fibrocemento 4mm:	m <sup>2</sup>	10.00	2.10		0.84				17.64	17.64
	Totora (Planchas de e=1 1/2"):	m <sup>2</sup>									8.82
		m <sup>2</sup>	5.00	2.10		0.84				8.82	
01.01.01.05	Fabricación de armaduras de madera tipo Montante Maestro	und	7.00							7.00	7.00
	<b>Nro. de Armaduras tipo "montante maestro": 07 unidades</b>										
	Madera Tornillo (Águano):	p <sup>2</sup>									280.00
	Cuerda superior de 2"x4"	p <sup>2</sup>	28.00		6.00		4.00		2.00	112.00	
	Cuerda inferior de 2"x4"	p <sup>2</sup>	14.00		10.00		4.00		2.00	93.33	
	Diagonal de 2"x4"	p <sup>2</sup>	14.00		6.00		4.00		2.00	56.00	
	Montante de 2"x4"	p <sup>2</sup>	7.00		4.00		4.00		2.00	18.67	
	Cartelas (e=2cm):	m <sup>2</sup>									18.06
	Nudo M	m <sup>2</sup>	7.00		Área (m <sup>2</sup> ):	0.34				2.38	
	Nudo N	m <sup>2</sup>	7.00		Área (m <sup>2</sup> ):	0.33				2.31	
	Nudo O	m <sup>2</sup>	7.00		Área (m <sup>2</sup> ):	0.59				4.13	

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
	Nudo P	m <sup>2</sup>	7.00		Área (m <sup>2</sup> ):	0.65				<b>4.55</b>	
	Nudo Q	m <sup>2</sup>	7.00		Área (m <sup>2</sup> ):	0.33				<b>2.31</b>	
	Nudo R	m <sup>2</sup>	7.00		Área (m <sup>2</sup> ):	0.34				<b>2.38</b>	
	Clavos de 3"	kg	7.00							<b>7.00</b>	<b>7.00</b>
01.01.01.06	Fabricación de marcos de madera para puertas exteriores e interiores	und	5.00							5.00	<b>5.00</b>
	Nro. Marcos de puerta: 05 unidades										
	Madera Tornillo (Águano):	p <sup>2</sup>									<b>80.00</b>
	Parante de 2"x4"	p <sup>2</sup>	10.00		8.00		4.00		2.00	<b>53.33</b>	
	Solera superior de 2"x4"	p <sup>2</sup>	10.00		4.00		4.00		2.00	<b>26.67</b>	
<b>1.02</b>	<b>PROCESOS DE MONTAJE</b>										
<b>01.02.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>										
01.02.01.01	Señalización temporal de seguridad	glb	1.00							<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
01.02.01.02	Limpieza del terreno manual	m <sup>2</sup>	1.00	5.67		5.67				<b>32.15</b>	<b>32.15</b>
01.02.01.03	Trazo, Nivelación y replanteo del terreno	m <sup>2</sup>	1.00	5.67		5.67				<b>32.15</b>	<b>32.15</b>
<b>01.02.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>										
01.02.02.01	Excavación de zanjas para cimientos 0.40m x 0.75m	m <sup>3</sup>									<b>8.84</b>

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
	Eje 1-1 entre eje A-C	m <sup>3</sup>	1.00	4.48		0.40		0.75		<b>1.34</b>	
	Eje 1-1 entre eje C-D	m <sup>3</sup>	1.00	0.76		0.40		0.75		<b>0.23</b>	
	Eje 2-2 entre eje B-C	m <sup>3</sup>	1.00	0.55		0.40		0.75		<b>0.17</b>	
	Eje 3-3 entre eje A-B	m <sup>3</sup>	1.00	3.04		0.40		0.75		<b>0.91</b>	
	Eje 3-3 entre eje C-D	m <sup>3</sup>	1.00	1.15		0.40		0.75		<b>0.35</b>	
	Eje 4-4 entre eje A-B	m <sup>3</sup>	1.00	3.19		0.40		0.75		<b>0.96</b>	
	Eje 4-4 entre eje B-D	m <sup>3</sup>	1.00	2.05		0.40		0.75		<b>0.62</b>	
	Eje A-A y Eje D-D entre eje 1-4	m <sup>3</sup>	2.00	4.78		0.40		0.75		<b>2.87</b>	
	Eje B-B entre eje 1-2	m <sup>3</sup>	1.00	1.65		0.40		0.75		<b>0.50</b>	
	Eje B-B entre eje 3-4	m <sup>3</sup>	1.00	1.65		0.40		0.75		<b>0.50</b>	
	Eje C-C entre eje 1-2	m <sup>3</sup>	1.00	1.40		0.40		0.75		<b>0.42</b>	
01.02.02.02	Relleno compactado de zanjas, Mat. Propio Pisón manual	m <sup>3</sup>									<b>1.66</b>
	Eje 1-1 entre eje A-C	m <sup>3</sup>	1.00	4.48		0.30		0.15		<b>0.20</b>	
	Eje 1-1 entre eje C-D	m <sup>3</sup>	1.00	0.76		0.30		0.15		<b>0.03</b>	
	Eje 2-2 entre eje B-C	m <sup>3</sup>	1.00	0.55		0.30		0.15		<b>0.02</b>	
	Eje 3-3 entre eje A-B	m <sup>3</sup>	1.00	3.04		0.30		0.15		<b>0.14</b>	
	Eje 3-3 entre eje C-D	m <sup>3</sup>	1.00	1.15		0.30		0.15		<b>0.05</b>	
	Eje 4-4 entre eje A-B	m <sup>3</sup>	1.00	3.19		0.30		0.15		<b>0.14</b>	
	Eje 4-4 entre eje B-D	m <sup>3</sup>	1.00	2.05		0.30		0.15		<b>0.09</b>	
	Eje A-A y Eje D-D entre eje 1-4	m <sup>3</sup>	2.00	4.78		0.30		0.15		<b>0.43</b>	
	Eje B-B entre eje 1-2	m <sup>3</sup>	1.00	1.65		0.30		0.15		<b>0.07</b>	
	Eje B-B entre eje 3-4	m <sup>3</sup>	1.00	1.65		0.30		0.15		<b>0.07</b>	
	Eje C-C entre eje 1-2	m <sup>3</sup>	1.00	1.40		0.30		0.15		<b>0.06</b>	

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
01.02.02.03	Eliminación de material excedente	m <sup>3</sup>									<b>11.06</b>
	Eje 1-1 entre eje A-C	m <sup>3</sup>	1.00	4.48		0.40		0.75		<b>1.34</b>	
	Eje 1-1 entre eje C-D	m <sup>3</sup>	1.00	0.76		0.40		0.75		<b>0.23</b>	
	Eje 2-2 entre eje B-C	m <sup>3</sup>	1.00	0.55		0.40		0.75		<b>0.17</b>	
	Eje 3-3 entre eje A-B	m <sup>3</sup>	1.00	3.04		0.40		0.75		<b>0.91</b>	
	Eje 3-3 entre eje C-D	m <sup>3</sup>	1.00	1.15		0.40		0.75		<b>0.35</b>	
	Eje 4-4 entre eje A-B	m <sup>3</sup>	1.00	3.19		0.40		0.75		<b>0.96</b>	
	Eje 4-4 entre eje B-D	m <sup>3</sup>	1.00	2.05		0.40		0.75		<b>0.62</b>	
	Eje A-A y Eje D-D entre eje 1-4	m <sup>3</sup>	2.00	4.78		0.40		0.75		<b>2.87</b>	
	Eje B-B entre eje 1-2	m <sup>3</sup>	1.00	1.65		0.40		0.75		<b>0.50</b>	
	Eje B-B entre eje 3-4	m <sup>3</sup>	1.00	1.65		0.40		0.75		<b>0.50</b>	
	Eje C-C entre eje 1-2	m <sup>3</sup>	1.00	1.40		0.40		0.75		<b>0.42</b>	
<b>01.02.03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>										
01.02.03.01	Solado f'c=100 kg/cm <sup>2</sup> , h=10cm	m <sup>2</sup>									<b>11.78</b>
	Eje 1-1 entre eje A-C	m <sup>2</sup>	1.00	4.48		0.40				<b>1.79</b>	
	Eje 1-1 entre eje C-D	m <sup>2</sup>	1.00	0.76		0.40				<b>0.30</b>	
	Eje 2-2 entre eje B-C	m <sup>2</sup>	1.00	0.55		0.40				<b>0.22</b>	
	Eje 3-3 entre eje A-B	m <sup>2</sup>	1.00	3.04		0.40				<b>1.22</b>	
	Eje 3-3 entre eje C-D	m <sup>2</sup>	1.00	1.15		0.40				<b>0.46</b>	
	Eje 4-4 entre eje A-B	m <sup>2</sup>	1.00	3.19		0.40				<b>1.28</b>	
	Eje 4-4 entre eje B-D	m <sup>2</sup>	1.00	2.05		0.40				<b>0.82</b>	
	Eje A-A y Eje D-D entre eje 1-4	m <sup>2</sup>	2.00	4.76		0.40				<b>3.81</b>	
	Eje B-B entre eje 1-2	m <sup>2</sup>	1.00	1.65		0.40				<b>0.66</b>	

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
	Eje B-B entre eje 3-4	m <sup>2</sup>	1.00	1.65		0.40				<b>0.66</b>	
	Eje C-C entre eje 1-2	m <sup>2</sup>	1.00	1.40		0.40				<b>0.56</b>	
01.02.03.02	Cimiento corrido- concreto ciclópeo 1:10 + 30%PG	m <sup>3</sup>									<b>5.90</b>
	Eje 1-1 entre eje A-C	m <sup>3</sup>	1.00	4.48		0.40		0.50		<b>0.90</b>	
	Eje 1-1 entre eje C-D	m <sup>3</sup>	1.00	0.76		0.40		0.50		<b>0.15</b>	
	Eje 2-2 entre eje B-C	m <sup>3</sup>	1.00	0.55		0.40		0.50		<b>0.11</b>	
	Eje 3-3 entre eje A-B	m <sup>3</sup>	1.00	3.04		0.40		0.50		<b>0.61</b>	
	Eje 3-3 entre eje C-D	m <sup>3</sup>	1.00	1.15		0.40		0.50		<b>0.23</b>	
	Eje 4-4 entre eje A-B	m <sup>3</sup>	1.00	3.19		0.40		0.50		<b>0.64</b>	
	Eje 4-4 entre eje B-D	m <sup>3</sup>	1.00	2.05		0.40		0.50		<b>0.41</b>	
	Eje A-A y Eje D-D entre eje 1-4	m <sup>3</sup>	2.00	4.78		0.40		0.50		<b>1.91</b>	
	Eje B-B entre eje 1-2	m <sup>3</sup>	1.00	1.65		0.40		0.50		<b>0.33</b>	
	Eje B-B entre eje 3-4	m <sup>3</sup>	1.00	1.65		0.40		0.50		<b>0.33</b>	
	Eje C-C entre eje 1-2	m <sup>3</sup>	1.00	1.40		0.40		0.50		<b>0.28</b>	
01.02.03.03	Sobrecimiento- concreto ciclópeo 1:8 (C:H) + 10%PM	m <sup>3</sup>									<b>1.34</b>
	Eje 1-1 entre eje A-C	m <sup>3</sup>	1.00	4.23		0.15		0.30		<b>0.19</b>	
	Eje 1-1 entre eje C-D	m <sup>3</sup>	1.00	0.63		0.15		0.30		<b>0.03</b>	
	Eje 2-2 entre eje B-C	m <sup>3</sup>	1.00	0.42		0.15		0.30		<b>0.02</b>	
	Eje 3-3 entre eje A-B	m <sup>3</sup>	1.00	2.94		0.15		0.30		<b>0.13</b>	
	Eje 3-3 entre eje C-D	m <sup>3</sup>	1.00	1.02		0.15		0.30		<b>0.05</b>	
	Eje 4-4 entre eje A-B	m <sup>3</sup>	1.00	2.94		0.15		0.30		<b>0.13</b>	

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
	Eje 4-4 entre eje B-D	m <sup>3</sup>	1.00	1.92		0.15		0.30		<b>0.09</b>	
	Eje A-A y Eje D-D entre eje 1-4	m <sup>3</sup>	2.00	5.28		0.15		0.30		<b>0.48</b>	
	Eje B-B entre eje 1-2	m <sup>3</sup>	1.00	1.77		0.15		0.30		<b>0.08</b>	
	Eje B-B entre eje 3-4	m <sup>3</sup>	1.00	1.77		0.15		0.30		<b>0.08</b>	
	Eje C-C entre eje 1-2	m <sup>3</sup>	1.00	1.65		0.15		0.30		<b>0.07</b>	
01.02.03.04	Encofrado y Desencofrado de sobrecimiento	m <sup>2</sup>									<b>17.91</b>
	Eje 1-1 entre eje A-C	m <sup>2</sup>	2.00	4.23				0.30		<b>2.54</b>	
	Eje 1-1 entre eje C-D	m <sup>2</sup>	2.00	0.63				0.30		<b>0.38</b>	
	Eje 2-2 entre eje B-C	m <sup>2</sup>	2.00	0.42				0.30		<b>0.25</b>	
	Eje 3-3 entre eje A-B	m <sup>2</sup>	2.00	2.94				0.30		<b>1.76</b>	
	Eje 3-3 entre eje C-D	m <sup>2</sup>	2.00	1.02				0.30		<b>0.61</b>	
	Eje 4-4 entre eje A-B	m <sup>2</sup>	2.00	2.94				0.30		<b>1.76</b>	
	Eje 4-4 entre eje B-D	m <sup>2</sup>	2.00	1.92				0.30		<b>1.15</b>	
	Eje A-A y Eje D-D entre eje 1-4	m <sup>2</sup>	4.00	5.28				0.30		<b>6.34</b>	
	Eje B-B entre eje 1-2	m <sup>2</sup>	2.00	1.77				0.30		<b>1.06</b>	
	Eje B-B entre eje 3-4	m <sup>2</sup>	2.00	1.77				0.30		<b>1.06</b>	
	Eje C-C entre eje 1-2	m <sup>2</sup>	2.00	1.65				0.30		<b>0.99</b>	
<b>01.02.04</b>	<b>ESTRUCTURA DE MADERA</b>										
<b>01.02.04.01</b>	<b>VIGAS SOLERAS INFERIORES</b>										
01.02.04.01.01	Montaje de vigas soleras inferiores de 2"x4"	m	30.90							<b>30.90</b>	<b>30.90</b>

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
	Madera tornillo de 2"x4"	p <sup>2</sup>									<b>70.67</b>
	Eje 1-1 entre eje A-B	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje 1-1 entre eje B-C	p <sup>2</sup>	1.00		4.00		4.00		2.00	<b>2.67</b>	
	Eje 1-1 entre eje C-D	p <sup>2</sup>	1.00		2.00		4.00		2.00	<b>1.33</b>	
	Eje 2-2 entre eje B-C	p <sup>2</sup>	1.00		2.00		4.00		2.00	<b>1.33</b>	
	Eje 3-3 entre eje A-B	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje 3-3 entre eje C-D	p <sup>2</sup>	1.00		4.00		4.00		2.00	<b>2.67</b>	
	Eje 4-4 entre eje A-B	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje 4-4 entre eje B-D	p <sup>2</sup>	1.00		6.00		4.00		2.00	<b>4.00</b>	
	Eje A-A entre eje 1-3	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje A-A entre eje 3-4	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje B-B entre eje 1-2	p <sup>2</sup>	1.00		6.00		4.00		2.00	<b>4.00</b>	
	Eje B-B entre eje 3-4	p <sup>2</sup>	1.00		6.00		4.00		2.00	<b>4.00</b>	
	Eje C-C entre eje 1-4	p <sup>2</sup>	1.00		6.00		4.00		2.00	<b>4.00</b>	
	Eje D-D entre eje 1-3	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje D-D entre eje 3-4	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Varillas de anclaje acabada en rosca , L=0.20m	Und	23.00							<b>23.00</b>	<b>23.00</b>
<b>01.02.04.02</b>	<b>COLUMNAS DE MADERA</b>										
01.02.04.02.01	Montaje de columnas de 4"x4"x2.98m	und	10.00								<b>10.00</b>
	Madera tornillo de 4"x4"x2.98m	p <sup>2</sup>	10.00		10.00		4.00		4.00	<b>133.33</b>	<b>133.33</b>
	Clavos de 4"	kg	3.50							<b>3.50</b>	<b>3.50</b>

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
<b>01.02.04.03</b>	<b>MUROS</b>										
01.02.04.03.01	Montaje de paneles muro de 0.90 m x 2.10 m	und	28.00							28.00	28.00
	Tirafones de 3/8" x 3"	und	75.00							75.00	75.00
	Tirafones de 3/8" x 2 1/2"	und	38.00							38.00	38.00
	Pernos de 3/8" x 3"	und	40.00							40.00	40.00
01.02.04.03.02	Montaje de paneles ventana de 0.90mx2.10m	und	3.00							3.00	3.00
	Tirafones de 3/8" x 2 1/2"	und	6.00							6.00	6.00
	Pernos de 3/8" x 3"	und	25.00							25.00	25.00
01.02.04.03.03	Montaje de panel ventana alta de 0.90mx2.10m	und	1.00							1.00	1.00
	Tirafones de 3/8" x 3"	und	5.00							5.00	5.00
	Tirafones de 3/8" x 2 1/2"	und	2.00							2.00	2.00
	Pernos de 3/8" x 3"	und	5.00							5.00	5.00
<b>01.02.04.04</b>	<b>VIGAS SOLERAS SUPERIORES</b>										
01.02.04.04.01	Montaje de vigas soleras superiores de 2"x4"	m	32.49							32.49	32.49
	Madera tornillo de 2"x4"	p <sup>2</sup>									84.00
	Eje 1-1 entre eje A-B	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	6.67	
	Eje 1-1 entre eje B-D	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	6.67	

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
	Eje 3-3 entre eje A-B	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje 3-3 entre eje B-D	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje 4-4 entre eje A-B	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje 4-4 entre eje B-D	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje A-A entre eje 1-3	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje A-A entre eje 3-4	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje B-B entre eje 1-3	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje B-B entre eje 3-4	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje C-C entre eje 1-2	p <sup>2</sup>	1.00		6.00		4.00		2.00	<b>4.00</b>	
	Eje D-D entre eje 1-3	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Eje D-D entre eje 3-4	p <sup>2</sup>	1.00		10.00		4.00		2.00	<b>6.67</b>	
	Tirafones de 4" en columnas	und	13.00							<b>13.00</b>	<b>13.00</b>
	Pernos de 4" en unión de viga solera superior y panel	und	25.00							<b>25.00</b>	<b>25.00</b>
<b>01.02.04.05</b>	<b>ARMADURAS DE MADERA</b>										
01.02.04.05.01	Montaje de armaduras de madera tipo montante maestro	und	7.00							<b>7.00</b>	<b>7.00</b>
<b>01.02.05</b>	<b>COBERTURA DE TECHO</b>										
01.02.05.01	Montaje de planchas de fibrocemento 4mm	m <sup>2</sup>									<b>32.04</b>
	placa de fibrocemento 4mm	m <sup>2</sup>	14.00	2.41		0.95				32.04	
	clavos de 1"	kg	1.00							<b>1.00</b>	<b>1.00</b>

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
01.02.05.02	Montaje de correas de 2"x3"	p <sup>2</sup>									144.20
	correas de 2"x3"	p <sup>2</sup>	28.00		10.00		2.00		3.00	140.00	
	clavos de 4"	kg	4.00							4.00	4.00
01.02.05.03	Montaje de planchas de totora de e=3"	m <sup>2</sup>									32.04
	Planchas de totora de 3"entre correas	m <sup>2</sup>	12.00	5.67		0.45				30.62	
	Planchas de totora de 3"en cumbrera	m <sup>2</sup>	1.00	5.67		0.25				1.42	
01.02.05.04	Montaje de planchas de calamina de e=0.20mm	m <sup>2</sup>									51.84
	Planchas de calamina de 0.80mx3.60m	m <sup>2</sup>	18.00	3.60		0.80				51.84	
	Tirafon galvanizado de ¼" x 3" con tapa	kg	4.00							4.00	4.00
01.02.05.05	Montaje de cumbrera de calamina	m									6.27
	Cumbrera de calamina	m	1.00	6.27						6.27	
	Tirafon galvanizado de ¼" x 3" con tapa	kg	2.00							2.00	2.00
<b>01.02.06</b>	<b>CIELORASOS</b>										
01.02.06.01	Montaje de cieloraso con planchas de fibrocemento 4mm	m <sup>2</sup>									29.16
	Ambiente Dormitorio 1	m <sup>2</sup>	1.00	2.70		2.70				7.29	
	Ambiente Dormitorio 2	m <sup>2</sup>	1.00	2.70		2.70				7.29	

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
	Ambiente Baño y Cocina	m <sup>2</sup>	1.00	2.70		2.70				7.29	
	Ambiente Sala y Comedor	m <sup>2</sup>	1.00	2.70		2.70				7.29	
	Clavos de 1"	kg	3.00							3.00	3.00
01.02.06.02	Montaje de planchas de fibrocemento de 4mm para cerramiento de hastiales	m <sup>2</sup>									7.38
	Placas de fibrocemento 4mm - Área triangular	m <sup>2</sup>	2.00			5.68		1.30		7.38	
	clavos de 2"	kg	1.00							1.00	1.00
<b>01.02.07</b>	<b>PISO DE MADERA</b>										
01.02.07.01	Colocación de piedras de 2" con breá	m <sup>2</sup>									25.38
	Ambiente Dormitorio 1	m <sup>2</sup>	3.00	2.64		0.83				6.57	
	Ambiente Dormitorio 2	m <sup>2</sup>	3.00	2.64		0.83				6.57	
	Ambiente Cocina	m <sup>2</sup>	2.00	2.64		0.83				4.38	
		m <sup>2</sup>	1.00	1.37		0.93				1.27	
	Ambiente Sala y Comedor	m <sup>2</sup>	3.00	2.64		0.83				6.57	
01.02.07.02	Montaje de durmientes de 2"x4"	p <sup>2</sup>									110.00
	Ambiente Dormitorio 1	p <sup>2</sup>	4.00		10.00		2.00		4.00	26.67	
	Ambiente Dormitorio 2	p <sup>2</sup>	4.00		10.00		2.00		4.00	26.67	
	Ambiente Cocina	p <sup>2</sup>	3.00		10.00		2.00		4.00	20.00	
		p <sup>2</sup>	4.00		4.00		2.00		4.00	10.00	
	Ambiente Sala y Comedor	p <sup>2</sup>	4.00		10.00		2.00		4.00	26.67	

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
01.02.07.03	Montaje de planchas de totora de e=2"	m <sup>2</sup>									<b>25.38</b>
	Ambiente Dormitorio 1	m <sup>2</sup>	3.00	2.64		0.83				<b>6.57</b>	
	Ambiente Dormitorio 2	m <sup>2</sup>	3.00	2.64		0.83				<b>6.57</b>	
	Ambiente Cocina	m <sup>2</sup>	2.00	2.64		0.83				<b>4.38</b>	
		m <sup>2</sup>	1.00	1.37		0.93				<b>1.27</b>	
	Ambiente Sala y Comedor	m <sup>2</sup>	3.00	2.64		0.83				<b>6.57</b>	
01.02.07.04	Montaje de tablas de madera de 1"x10"	p <sup>2</sup>									<b>260.00</b>
	Ambiente Dormitorio 1	p <sup>2</sup>	11.00		8.50		10.00		1.00	<b>77.92</b>	
	Ambiente Dormitorio 2	p <sup>2</sup>	11.00		8.50		10.00		1.00	<b>77.92</b>	
	Ambiente Cocina	p <sup>2</sup>	3.71		8.50		10.00		1.00	<b>26.25</b>	
	Ambiente Sala y Comedor	p <sup>2</sup>	11.00		8.50		10.00		1.00	<b>77.92</b>	
	clavos de 3"	kg	4.00							<b>4.00</b>	<b>4.00</b>
01.02.07.05	Piso de cemento pulido	m <sup>2</sup>	1.00	1.71		1.14					<b>1.95</b>
<b>02</b>	<b>ARQUITECTURA</b>										
<b>02.01</b>	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>										
02.01.01	Tarrajeo primario con mortero de cemento y tierra de la zona (e=1.20 cm)	m <sup>2</sup>									<b>116.82</b>
	Tarrajeo primario en muros exteriores- cara (interna y externa)										
	Elevación principal-panel muro	m <sup>2</sup>	6.00	0.90				2.10		<b>11.34</b>	
	Elevación principal-panel ventana	m <sup>2</sup>	4.00	0.90				0.72		<b>2.59</b>	

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
	Elevación principal-panel ventana	m <sup>2</sup>	4.00	0.90				0.48		<b>1.73</b>	
	Elevación lateral-panel muro	m <sup>2</sup>	24.00	0.90				2.10		<b>45.36</b>	
	Elevación posterior-panel muro	m <sup>2</sup>	6.00	0.90				2.10		<b>11.34</b>	
	Elevación posterior-panel ventana	m <sup>2</sup>	2.00	0.90				0.72		<b>1.30</b>	
	Elevación posterior-panel ventana	m <sup>2</sup>	2.00	0.90				0.48		<b>0.86</b>	
	Elevación posterior-panel ventana alta	m <sup>2</sup>	2.00	0.90				1.50		<b>2.70</b>	
	Elevación posterior-panel ventana alta	m <sup>2</sup>	2.00	0.90				0.30		<b>0.54</b>	
	Tarrajeo primario en muros interiores- cara (interna y externa)										
	Muros interiores	m <sup>2</sup>	20.00	0.90				2.10		<b>37.80</b>	
			2.00	0.30				2.10		<b>1.26</b>	
02.01.02	Acabado de mortero de cemento y tierra de la zona e=1.00 cm (EXTERIORES)	m <sup>2</sup>									<b>38.88</b>
	Elevación principal-panel muro	m <sup>2</sup>	3.00	0.90				2.10		<b>5.67</b>	
	Elevación principal-panel ventana	m <sup>2</sup>	2.00	0.90				0.72		<b>1.30</b>	
	Elevación principal-panel ventana	m <sup>2</sup>	2.00	0.90				0.48		<b>0.86</b>	
	Elevación lateral-panel muro	m <sup>2</sup>	12.00	0.90				2.10		<b>22.68</b>	
	Elevación posterior-panel muro	m <sup>2</sup>	3.00	0.90				2.10		<b>5.67</b>	
	Elevación posterior-panel ventana	m <sup>2</sup>	1.00	0.90				0.72		<b>0.65</b>	
	Elevación posterior-panel ventana	m <sup>2</sup>	1.00	0.90				0.48		<b>0.43</b>	
	Elevación posterior-panel ventana alta	m <sup>2</sup>	1.00	0.90				1.50		<b>1.35</b>	
	Elevación posterior-panel ventana alta	m <sup>2</sup>	1.00	0.90				0.30		<b>0.27</b>	

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
02.01.03	Enlucido de acabado de yeso e=1.00 cm (INTERIORES)	m <sup>2</sup>									<b>64.26</b>
	Enlucido de yeso en muros exteriores- cara interna	m <sup>2</sup>	18.00	2.10		0.90				<b>34.02</b>	
	Enlucido de yeso en muros de tabiquería en SSHH- cara externa	m <sup>2</sup>	4.00	2.10		0.90				<b>7.56</b>	
	Enlucido de yeso en muros de tabiquería en dormitorios (cara interna y externa)	m <sup>2</sup>	12.00	2.10		0.90				<b>22.68</b>	
<b>02.02</b>	<b>ENCHAPADO EN SSHH</b>										
02.02.01	Colocación de Mayólica en SSHH a 1.20m y en ducha a 2.10m	m <sup>2</sup>									<b>6.42</b>
		m <sup>2</sup>	2.00	0.96		1.00				<b>1.92</b>	
		m <sup>2</sup>	2.00	0.75		1.80				<b>2.70</b>	
		m <sup>2</sup>	1.00	1.20		1.50				<b>1.80</b>	
<b>02.03</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>										
02.03.01	Montaje de marcos de madera para puertas exteriores e interiores	und	5.00							<b>5.00</b>	<b>5.00</b>
	Madera Tornillo (Águano):	p <sup>2</sup>									<b>80.00</b>
	Parante de 2"x4"	p <sup>2</sup>	10.00		8.00		4.00		2.00	<b>53.33</b>	
	Solera superior de 2"x4"	p <sup>2</sup>	10.00		4.00		4.00		2.00	<b>26.67</b>	
02.03.02	Montaje de paneles puerta de 0.84mx2.10m	und	5.00							<b>5.00</b>	<b>5.00</b>

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
02.03.03	Montaje de marcos de madera para ventanas de 0.90mx0.90m y ventana alta de 0.90mx0.30m	und	4.00							4.00	4.00
	En ventanas de 0.90mx0.90m , Madera Tornillo (Águano):	p <sup>2</sup>									20.00
	Elemento superior de 1"x4"	p <sup>2</sup>	3.00		4.00		4.00		1.00	4.00	
	Elemento inferior de 1"x4"	p <sup>2</sup>	3.00		4.00		4.00		1.00	4.00	
	Elementos verticales de 1"x4"	p <sup>2</sup>	9.00		4.00		4.00		1.00	12.00	
	En ventana alta de 0.90mx0.30m, Madera Tornillo (Águano):	p <sup>2</sup>									4.00
	Elemento superior de 1"x4"	p <sup>2</sup>	1.00		4.00		4.00		1.00	1.33	
	Elemento inferior de 1"x4"	p <sup>2</sup>	1.00		4.00		4.00		1.00	1.33	
	Elementos verticales de 1"x4"	p <sup>2</sup>	2.00		2.00		4.00		1.00	1.33	
<b>02.04</b>	<b>VIDRIOS</b>										
				L(pie)		L(pie)					
02.04.01	Instalación de doble vidrio de 4mm en marco de ventana de 0.90mx0.90m y ventana alta de 0.90mx0.30m	p <sup>2</sup>									58.37
	Ventana de 0.90mx0.90m	p <sup>2</sup>	6.00	2.96		2.96				52.57	52.57
	Ventana alta de 0.90mx0.30m	p <sup>2</sup>	2.00	0.98		2.96				5.80	5.80
<b>02.05</b>	<b>CERRAJERIA</b>										
02.05.01	Instalación de bisagras capuchinas aluminizadas de 3 1/2" x 3 1/2"	par	8.00							8.00	8.00

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
02.05.02	Instalación de cerraduras para puertas exteriores	und	2.00							2.00	2.00
	Para puertas exteriores (tipo parche 3 golpes)	und	2.00							2.00	
02.05.03	Instalación de cerraduras para puertas interiores	und	3.00							3.00	3.00
	Para puertas interiores (tipo perilla)	und	3.00							3.00	
02.05.04	Instalación de bisagras de 2 1/2" para ventanas	par	6.00							6.00	6.00
<b>02.06</b>	<b>PINTURA</b>										
02.06.01	Imprimación de paneles en exteriores	m <sup>2</sup>									38.88
	Imprimación en muros exteriores- cara externa	m <sup>2</sup>	18.00	2.10		0.90				34.02	
	Imprimación en panel ventana - cara externa	m <sup>2</sup>	3.00	1.20		0.90				3.24	
	Imprimación en panel ventana alta - cara externa	m <sup>2</sup>	1.00	1.80		0.90				1.62	
02.06.02	Imprimación con preservante de madera	m <sup>2</sup>	100.00							100.00	100.00
<b>03</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>										
<b>03.01</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA</b>		<i>Según</i>	<i>Planos</i>							
03.01.01	Puntos de salida de agua fría PVC 3/4"	pto	3.00							3.00	3.00
03.01.02	Puntos de salida de agua fría PVC 1/2"	pto	3.00							3.00	3.00
03.01.03	Red de 3/4" PVC	ml	13.90							13.90	13.90

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
03.01.04	Red de 1/2" PVC	ml	4.80							4.80	<b>4.80</b>
03.01.05	Válvulas compuertas de bronce de 3/4"	pza	2.00							2.00	<b>2.00</b>
03.01.06	Abrazaderas para tuberías de PVC 1/2"	pza	5.00							5.00	<b>5.00</b>
03.01.07	Abrazaderas para tuberías de PVC 3/4"	pza	5.00							5.00	<b>5.00</b>
<b>03.02</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS DE DESAGUE</b>		<i>Según</i>	<i>Planos</i>							
03.02.01	Puntos de salida de desagüe PVC-SAL 2"	pto	4.00							4.00	<b>4.00</b>
03.02.02	Puntos de salida de desagüe PVC-SAL 4"	pto	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.02.03	Puntos de salida de ventilación de 2"	pto	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.02.04	Tubería principal PVC-SAL p/desagüe D=2"	ml	0.77							0.77	<b>0.77</b>
03.02.05	Tubería principal PVC-SAL p/desagüe D=4"	ml	8.83							8.83	<b>8.83</b>
03.02.06	Registros roscados de bronce de 2"	pza	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.02.07	Sumideros de bronce de 2"	pza	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.02.08	Sombrero de ventilación desagüe PVC-SAL de 2"	pza	2.00							2.00	<b>2.00</b>

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
03.02.09	Abrazaderas para tuberías de PVC de 2"	pza	9.00							9.00	<b>9.00</b>
03.02.10	Caja de registro de 25cmx25cmx40cm con tapa de concreto	pza	4.00							4.00	<b>4.00</b>
<b>03.03</b>	<b>APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS</b>		<i>Según</i>	<i>Planos</i>							
03.03.01	Inodoro tanque bajo blanco	pza	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.03.02	Lavatorio de pared blanco	pza	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.03.03	Ducha cromada de cabeza giratoria	pza	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.03.04	Toallera con soporte de losa y barra plástica color blanco	pza	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.03.05	Papelera de losa y barra plástica color blanco	pza	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.03.06	Grifería para lavadero de ropa en pared	pza	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.03.07	Grifería de riego de 3/4"	pza	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.03.08	Lavadero de cocina	pza	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.03.09	Lavadero de ropa	pza	1.00							1.00	<b>1.00</b>
03.03.10	Colocación de aparatos y accesorios sanitarios	pza	8.00							8.00	<b>8.00</b>

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT.	DIMENSIONES						PARCIAL	TOTAL
				L(m)	L (pies)	B(m)	B (pulg)	H(m)	H (pulg)		
<b>04</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>										
<b>04.01</b>	<b>SALIDAS</b>		<i>Según</i>	<i>Planos</i>							
04.01.01	Puntos de salida de alumbrado	pto	5.00							5.00	<b>5.00</b>
04.01.02	Puntos de salida de interruptor simple	pto	5.00							5.00	<b>5.00</b>
04.01.03	Puntos de salida de tomacorriente simple	pto	11.00							11.00	<b>11.00</b>
04.01.04	Acometida domiciliaria configuración corta	und	1.00							1.00	<b>1.00</b>
<b>04.02</b>	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>		<i>Según</i>	<i>Planos</i>							
04.02.01	Tablero eléctrico C/Gabinete de fierro galvanizado, 3 circuitos	und	1.00							1.00	<b>1.00</b>
<b>04.03</b>	<b>ARTEFACTOS DE ALUMBRADO</b>		<i>Según</i>	<i>Planos</i>							
04.03.01	Foco ahorradores	und	5.00							5.00	<b>5.00</b>

### 6.3 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO

A continuación se detalla los análisis de costos unitarios de la propuesta del sistema constructivo con aislamiento térmico del módulo de vivienda de 5.67m x 5.67m:

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS								
<b>PRESUPUESTO:</b>	PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS							
ESTRUCTURAS								
<b>01.01.01.01</b>	<b>FABRICACION DE PANELES MURO DE 0.90m x 2.10m</b>							
Rendimiento	und/DIA	11.000	EQ.	11.000		Costo unitario directo por : und	87.26	
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	0.7273	10.00	7.27
PEON			hh		1.0000	0.7273	8.13	5.91
								<b>13.18</b>
<b>Materiales</b>								
ACERO CORRUGADO D=1/4"			var			2.0000	4.00	8.00
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"			kg			0.0500	3.00	0.15
MALLA CUADRADA ELECTROSOLDADA DE 1/2"			m2			3.7800	3.00	11.34
PLANCHA DE TOTORA e=3"			m2			1.7100	5.85	10.00
MADERA TORNILLO			p2			9.6500	4.50	43.43
								<b>72.92</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			5.0000	13.18	0.66
SIERRA CIRCULAR			hm		0.1000	0.0727	6.85	0.50
								<b>1.16</b>
<b>01.01.01.02</b>	<b>FABRICACION DE PANELES VENTANA DE 0.90m x 2.10m</b>							
Rendimiento	und/DIA	10.000	EQ.	10.000		Costo unitario directo por : und	89.65	
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	0.8000	10.00	8.00
PEON			hh		1.0000	0.8000	8.13	6.50
								<b>14.50</b>
<b>Materiales</b>								
ACERO CORRUGADO D=1/4"			var			1.2800	4.00	5.12
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"			kg			0.2500	3.00	0.75
MALLA CUADRADA ELECTROSOLDADA DE 1/2"			m2			2.1600	3.00	6.48
PLANCHA DE TOTORA e=3"			m2			0.9000	5.85	5.27
MADERA TORNILLO			p2			12.5000	4.50	56.25
								<b>73.87</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			5.0000	14.50	0.73

SIERRA CIRCULAR	hm		0.1000		0.0800	6.85	0.55
							<b>1.28</b>
<b>01.01.01.03</b>	<b>FABRICACION DE PANEL VENTANA ALTA DE 0.90m x 2.10m</b>						
Rendimiento	und/DIA	10.000	EQ.	10.000		Costo unitario directo por : und	<b>94.40</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh		1.0000	0.8000	10.00
PEON			hh		1.0000	0.8000	8.13
							<b>14.50</b>
<b>Materiales</b>							
ACERO CORRUGADO D=1/4"			var			1.4000	4.00
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"			kg			0.2500	3.00
MALLA CUADRADA ELECTROSOLDADA DE 1/2"			m2			3.0000	3.00
PLANCHA DE TOTORA e=3"			m2			1.2000	5.85
MADERA TORNILLO			p2			12.5000	4.50
							<b>78.62</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			5.0000	14.50
SIERRA CIRCULAR			hm		0.1000	0.0800	6.85
							<b>1.28</b>
<b>01.01.01.04</b>	<b>FABRICACION DE PANELES PUERTA HOJA DE 0.84m x 2.10m</b>						
Rendimiento	und/DIA	6.000	EQ.	6.000		Costo unitario directo por : und	<b>131.52</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh		1.0000	1.3333	10.00
PEON			hh		1.0000	1.3333	8.13
							<b>24.17</b>
<b>Materiales</b>							
CLAVOS PARA MADERA SIN CABEZA DE 2"			kg			0.2500	3.00
PLANCHA DE TOTORA e= 1 1/2"			m2			1.4500	5.00
COLA SINTETICA			gal			0.0800	16.00
MADERA TORNILLO			p2			15.0000	4.50
PLANCHA DE FIBROCEMENTO DE 4mm			m2			3.5300	8.06
							<b>105.23</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			5.0000	24.17
SIERRA CIRCULAR			hm		0.1000	0.1333	6.85
							<b>2.12</b>
<b>01.01.01.05</b>	<b>FABRICACION DE ARMADURAS DE MADERA TIPO MONTANTE MAESTRO</b>						
Rendimiento	und/DIA	8.000	EQ.	8.000		Costo unitario directo por : und	<b>171.83</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh		1.0000	1.0000	10.00
PEON			hh		1.0000	1.0000	8.13
							<b>8.13</b>

								<b>18.13</b>
<b>Materiales</b>								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg				1.2000	3.50		4.20
MADERA TORNILLO	p2				30.0000	4.50		135.00
CARTELAS e=2cm	m2				2.5800	5.00		12.90
								<b>152.10</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				5.0000	18.13		0.91
SIERRA CIRCULAR	hm		0.1000		0.1000	6.85		0.69
								<b>1.60</b>
<b>01.01.01.06 FABRICACION DE MARCOS DE MADERA PARA PUERTAS EXTERIORES E INTERIORES</b>								
Rendimiento	und/DIA	10.000	EQ.	10.000		Costo unitario directo por : und	<b>53.36</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>			<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO	hh				1.0000	0.8000	10.00	8.00
PEON	hh				1.0000	0.8000	8.13	6.50
								<b>14.50</b>
<b>Materiales</b>								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg				0.1000	3.00		0.30
COLA SINTETICA	gal				0.0800	16.00		1.28
MADERA TORNILLO	p2				8.0000	4.50		36.00
								<b>37.58</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				5.0000	14.50		0.73
SIERRA CIRCULAR	hm		0.1000		0.0800	6.85		0.55
								<b>1.28</b>
<b>01.02.01.01 SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD</b>								
Rendimiento	glb/DIA		EQ.			Costo unitario directo por : glb	<b>44.27</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>			<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
PEON	hh					0.5000	8.13	4.07
								<b>4.07</b>
<b>Materiales</b>								
CINTAS DE SEGURIDAD	m					40.0000	1.00	40.00
								<b>40.00</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo					5.0000	4.07	0.20
								<b>0.20</b>
<b>01.02.01.02 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL</b>								
Rendimiento	m2/DIA	40.000	EQ.	40.000		Costo unitario directo por : m2	<b>1.92</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>			<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO	hh				0.1000	0.0200	10.00	0.20
PEON	hh				1.0000	0.2000	8.13	1.63
								<b>1.83</b>

<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				5.0000	1.83	0.09
							<b>0.09</b>
<b>01.02.01.03</b>	<b>TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO DEL TERRENO</b>						
Rendimiento	m2/DIA	500.000	EQ.	500.000		Costo unitario directo por : m2	<b>2.00</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							<b>Parcial S/.</b>
CAPATAZ			hh		0.1000	0.0016	12.50
OPERARIO			hh		1.0000	0.0160	10.00
PEON			hh		2.0000	0.0320	8.13
TOPOGRAFO			hh		1.0000	0.0160	10.00
							<b>0.60</b>
<b>Materiales</b>							
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg			0.0100	3.50
YESO (17kg)			bol			0.0300	7.00
MADERA TORNILLO			p2			0.0300	4.50
							<b>0.39</b>
<b>Equipos</b>							
NIVEL TOPOGRAFICO			hm		1.5000	0.0240	9.60
MIRA TOPOGRAFICA			h		1.5000	0.0240	0.98
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			5.0000	0.60
WINCHA DE 30m			und			0.0200	30.00
CORDEL ROLLO DE 50m			und			0.0100	12.50
							<b>1.01</b>
<b>01.02.02.01</b>	<b>EXCAVACION DE ZANJAS PARA CIMIENTOS 0.40m x 0.75m</b>						
Rendimiento	m3/DIA	4.000	EQ.	4.000		Costo unitario directo por : m3	<b>19.32</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							<b>Parcial S/.</b>
CAPATAZ			hh		0.1000	0.2000	12.50
PEON			hh		1.0000	2.0000	8.13
							<b>18.76</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	18.76
							<b>0.56</b>
<b>01.02.02.02</b>	<b>RELLENO COMPACTADO DE ZANJAS, MAT. PROPIO PISON MANUAL</b>						
Rendimiento	m3/DIA	7.000	EQ.	7.000		Costo unitario directo por : m3	<b>12.34</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							<b>Parcial S/.</b>
CAPATAZ			hh		0.1000	0.1143	12.50
PEON			hh		1.0000	1.1429	8.13
							<b>10.72</b>
<b>Materiales</b>							
AGUA			m3			0.1200	9.00
							<b>1.08</b>
<b>Equipos</b>							

HERRAMIENTAS MANUALES		%mo				5.0000	10.72	0.54
								<b>0.54</b>
<b>01.02.02.03</b>		<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>						
Rendimiento	m3/DIA	6.000	EQ.	6.000		Costo unitario directo por : m3	<b>24.05</b>	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ			hh		0.1000	0.1333	12.50	1.67
PEON			hh		2.0000	2.6667	8.13	21.68
								<b>23.35</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	23.35	0.70
								<b>0.70</b>
<b>01.02.03.01</b>		<b>SOLADO f'c=100 kg/cm2, h=10cm</b>						
Rendimiento	m2/DIA	60.000	EQ.	60.000		Costo unitario directo por : m2	<b>24.18</b>	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ			hh		0.1000	0.0133	12.50	0.17
OPERARIO			hh		1.0000	0.1333	10.00	1.33
PEON			hh		2.0000	0.2667	8.13	2.17
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh		1.0000	0.1333	11.25	1.50
								<b>5.17</b>
<b>Materiales</b>								
ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO			gal			0.0040	47.91	0.19
GASOLINA 84 OCTANOS			gal			0.1200	9.96	1.20
HORMIGON			m3			0.1850	25.00	4.63
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol			0.5400	20.00	10.80
AGUA			m3			0.0180	9.00	0.16
								<b>16.98</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	5.17	0.16
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)			hm		1.0000	0.1333	14.00	1.87
								<b>2.03</b>
<b>01.02.03.02</b>		<b>CIMIENTO CORRIDO-CONCRETO CICLOPEO 1:10 + 30% P.G</b>						
Rendimiento	m3/DIA	25.000	EQ.	25.000		Costo unitario directo por : m3	<b>121.21</b>	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
CAPATAZ			hh		0.1000	0.0320	12.50	0.40
OPERARIO			hh		1.0000	0.3200	10.00	3.20
PEON			hh		4.0000	1.2800	8.13	10.41
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh		1.0000	0.3200	11.25	3.60
								<b>17.61</b>
<b>Materiales</b>								

ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO	gal				0.0040	47.91	0.19
GASOLINA 84 OCTANOS	gal				0.0800	9.96	0.80
PIEDRA GRANDE DE 6"	m3				0.5000	28.00	14.00
HORMIGON	m3				0.8700	25.00	21.75
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol				3.0450	20.00	60.90
AGUA	m3				0.1050	9.00	0.95
							<b>98.59</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	17.61	0.53
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm			1.0000	0.3200	14.00	4.48
							<b>5.01</b>
<b>01.02.03.03 SOBRECIMIENTO-CONCRETO CICLOPEO 1:8 (C:H)+10%PM</b>							
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>12.500</b>	EQ.	<b>12.500</b>		Costo unitario directo por : m3	<b>130.22</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ			hh		0.1000	0.0640	12.50 0.80
OPERARIO			hh		1.0000	0.6400	10.00 6.40
PEON			hh		4.0000	2.5600	8.13 20.81
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO			hh		1.0000	0.6400	11.25 7.20
							<b>35.21</b>
<b>Materiales</b>							
ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO	gal				0.0040	47.91	0.19
GASOLINA 84 OCTANOS	gal				0.1200	9.96	1.20
HORMIGON	m3				0.8700	25.00	21.75
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol				3.0450	20.00	60.90
AGUA	m3				0.1050	9.00	0.95
							<b>84.99</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	35.21	1.06
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm			1.0000	0.6400	14.00	8.96
							<b>10.02</b>
<b>01.02.03.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO</b>							
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>16.000</b>	EQ.	<b>16.000</b>		Costo unitario directo por : m2	<b>26.34</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ			hh		0.1000	0.0500	12.50 0.63
OPERARIO			hh		1.0000	0.5000	10.00 5.00
PEON			hh		1.0000	0.5000	8.13 4.07
							<b>9.70</b>
<b>Materiales</b>							
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg				0.2600	3.50	0.91
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg				0.1300	3.50	0.46
MADERA TORNILLO	p2				3.3500	4.50	15.08
							<b>16.45</b>

<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				2.0000	9.70	0.19
							<b>0.19</b>
<b>01.02.04.01.01</b>	<b>MONTAJE DE VIGAS SOLERAS INFERIORES DE 2"x4"</b>						
Rendimiento	m/DIA	80.000	EQ.	80.000		Costo unitario directo por : m	<b>14.75</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
							<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh		1.0000	0.1000	10.00
PEON			hh		1.0000	0.1000	8.13
							<b>1.81</b>
<b>Materiales</b>							
MADERA TORNILLO DE 2"X4"			p2			2.6700	4.50
VARILLA DE ANCLAJE ACABADA EN ROSCA L=0.20m			und			0.3200	2.50
							<b>12.82</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo					3.0000	1.81
SIERRA CIRCULAR	hm				0.1000	0.0100	6.85
							<b>0.12</b>
<b>01.02.04.02.01</b>	<b>MONTAJE DE COLUMNAS DE 4"x4"x2.98m</b>						
Rendimiento	und/DIA	15.000	EQ.	15.000		Costo unitario directo por : und	<b>67.55</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
							<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh		0.9999	0.5333	10.00
PEON			hh		0.5001	0.2667	8.13
							<b>7.50</b>
<b>Materiales</b>							
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"			kg			0.2700	3.50
MADERA TORNILLO DE 4"X4"			p2			13.0000	4.50
							<b>59.45</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo					3.0000	7.50
SIERRA CIRCULAR	hm				0.0999	0.0533	6.85
							<b>0.60</b>
<b>01.02.04.03.01</b>	<b>MONTAJE DE PANELES MURO DE 0.90m x 2.10m</b>						
Rendimiento	und/DIA	15.000	EQ.	15.000		Costo unitario directo por : und	<b>14.15</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
							<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh		1.0000	0.5333	10.00
PEON			hh		1.0000	0.5333	8.13
							<b>9.67</b>
<b>Materiales</b>							
TIRAFONES DE 3"x3/8"			und			5.0000	0.50
TIRAFONES DE 2 1/2"x3/8"			und			2.0000	0.50
PERNOS DE 3/8"x3"			und			1.0000	0.50

							4.00	
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	9.67	0.48	
							<b>0.48</b>	
<b>01.02.04.03.02 MONTAJE DE PANELES VENTANA DE 0.90m x 2.10m</b>								
Rendimiento	und/DIA	15.000	EQ.	15.000		Costo unitario directo por : und	11.91	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	0.5333	10.00	5.33
PEON			hh		0.5000	0.2667	8.13	2.17
								<b>7.50</b>
<b>Materiales</b>								
TIRAFONES DE 2 1/2"x3/8"			und			2.0000	0.50	1.00
PERNOS DE 3/8"x3"			und			10.0000	0.50	5.00
								<b>6.00</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	7.50	0.38	
								<b>0.38</b>
<b>01.02.04.03.03 MONTAJE DE PANEL VENTANA ALTA DE 0.90m x 2.10m</b>								
Rendimiento	und/DIA	15.000	EQ.	15.000		Costo unitario directo por : und	13.88	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	0.5333	10.00	5.33
PEON			hh		0.5000	0.2667	8.13	2.17
								<b>7.50</b>
<b>Materiales</b>								
TIRAFONES DE 3"x3/8"			und			5.0000	0.50	2.50
TIRAFONES DE 2 1/2"x3/8"			und			2.0000	0.50	1.00
PERNOS DE 3/8"x3"			und			5.0000	0.50	2.50
								<b>6.00</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	7.50	0.38	
								<b>0.38</b>
<b>01.02.04.04.01 MONTAJE DE VIGAS SOLERAS SUPERIORES DE 2"x4"</b>								
Rendimiento	m/DIA	80.000	EQ.	80.000		Costo unitario directo por : m	14.03	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	0.1000	10.00	1.00
PEON			hh		1.0000	0.1000	8.13	0.81
								<b>1.81</b>
<b>Materiales</b>								
MADERA TORNILLO DE 2"x4"			p2			2.6700	4.50	12.02
TIRAFON DE 4"			und			0.0500	1.00	0.05
PERNOS DE 4"			und			0.0500	1.00	0.05
								<b>0.10</b>

<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	1.81	0.05
SIERRA CIRCULAR	hm		0.0800		0.0080	6.85	0.05
							<b>0.10</b>
<b>01.02.04.05.01</b>	<b>MONTAJE DE ARMADURAS DE MADERA TIPO MONTANTE MAESTRO</b>						
Rendimiento	und/DIA	10.000	EQ.	10.000		Costo unitario directo por : und	<b>25.23</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh		1.0000	0.8000	10.00 8.00
PEON			hh		1.0000	0.8000	8.13 6.50
							<b>14.50</b>
<b>Materiales</b>							
ANGULO DE 2"x2"			und			6.0000	1.00 6.00
PERNOS DE 3/8"x3"			und			8.0000	0.50 4.00
							<b>10.00</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				5.0000	14.50	0.73
							<b>0.73</b>
<b>01.02.05.01</b>	<b>MONTAJE DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO 4mm</b>						
Rendimiento	m2/DIA	45.000	EQ.	45.000		Costo unitario directo por : m2	<b>9.96</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh		1.0000	0.1778	10.00 1.78
PEON			hh				
							<b>1.78</b>
<b>Materiales</b>							
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"			kg			0.0100	7.00 0.07
PLANCHA DE FIBROCEMENTO DE 4mm			m2			1.0000	8.06 8.06
							<b>8.13</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	1.78	0.05
							<b>0.05</b>
<b>01.02.05.02</b>	<b>MONTAJE DE CORREAS DE 2"x3"</b>						
Rendimiento	p2/DIA	225.000	EQ.	225.000		Costo unitario directo por : p2	<b>5.28</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh		1.0000	0.0356	10.00 0.36
PEON			hh		1.0000	0.0356	8.13 0.29
							<b>0.65</b>
<b>Materiales</b>							
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"			kg			0.0300	3.50 0.11
MADERA TORNILLO DE 2"X2"			p2			1.0000	4.50 4.50
							<b>4.61</b>

<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	0.65	0.02	
							<b>0.02</b>	
<b>01.02.05.03 MONTAJE DE PLANCHAS DE TOTORA DE e=3"</b>								
Rendimiento	m2/DIA	70.000	EQ.	70.000		Costo unitario directo por : m2	6.55	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		0.5000	0.0571	10.00	0.57
PEON			hh		1.0000	0.1143	8.13	0.93
								<b>1.50</b>
<b>Materiales</b>								
PLANCHA DE TOTORA e=2"			m2			1.0000	5.00	5.00
								<b>5.00</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	1.50	0.05	
								<b>0.05</b>
<b>01.02.05.04 MONTAJE DE PLANCHAS DE CALAMINAS e=0.20mm</b>								
Rendimiento	m2/DIA	60.000	EQ.	60.000		Costo unitario directo por : m2	8.98	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	0.1333	10.00	1.33
PEON			hh		1.0000	0.1333	8.13	1.08
								<b>2.41</b>
<b>Materiales</b>								
PLANCHA DE CALAMINA 0.80mx3.60m			m2			1.0000	6.25	6.25
TIRAFON GALVANIZADO DE 3" CON TAPA			kg			0.2500	1.00	0.25
								<b>6.50</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	2.41	0.07	
								<b>0.07</b>
<b>01.02.05.05 MONTAJE DE CUMBRERA DE CALAMINA</b>								
Rendimiento	m/DIA	30.000	EQ.	30.000		Costo unitario directo por : m	6.11	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	0.2667	10.00	2.67
PEON			hh		0.5000	0.1333	8.13	1.08
								<b>3.75</b>
<b>Materiales</b>								
CUMBRERA DE CALAMINA			m			1.0000	2.00	2.00
TIRAFON GALVANIZADO DE 3" CON TAPA			kg			0.2500	1.00	0.25
								<b>2.25</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	3.75	0.11	
								<b>0.11</b>

<b>01.02.06.01 MONTAJE DE CIELORASO CON PLANCHAS DE FIBROCEMENTO 4mm</b>								
Rendimiento	m2/DIA	30.000	EQ.	30.000		Costo unitario directo por : m2	14.89	
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	0.2667	10.00	2.67
PEON			hh		1.0000	0.2667	8.13	2.17
								<b>4.84</b>
<b>Materiales</b>								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"			kg			0.2500	7.00	1.75
PLANCHA DE FIBROCEMENTO DE 4mm			m2			1.0000	8.06	8.06
								<b>9.81</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			5.0000	4.84	0.24
								<b>0.24</b>
<b>01.02.06.02 MONTAJE DE PLANCHAS DE FIBROCEMENTO DE 4mm PARA CERRAMIENTO DE HASTIALES</b>								
Rendimiento	m2/DIA	40.000	EQ.	40.000		Costo unitario directo por : m2	13.62	
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	0.2000	10.00	2.00
PEON			hh		1.0000	0.2000	8.13	1.63
								<b>3.63</b>
<b>Materiales</b>								
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"			kg			0.2500	7.00	1.75
PLANCHA DE FIBROCEMENTO DE 4mm			m2			1.0000	8.06	8.06
								<b>9.81</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			5.0000	3.63	0.18
								<b>0.18</b>
<b>01.02.07.01 COLOCACION DE PIEDRAS DE 2" CON BREA</b>								
Rendimiento	m2/DIA	100.000	EQ.	100.000		Costo unitario directo por : m2	2.82	
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
PEON			hh		1.0000	0.0800	8.13	0.65
								<b>0.65</b>
<b>Materiales</b>								
BREA			gal			0.0100	15.00	0.15
PIEDRA DE 2"			m2			1.0000	2.00	2.00
								<b>2.15</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	0.65	0.02
								<b>0.02</b>

01.02.07.02		MONTAJE DE DURMIENTES DE 2"x4"							
Rendimiento	p2/DIA	225.000	EQ.	225.000		Costo unitario directo por : p2	5.41		
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>									
OPERARIO			hh		1.0000	0.0356	10.00	0.36	
PEON			hh		1.0000	0.0356	8.13	0.29	
								<b>0.65</b>	
<b>Materiales</b>									
MADERA TORNILLO DE 2"x4"			p2			1.0000	4.50	4.50	
								<b>4.50</b>	
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	0.65	0.02	
SIERRA CIRCULAR			hm		1.0000	0.0356	6.85	0.24	
								<b>0.26</b>	
01.02.07.03		MONTAJE DE PLANCHAS DE TOTORA DE e=2"							
Rendimiento	m2/DIA	100.000	EQ.	100.000		Costo unitario directo por : m2	6.08		
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>									
OPERARIO			hh		0.5000	0.0400	10.00	0.40	
PEON			hh		1.0000	0.0800	8.13	0.65	
								<b>1.05</b>	
<b>Materiales</b>									
PLANCHA DE TOTORA e=2"			m2			1.0000	5.00	5.00	
								<b>5.00</b>	
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	1.05	0.03	
								<b>0.03</b>	
01.02.07.04		MONTAJE DE TABLAS DE MADERA DE 1"x10"							
Rendimiento	p2/DIA	255.000	EQ.	255.000		Costo unitario directo por : p2	3.11		
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>									
OPERARIO			hh		1.0000	0.0314	10.00	0.31	
PEON			hh		1.0000	0.0314	8.13	0.26	
								<b>0.57</b>	
<b>Materiales</b>									
CLAVOS PARA MADERA SIN CABEZA DE 2"			kg			0.1000	3.00	0.30	
TABLA DE MADERA MISA DE 1"x10"			p2			1.0000	2.00	2.00	
								<b>2.30</b>	
<b>Equipos</b>									
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	0.57	0.02	
SIERRA CIRCULAR			hm		1.0000	0.0314	6.85	0.22	
								<b>0.24</b>	
01.02.07.05		PISO DE CEMENTO PULIDO							
Rendimiento	m2/DIA	14.000	EQ.	14.000		Costo unitario directo por : m2	23.72		

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	12.50	0.71
OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	10.00	5.71
PEON	hh	1.0000	0.5714	8.13	4.65
					<b>11.07</b>
<b>Materiales</b>					
ARENA FINA	m3		0.0100	27.97	0.28
ARENA GRUESA	m3		0.0600	35.50	2.13
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.4800	20.00	9.60
AGUA	m3		0.0100	9.00	0.09
					<b>12.10</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	11.07	0.55
					<b>0.55</b>

<b>ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS</b>							
<b>PRESUPUESTO:</b>	PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS						
<b>ARQUITECTURA</b>							
<b>02.01.01</b>	<b>TARRAJEO PRIMARIO CON MORTERO DE CEMENTO Y TIERRA DE LA ZONA (e=1.2cm)</b>						
Rendimiento	<b>m2/ DIA</b>	MO.	<b>25.000</b>	EQ.	<b>25.000</b>	Costo unitario directo por :m2	<b>8.56</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	10.00	3.20	
PEON		hh	1.0000	0.3200	8.13	2.60	
						<b>5.80</b>	
<b>Materiales</b>							
TIERRA DE LA ZONA		m3		0.0400	0.20	0.01	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.1170	20.00	2.34	
AGUA		m3		0.0040	9.00	0.04	
						<b>2.39</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	5.80	0.29	
REGLA DE MADERA		p2		0.0250	3.00	0.08	
						<b>0.37</b>	
<b>02.01.02</b>	<b>ACABADO DE MORTERO DE CEMENTO Y TIERRA DE LA ZONA e=1cm (EXTERIORES)</b>						
Rendimiento	<b>m2/ DIA</b>	MO.	<b>20.0000</b>	EQ.	<b>20.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>10.08</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	10.00	4.00	
PEON		hh	1.0000	0.4000	8.13	3.25	
						<b>7.25</b>	
<b>Materiales</b>							
TIERRA DE LA ZONA		m3		0.0400	0.20	0.01	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.1170	20.00	2.34	
AGUA		m3		0.0040	9.00	0.04	
						<b>2.39</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	7.25	0.36	
REGLA DE MADERA		p2		0.0250	3.00	0.08	
						<b>0.44</b>	
<b>02.01.03</b>	<b>ENLUCIDO DE ACABADO DE YESO e=1cm (INTERIORES)</b>						
Rendimiento	<b>m2/ DIA</b>	MO.	<b>25.0000</b>	EQ.	<b>25.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>7.74</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	10.00	3.20	

PEON		hh	0.5000	0.1600	8.13	1.30	
						<b>4.50</b>	
<b>Materiales</b>							
YESO (17kg)		bol		0.4250	7.00	2.98	
AGUA		m3		0.0040	9.00	0.04	
						<b>3.02</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	4.50	0.14	
REGLA DE MADERA		p2		0.0250	3.00	0.08	
						<b>0.22</b>	
<b>02.02.01 COLOCACION DE MAYOLICA EN SSHH A 1.00m Y EN DUCHA A 2.10m</b>							
Rendimiento	<b>m2/ DIA</b>	MO.	<b>12.0000</b>	EQ.	<b>12.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>28.60</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	10.00	6.67	
PEON		hh	1.0000	0.6667	8.13	5.42	
						<b>12.09</b>	
<b>Materiales</b>							
PORCELANA		kg		0.0500	3.00	0.15	
MAYOLICA DE 0.20mx0.30m		m2		1.0000	16.00	16.00	
						<b>16.15</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	12.09	0.36	
						<b>0.36</b>	
<b>02.03.01 MONTAJE DE MARCOS DE MADERA PARA PUERTAS EXTERIORES E INTERIORES</b>							
Rendimiento	<b>und/ DIA</b>	MO.	<b>20.0000</b>	EQ.	<b>20.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>7.46</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	10.00	4.00	
PEON		hh	0.5000	0.2000	8.13	1.63	
						<b>5.63</b>	
<b>Materiales</b>							
REBAJO PARA MARCOS DE PUERTAS		m		1.0000	1.50	1.50	
COLA SINTETICA		gal		0.0100	16.00	0.16	
						<b>1.66</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.63	0.17	
						<b>0.17</b>	
<b>02.03.02 MONTAJE DE PANELES PUERTA HOJA DE 0.84m x 2.10m</b>							
Rendimiento	<b>und/ DIA</b>	MO.	<b>20.0000</b>	EQ.	<b>20.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>5.91</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	10.00	4.00	
PEON		hh	0.5000	0.2000	8.13	1.63	
						<b>5.63</b>	

<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	5.63	0.28	
						<b>0.28</b>	
<b>02.03.03</b>	<b>MONTAJE DE MARCOS DE MADERA PARA VENTANAS DE 0.90mx0.90m Y VENTANA ALTA DE 0.90mx0.30m</b>						
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	MO.	<b>15.0000</b>	EQ.	<b>15.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>8.03</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO		hh	1.0000	0.5333	10.00	5.33	
PEON		hh	0.5000	0.2667	8.13	2.17	
						<b>7.50</b>	
<b>Materiales</b>							
CLAVOS PARA MADERA SIN CABEZA DE 2"		kg		0.0500	3.00	0.15	
						<b>0.15</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	7.50	0.38	
						<b>0.38</b>	
<b>02.04.01</b>	<b>INSTALACION DE DOBLE VIDRIO DE 4mm EN MARCOS DE VENTANA DE 0.90mx0.90m Y VENTANA ALTA DE 0.90mx0.30m</b>						
Rendimiento	<b>p2/DIA</b>	MO.	<b>60.0000</b>	EQ.	<b>60.0000</b>	Costo unitario directo por : p2	<b>4.87</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO		hh	1.0000	0.1333	10.00	1.33	
						<b>1.33</b>	
<b>Materiales</b>							
VIDRIO TRANSPARENTE CRUDO DOBLE		p2		1.0000	3.50	3.50	
						<b>3.50</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.33	0.04	
						<b>0.04</b>	
<b>02.05.01</b>	<b>INSTALACION DE BISAGRAS CAPUCHINAS ALUMINIZADAS DE 3 1/2" X 3 1/2"</b>						
Rendimiento	<b>par/DIA</b>	MO.	<b>10.0000</b>	EQ.	<b>10.0000</b>	Costo unitario directo por : par	<b>13.24</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	10.00	8.00	
						<b>8.00</b>	
<b>Materiales</b>							
BISAGRA CAPUCHINA ALUMINIZADA 3 1/2"x3 1/2"		par		1.0000	5.00	5.00	
						<b>5.00</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	8.00	0.24	
						<b>0.24</b>	

<b>02.05.02</b>								<b>INSTALACION DE CERRADURAS PARA PUERTAS EXTERIORES</b>									
Rendimiento	und/ DIA	MO.	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : und	71.48										
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>											
<b>Mano de Obra</b>																	
OPERARIO		hh	1.0000	1.6000	10.00	16.00											
						<b>16.00</b>											
<b>Materiales</b>																	
CERRADURA EXTERIOR DE 3 GOLPES		und		1.0000	55.00	55.00											
						<b>55.00</b>											
<b>Equipos</b>																	
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	10.00	0.48											
						<b>0.48</b>											
<b>02.05.03</b>								<b>INSTALACION DE CERRADURAS PARA PUERTAS INTERIORES</b>									
Rendimiento	und/ DIA	MO.	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : und	41.48										
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>											
<b>Mano de Obra</b>																	
OPERARIO		hh	1.0000	1.6000	10.00	16.00											
						<b>16.00</b>											
<b>Materiales</b>																	
CERRADURA PARA PUERTAS INTERIORES Y DORMITORIOS		und		1.0000	25.00	25.00											
						<b>25.00</b>											
<b>Equipos</b>																	
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	16.00	0.48											
						<b>0.48</b>											
<b>02.05.04</b>								<b>INSTALACION DE BISAGRAS DE 2½" PARA VENTANAS</b>									
Rendimiento	par/ DIA	MO.	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : par	10.87										
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>											
<b>Mano de Obra</b>																	
OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	10.00	6.67											
						<b>6.67</b>											
<b>Materiales</b>																	
BISAGRA CAPUCHINA ALUMINIZADA 2 1/2"x2 1/2"		par		1.0000	4.00	4.00											
						<b>4.00</b>											
<b>Equipos</b>																	
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	6.67	0.20											
						<b>0.20</b>											
<b>02.06.01</b>								<b>IMPRIMACION DE PANELES EN EXTERIORES</b>									
Rendimiento	m2/ DIA	MO.	30.0000	EQ.	30.0000	Costo unitario directo por : m2	6.81										
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>											
<b>Mano de Obra</b>																	
OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	10.00	2.67											

PEON		hh	0.5000	0.1333	8.13	1.08	
						<b>3.75</b>	
<b>Materiales</b>							
PINTURA AL TEMPLE		kg		0.1000	15.00	1.50	
IMPRIMANTE		kg		0.1000	14.50	1.45	
						<b>2.95</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.75	0.11	
						<b>0.11</b>	
<b>02.06.02 IMPRIMACION CON PRESERVANTE DE MADERA</b>							
Rendimiento	<b>m2/ DIA</b>	MO.	<b>80.0000</b>	EQ.	<b>80.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>2.47</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0100	12.50	0.13	
PEON		hh	1.0000	0.1000	8.13	0.81	
						<b>0.94</b>	
<b>Materiales</b>							
PRESERVANTE DE MADERA		gal		0.0600	25.00	1.50	
						<b>1.50</b>	
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.94	0.03	
						<b>0.03</b>	

<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS</b>						
<b>PRESUPUESTO:</b>	PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS					
<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>						
<b>03.01.01</b>	<b>PUNTOS DE SALIDA DE AGUA FRIA PVC 3/4"</b>					
Rendimiento	pto/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por : pto	46.81
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Parcial \$/.
Mano de Obra						
OPERARIO			hh	1.0000	2.6667	26.67
PEON			hh	0.5000	1.3333	10.84
						37.51
Materiales						
TUBERIA PVC 3/4" x 5 m			und		0.1500	2.03
CODO PVC 3/4"x90°			pza		2.0000	3.00
TEE PVC 3/4"			pza		0.6700	1.34
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML			env		0.0200	1.80
						8.17
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	1.13
						1.13
<b>03.01.02</b>	<b>PUNTOS DE SALIDA DE AGUA FRIA PVC 1/2"</b>					
Rendimiento	pto/DIA	3.0000	EQ.	3.0000	Costo unitario directo por : pto	45.50
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Parcial \$/.
Mano de Obra						
OPERARIO			hh	1.0000	2.6667	26.67
PEON			hh	0.5000	1.3333	10.84
						37.51
Materiales						
TUBERIA PVC 1/2" x 5 m			und		0.1900	1.90
CODO PVC 1/2"x90°			pza		1.6600	1.66
TEE PVC 1/2"			pza		1.0000	1.50
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML			env		0.0200	1.80
						6.86
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	1.13
						1.13
<b>03.01.03</b>	<b>RED DE 3/4" PVC</b>					
Rendimiento	m/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por : m	13.64
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Parcial \$/.
Mano de Obra						
OPERARIO			hh	1.0000	0.3200	3.20
PEON			hh	0.5000	0.1600	1.30
						4.50
Materiales						

TUBERIA PVC 3/4" x 5 m	und			0.4000	13.50	5.40
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML	env			0.0400	90.00	3.60
						<b>9.00</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	4.50	0.14
						<b>0.14</b>
<b>03.01.04 RED DE 1/2" PVC</b>						
Rendimiento	m/DIA	<b>25.0000</b>	EQ.	<b>25.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>10.24</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO			hh	1.0000	0.3200	3.20
PEON			hh	0.5000	0.1600	1.30
						<b>4.50</b>
<b>Materiales</b>						
TUBERIA PVC 1/2" x 5 m	und			0.2000	10.00	2.00
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML	env			0.0400	90.00	3.60
						<b>5.60</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	4.50	0.14
						<b>0.14</b>
<b>03.01.05 VALVULA COMPUERTA DE BRONCE DE 3/4"</b>						
Rendimiento	pza/DIA	<b>8.0000</b>	EQ.	<b>8.0000</b>	Costo unitario directo por : pza	<b>112.30</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO			hh	1.0000	1.0000	10.00
						<b>10.00</b>
<b>Materiales</b>						
UNION UNIVERSAL PVC 3/4"	pza			2.0000	4.00	8.00
CINTA TEFLON	und			1.0000	1.00	1.00
VALVULA COMPUERTA DE 3/4"	pza			1.0000	38.00	38.00
CAJA DE 0.27mx0.20m PARA VALVULA COMPUERTA DE 3/4"	und			1.0000	55.00	55.00
						<b>102.00</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	10.00	0.30
						<b>0.30</b>
<b>03.01.06 ABRAZADERAS PARA TUBERIAS DE PVC 3/4"</b>						
Rendimiento	pza/DIA	<b>50.0000</b>	EQ.	<b>50.0000</b>	Costo unitario directo por : pza	<b>1.00</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>						
ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO 3/4"	pza			1.0000	1.00	1.00
						<b>1.00</b>
<b>03.01.07 ABRAZADERAS PARA TUBERIAS DE PVC 1/2"</b>						

pza/DIA	50.0000		EQ.	50.0000		Costo unitario directo por : pza	0.70	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Materiales</b>								
ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO 1/2"			pza		1.0000	0.70	0.70	
							<b>0.70</b>	
<b>03.02.01 PUNTOS DE SALIDA DE DESAGUE DE PVC-SAL 2"</b>								
Rendimiento	pto/DIA	5.0000	EQ.	5.0000		Costo unitario directo por : pto	48.81	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh	1.0000	1.6000	10.00	16.00	
PEON			hh	1.0000	1.6000	8.13	13.01	
							<b>29.01</b>	
<b>Materiales</b>								
CODO PVC SAL 2"x90°			pza		1.0500	2.00	2.10	
TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m			m		0.5500	7.50	4.13	
TRAMPA "P" PVC SAL DE 2"			pza		1.2500	7.00	8.75	
YEE PVC SAL DE 2"			pza		0.5000	2.50	1.25	
PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN			und		0.0300	90.00	2.70	
							<b>18.93</b>	
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	29.01	0.87	
							<b>0.87</b>	
<b>03.02.02 PUNTOS DE SALIDA DE DESAGUE DE PVC-SAL 4"</b>								
Rendimiento	pto/DIA	5.0000	EQ.	5.0000		Costo unitario directo por : pto	73.89	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh	1.0000	1.6000	10.00	16.00	
PEON			hh	1.0000	1.6000	8.13	13.01	
							<b>29.01</b>	
<b>Materiales</b>								
TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m			m		0.3500	16.50	5.78	
CODO PVC-SAL 4" X 90°			pza		1.0500	5.00	5.25	
TRAMPA "P" PVC SAL DE 4"			pza		1.0500	18.00	18.90	
REDUCCION PVC-SAL DE 4" A 2"			pza		1.0000	3.50	3.50	
YEE PVC DESAGUE SAL 4"			pza		1.0500	7.50	7.88	
PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN			und		0.0300	90.00	2.70	
							<b>44.01</b>	
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	29.01	0.87	
							<b>0.87</b>	
<b>03.02.03 PUNTOS DE SALIDA DE VENTILACION DE 2"</b>								
Rendimiento	pto/DIA	5.0000	EQ.	5.0000		Costo unitario directo por : pto	68.08	

Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO			hh	1.0000	1.6000	10.00	16.00
PEON			hh	1.0000	1.6000	8.13	13.01
							<b>29.01</b>
<b>Materiales</b>							
CODO PVC 90° SAL de 4" a 2"			pza		1.0000	4.50	4.50
TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m			m		3.6800	7.50	27.60
CODO PVC-SAL 2" X 90°			pza		1.0000	2.50	2.50
PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN			und		0.0400	90.00	3.60
							<b>38.20</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	29.01	0.87
							<b>0.87</b>
<b>03.02.04 TUBERIA PRINCIPAL PVC-SAL P/DESAGUE D=2"</b>							
Rendimiento	m/DIA	20.0000	EQ.	20.0000		Costo unitario directo por : m	<b>16.10</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.0100	0.0040	12.50	0.05
OPERARIO			hh	1.0000	0.4000	10.00	4.00
PEON			hh	1.0000	0.4000	8.13	3.25
							<b>7.30</b>
<b>Materiales</b>							
TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m			m		1.0000	7.50	7.50
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML			env		0.0120	90.00	1.08
							<b>8.58</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	7.30	0.22
							<b>0.22</b>
<b>03.02.05 TUBERIA PRINCIPAL PVC-SAL P/DESAGUE D=4"</b>							
Rendimiento	m/DIA	20.0000	EQ.	20.0000		Costo unitario directo por : m	<b>24.87</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh	1.0000	0.4000	10.00	4.00
PEON			hh	1.0000	0.4000	8.13	3.25
							<b>7.25</b>
<b>Materiales</b>							
TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m			m		1.0000	16.50	16.50
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML			env		0.0100	90.00	0.90
							<b>17.40</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	7.25	0.22
							<b>0.22</b>
<b>03.02.06 REGISTRO ROSCADO DE BRONCE DE 2"</b>							

Rendimiento	pza/DIA	MO	8.0000	EQ	8.0000	Costo unitario directo por : pza	15.09
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.1000	0.1000	12.50	1.25
OPERARIO			hh	1.0000	1.0000	10.00	10.00
<b>Materiales</b>							<b>11.25</b>
REGISTRO DE BRONCE DE 2"			und		1.0000	3.50	3.50
							<b>3.50</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	11.25	0.34
							<b>0.34</b>
<b>03.02.07</b>		<b>SUMIDEROS DE BRONCE DE 2"</b>					
Rendimiento	pza/DIA	MO	8.0000	EQ	8.0000	Costo unitario directo por : pza	17.59
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.1000	0.1000	12.50	1.25
OPERARIO			hh	1.0000	1.0000	10.00	10.00
							<b>11.25</b>
<b>Materiales</b>							
SUMIDERO DE BRONCE DE 2"			und		1.0000	6.00	3.00
							<b>3.00</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	11.25	0.34
							<b>0.34</b>
<b>03.02.08</b>		<b>SOMBRERO DE VENTILACION DESAGUE PVC-SAL DE 2"</b>					
Rendimiento	pza/DIA	MO	5.0000	EQ	5.0000	Costo unitario directo por : pza	22.04
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.1000	0.1600	12.50	2.00
OPERARIO			hh	1.0000	1.6000	10.00	16.00
							<b>18.00</b>
<b>Materiales</b>							
SOMBRERO DE VENTILACION PVC-SAL DE 2"			pza		1.0000	3.50	3.50
							<b>3.50</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	18.00	0.54
							<b>0.54</b>
<b>03.02.09</b>		<b>ABRAZADERAS PARA TUBERIAS DE PVC 2"</b>					
Rendimiento	pza/DIA		EQ.			Costo unitario directo por : pza	3.00
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>							

ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO 2"		pza		1.0000	3.00	3.00
						<b>3.00</b>
<b>03.02.10</b>	<b>CAJA DE REGISTRO DE 25cm x 50cm x 40 cm CON TAPA DE CONCRETO</b>					
Rendimiento	und/DIA	5.0000	EQ.	5.0000	Costo unitario directo por : und	93.14
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO			hh	1.0000	16.0000	16.00
PEON			hh	1.0000	12.1300	13.01
						<b>29.01</b>
<b>Materiales</b>						
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg		0.6000	2.70
PIEDRA CHANCADA 1/2"			m3		0.2500	9.50
ARENA FINA			m3		0.0300	0.84
ARENA GRUESA			m3		0.0600	2.13
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol		1.5000	30.00
LADRILLO KK 18 HUECOS 9X13X24 cm			mll		0.0200	18.00
AGUA			m3		0.0100	0.09
						<b>63.26</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.87
						<b>0.87</b>
<b>03.03.01</b>	<b>INODORO TANQUE BAJO BLANCO</b>					
Rendimiento	pza/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : pza	90.00
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>						
INODORO TANQUE BAJO NORMAL BLANCO INCLUYE ACCESORIOS			und		1.0000	90.00
						<b>90.00</b>
<b>03.03.02</b>	<b>LAVATORIO DE PARED BLANCO</b>					
Rendimiento	pza/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : pza	70.00
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>						
LAVATORIO 23"x17" COLOR BLANCO CON ACCESORIOS			und		1.0000	70.00
						<b>70.00</b>
<b>03.03.03</b>	<b>DUCHA CROMADA DE CABEZA GIRATORIA</b>					
Rendimiento	pza/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : pza	25.00
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>						

DUCHA GIRATORIA BRAZO Y CANOPLA 2 LLAVES		und		1.0000	25.00	25.00
						<b>25.00</b>
<b>03.03.04</b>	<b>TOALLERA CON SOPORTE DE LOSA Y BARRA PLASTICA COLOR BLANCO</b>					
Rendimiento	pza/DIA	10.0000	EQ.	10.0000	Costo unitario directo por : pza	6.09
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
TOALLERO DE LOSA BLANCA CON BARRA PLASTICA		und		1.0000	6.09	6.09
						<b>6.09</b>
<b>03.03.05</b>	<b>PAPELERA DE LOSA Y BARRA PLASTICA COLOR BLANCO</b>					
Rendimiento	pza/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : pza	9.50
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
PAPELERA DE LOZA BLANCA		und		1.0000	9.50	9.50
						<b>9.50</b>
<b>03.03.06</b>	<b>GRIFERIA PARA LAVADERO DE ROPA EN PARED</b>					
Rendimiento	pza/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : pza	12.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
GRIFERIA PARA LAVADERO		und		1.0000	12.00	12.00
						<b>12.00</b>
<b>03.03.07</b>	<b>GRIFERIA DE RIEGO DE 3/4"</b>					
Rendimiento	pza/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : pza	12.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
GRIFERIA DE RIEGO DE 3/4"		pza		1.0000	12.00	12.00
						<b>12.00</b>
<b>03.03.08</b>	<b>LAVADERO DE COCINA</b>					
Rendimiento	pza/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : pza	55.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
LAVADERO DE COCINA		pza		1.0000	40.00	55.00
						<b>55.00</b>
<b>03.03.09</b>	<b>LAVADERO DE ROPA</b>					

Rendimiento	pza/DIA	1.0000	EQ.	1.0000		Costo unitario directo por : pza	55.00
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Materiales</b>							
LAVADERO DE ROPA			pza		1.0000	55.00	55.00
							55.00
<b>03.03.10</b>		<b>COLOCACION DE APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS</b>					
Rendimiento	pza/DIA	5.0000	EQ.	5.0000		Costo unitario directo por : pza	40.96
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>							
CAPATAZ			hh	0.5000	0.8000	12.50	10.00
OPERARIO			hh	1.0000	1.6000	10.00	16.00
PEON			hh	1.0000	1.6000	8.13	13.01
							39.01
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	39.01	1.95
							1.95

<b>ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS</b>								
<b>PRESUPUESTO:</b>	PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS							
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>								
<b>04.01.01</b>	<b>PUNTOS DE SALIDA DE ALUMBRADO</b>							
Rendimiento	pto/DIA	6.000	EQ.	6.000			Costo unitario directo por : pto	<b>38.67</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	1.3333	10.00	13.33
PEON			hh		1.0000	1.3333	8.13	10.84
								<b>24.17</b>
<b>Materiales</b>								
CONEXION A CAJA PVC SAP 15mm			pza			2.0000	1.20	2.40
TUBERIA PVC (eléctricas) 15mm			und			1.0000	2.50	2.50
CURVA PVC-SAP (ELECT) 15mm			und			3.0000	1.00	3.00
UNION PVC-SAP (ELECT.) 15mm			und			1.0000	1.00	1.00
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML			env			0.0200	90.00	1.80
CAJA DE PASE OCTOGONAL SEL 100 X 55 mm			und			1.0000	0.50	0.50
CABLE ELECTRICO 3-1x2.5mm2 THW			m			2.5700	1.00	2.57
								<b>13.77</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	24.17	0.73
								<b>0.73</b>
<b>04.01.02</b>	<b>PUNTOS DE SALIDA DE INTERRUPTOR SIMPLE</b>							
Rendimiento	pto/DIA	6.000	EQ.	6.000			Costo unitario directo por : pto	<b>37.19</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	1.3333	10.00	13.33
PEON			hh		1.0000	1.3333	8.13	10.84
								<b>24.17</b>
<b>Materiales</b>								
CONEXION A CAJA PVC SAP 15mm			pza			2.0000	1.20	2.40
TUBERIA PVC (eléctricas) 15mm			und			1.0000	2.50	2.50
CURVA PVC-SAP (ELECT) 15mm			und			3.0000	1.00	3.00
UNION PVC-SAP (ELECT.) 15mm			und			1.0000	1.00	1.00
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML			env			0.0200	90.00	1.80
CAJA RECTANGULAR DE PASE 58x93mm			und			1.0000	0.50	0.50
CABLE ELECTRICO 3-1x2.5mm2 THW			m			1.0860	1.00	1.09
								<b>12.29</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	24.17	0.73
								<b>0.73</b>
<b>04.01.03</b>	<b>PUNTOS DE SALIDA DE TOMACORRIENTE SIMPLE</b>							

Rendimiento	pto/DIA	7.000	EQ.	7.000			Costo unitario directo por : pto	36.68
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	1.1429	10.00	11.43
PEON			hh		1.0000	1.1429	8.13	9.29
								<b>20.72</b>
<b>Materiales</b>								
CONEXION A CAJA PVC SAP 15mm			pza			2.0000	1.20	2.40
TUBERIA PVC (eléctricas) 15mm			und			1.0000	2.50	2.50
CURVA PVC-SAP (ELECT) 15mm			und			3.0000	1.00	3.00
UNION PVC-SAP (ELECT.) 15mm			und			1.0000	1.00	1.00
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML			env			0.0200	90.00	1.80
TOMACORRIENTE SIMPLE UNIVERSAL			und			1.0000	2.50	2.50
CAJA RECTANGULAR DE PASE 58x93mm			und			1.0000	0.50	0.50
CABLE ELECTRICO 3-1x2.5mm2 THW			m			1.6400	1.00	1.64
								<b>15.34</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	20.72	0.62
								<b>0.62</b>
<b>04.01.04 ACOMETIDA DOMICILIARIA CONFIGURACION CORTA</b>								
Rendimiento	und/DIA	6.000	EQ.	6.000			Costo unitario directo por : und	30.45
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	1.3333	10.00	13.33
PEON			hh		0.2000	0.2667	8.13	2.17
								<b>15.50</b>
<b>Materiales</b>								
CONEXION A CAJA PVC SAP 25mm			pza			1.0000	1.50	1.50
TUBERIA PVC (eléctricas) 25mm			und			1.0000	5.00	5.00
UNION PVC-SAP (ELECT.) 25mm			und			1.0000	2.00	2.00
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML			env			0.0200	90.00	1.80
CAJA RECTANGULAR DE PASE 58x93mm			und			1.0000	0.50	0.50
CABLE ELECTRICO 3-1x4mm2 THW			m			1.4700	1.00	1.47
CABLE ELECTRICO 1x10mm2 THW			m			1.4700	1.50	2.21
								<b>14.48</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	15.50	0.47
								<b>0.47</b>
<b>04.02.01 TABLERO ELÉCTRICO C/GABINETE DE FIERRO GALVANIZADO, 3 CIRCUITOS</b>								
Rendimiento	und/DIA	3.000	EQ.	3.000			Costo unitario directo por : und	289.80
Descripción Recurso			Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	2.6667	10.00	26.67

PEON	hh		1.0000	2.6667	8.13	21.68		
						<b>48.35</b>		
<b>Materiales</b>								
TABLERO ELECTRICO FIERRO GALVANIZADO-3 CIRCUITOS	und			1.0000	240.00	240.00		
						<b>240.00</b>		
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	48.35	1.45		
						<b>1.45</b>		
<b>04.03.01 FOCOS AHORRADORES</b>								
Rendimiento	und/DIA	25.000	EQ.	25.000		Costo unitario directo por : und <b>9.30</b>		
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>								
OPERARIO			hh		1.0000	0.3200	10.00	3.20
								<b>3.20</b>
<b>Materiales</b>								
FOCOS AHORRADORES			und			1.0000	6.00	6.00
								<b>6.00</b>
<b>Equipos</b>								
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo			3.0000	3.20	0.10
								<b>0.10</b>

## 6.4 RELACIÓN DE INSUMOS

A continuación se detalla la relación de insumos por especialidades de la propuesta del sistema constructivo con aislamiento térmico del módulo de vivienda de 5.67m x 5.67m:

RELACION DE INSUMOS				
PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS				
ESTRUCTURAS				
Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>MANO DE OBRA</b>				
CAPATAZ	hh	4.9208	12.50	61.51
OPERARIO	hh	134.5510	10.00	1,345.51
PEON	hh	194.8438	8.13	1,584.08
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	4.3164	11.25	48.56
TOPOGRAFO	hh	0.5144	10.00	5.14
				<b>3,044.80</b>
<b>MATERIALES</b>				
ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO	gal	0.0761	47.91	3.65
GASOLINA 84 OCTANOS	gal	2.0464	9.96	20.38
BREA	gal	0.2538	15.00	3.81
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	4.6566	3.50	16.30
ANGULO DE 2"x2"	und	42.0000	1.00	42.00

ACERO CORRUGADO D=1/4"	var	61.2400	4.00	244.96
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"	kg	9.4554	7.00	66.19
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	4.2000	3.50	14.70
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	2.9000	3.00	8.70
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	11.0514	3.50	38.68
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	2.7000	3.50	9.45
CLAVOS PARA MADERA SIN CABEZA DE 2"	kg	27.2500	3.00	81.75
MALLA CUADRADA ELECTROSOLDADA DE 1/2"	m2	115.3200	3.00	345.96
PLANCHA DE TOTORA e=3"	m2	51.7812	5.85	302.92
CUMBRERA DE CALAMINA	m	6.2700	2.00	12.54
PLANCHA DE TOTORA e=2"	m2	57.4200	5.00	287.10
PLANCHA DE CALAMINA 0.80mx3.60m	m2	51.8400	6.25	324.00
PLANCHA DE TOTORA e= 1 1/2"	m2	7.2500	5.00	36.25
PIEDRA GRANDE DE 6"	m3	2.9500	28.00	82.60
PIEDRA DE 2"	m2	25.3800	2.00	50.76
ARENA FINA	m3	0.0195	27.97	0.55
ARENA GRUESA	m3	0.1170	35.50	4.15
HORMIGON	m3	8.4784	25.00	211.96
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	29.3430	20.00	586.86
YESO (17kg)	bol	0.9645	7.00	6.75
COLA SINTETICA	gal	0.8000	16.00	12.80
MADERA TORNILLO	p2	706.1630	4.50	3,177.73
MADERA TORNILLO DE 2"X4"	p2	279.2513	4.50	1,256.63
MADERA TORNILLO DE 4"X4"	p2	130.0000	4.50	585.00
MADERA TORNILLO DE 2"X2"	p2	140.0000	4.50	630.00
TABLA DE MADERA MISA DE 1"x10"	p2	260.0000	2.00	520.00
TIRAFON DE 4"	und	1.6245	1.00	1.62
TIRAFONES DE 3"x3/8"	und	145.0000	0.50	72.50
TIRAFONES DE 2 1/2"x3/8"	und	64.0000	0.50	32.00
TIRAFON GALVANIZADO DE 3" CON TAPA	kg	14.5275	1.00	14.53
PERNOS DE 4"	und	1.6245	1.00	1.62
PERNOS DE 3/8"x3"	und	119.0000	0.50	59.50
PLANCHA DE FIBROCEMENTO DE 4mm	m2	86.2300	8.06	695.01
VARILLA DE ANCLAJE ACABADA EN ROSCA L=0.20m	und	9.8880	2.50	24.72
AGUA	m3	1.1922	9.00	10.73
CINTAS DE SEGURIDAD	m	40.0000	1.00	40.00
CARTELAS e=2cm	m2	18.0600	5.00	90.30
				<b>10,027.66</b>
<b>EQUIPOS</b>				
NIVEL TOPOGRAFICO	hm	0.7716	9.60	7.41
MIRA TOPOGRAFICA	h	0.7716	0.98	0.76
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			118.47
SIERRA CIRCULAR	hm	16.2964	6.85	118.63
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	4.3159	14.00	60.42
WINCHA DE 30m	und	0.6430	30.00	19.29
CORDEL ROLLO DE 50m	und	0.3215	12.50	4.02
				<b>328.90</b>
			<b>Total S/.</b>	<b>13,401.36</b>

RELACION DE INSUMOS				
PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS				
ARQUITECTURA				
Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>MANO DE OBRA</b>				
CAPATAZ	hh	1.0000	12.50	12.50
OPERARIO	hh	120.4600	10.00	1,204.60
PEON	hh	85.7466	8.13	697.12
				<b>1,914.22</b>
<b>MATERIALES</b>				
PRESERVANTE DE MADERA	gal	6.0000	25.00	150.00
CLAVOS PARA MADERA SIN CABEZA DE 2"	kg	0.2000	3.00	0.60
TIERRA DE LA ZONA	m3	6.2000	0.20	1.24
REBAJO PARA MARCOS DE PUERTAS	m	5.0000	1.50	7.50
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	18.2169	20.00	364.34
YESO (17kg)	bol	27.3105	7.00	191.17
PORCELANA	kg	0.3210	3.00	0.96
COLA SINTETICA	gal	0.0500	16.00	0.80
MAYOLICA DE 0.20mx0.30m	m2	6.4200	16.00	102.72
CERRADURA EXTERIOR DE 3 GOLFES	und	2.0000	55.00	110.00
BISAGRA CAPUCHINA ALUMINIZADA 2 1/2"x2 1/2"	par	6.0000	4.00	24.00
BISAGRA CAPUCHINA ALUMINIZADA 3 1/2"x3 1/2"	par	8.0000	5.00	40.00
CERRADURA PARA PUERTAS INTERIORES Y DORMITORIOS	und	3.0000	25.00	75.00
PINTURA AL TEMPLE	kg	3.8880	15.00	58.32
IMPRIMANTE	kg	3.8880	14.50	56.38
VIDRIO TRANSPARENTE CRUDO DOBLE	p2	58.3700	3.50	204.30
AGUA	m3	0.8798	9.00	7.92
				<b>1,395.25</b>
<b>EQUIPOS</b>				
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			77.77
REGLA DE MADERA	p2	5.4990	3.00	16.50
				<b>94.27</b>
			<b>Total S/.</b>	<b>3,403.74</b>

RELACION DE INSUMOS				
PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS				
INSTALACIONES SANITARIAS				
Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>MANO DE OBRA</b>				
CAPATAZ	hh	6.9231	12.50	86.54
OPERARIO	hh	61.8242	10.00	618.24
PEON	hh	43.6310	8.13	354.72
				<b>1,059.50</b>
<b>MATERIALES</b>				
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2.4000	4.50	10.80
ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO 3/4"	pza	5.0000	1.00	10.00
ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO 2"	pza	9.0000	3.00	27.00
ABRAZADERA DE FIERRO GALVANIZADO 1/2"	pza	5.0000	0.70	3.50
TUBERIA PVC 3/4" x 5 m	und	6.0100	13.50	81.14
TUBERIA PVC 1/2" x 5 m	und	1.5300	10.00	15.30
CODO PVC 3/4"x90°	pza	6.0000	1.50	9.00

CODO PVC 90° SAL de 4" a 2"	pza	1.0000	4.50	4.50
CODO PVC SAL 2"x90°	pza	4.2000	2.00	8.40
CODO PVC 1/2"x90°	pza	4.9800	1.00	4.98
TEE PVC 3/4"	pza	2.0100	2.00	4.02
TEE PVC 1/2"	pza	3.0000	1.50	4.50
UNION UNIVERSAL PVC 3/4"	pza	4.0000	4.00	16.00
TUBERIA PVC-SAL 2" X 3 m	m	6.6500	7.50	49.88
TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m	m	9.1806	16.50	151.48
CODO PVC-SAL 4" X 90°	pza	1.0500	5.00	5.25
CODO PVC-SAL 2" X 90°	pza	1.0000	2.50	2.50
TRAMPA "P" PVC SAL DE 4"	pza	1.0500	18.00	18.90
REDUCCION PVC-SAL DE 4" A 2"	pza	1.0000	3.50	3.50
TRAMPA "P" PVC SAL DE 2"	pza	5.0000	7.00	35.00
SOMBRETO DE VENTILACION PVC-SAL DE 2"	pza	2.0000	3.50	7.00
YEE PVC SAL DE 2"	pza	2.0000	2.50	5.00
YEE PVC DESAGUE SAL 4"	pza	1.0500	7.50	7.88
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	1.0000	38.00	38.00
ARENA FINA	m3	0.1200	27.97	3.36
ARENA GRUESA	m3	0.2400	35.50	8.52
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	6.0000	20.00	120.00
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML	env	0.9655	90.00	86.90
LADRILLO KK 18 HUECOS 9X13X24 cm	mll	0.0800	900.00	72.00
PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	und	0.1900	90.00	17.10
CINTA TEFLON	und	2.0000	1.00	2.00
SUMIDERO DE BRONCE DE 2"	und	1.0000	6.00	6.00
PAPELERA DE LOZA BLANCA	und	1.0000	9.50	9.50
REGISTRO DE BRONCE DE 2"	und	1.0000	3.50	3.50
TOALLERO DE LOSA BLANCA CON BARRA PLASTICA	und	1.0000	6.09	6.09
LAVATORIO 23"x17" COLOR BLANCO CON ACCESORIOS	und	1.0000	70.00	70.00
INODORO TANQUE BAJO NORMAL BLANCO INCLUYE ACCESORIOS	und	1.0000	90.00	90.00
LAVADERO DE COCINA	pza	1.0000	55.00	55.00
LAVADERO DE ROPA	pza	1.0000	55.00	55.00
VALVULA COMPUERTA DE 3/4"	pza	2.0000	38.00	76.00
GRIFERIA PARA LAVADERO	und	1.0000	12.00	12.00
GRIFERIA DE RIEGO DE 3/4"	pza	1.0000	12.00	12.00
DUCHA GIRATORIA BRAZO Y CANOPLA 2 LLAVES	und	1.0000	25.00	25.00
CAJA DE 0.27mx0.20m PARA VALVULA COMPUERTA DE 3/4"	und	2.0000	55.00	110.00
AGUA	m3	0.0400	9.00	0.36
				<b>1,358.86</b>
<b>EQUIPOS</b>				
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			38.04
				<b>38.04</b>
<b>Total S/.</b>				<b>2,456.40</b>

<b>RELACION DE INSUMOS</b>				
<b>PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO DE AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS</b>				
<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				
<b>Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
OPERARIO	hh	31.5060	10.00	315.06
PEON	hh	28.8383	8.13	234.46
				<b>549.52</b>
<b>MATERIALES</b>				
CONEXION A CAJA PVC SAP 15mm	pza	42.0000	1.20	50.40
CONEXION A CAJA PVC SAP 25mm	pza	1.0000	1.50	1.50
TUBERIA PVC (eléctricas) 15mm	und	21.0000	2.50	52.50
TUBERIA PVC (eléctricas) 25mm	und	1.0000	5.00	5.00
CURVA PVC-SAP (ELECT) 15mm	und	63.0000	1.00	63.00
UNION PVC-SAP (ELECT.) 15mm	und	21.0000	1.00	21.00
UNION PVC-SAP (ELECT.) 25mm	und	1.0000	2.00	2.00
PEGAMENTO P/PVC OATEY 946 ML	env	0.4400	90.00	39.60
TOMACORRIENTE SIMPLE UNIVERSAL	und	11.0000	2.50	27.50
CAJA DE PASE OCTOGONAL SEL 100 X 55 mm	und	5.0000	0.50	2.50
CAJA RECTANGULAR DE PASE 58x93mm	und	17.0000	0.50	8.50
CABLE ELECTRICO 3-1x2.5mm <sup>2</sup> THW	m	36.3200	1.00	36.32
CABLE ELECTRICO 3-1x4mm <sup>2</sup> THW	m	1.4700	1.00	1.47
CABLE ELECTRICO 1x10mm <sup>2</sup> THW	m	1.4700	1.50	2.21
TABLERO ELECTRICO FIERRO GALVANIZADO-3 CIRCUITOS	und	1.0000	240.00	240.00
FOCOS AHORRADORES	und	5.0000	6.00	30.00
				<b>583.50</b>
<b>EQUIPOS</b>				
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			16.50
				<b>16.50</b>
			<b>Total S/.</b>	<b>1,149.52</b>

**6.5 PRESUPUESTO GENERAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL**

A continuación se detalla el presupuesto general del sistema constructivo convencional de albañilería del módulo de 5.67 m x 5.67 m, tomando como referencia los precios unitarios de la revista “**Costos**” del mes de Agosto del 2018.

<b>PRESUPUESTO GENERAL</b>					
<b>PROYECTO: SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL</b>					
<b>FECHA: AGOSTO 2018</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>METR.</b>	<b>PRECIO (S/.)</b>	<b>PARCIAL (S/.)</b>
<b>01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>17,646.33</b>
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>248.15</b>
01.01.02	Señalización temporal de seguridad	glb	1.00	47.53	47.53
01.01.03	Limpieza del terreno manual	m <sup>2</sup>	32.15	3.53	113.49
01.01.04	Trazo, Nivelación y Replanteo del terreno	m <sup>2</sup>	32.15	2.71	87.13
<b>01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>571.11</b>
01.02.01	Excavación de zanjas para cimientos 0.40m x 0.75m	m <sup>3</sup>	8.84	34.44	304.45
01.02.02	Eliminación de material excedente	m <sup>3</sup>	11.06	24.11	266.66
<b>01.03</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>2,754.75</b>
01.03.01	Solado f'c=100 kg/cm <sup>2</sup> , h=10cm	m <sup>2</sup>	14.69	24.88	365.49
01.03.02	Cimiento corrido de 0.40 m x 0.75 m- concreto ciclópeo 1:10 + 30%PG	m <sup>3</sup>	7.35	181.03	1,330.57
01.03.03	Sobrecimiento de 0.40 m x 0.75 m- concreto ciclópeo 1:8 +25%PM	m <sup>3</sup>	1.34	261.19	349.99
01.03.04	Encofrado y Desencofrado de sobrecimiento	m <sup>2</sup>	17.91	39.57	708.70
<b>01.04</b>	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>8,975.08</b>
<b>01.04.01</b>	<b>COLUMNAS</b>				<b>3,556.55</b>
01.04.01.01	Concreto columnas f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.72	490.10	842.97
01.04.01.02	Acero corrugado fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> , Grado 60, rend: 300 kg/día	kg	185.00	3.75	693.75
01.04.01.03	Encofrado y Desencofrado	m <sup>2</sup>	35.03	57.66	2,019.83
<b>01.04.02</b>	<b>VIGAS Y DINTELES</b>				<b>2,063.68</b>
01.04.02.01	Concreto vigas f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.57	357.53	561.32
01.04.02.02	Acero corrugado fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> , Grado 60, rend: 350 kg/día	kg	98.50	3.58	352.63
01.04.02.03	Encofrado y Desencofrado	m <sup>2</sup>	17.58	65.40	1,149.73
<b>01.04.03</b>	<b>LOSA ALIGERADA</b>				<b>3,354.85</b>
01.04.03.01	Concreto losa aligerada f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	2.65	336.75	892.39
01.04.03.02	Acero corrugado fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> , Grado 60, rend: 350 kg/día	kg	96.10	3.58	344.04
01.04.03.03	Encofrado y Desencofrado normal de losa aligerada	m <sup>2</sup>	29.48	50.34	1,484.02
01.04.03.04	Ladrillo de arcilla para techo 15cmx30cmx30cm	und	260.00	2.44	634.40

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METR.	PRECIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
<b>01.05</b>	<b>ALBAÑILERIA</b>				<b>3,163.62</b>
01.05.01	Muro de ladrillo K.K. en saga 22cmx12cmx9cm	m <sup>2</sup>	57.91	54.63	3,163.62
<b>01.06</b>	<b>PISOS</b>				<b>1,933.62</b>
01.06.01	Contrapiso e=48mm, c/Mezc C:A 1:5	m <sup>2</sup>	28.29	28.80	814.75
01.06.02	Piso de cemento pulido e=2" mezcla 1:4	m <sup>2</sup>	28.29	39.55	1,118.87
<b>02</b>	<b>ARQUITECTURA</b>				<b>12,008.08</b>
<b>02.01</b>	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				<b>6,635.53</b>
02.01.01	Tarrajeo primario y rayado c/mezcla C:A 1:4	m <sup>2</sup>	108.70	20.56	2,234.87
02.01.02	Tarrajeo muros interiores frotachado Mezc C:A 1:5, e=1.5cm	m <sup>2</sup>	68.87	18.99	1,307.84
02.01.03	Tarrajeo muros exteriores frotachado Mezc C:A 1:5, e=1.5cm	m <sup>2</sup>	39.83	25.15	1,001.72
02.01.04	Tarrajeo columnas Mezc C:A 1:4, e=1.5cm	m <sup>2</sup>	32.09	29.12	934.46
02.01.05	Vestidura de derrames ancho=0.15 m Mezc C:A 1:4 e=1.5cm	m	13.20	13.70	180.84
02.01.06	Enlucido de cielo raso con mortero C:A 1:5, e=1.5cm	m <sup>2</sup>	29.48	33.10	975.79
<b>02.02</b>	<b>CONTRAZOCALOS</b>				<b>303.76</b>
02.02.01	Contrazocalo de cemento h=10cm, Mezc 1:5	m	28.82	10.54	303.76
<b>02.03</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>				<b>2,614.14</b>
02.03.01	Puerta contraplacada e=35mm con triplay Lupuna 4mm	m <sup>2</sup>	5.67	195.01	1,105.71
02.03.02	Puerta apanelada de cedro	m <sup>2</sup>	3.78	250.00	945.00
02.03.03	Montaje de marcos de madera para puertas principales e interiores	m	25.50	19.72	502.86
02.03.04	Montaje de puertas contraplacadas e=45mm	und	3.00	11.09	33.27
02.03.05	Montaje de puertas apaneladas de cedro	und	2.00	13.65	27.30
<b>02.04</b>	<b>CERRAJERIA</b>				<b>576.93</b>
02.04.01	Cerradura para puerta principal	und	2.00	81.90	163.80
02.04.02	Cerradura para puertas interiores	und	3.00	71.99	215.97
02.04.03	Bisagras capuchinas aluminizadas de 3 1/2"x3 1/2"	par	8.00	15.33	122.64
02.04.04	Bisagras de 2 1/2" para ventanas	par	6.00	12.42	74.52
<b>02.05</b>	<b>ENCHAPADO EN SSHH</b>				<b>342.06</b>
02.05.01	Colocación de Mayólica en SSHH a 1.00m y en ducha a 2.10m	m <sup>2</sup>	6.42	53.28	342.06
<b>02.06</b>	<b>VIDRIOS Y SIMILARES</b>				<b>285.49</b>
02.06.01	Ventanas de 0.90mx0.90m	m <sup>2</sup>	2.43	113.29	275.29
02.06.02	Ventanas de 0.30mx0.90m	m <sup>2</sup>	0.27	37.76	10.20
<b>02.07</b>	<b>PINTURA</b>				<b>1,250.18</b>
02.07.01	Pintura muros interiores al temple 2 manos	m <sup>2</sup>	68.87	6.74	464.18
02.07.02	Pintura muros exteriores al temple 2 manos	m <sup>2</sup>	39.83	6.74	268.45
02.07.03	Pintura en puertas contraplacadas c/barniz 2 manos	m <sup>2</sup>	17.45	17.45	304.50
02.07.04	Pintura en puertas de madera c/laca 2 manos	m <sup>2</sup>	7.56	28.18	213.04

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METR.	PRECIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
<b>03</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				<b>2,665.79</b>
<b>03.01</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA</b>				<b>903.57</b>
03.01.01	Puntos de salida de agua fría PVC 3/4"	pto	6.00	90.76	544.56
03.01.02	Red de 3/4" PVC	ml	9.74	16.02	156.03
03.01.03	Válvulas compuertas de bronce de 3/4"	pza	2.00	91.49	182.98
03.01.04	Abrazaderas para tuberías de PVC de 3/4"	pza	10.00	2.00	20.00
<b>03.02</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS DE DESAGUE</b>				<b>1,099.95</b>
03.02.01	Puntos de salida de desagüe PVC-SAL 2"	pto	4.00	92.95	371.80
03.02.02	Puntos de salida de desagüe PVC-SAL 4"	pto	1.00	138.80	138.80
03.02.03	Puntos de salida de ventilación de 2"	pto	1.00	99.18	99.18
03.02.04	Tubería principal PVC-SAL p/desagüe D=2"	ml	4.19	25.56	107.10
03.02.05	Tubería principal PVC-SAL p/desagüe D=4"	ml	4.94	29.36	145.04
03.02.06	Registros roscados de bronce de 2"	pza	2.00	4.24	8.48
03.02.07	Sumideros de bronce de 2"	pza	2.00	4.00	8.00
03.02.08	Sombrero de ventilación desagüe PVC-SAL de 2"	pza	2.00	2.50	5.00
03.02.09	Abrazaderas para tuberías de PVC de 2"	pza	9.00	3.00	27.00
03.02.10	Caja de registro de 25cmx50cmx40cm con tapa de concreto	und	1.00	189.56	189.56
<b>03.03</b>	<b>APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS</b>				<b>662.27</b>
03.03.01	Inodoro tanque bajo blanco	pza	1.00	90.00	90.00
03.03.02	Lavatorio de pared blanco	pza	1.00	70.00	70.00
03.03.03	Ducha cromada de cabeza giratoria	pza	1.00	25.00	25.00
03.03.04	Toallera con soporte de losa y barra plástica color blanco	pza	1.00	6.09	6.09
03.03.05	Papelera de losa y barra plástica color blanco	pza	1.00	9.50	9.50
03.03.06	Grifería para lavadero de ropa en pared	pza	1.00	12.00	12.00
03.03.07	Grifería de riego de 3/4"	pza	1.00	12.00	12.00
03.03.08	Lavadero de cocina	pza	1.00	55.00	55.00
03.03.09	Lavadero de ropa	pza	1.00	55.00	55.00
03.03.10	Colocación de aparatos y accesorios sanitarios	pza	8.00	40.96	327.68
<b>04</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>2,391.37</b>
<b>04.01</b>	<b>SALIDAS</b>				<b>2,055.07</b>
04.01.01	Puntos de salida de alumbrado	pto	5.00	84.70	423.50
04.01.02	Puntos de salida de interruptor simple	pto	5.00	80.02	400.10
04.01.03	Puntos de salida de tomacorriente simple	pto	11.00	107.67	1,184.37
04.01.04	Acometida domiciliar configuración corta	und	1.00	47.10	47.10
<b>04.02</b>	<b>TABLEROS ELECTRICOS</b>				<b>289.80</b>
04.02.01	Tablero eléctrico C/Gabinete de fierro galvanizado, 3 circuitos	und	1.00	289.80	289.80
<b>04.03</b>	<b>ARTEFACTOS DE ALUMBRADO</b>				<b>46.50</b>
04.03.01	Focos ahorradores	und	5.00	9.30	46.50
	<b>Costo Directo</b>				<b>34,711.57</b>
	Gastos generales (8.9802%)				<b>3,117.17</b>
	Utilidades (7%)				<b>2,429.81</b>

	Subtotal	<b>40,258.55</b>
	IGV (18%)	<b>7,246.54</b>
	<b>Presupuesto Total</b>	<b>47,505.09</b>

## 6.6 ANÁLISIS DE COSTO REFERENCIAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PROPUESTO FRENTE AL SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL.

### 6.6.1 Presupuesto del Sistema Constructivo Propuesto

Para la elaboración del presupuesto de dicho sistema propuesto se considera los metrados y los análisis de costos unitarios a partir del diseño típico de un módulo de vivienda.

Para el cálculo del costo por m<sup>2</sup> de construcción se consideró el costo directo del presupuesto del módulo de vivienda de 5.67 m x 5.67 m. Los costos unitarios de las subpartidas de cada especialidad se consideran de acuerdo a la zona en donde se realizará la producción de dichos módulos de viviendas.

Teniendo en cuenta que los beneficiarios serán los pobladores de la zona, es importante la participación de la población, brindándoles la capacitación y asesoría técnica adecuada para la construcción de dichos módulos de vivienda, ya que los costos en mano de obra disminuirían considerablemente.

### 6.6.2 Presupuesto del Sistema Constructivo Convencional

Para la elaboración del presupuesto de dicho Sistema Constructivo tipo Convencional a base de albañilería, se considera los metrados y los análisis de costos unitarios a partir del diseño típico del módulo de vivienda, según los planos realizados y presentados en el anexo, respetando las normas de albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones- E.070.

Para el cálculo del costo por m<sup>2</sup> de construcción se consideró el costo directo del presupuesto del módulo de vivienda de albañilería de 5.67 m x 5.67 m.

Se tomó como referencia la revista “**Costos**” actualizada al mes de Marzo del 2018, para los costos unitarios de las subpartidas de cada especialidad.

### 6.6.3 Costos Comparativos

#### **Cuadro comparativos de costos directos**

A continuación se muestra el siguiente cuadro comparativo de costos directos del sistema constructivo propuesto con aislamiento térmico para zonas de friaje frente a un sistema constructivo del tipo convencional de albañilería.

Cuadro N° 6.1 Cuadro comparativo de costos directos del Sistema Constructivo Propuesto Vs. Sistema Constructivo Convencional

	<b>Sistema Constructivo Propuesto</b>	<b>Sistema Constructivo Convencional</b>
Costo Directo del Módulo de Vivienda	<b>S/. 20,418.13</b>	<b>S/. 34,711.57</b>
Costo por m <sup>2</sup> en (S/.)	S/. 635.11	S/. 1079.71
Costo por m <sup>2</sup> en (\$.)	\$ 195.42	\$ 332.22

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

1. Evaluando los resultados del ensayo granulométrico por tamizado a la tierra usada para el revoque de mortero de los paneles de ensayo, se determinó que presenta un 64.25 % de limos y arcillas, 35.25 % de arena y un 0.50% de grava, lo que se concluye que la tierra es considerado como un suelo arcilloso limoso que al ser estabilizado con cemento presenta buena trabajabilidad para realizar el revoque respectivo a los paneles.
2. Respecto a los ensayos de límites de consistencia de la tierra usada para el revoque de mortero en los paneles de ensayo, se determinó que presenta un límite líquido (L.L) de 28.36%, límite plástico (L.P) de 15.90% y un índice de plasticidad de 12.46%, lo que según clasificación S.U.C.S pertenece a un CL, lo que se concluye que es una arcilla de baja plasticidad por lo que es resistente en estado seco en un rango de baja a media.
3. Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cúbicos de mortero de cemento y tierra tamizada en las proporciones (C:T/1:3, C:T/1:4, C:T/1:5, C:T/1:6) y se optó por el uso del mortero en la proporción del mortero C:T/ 1:4 en los paneles de ensayo, debido a los siguientes motivos:
  - Mortero C:T/1:3, presenta una resistencia a la compresión de 96.48 kg/cm<sup>2</sup>, es una buena resistencia con respecto a los demás tipos de morteros pero no resulta económico, ya que se hace uso de mayor cantidad de cemento.
  - Mortero C:T/1:4, presenta una resistencia a la compresión de 73.68 kg/cm<sup>2</sup>, es una adecuada resistencia y es más económico que el tipo de mortero 1:3.
  - Mortero C:T/1:5 y Mortero C:T/1:6 presentan una resistencia a la compresión de 50.10 kg/cm<sup>2</sup> y 44.08 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, son los más económicos ya que se hace uso de menor cantidad de cemento, pero presentan una resistencia a la compresión baja con respecto a los demás morteros.

4. Se realizó el ensayo de compresión de 3 tipos de paneles de 0.90 m x 0.90 m, en donde se ha considerado variaciones en cuanto a revestimientos y acero corrugado, se deduce lo siguiente:

- El Panel de ensayo M-1 de 0.90 m x 0.90 m x 0.09 m (sin revestimiento primario) obtuvo una carga de falla de 2600 kg, una deformación máxima al centro del panel de 5.20 cm y una resistencia a la compresión de 3.21 kg/cm<sup>2</sup>, se concluye que el revestimiento de mortero aporta significativamente a la resistencia del panel.
- El Panel de ensayo M-2 de 0.90 m x 0.90 m x 0.11 m (con acero corrugado de ¼", revestimiento primario y acabado final de cemento y tierra tamizada proporción 1:4 en ambas caras del panel) obtuvo una carga de falla de 32000 kg, una deformación máxima al centro del panel de 4.40 cm y una resistencia a la compresión de 32.32 kg/cm<sup>2</sup>, se concluye que el alma de totora, acero corrugado y el revoque de mortero trabajando en conjunto aportan una adecuada resistencia al panel.
- El Panel de ensayo M-3 de 0.90 m x 0.90 m x 0.11 m (con acero corrugado de ¼", revestimiento primario y acabado de yeso en ambas caras del panel) obtuvo una carga de falla de 30000 kg, una deformación máxima al centro del panel de 4.42 cm y una resistencia a la compresión de 30.30 kg/cm<sup>2</sup>, se concluye que el alma de totora, acero corrugado y el revoque de mortero trabajando en conjunto aportan una adecuada resistencia al panel, además se concluye que el acabado de yeso no influye significativamente al panel en cuanto a resistencia.

5. Se realizó el ensayo de compresión diagonal de 3 tipos de paneles de 0.90 m x 0.90 m, en donde se ha considerado variaciones en cuanto a revestimientos y acero corrugado, se deduce lo siguiente:

- Los Paneles de ensayo M-4, M-5 y M-6 de 0.90 m x 0.90 m presentan una resistencia a la compresión diagonal de 5.71 kg/cm<sup>2</sup>, 4.85 kg/cm<sup>2</sup> y 4.79 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Si realizamos una comparación de resistencias con un murete de albañilería haciendo uso del ladrillo King Kong artesanal en donde su resistencia a la compresión diagonal es de 5.10 kg/cm<sup>2</sup> según la Norma E.070 del R.N.E, se concluye que los paneles de ensayo aportan una buena resistencia.

6. Respecto al ensayo de conductividad térmica del yeso y la totora, se realizaron las mediciones respectivas en el Aparato de Placa Caliente con Guarda, para ello se requiere que las superficies de las muestras sean lisas y estén forradas con un plástico, con el fin de asegurar un buen contacto térmico entre la placa fría y la placa caliente sin que las muestras absorban humedad del medio.
7. En cuanto a resultados, la conductividad térmica del yeso resulta  $0.254 \text{ W/m.K}$  y la conductividad térmica de la totora resulta  $0.045 \text{ W/m.K}$ , se concluye que el yeso y la totora, materiales que conforman el panel muro propuesto son buenos aislantes térmicos, ya que cuanto mayor sea la conductividad térmica de un material, será mejor conductor del calor y cuanto menor sea, el material será más aislante.
8. Respecto al cálculo de la Transmitancia Térmica del panel muro externo del sistema constructivo propuesto, resulta el valor de  $U_{\text{muro}}=0.637 \text{ W/m}^2.\text{K}$  y este resultado cumple para la zona bioclimática “**Altoandina**”, cuya transmitancia térmica máxima de muro  $U_{\text{muro}}=1.00 \text{ W/ m}^2.\text{K}$ , según la norma EM.110, por lo que se concluye que este elemento constructivo brinda un buen confort térmico.
9. Respecto al cálculo de la Transmitancia Térmica del panel muro interno del sistema constructivo propuesto, resulta el valor de  $U_{\text{muro}}=0.625 \text{ W/m}^2.\text{K}$  y este resultado cumple para la zona bioclimática “**Altoandina**”, cuya transmitancia térmica máxima de muro  $U_{\text{muro}}=1.00 \text{ W/ m}^2.\text{K}$ , según la norma EM.110, por lo que se concluye que este elemento constructivo brinda un buen confort térmico.
10. Respecto al cálculo de la Transmitancia Térmica del techo del sistema constructivo propuesto, siendo una combinación techo a dos aguas, cámara de aire y cieloraso resulta el valor de  $U_{\text{techo}}=1.28 \text{ W/m}^2.\text{K}$  y este resultado cumple para la zona bioclimática “**Mesoandina**”, cuya transmitancia térmica máxima de techo  $U_{\text{techo}}=2.21 \text{ W/ m}^2.\text{K}$ , según la norma EM.110, por lo que se concluye que este elemento constructivo brinda un buen confort térmico.
11. Respecto al cálculo de la Transmitancia Térmica del piso del sistema constructivo propuesto, resulta el valor de  $U_{\text{piso}}=0.90 \text{ W/m}^2.\text{K}$  y este resultado cumple para la zona bioclimática “**Altoandina**”, cuya transmitancia térmica máxima de piso

$U_{\text{piso}}=3.26 \text{ W/ m}^2.\text{K}$ , según la norma EM.110, por lo que se concluye que este elemento constructivo brinda un buen confort térmico.

12. Respecto al cálculo de la Transmitancia Térmica del panel puerta en conjunto con el marco de madera del sistema constructivo propuesto, resulta el valor de  $U_{\text{puerta}}=1.48 \text{ W/m}^2.\text{K}$ , por lo que se concluye que este elemento constructivo brinda un buen confort térmico.
13. Respecto al cálculo de la Transmitancia Térmica de la ventana de doble vidrio en conjunto con el marco del sistema constructivo propuesto, resulta el valor de  $U_{\text{ventana}}=2.71 \text{ W/m}^2.\text{K}$ , por lo que se concluye que este elemento constructivo brinda un buen confort térmico.
14. Se ha realizado un análisis comparativo de transmitancias térmicas del panel muro propuesto frente al muro de adobe y al muro de albañilería en donde se ha llegado a la conclusión de que el panel muro del sistema constructivo propuesto brinda un mejor confort térmico frente a los otros sistemas constructivos mencionados según los cálculos realizados en la presente tesis.
15. La presente propuesta del sistema constructivo brinda un buen confort térmico debido a los elementos constructivos que lo conforman, como también un buen comportamiento estructural debido a los ensayos realizados de resistencia a la compresión y compresión diagonal de los paneles muro.
16. Se ha realizado un análisis comparativo de costos directos del sistema constructivo propuesto frente al sistema constructivo convencional de albañilería y se ha llegado a la conclusión de que nuestro sistema resulta ser la más económica. Realizando una autoconstrucción dirigida y capacitada, se disminuiría el costo de la mano de obra.

## RECOMENDACIONES

1. Para que el proceso de fabricación de los componentes del sistema constructivo propuesto sea rápida y productiva, se recomienda la instalación de un taller a pie de obra, dependiendo de la cantidad de módulos de vivienda a ejecutar en el lugar. Dicho taller debe contener lo siguiente:
  - Zona de almacén de materiales.
  - Zona de almacén de herramientas.
  - Zona de almacén de agregados.
  - Zona de mezcla de agregados.
  - Zona de habilitación de varillas de acero y malla electrosoldada.
  - Zona de habilitación y corte de planchas de totora a medida.
  - Zona de habilitación y corte de piezas de madera a medida.
  - Zona de fabricación de paneles (instalación de una Horma).
  - Zona de fabricación de armaduras, marco de puertas, marco de ventanas, correas, vigas soleras, columnas, durmientes y entablados.
  - Zona de eliminación de desmonte.
2. Se recomienda que la zona en donde se va a construir el módulo de vivienda, sea una zona segura evitando los peligros de inundaciones y deslizamientos.
3. Para evitar el contacto de la humedad en las columnas de madera, se recomienda realizar un revestimiento con breá en el extremo de la columna en donde irá empotrada la columna, para poder así impermeabilizar la madera.
4. Con respecto a la estructuración del piso, es necesario que el suelo se encuentre nivelada y compactada además de aplicar breá a la cama de piedra que irá sobre el suelo.
5. Se recomienda el tratamiento de la madera haciendo uso de preservantes, para evitar su descomposición frente al ataque de insectos y hongos.
6. Se recomienda realizar las instalaciones sanitarias (empalme de tuberías de agua y desagüe) antes de realizar la estructuración del piso.
7. Se recomienda la reforestación de la totora, al realizar la extracción de la planta, ya que daña el ecosistema, para ello existen técnicas de plantación que se adjunta en los anexos de la presente tesis.

8. Para mejorar la transmitancia térmica de la combinación techo a dos aguas, cámara de aire y cieloraso, se puede realizar un mejoramiento en el cielo raso, ya que en la propuesta solo está compuesto por placas de fibrocemento de 4mm, se recomienda adicionar planchas de totora con 2" de espesor en toda la superficie del cieloraso de tal forma que cumpla con la norma EM.110 para una zona bioclimática "Altoandina" y se logre el buen confort térmico para dicha zona.

A continuación se realizan los siguientes cálculos:

Cálculo de la resistencia térmica del cieloraso modificado (adicionando planchas de totora de 2" ~ 0.05 m de espesor):

$$R_{\text{cieloraso modificado}} = R_{\text{aire}} + \frac{e_{\text{fibr}}}{k_{\text{fibr}}} + \frac{e_{\text{tot}}}{k_{\text{tot}}} + R_i$$

$$R_{\text{cieloraso modificado}} = 0.16 + \frac{0.004}{1.40} + \frac{0.05}{0.045} + 0.09 = 1.36 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

Reemplazando datos:

$$R_{\text{eq.}} = R_{\text{cieloraso modificado}} + R_{\text{techo}} \left( \frac{A_{\text{cieloraso}}}{A_{\text{techo}}} \right)$$

$$R_{\text{eq.}} = 1.36 + 0.58 \left( \frac{32.15}{35.15} \right) = 1.89 \frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}}$$

$$U = \frac{1}{R_{\text{eq.}}} = \frac{1}{1.89} = 0.53 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Por lo que ahora la transmitancia térmica de la combinación techo a dos aguas, cámara de aire y cieloraso del sistema constructivo resulta el valor de  $U_{\text{techo}}=0.53 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  y este resultado cumple para la zona bioclimática "Altoandina", cuya transmitancia térmica máxima de techo  $U_{\text{techo}}=0.83 \text{ W/ m}^2\cdot\text{K}$ , según la norma EM.110.

9. Para mejorar la transmitancia térmica del muro de adobe y el muro de albañilería y poder así brindar un mejor confort térmico, es recomendable buscar alternativas y realizar combinaciones en cuanto a la elección de materiales locales que justifiquen su cumplimiento para el tipo de zona bioclimática requerido.

## BIBLIOGRAFÍA

1. American Concrete Institute, Capitulo de Estudiantes ACI-UNI, "Análisis y Diseño de Sistemas Constructivos No Convencionales". Lima, Perú, 2002.
2. Cardona Macedo Cecilia, "Evaluación de la construcción con quincha" Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, FIC-UNI, Lima- Perú, 1991.
3. Cengel, Y., Ghajar, A., "Transferencia de calor y masa: fundamentos y aplicaciones, Cap.16", México, 2011.
4. Chang Chumpén, Leslie Giuliana, "Estudio experimental de un módulo de vivienda de bajo costo compuesto por paneles plegados y cerramiento de mortero reforzado con malla electrosoldada", Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, FIC-UNI, Lima- Perú, 2004.
5. Delgadillo O., Camacho A., Pérez L., Andrade M., "Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales". Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia, 2010.
6. Díaz Gutiérrez Aníbal, Sistema constructivo "Quincha Prefabricada". ININVI-Perú, 1984.
7. Goyzueta Camacho G., Alfaro Tapia R., Aparicio Saavedra M., "Totorales del Lago Titicaca, Importancia, Conservación y Gestión Ambiental". Puno, Perú, 2009.
8. Hidalgo Juan F., "Tatora, Material de Construcción", Perú, 2007.
9. <https://es.slideshare.net/carlospamo/fichas-tecnicas-de-las-maderas-de-tornillo-y-pino-22988126>, Ficha técnica de la madera de tornillo.
10. <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com> , La madera.
11. INDECI, Informe de Emergencia N°414: "Situación nacional por temporada de heladas y friajes", 2012.

12. Jimeno Blasco Enrique, Capitulo de ingeniería sanitaria, Consejo departamental de Lima, Colegio de ingenieros del Perú, "Instalaciones Sanitarias en Edificaciones", Lima-Perú.
13. Junta del Acuerdo de Cartagena PADT-REFORT, "Manual de diseño para maderas del Grupo Andino", 1984.
14. Ministerio de Vivienda y Construcción; "Reglamento Nacional de Edificaciones- Norma E.010: Madera", Lima – Perú, 2018.
15. Ministerio de Vivienda y Construcción; "Reglamento Nacional de Edificaciones- Norma E.020: Cargas", Lima – Perú, 2018.
16. Ministerio de Vivienda y Construcción; "Reglamento Nacional de Edificaciones- Norma E.030: Diseño Sismorresistente", Lima – Perú, 2018.
17. Ministerio de Vivienda y Construcción; "Reglamento Nacional de Edificaciones- Norma EM.110: Confort térmico y lumínico con eficiencia energética", Lima – Perú, 2018.
18. Ministerio de Vivienda y Construcción; "Reglamento Nacional de Edificaciones- Norma IS.010: Instalaciones sanitarias para edificaciones", Lima – Perú, 2018.
19. Miranda Hospinal Oscar G., "Estudio e investigación del aporte estructural de la caña brava en edificaciones con quincha", Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, FIC-UNI, Lima- Perú, 1987.
20. Molina Fuertes Juan Omar, "Evaluación sistemática del desempeño térmico de un módulo experimental de vivienda altoandina para lograr el confort térmico con energía solar", Tesis de grado académico de maestro en ciencias con mención en energías renovables y eficiencia energética, FC-UNI, Lima-Perú, 2017.
21. Municipalidad Provincial de Puno, "Plan Estratégico Institucional", Puno-Perú, 2011-2014.
22. Payá Miguel, "Aislamiento térmico y acústico". Barcelona, España, 1995.

23. PELT- ADESU, "Técnicas de reimplante de Totora". Manual de usos de la totora, 2001.
24. PELT- ADESU, "Técnicas de reimplante de Totora". Programa de Capacitación sobre el manejo de la Totora, 2001.
25. Piñas, J., "Estudio de las Propiedades Térmicas, Mecánicas, Morfológicas y Estructurales del Adobe como Material Biocompuesto". Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Física, Lima-Perú, 2018.
26. Presidencia del consejo de ministros, "Plan Multisectorial ante heladas y friaje", Perú, 2016.
27. Presidencia del consejo de ministros, "Plan Nacional de intervención para enfrentar los efectos de la temporada de heladas y friaje", Perú, 2012.
28. Rodríguez Macedo Mario German, "Diseño de instalaciones eléctricas en residencias", Perú, 2011.
29. Rougeron Claude, "Aislamiento acústico y térmico en la Construcción". Barcelona, España, 1977.
30. Uribe Trelles Carlos Inocente, "Construcción modular de viviendas económicas en la costa del Perú utilizando madera peruana denominada shongo", Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, FIC-UNI, Lima- Perú, 2012.
31. [www.academia.edu/29279568/Ficha\\_tecnica\\_TORNILLO\\_de\\_madera](http://www.academia.edu/29279568/Ficha_tecnica_TORNILLO_de_madera), Ficha técnica Tornillo de madera.
32. [www.maderasperu.com/tornillo](http://www.maderasperu.com/tornillo), Tornillo/Maderas ODL.

# ANEXOS

## PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LOS PANELES DE ENSAYO DE 0.90 m X 0.90 m:

1. Se realiza el secado de la madera tornillo por un lapso de 2 meses aproximadamente para ser utilizado en la fabricación de los paneles.
2. Secado la madera se procede a realizar los cortes de madera tornillo (elementos verticales y horizontales de sección 1 ½" x 4") según las medidas requeridas haciendo uso de una sierra circular, tal como se muestra en la siguiente figura.



Corte de piezas de madera

3. Se realizan agujeros de 1/4" de diametro en elementos verticales y horizontales a 15 cm del extremo de cada elemento para la inserción de varillas de acero corrugado de 1/4". Luego se procede a unir dichos elementos (verticales y horizontales) con cola sintética formando un marco de panel de 0.90 m x 0.90 m x 0.09 m.



Unión de elementos verticales y horizontales

4. Se coloca la primera parrilla de varillas de acero corrugado de 1/4", luego la malla de alambre electrosoldada con abertura cuadrada de 1/2" que cumple la función de asegurar la plancha de totora de 6.00 cm de espesor a colocar y además ayuda a distribuir de manera uniforme el revestimiento de mortero en la superficie del panel quedando firmemente armada.



Colocación de varillas de acero corrugado de 1/4" y malla electrosoldada cuadrada de 1/2"

5. Se coloca la plancha de totora trabajada de 6.00 cm de espesor que funciona como aislante térmico del panel, para luego colocar la otra malla de alambre electrosoldada con abertura cuadrada de 1/2" perteneciente a la siguiente cara, seguido se coloca la segunda parrilla de varillas de acero corrugado de 1/4", culminando con el armado del panel de 0.90 m x 0.90 m, para finalmente atortolar las intersecciones de las varillas de acero corrugado con alambre Nro.16.



Colocación de la totora y segunda parrilla de varillas de acero corrugado de 1/4"

6. Luego se realiza el revestimiento primario de mortero de cemento y tierra tamizada, proporción 1:4 de 1.50 cm de espesor en una cara del panel, previa preparación de la mezcla con la dosificación indicada para así lograr obtener un mortero resistente a la compresión y económico.



Revestimiento primario de mortero de cemento y tierra tamizada C:T/1:4

7. Seguido se realiza el curado de dicho revestimiento de mortero por un lapso de 7 días para que agarre la resistencia adecuada, pasado dicho tiempo se voltea el panel y se procede a realizar el revestimiento de mortero de cemento y tierra tamizada, proporción 1:4 de 1.50 cm de espesor en la cara restante y se realiza el curado de dicho revestimiento por otro lapso de 7 días.
8. Pasado dicho tiempo se procede a realizar el acabado final de yeso o dependiendo del tipo de panel acabado de mortero de cemento y tierra tamizada C:T/1:5 en ambas caras de 1.00 cm de espesor (en el caso del acabado de yeso en una proporción de agua: yeso, 1:2), luego se espera secado respectivo.



Revestimiento primario de mortero de cemento y tierra tamizada C:T/1:4

## PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE LOS PANELES A COMPRESIÓN

1. Se fija el panel de ensayo de 0.90 m x 0.90 m en la máquina de compresión de 300 toneladas.



Montaje del panel de ensayo a la máquina de compresión

2. Luego una vez fijado el tipo de panel a ensayar, se procede a aplicar la carga de forma incremental, aumentando progresivamente a la carga máxima.



Aplicación de la carga de forma incremental

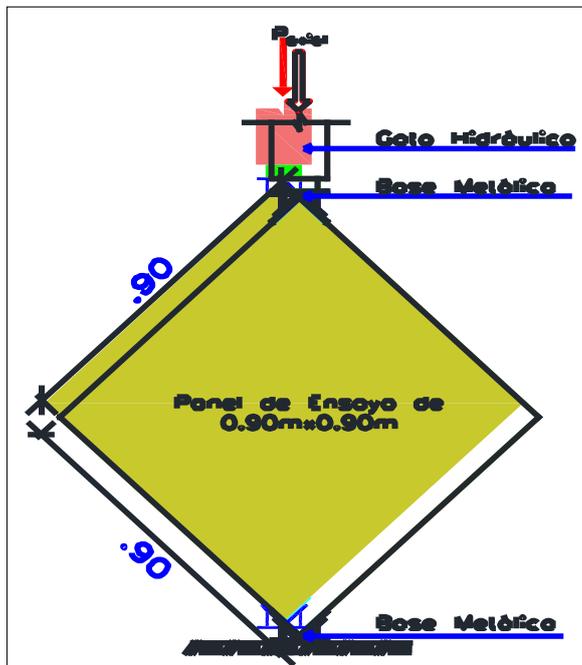
3. Terminado el ensayo, se observa el modo de falla del panel y los daños locales presentados.



Paneles M-1, M-2 y M-3 ensayados

## PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE LOS PANELES A COMPRESIÓN DIAGONAL

1. Se realiza el montaje del panel de ensayo de 0.90 m x 0.90 m a la máquina de compresión de 300 toneladas, para ello se coloca el panel en forma diagonal, sobre una pequeña base metálica en forma de "V" en la esquina, seguido se aploma el panel, para luego colocar otra base metálica en forma de "V" en la esquina de la parte superior del panel tal como se muestra en la siguiente figura.



2. Luego una vez fijado el tipo de panel a ensayar, se procede a aplicar la carga de forma incremental, aumentando progresivamente a la carga máxima.



3. Terminado el ensayo, se observa el modo de falla del panel y los daños locales presentados.



Paneles M-4, M-5 y M-6 ensayados

## TÉCNICAS DE PLANTACIÓN DE LA TOTORA

Los suelos del tipo “Limo orgánico” y “arcilla limosa orgánica” de poca plasticidad constituyen mejor las plantaciones de totora por cuanto ofrecen una excelente sujeción para las raíces y alimento.

### Técnicas de Plantación:

#### Técnicas de Orilla (Método del Apisonado)

##### a) Características:

- Plántula: Planta simple con 2 a 5 tallos con yemas y rizomas, que puede tener tierra.
- Profundidad de agua: Desde los 0.00 m hasta los 1.00 m de profundidad.
- Profundidad de Plantación: Hoyos de 20 cm hasta 30 cm de profundidad.
- Distancia: 2.00 m entre planta y planta, entre fila y fila (sistema cuadrado).
- Densidad de Plantación: 2500 plántulas/ha.
- Herramientas: No se necesita herramienta, se emplean los pies.
- Tipos de suelos: Limoso, Arcilloso, Limo-Arcilloso, o arcillo-arenoso.
- Época de plantación: De agosto a diciembre.

##### b) Cuadrilla de trabajo:

Debe estar compuesta por 30 trabajadores realizando las siguientes actividades:

- 20 trabajadores extraen, transportan y preparan las plántulas.
- 10 trabajadores por parejas, marcan los sitios y plantan.

##### c) Rendimiento:

Se puede plantar 1 ha/día cuando el personal está entrenado para dicho trabajo.

##### d) Ventajas:

Este método tiene la ventaja de ser muy eficiente en cuanto a la preparación de la planta ya que es simple y rápida.

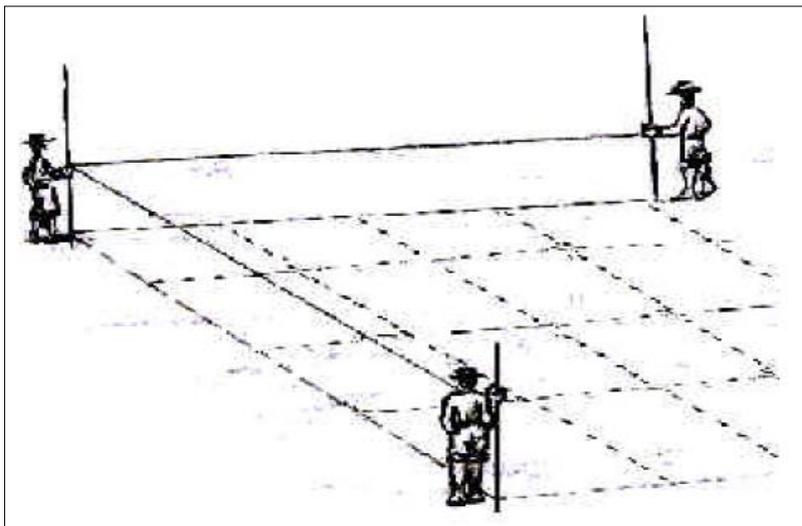
e) Limitaciones:

La limitación es cuando las plántulas se plantan superficialmente corre el riesgo de que el oleaje las pueda arrancar de su sitio, además no es aplicable para suelos blandos.

f) Procedimiento de plantación:

Marcación:

Con una lienza con señales a cada 2 m, se marcan en cuadro los lugares donde se plantarán las totoras.



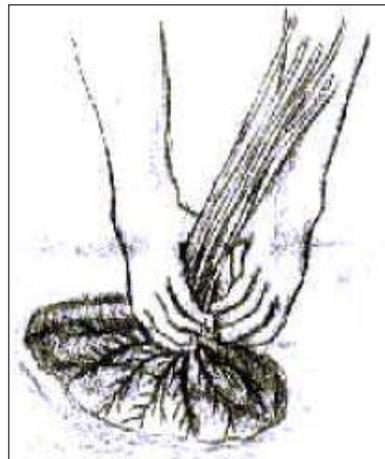
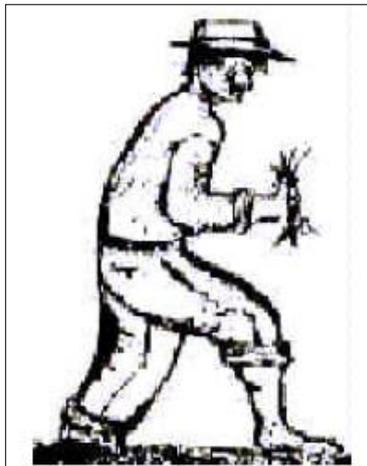
g) Preparación de los plantines:

Se trasladan las plantas desde los semilleros hasta la orilla del lugar donde se van a plantar. Posteriormente, en la orilla, se preparan las plántulas en tamaños aproximados de un puño, que tengan raíces, rizomas y tallo de unos 20 cm o más, pueden tener tierra.



### 3) Plantación:

Un trabajador abre un hoyo con el pie con unos 20 cm de profundidad. En el hoyo un segundo trabajador introduce la plántula hasta el fondo y luego el mismo rellena el hoyo y apisona el suelo fijándola de manera que el movimiento del agua no la pueda arrancar. Muchas veces, debido al oleaje o un error en la plantación, los plantines se salen del lugar, entonces es necesario volver a plantar otros en su lugar siguiendo el mismo procedimiento que se realizó para plantar.



### Técnicas de Orilla (Método de la MANCKHA - Adentro)

Se aplica en suelos arenosos debajo de los cuales existen capas de suelos limosos o arcillosos con compuestos orgánicos.

#### a) Características:

- **Plántula:** Planta simple con 2 a 5 tallos con yemas y rizomas, que puede tener tierra.
- **Profundidad de agua:** Desde los 0.00 m hasta los 1.00 m de profundidad.
- **Profundidad de Plantación:** Hoyos de 20 cm hasta 30 cm de profundidad.
- **Distancia:** 2.00 m entre planta y planta, entre fila y fila (sistema cuadrado).
- **Densidad de Plantación:** 2500 plántulas/ha.
- **Herramientas:** Se emplea pala.
- **Tipos de suelos:** Limoso, Arcilloso, Limo-Arcilloso, o arcillo-arenoso.
- **Época de plantación:** De agosto a diciembre.

#### b) Cuadrilla de trabajo:

Debe estar compuesta por 30 trabajadores realizando las siguientes actividades:

- 20 trabajadores extraen, transportan y preparan las plántulas.
- 10 trabajadores por parejas, marcan los sitios y plantan.

#### c) Rendimiento:

Se pueden plantar de **0.6 ha/día** a **1 ha/día** cuando el personal está entrenado para dicho trabajo.

#### d) Ventajas:

Este método permite plantar a profundidad en terrenos donde antes no se podía plantar. Por la profundidad de plantación, su sujeción y prendimiento es mayor.

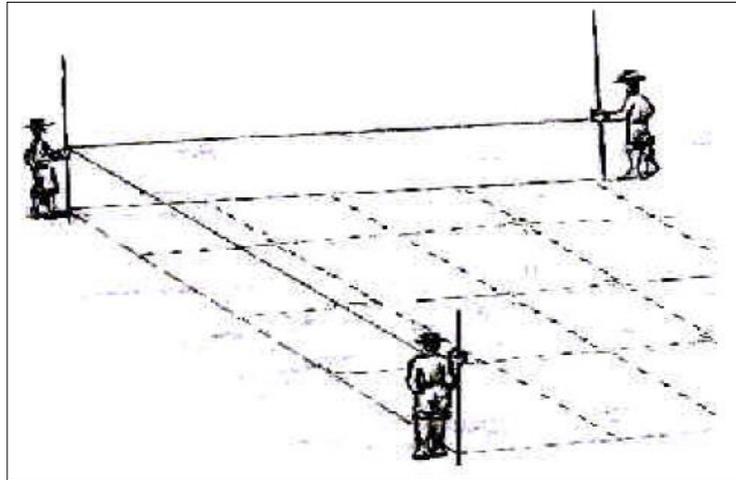
#### e) Limitaciones:

La limitación es cuando se plantan fuera del suelo adecuado (arena), no prende y muere.

f) Procedimiento de plantación:

1) Marcación:

Con una lienza con señales a cada 2 m, se marcan en cuadro los lugares donde se plantarán las totoras.



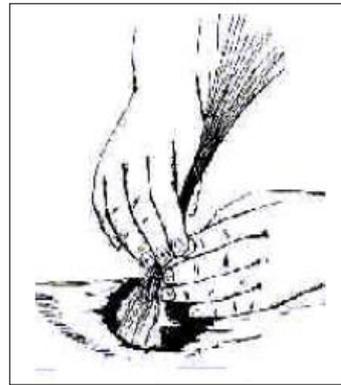
2) Preparación de los plantines:

Se trasladan las plantas desde los semilleros hasta la orilla del lugar donde se van a plantar. Posteriormente, en la orilla, se preparan las plántulas en tamaños aproximados de un puño, que tengan raíces, rizomas y tallo de unos 40 cm o más, de tal forma que cuando estén plantados, los tallos sobresalgan del suelo.



### 3) Plantación:

Un trabajador abre un hoyo con el pie de unos 40 cm a 60 cm de profundidad que atraviese la capa de arena y penetre unos 15cm a 20 cm el terreno favorable a la totora. En el hoyo un segundo trabajador introduce la plántula hasta el fondo y luego el mismo rellena el hoyo y apisona el suelo fijándola de manera que el movimiento del agua no la pueda arrancar. Muchas veces, debido al oleaje o un error en la plantación, los plantines se salen del lugar, entonces es necesario volver a plantar otros en su lugar siguiendo el mismo procedimiento que se realizó para plantar.



### Técnicas de Fondo (Método de la piedra con planta)

#### a) Características:

- **Plántula:** Planta simple con 2 a 5 tallos con yemas y rizomas.
- **Profundidad de agua:** Desde los 1.00 m hasta los 2.00 m de profundidad.
- **Profundidad de Plantación:** Desde los 15 cm hasta 30 cm de profundidad.
- **Distancia:** 2.00 m entre planta y planta, entre fila y fila (sistema cuadrado).
- **Densidad de Plantación:** 2500 plántulas/ha.
- **Herramientas:** Se emplea cuchillo y botes
- **Materiales:** Soguillas de chilligua de 60 cm y piedras de aprox. 1kg.
- **Tipos de suelos:** Limoso, Arcilloso, Limo-Arcilloso, o arcillo-arenoso que siempre debe tener materia orgánica.
- **Época de plantación:** De agosto a diciembre.

b) Cuadrilla de trabajo:

Debe estar compuesta por 20 trabajadores realizando las siguientes actividades:

- 17 trabajadores extraen, transportan y preparan las plántulas.
- 03 trabajadores por bote, uno rema y dos las plantan desde el bote.

c) Rendimiento:

Se pueden plantar de **0.5 ha/día** a **1 ha/día** dependiendo del número de botes.

d) Ventajas:

Este método tiene la ventaja de alcanzar una profundidad que no se puede a pie y el rendimiento es aceptable.

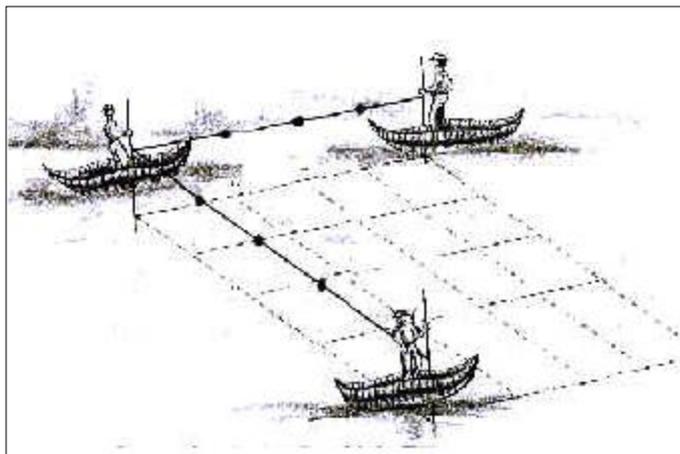
e) Limitaciones:

La limitación es que la planta puede ser arrastrada por las corrientes si estas son fuertes, por lo que la piedra debe ser de buen tamaño y estar bien amarrada a la planta.

f) Procedimiento de plantación:

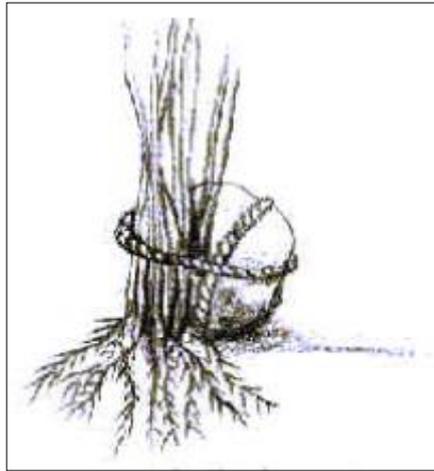
1) Marcación:

Se deja una lienza con flotadores a cada 2m (pelotas de plástico, piedrillas, etc.) y se sujeta en cuadros mediante palos en los lugares donde se plantaran las totoras.



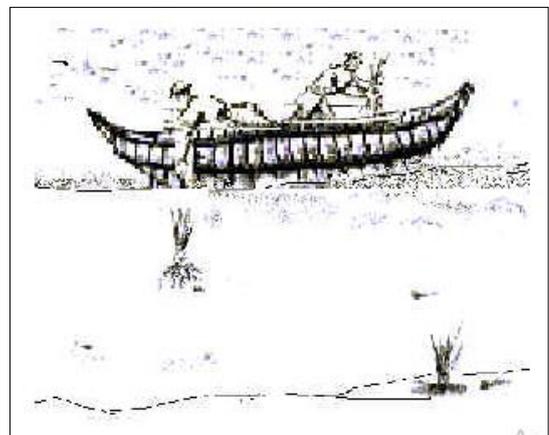
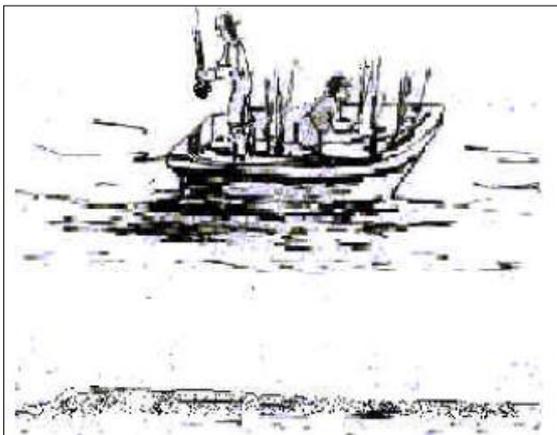
## 2) Preparación de los plantines:

Se trasladan las plantas desde los semilleros hasta la orilla del lugar donde se van a plantar. Posteriormente, en la orilla, se preparan las plántulas en tamaños aproximados de un puño, que tengan raíces, rizomas y tallo. Después se amarran las plántulas a las piedras para luego cargarlos al bote.



## 3) Plantación:

En el bote, dos o más trabajadores echan los plantines a la altura de las marcas de los flotadores. Muchas veces, debido al oleaje o mala plantación, los plantines se salen del lugar, entonces es necesario volver a plantar otros en su lugar siguiendo el mismo procedimiento que se realizó para plantar.

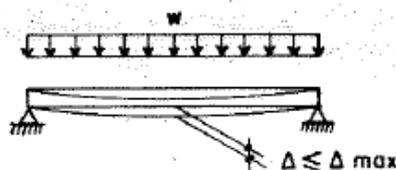


**TABLAS Y GRAFICOS USADOS EN LA PRESENTE TESIS DEL MANUAL DE  
DISEÑO PARA MADERAS DEL GRUPO ANDINO**

**TABLA 8.1. DEFLEXIONES MAXIMAS ADMISIBLES**

Carga actuante	(a) con cielo raso de yeso	(b) sin cielo raso de yeso
Cargas permanentes + sobrecargas	L/300	L/250
Sobrecarga	L/350	L/350

$$\Delta_{max} = \frac{L}{K} \quad (\text{según Tabla 8.1})$$



**TABLA 8.2. MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm<sup>2</sup>)**

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C
E <sub>mínimo</sub>	95,000	75,000	55,000
E <sub>promedio</sub>	130,000	100,000	90,000

**TABLA 8.10 PESO PROPIO DE ENTABLADOS DE MADERA (kg/m<sup>2</sup>)**

Grupo	Espesor		
	1.5 cm (3/4")	2.0 cm (1")	2.5 cm (1 1/4")
A	16.5	22.0	27.5
B	15.0	20.0	25.0
C	13.5	18.0	22.5

**TABLA 9.2 ESFUERZOS MAXIMOS ADMISIBLES (kg/cm<sup>2</sup>)**

Grupo	Compresion Paralela f <sub>c//</sub>	Tracción Paralela f <sub>t</sub>	Flexión f <sub>m</sub>
A	145	145	210
B	110	105	150
C	80	75	100

**TABLA 9.3 MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm<sup>2</sup>)**

Grupo	Columnas E <sub>mínimo</sub>	Entramados E <sub>promedio</sub>
A	95,000	130,000
B	75,000	100,000
C	55,000	90,000

**TABLA 9.4 RELACION DE ESBELTEZ LIMITE ENTRE COLUMNAS INTERMEDIAS Y LARGAS**

Grupo	C <sub>k</sub>	
	Columnas	Entramados
A	17.98	20.06
B	18.34	20.2
C	18.42	22.47

### 9.7.1 Columnas Cortas

Las columnas cortas ( $\lambda < 10$ ) fallan por compresión o aplastamiento. Su carga admisible puede calcularse como:

$$N_{adm} = f_c A \quad (9.5)$$

donde:

- A = área de la sección transversal
- $f_{c//}$  = esfuerzo máximo admisible de compresión paralela a las fibras (Tabla 9.2)
- $N_{adm}$  = carga axial máxima admisible.

### 9.7.2 Columnas Intermedias

Las columnas intermedias ( $10 < \lambda < C_k$ ) fallan por una combinación de aplastamiento e inestabilidad lateral (pandeo). Su carga admisible puede estimarse como:

$$N_{adm} = f_c A \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{\lambda}{C_k} \right)^4 \right] \quad (9.6)$$

donde:

- $\lambda$  = relación de esbeltez (considerar sólo la mayor)
- $C_k$  =  $0.7025 \sqrt{\frac{E}{f_c}}$  (para secciones rectangulares)
- E = módulo de elasticidad (Tabla 9.3)

las otras variables han sido definidas en el acápite anterior.

### 9.7.3 Columnas Largas

La carga admisible de columnas largas ( $C_k < \lambda < 50$ ) se determina por consideraciones de estabilidad.

Considerando una adecuada seguridad al pandeo la carga crítica  $N_{cr}$  según la teoría de Euler se reduce a:

$$N_{adm} = 0.329 \frac{EA}{(\lambda)^2} \quad (9.7)$$

### 9.8 ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXOCOMPRESION

Estos elementos deben diseñarse para satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{k_m /M/}{Z f_m} < 1 \quad (9.8)$$

donde:

- $f_m$  = esfuerzo admisible en flexión (Tabla 9.2)
- $k_m$  = factor de magnificación de momentos debido a la presencia de la carga axial (Fórmula 9.9)
- $/M/$  = momento flector máximo en el elemento (valor absoluto)
- $N_{adm}$  = carga axial admisible, calculada como se indica en la Sección 9.7
- $Z$  = módulo de la sección transversal con respecto al eje alrededor del cual se produce la flexión.

### 9.9 ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXOTRACCION

Estos elementos deben diseñarse para satisfacer la siguiente expresión:

$$\frac{N}{Af_t} + \frac{/M/}{Zf_m} < 1 \quad (9.11)$$

donde:

- $/M/$  = valor absoluto del momento flector máximo en el elemento
- $N$  = carga axial aplicada (tracción)
- $A$  = área de la sección transversal
- $f_t$  = esfuerzo admisible en tracción (Tabla 9.2)
- $Z$  = módulo de sección con respecto al eje alrededor del cual se produce la flexión.

**TABLA 10.6 PLANCHAS DE LANA DE MADERA AGLOMERADA CON CEMENTO ENCAJADA EN EL ENTRAMADO REVESTIDA CON 1 cm MORTERO DE CEMENTO-ARENA (1:4)**

ENTRAMADO		ESPESOR DE PLANCHA mm	RIGIDEZ kg/cm/m	CARGA ADMISIBLE kg/m
Tipo	s, cm			
1	60	50	1,300	700
2	40	25	1,375	545

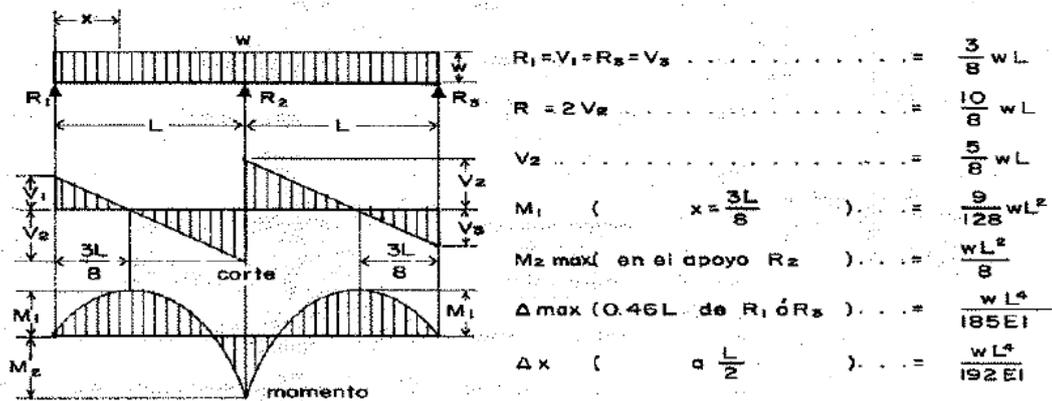
**TABLA 10.9 COEFICIENTES PARA DETERMINAR LA FUERZA CORTANTE ACTUANTE POR SISMO**

- A. Edificaciones con cobertura liviana, tal como cartón bituminoso, planchas de asbesto-cemento, calaminas, etc.
1. Estructuras de un piso: 10.7 kg por m<sup>2</sup> de área techada
  2. Estructuras de dos pisos:
    - Segundo nivel: 16.1 kg por m<sup>2</sup> de área techada en el 2o. nivel
    - Primer nivel: 16.1 kg por m<sup>2</sup> de área total techada
- B. Edificaciones con coberturas pesadas de tejas o similares
1. Estructuras de un piso: 29.5 kg por m<sup>2</sup> de área techada
  2. Estructuras de dos pisos:
    - Segundo nivel: 29.8 kg por m<sup>2</sup> de área techada en el 2o. nivel
    - Primer nivel: 22 kg por m<sup>2</sup> de área total techada

**TABLA 10.10 COEFICIENTES PARA DETERMINAR LA FUERZA CORTANTE ACTUANTE POR VIENTO**

1. Estructuras de un piso: 21 kg por m<sup>2</sup> de área proyectada
2. Estructuras de dos pisos:
  - Segundo nivel: 21 kg por m<sup>2</sup> de área proyectada correspondiente al segundo nivel.
  - Primer nivel: 31 kg por m<sup>2</sup> de área proyectada total

**22 VIGA CONTINUA CON DOS TRAMOS IGUALES - CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA**



**TABLA 11.1 LONGITUD EFECTIVA**

Elemento	d	$l_{ef}$
Cuerda (en el plano de la armadura)	h	$0.4 (l_1 + l_2)^*$
		$\delta$
		$0.4 (l_2 + l_3)^*$
Sector de cuerda entre correas (fuera del plano de la armadura)	b	$l_c$
Montante o diagonal	b	$0.8 l_d$

\* Nota: Si la longitud efectiva de uno de ellos es menor que 0.8 de la longitud efectiva de la adyacente, se tomará como longitud efectiva de cálculo 0.9 de la longitud mayor, en caso contrario se tomará el mayor promedio de las luces adyacentes.

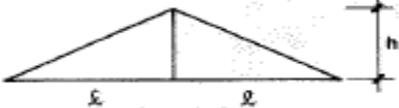
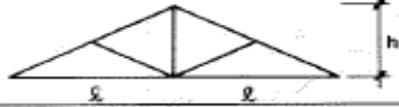
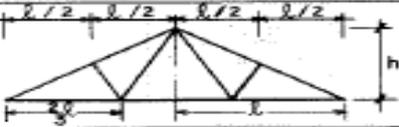
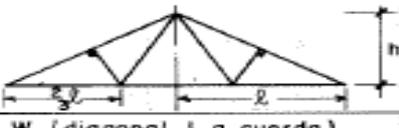
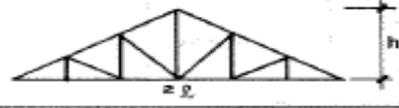
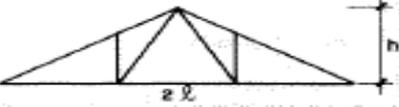
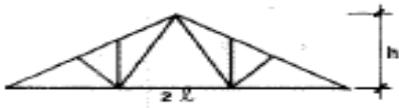
FORMA	LUCES APROPIADAS, m	$\frac{h}{l}$
 <p>A o Montante maestro</p>	4 - 9	$\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$
 <p>Montante maestro</p>	4 - 9	$\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$
 <p>W</p>	4 - 9	$\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$
 <p>W (diagonal ⊥ a cuerda)</p>	4 - 9	$\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$
 <p>Howe</p>	6 - 12 o más (con más paños)	$\frac{1}{4} - \frac{5}{12}$
 <p>Pratt</p>	8 - 12 o más (con más paños)	$\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$
 <p>Abanico</p>	6 - 12	$\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$

Figura 11.1 Proporciones y luces recomendables en armaduras de madera

$$\delta_f = 1.75 \left( 1.15 \delta + \frac{w l^4 \times 10^4}{E.I} \right) \text{ cm}$$

en donde:

$\delta$  = deflexión elástica en cm

w = carga repartida en las cuerdas inferiores (kg/m)

E, I y l = fueron definidos anteriormente

**TABLA 11.3 COEFICIENTES DE LONGITUD Y CARGA**

TIPO DE ARMADURA	COEF. DE	ELE- MENTO	FORMULA GENERAL	PENDIENTE				
				1/2	5/12	1/3	1/4	
	C <sub>L</sub>	A	$0.50 \sec \alpha$	0.559	0.542	0.527	0.515	
		B	0.50	0.500	0.500	0.500	0.500	
		C	$0.50 \operatorname{tg} \alpha$	0.250	0.208	0.167	0.125	
	C <sub>p</sub>	A	$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06	
		B	$- 0.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 1.00	- 1.20	- 1.50	- 2.00	
		C	0.00	- 0.00	- 0.00	- 0.00	- 0.00	
	C <sub>Q</sub> ó C <sub>1</sub>	A	$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06	
		B	$- 0.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 1.00	- 1.20	- 1.50	- 2.00	
		C	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	
	C <sub>L</sub>	A B C	$0.25 \sec \alpha$	0.280	0.271	0.263	0.257	
		D	0.50	0.500	0.500	0.500	0.500	
		E	$0.50 \operatorname{tg} \alpha$	0.250	0.208	0.167	0.125	
		C <sub>p</sub>	A	$1.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 3.36	+ 3.90	+ 4.74	+ 6.18
			B	$1.00 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 2.24	+ 2.60	+ 3.16	+ 4.12
	C		$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06	
	D		$- 1.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 3.00	- 3.60	- 4.50	- 6.00	
	E		- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	
	C <sub>Q</sub> ó C <sub>1</sub>	A B	$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06	
		C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		D	$- 0.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 1.00	- 1.20	- 1.50	- 2.00	
		E	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	
			C <sub>L</sub>	A B	$0.25 \sec \alpha$	0.280	0.271	0.263
	C			$0.50 \operatorname{tg} \alpha$	0.250	0.208	0.167	0.125
	D			$0.25 \sec \beta$	0.354	0.325	0.300	0.280
E	$0.25 \operatorname{tg} \alpha$			0.125	0.104	0.083	0.062	
FG	0.25			0.250	0.250	0.250	0.250	
C <sub>p</sub>	A B			$1.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 3.36	+ 3.90	+ 4.74	+ 6.18
	C			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	D		$- 1.00 \operatorname{cosec} \beta$	- 1.41	- 1.56	- 1.80	- 2.24	
	E		1.00	+ 1.00	+ 1.00	+ 1.00	+ 1.00	
	F		$- 1.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 3.00	- 3.60	- 4.50	- 6.00	
	G		$- 0.50 (L/h)$	- 2.00	- 2.40	- 3.00	- 4.00	
	C <sub>Q</sub>		A B	$1.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 3.36	+ 3.90	+ 4.74	+ 6.18
C			- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	
D			$- 1.00 \operatorname{cosec} \beta$	- 1.41	- 1.56	- 1.80	- 2.24	
E			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
F			$- 1.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 3.00	- 3.60	- 4.50	- 6.00	
G			$- 0.50 (L/h)$	- 2.00	- 2.40	- 3.00	- 4.00	
C <sub>1</sub>			A B	$0.50 \operatorname{cosec} \alpha$	+ 1.12	+ 1.30	+ 1.58	+ 2.06
	C		- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	- 1.00	
	D E		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	FG		$- 0.50 \operatorname{ctg} \alpha$	- 1.00	- 1.20	- 1.50	- 2.00	

**TABLA 13.1 PROPIEDADES DE ESCUADRIA**

Dimensiones		Area cm <sup>2</sup>	Eje X		Eje Y		m <sup>3</sup> de madera por m <sup>2</sup> (*) m <sup>3</sup> / m	Peso por m (**)		
Real b x h cm	Equivalente Comercial b x h pulg		I <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	Z <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	I <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	Z <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>		Grupo		
								A kg/m	B kg/m	C kg/m
1.5 x 2	3/4 x 1	3.0	1.0	1.0	0.6	0.7	0.00048	0.33	0.30	0.27
1.5 x 4	3/4 x 2	6.0	8.0	4.0	1.1	1.5	0.00097	0.66	0.60	0.54
1.5 x 6.5	3/4 x 3	9.7	34.3	10.6	1.8	2.4	0.00144	1.07	0.97	0.88
1.5 x 9	3/4 x 4	13.5	91.1	20.2	2.5	3.3	0.00193	1.48	1.35	1.21
1.5 x 14	3/4 x 6	21.0	343.0	49.0	3.9	5.2	0.00290	2.31	2.10	1.89
1.5 x 19	3/4 x 8	28.5	857.4	90.2	5.3	7.1	0.00387	3.13	2.85	2.56
1.5 x 24	3/4 x 10	36.0	1728.0	144.0	6.7	9.0	0.00484	3.96	3.60	3.24
1.5 x 29	3/4 x 12	43.5	3048.6	210.2	8.1	10.9	0.00580	4.78	4.35	3.91
2 x 2	1 x 1	4.0	1.3	1.3	1.3	1.3	0.00064	0.44	0.40	0.36
2 x 4	1 x 2	8.0	10.7	5.3	2.7	2.6	0.00130	0.88	0.80	0.72
2 x 6.5	1 x 3	13.0	45.8	14.1	4.3	4.3	0.00193	1.43	1.30	1.17
2 x 9	1 x 4	18.0	121.5	27.0	6.0	6.0	0.00257	1.98	1.80	1.62
2 x 14	1 x 6	28.0	457.3	66.3	9.3	9.3	0.00387	3.08	2.80	2.52
2 x 19	1 x 8	38.0	1143.2	120.3	12.7	12.6	0.00517	4.18	3.80	3.42
2 x 24	1 x 10	48.0	2304.0	192.0	16.0	16.0	0.00644	5.28	4.80	4.32
2 x 29	1 x 12	58.0	4064.8	280.3	19.3	19.3	0.00774	6.38	5.80	5.22
3 x 3	1 1/2 x 1 1/2	9.0	6.7	4.5	6.7	4.5	0.00144	0.99	0.90	0.81
3 x 4	1 1/2 x 2	12.0	16.0	8.0	9.0	6.0	0.00193	1.32	1.20	1.08
3 x 6.5	1 1/2 x 3	19.5	68.6	21.1	14.6	9.7	0.00290	2.14	1.95	1.75
3 x 9	1 1/2 x 4	27.0	182.2	40.5	20.2	13.5	0.00387	2.97	2.70	2.43
3 x 14	1 1/2 x 6	42.0	686.0	98.0	31.5	21.0	0.00580	4.62	4.20	3.78
3 x 19	1 1/2 x 8	57.0	1714.7	180.5	42.7	28.5	0.00774	6.27	5.70	5.13
3 x 24	1 1/2 x 10	72.0	3456.0	288.0	54.0	36.0	0.00967	7.92	7.20	6.48
3 x 29	1 1/2 x 12	87.0	6097.3	420.5	65.2	43.5	0.01161	9.57	8.70	7.83
4 x 4	2 x 2	16.0	21.3	10.7	21.3	10.7	0.00257	1.76	1.60	1.44
4 x 6.5	2 x 3	26.0	91.5	28.2	34.7	17.3	0.00387	2.86	2.60	2.34
4 x 9	2 x 4	36.0	243.0	54.0	48.0	24.0	0.00517	3.96	3.60	3.24
4 x 14	2 x 6	56.0	914.6	130.7	74.7	37.3	0.00774	6.16	5.60	5.04
4 x 16.5	2 x 7	66.0	1497.4	181.5	88.0	49.0	0.00904	7.26	6.60	5.94
4 x 19	2 x 8	76.0	2286.3	240.6	101.3	50.7	0.01031	8.36	7.60	6.84
4 x 24	2 x 10	96.0	4608.0	384.0	128.0	64.0	0.01291	10.56	9.60	8.64
4 x 29	2 x 12	116.0	8129.7	560.6	154.7	77.3	0.01548	12.76	11.60	10.44
5 x 5	2 1/2 x 2 1/2	25.0	52.1	20.8	52.1	20.8	0.00404	2.75	2.50	2.25
5 x 6.5	2 1/2 x 3	32.5	114.4	35.2	67.7	27.1	0.00484	3.57	3.25	2.92
5 x 9	2 1/2 x 4	45.0	303.7	67.5	93.7	37.5	0.00644	4.95	4.50	4.05
5 x 14	2 1/2 x 6	70.0	1143.3	163.3	145.8	58.3	0.00967	7.70	7.00	6.30
5 x 16.5	2 1/2 x 7	82.5	1871.7	226.9	171.9	68.7	0.01128	9.07	8.25	7.42
5 x 19	2 1/2 x 8	95.0	2857.9	300.8	197.9	79.1	0.01291	10.45	9.50	8.55
5 x 24	2 1/2 x 10	120.0	5760.0	480.0	250.0	100.0	0.01612	13.20	12.00	10.80
5 x 29	2 1/2 x 12	145.0	10162.1	700.8	302.1	120.8	0.01935	15.95	14.50	13.05
6.5 x 6.5	3 x 3	42.2	148.7	45.7	148.7	45.7	0.00580	4.64	4.22	3.80
6.5 x 9	3 x 4	58.5	394.9	87.7	206.0	63.4	0.00774	6.43	5.85	5.26
6.5 x 14	3 x 6	91.0	1486.3	212.3	320.4	98.8	0.01161	10.01	9.10	8.19
6.5 x 16.5	3 x 7	107.2	2433.2	294.9	377.6	116.2	0.01354	11.30	10.72	9.65
6.5 x 19	3 x 8	123.5	3715.3	391.1	434.8	133.8	0.01548	13.58	12.35	11.11
6.5 x 24	3 x 10	156.0	7488.0	624.0	549.2	169.0	0.01935	17.16	15.60	14.04
6.5 x 29	3 x 12	188.5	13210.7	911.1	663.7	204.2	0.02322	20.73	18.85	16.96
9 x 9	4 x 4	81.0	546.7	121.5	546.7	121.5	0.01031	8.91	8.10	7.29
9 x 14	4 x 6	126.0	2058.0	294.0	850.5	189.0	0.01548	13.86	12.60	11.34
9 x 16.5	4 x 7	148.5	3361.1	408.3	1002.4	222.7	0.01808	16.33	14.81	13.34
9 x 19	4 x 8	171.0	5144.2	541.5	1154.2	256.5	0.02065	18.91	17.10	15.39
9 x 24	4 x 10	216.0	10368.0	864.0	1458.0	324.0	0.02579	23.76	21.60	19.44
9 x 29	4 x 12	261.0	18291.8	1261.0	1761.7	391.5	0.03096	28.71	26.10	23.49

**TABLA 12.4 ESPACIAMIENTOS MINIMOS PARA SIMPLE CIZALLAMIENTO CON PRETALADRADO O DOBLE CIZALLAMIENTO SIMETRICO**

Elementos cargados paralelamente al grano (Fig. 12.6a)	A lo largo del grano	Espaciamiento entre clavos	11 d
		Distancia al extremo	16 d
Perpendicular a la dirección de grano		Espaciamiento entre líneas de clavos	6 d
		Distancia a los bordes	5 d
Elementos cargados perpendicularmente al grano (Fig. 12.6b)	A lo largo del grano	Espaciamiento entre clavos	11 d
	Perpendicularmente a la dirección del grano	Espaciamiento entre líneas de clavos	6 d
		Distancia al borde cargado	10 d
		Distancia al borde no cargado	5 d

d = diámetro del clavo

**TABLA 13.2 ESFUERZOS ADMISIBLES Y MODULO DE ELASTICIDAD PARA MADERAS DEL GRUPO ANDINO**

Propiedades kg/cm <sup>2</sup>	GRUPO		
	A	B	C
$E_{0.05}$ o $E_{mín}$	95,000	75,000	55,000
$E_{prom}$	130,000	100,000	90,000
$f_m$	210	150	100
$f_c$	145	110	80
$f_{c,i}$	40	28	15
$f_v$	15	12	8
$f_t$	145	105	75

**TABLA 13.3 SOBRECARGAS DE SERVICIO**

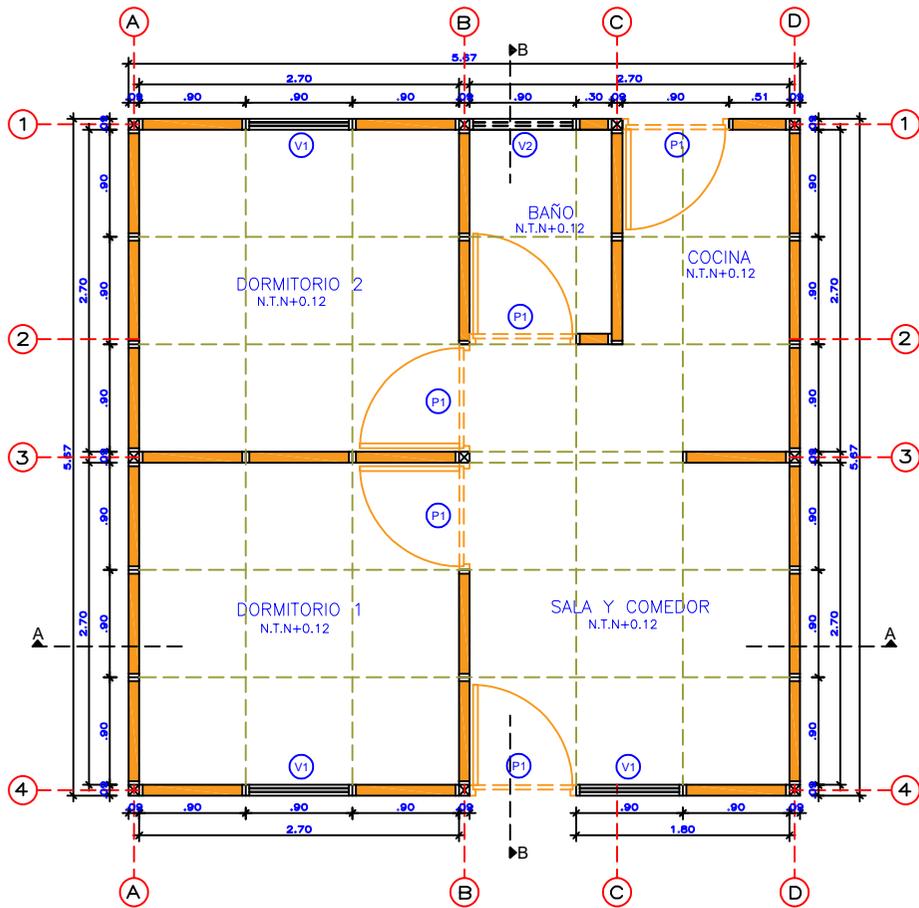
Ocupación o Uso	kg/m <sup>2</sup>	Ocupación o Uso	kg/m <sup>2</sup>
– Azoteas planas	100	– Graderías y tribunas	500
– Baños	200	– Oficinas	250
– Bibliotecas, salas de lectura	300	– Oficinas, archivos	500
– Bibliotecas, archivo	750	– Salas de asamblea o reunión	500
– Colegios, aulas	200	– Techos inclinados	50
– Colegios, talleres	350	– Tiendas, minoristas	350
– Corredores públicos	500	– Tiendas, mayoristas	500
– Escaleras de viviendas	200	– Vestidores	200
– Escaleras públicas	500	– Viviendas unifamiliares	200

**TABLA 12.1 CARGA ADMISIBLE POR CLAVO -- SIMPLE CIZALLAMIENTO \***

Longitud (L)		d mm	Carga Admisible, kg			L/d	5d mm	6d mm	8d mm	10d mm	11d mm	16d mm	20d mm
mm	pulg		Grupo A**	Grupo B	Grupo C								
51	2	2.4	36	28	20	21.3	12	14	19	24	26	38	48
		2.6	40	31	22	19.6	13	16	21	26	29	42	52
		2.9	46	36	25	17.6	15	17	23	29	32	46	58
		3.3	53	42	30	15.5	17	20	26	33	36	53	66
63	2 1/2	2.6	40	31	22	24.2	13	16	21	26	29	42	52
		2.9	46	36	25	21.7	15	17	23	29	32	46	58
		3.3	53	42	30	19.1	17	20	26	33	36	53	66
		3.7	61	48	35	17.0	19	22	30	37	41	59	74
76	3	3.3	53	42	30	23.0	17	20	26	33	36	53	66
		3.7	61	48	35	20.5	19	22	30	37	41	59	74
		4.1	70	54	39	18.5	21	25	33	41	45	66	82
89	3 1/2	3.7	61	48	35	24.1	19	22	30	37	41	59	74
		4.1	70	54	39	21.7	21	25	33	41	45	66	82
		4.5	78	61	44	19.8	23	27	36	45	50	72	90
102	4	4.1	70	54	39	24.9	21	25	33	41	45	66	82
		4.5	78	61	44	22.7	23	27	36	45	50	72	90
		4.9	87	68	49	20.8	25	29	39	49	54	78	98

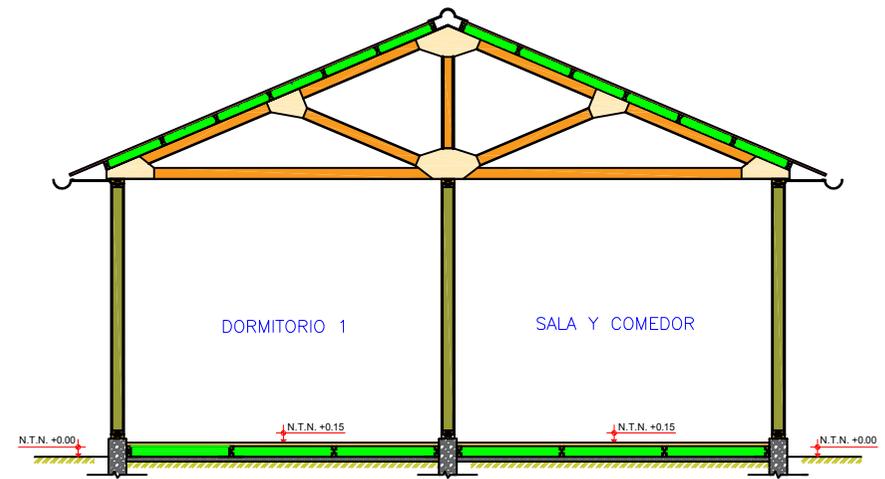
(\* ) Para madera seca multiplicar los valores de esta tabla por 1.25.

(\*\*) Para clavar maderas del Grupo A se requiere pre-taladrado.

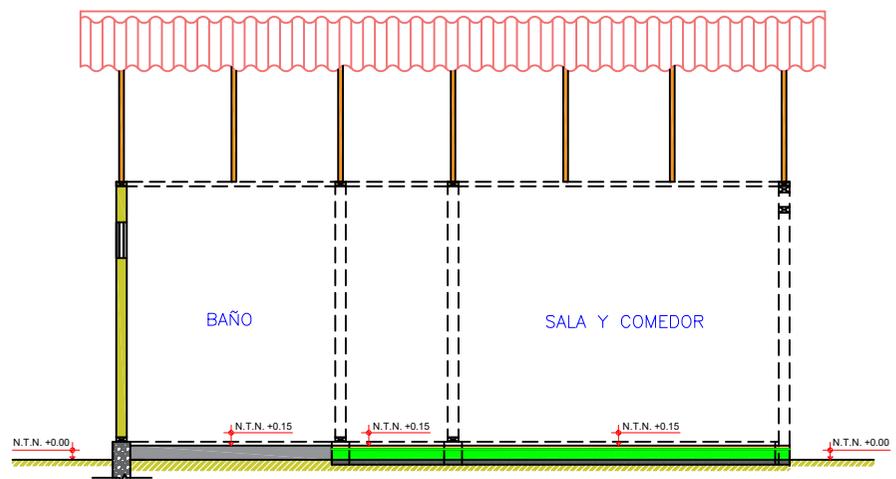


PLANTA  
MÓDULO DE VIVIENDA  
5.67mx5.67m

CUADRO DE VANOS PUERTAS Y VENTANAS				
	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
P1	0.84	2.10	---	Panel puerta
V1	0.90	0.90	0.94	Doble vidrio
V2	0.90	0.30	1.72	Doble vidrio

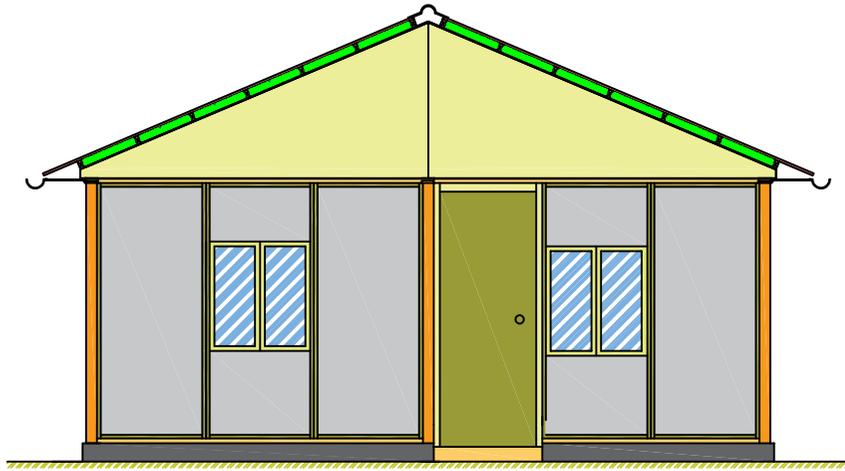


CORTE A-A

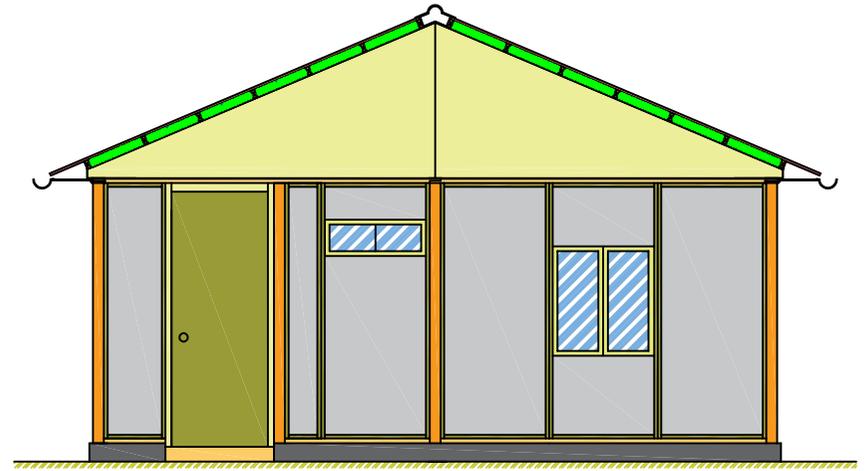


CORTE B-B

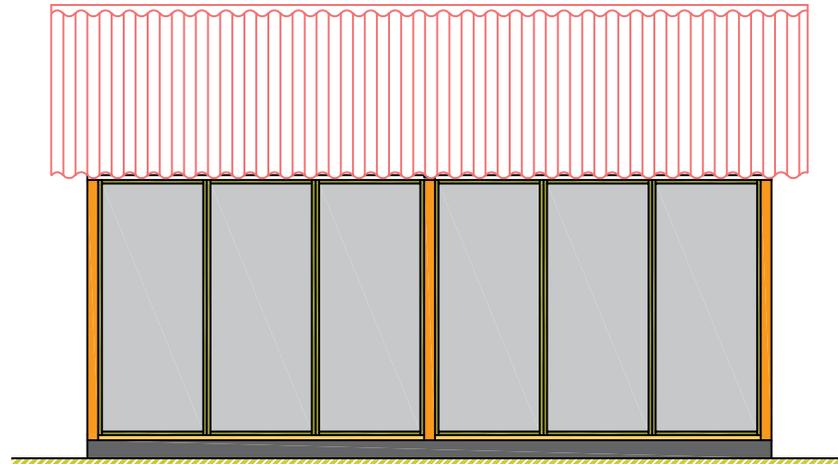
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORAJADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTORRIVAS"	LAMINA: <b>A-1</b>
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: ARQUITECTURA-PLANTA Y CORTES MÓDULO DE VIVIENDA 5.67mx5.67m	
ASESOR: ING.HERNÁN ARBOCCÓ VALDERRAMA	ESCALA: 1/25	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ



ELEVACIÓN PRINCIPAL

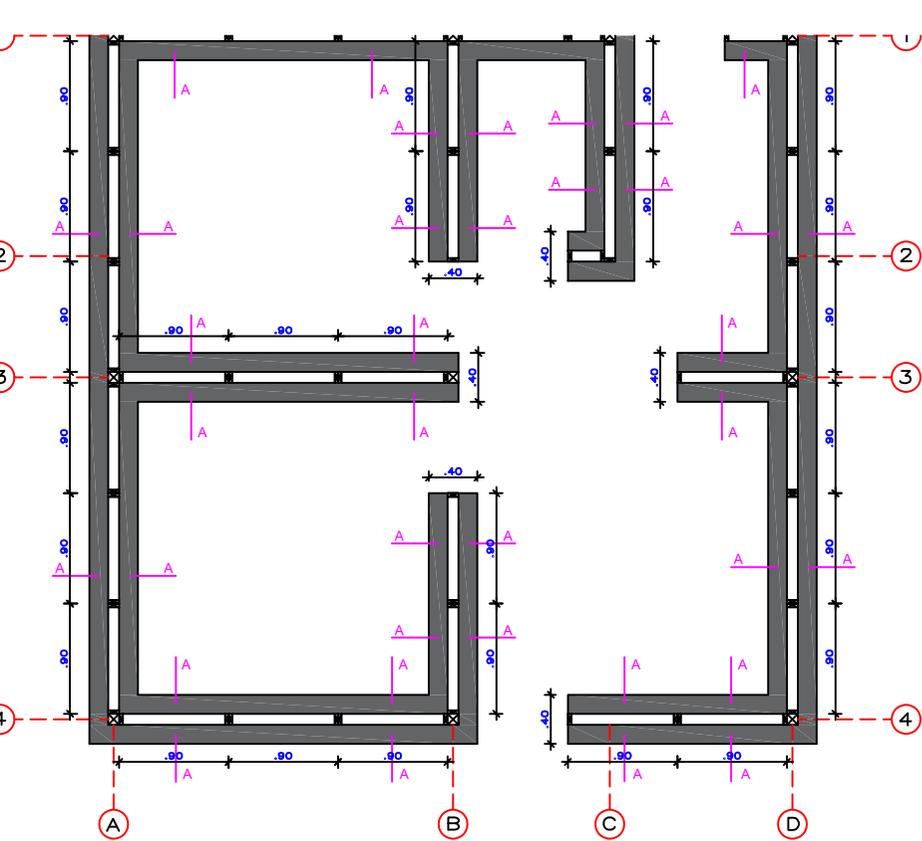


ELEVACIÓN POSTERIOR



ELEVACIÓN LATERAL

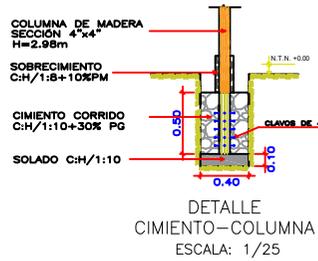
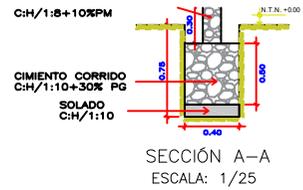
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORAMADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS"	LAMINA:
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: ARQUITECTURA—ELEVACIONES MÓDULO DE VIVIENDA 5.67mx5.67m	<b>A-2</b>



CIMENTACIÓN  
MÓDULO DE VIVIENDA 5.67mx5.67m

ESCALA: 1/25

SECCIONES	
COLUMNA	ELEMENTO VERTICAL Y HORIZONTAL
<p>4" x 4"</p>	<p>1 1/2" x 4"</p>



Nota: se aplica una capa de breca en el extremo de la columna L=0.50m que quedará embebida en el concreto.

COLUMNA  
SECCIÓN 4"x4"  
ESCALA: 1/25

CONCRETO CICLOPEO  
CIMIENTO CORRIDO: CONCRETO CICLOPEO 1:10 (CEMENTO-HORMIGON + 30% PG (6" máx))  
SOBRECIMIENTO: CONCRETO CICLOPEO 1:8 (CEMENTO-HORMIGON)

NORMAS DE DISEÑO  
E-020, E-010

TERRENO  
CAPACIDAD PORTANTE: 1.00 Kg/cm<sup>2</sup> (verificar en obra)

SECCIÓN DE BASTIDORES VERTICALES Y HORIZONTALES  
SECCIÓN DE BASTIDORES EN PANELES (1 1/2" x 4")

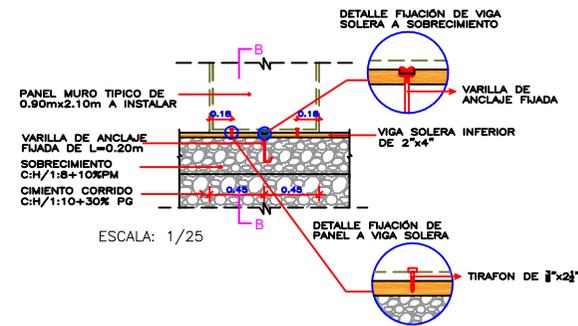
SECCIÓN DE COLUMNAS  
SECCIÓN DE COLUMNAS ( 4" x 4")

TIPO DE MADERA  
TIPO C

ESFUERZOS ADMISIBLES

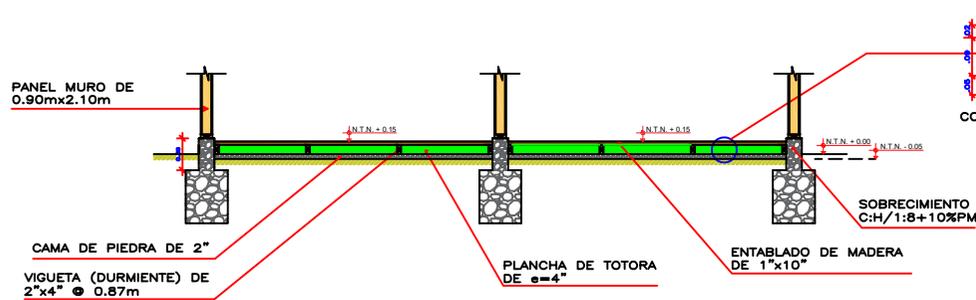
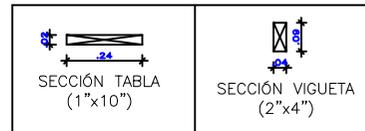
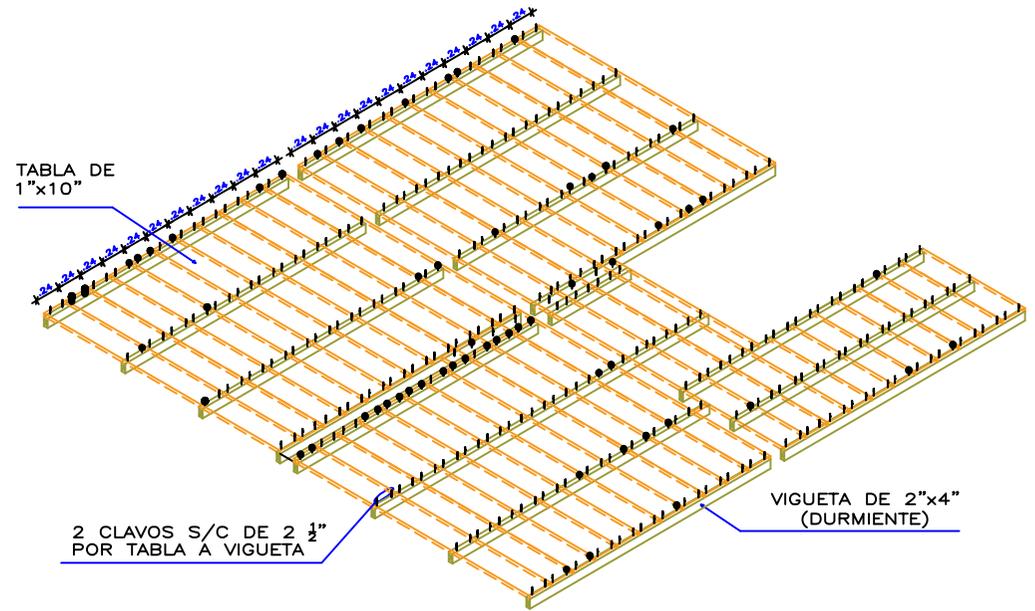
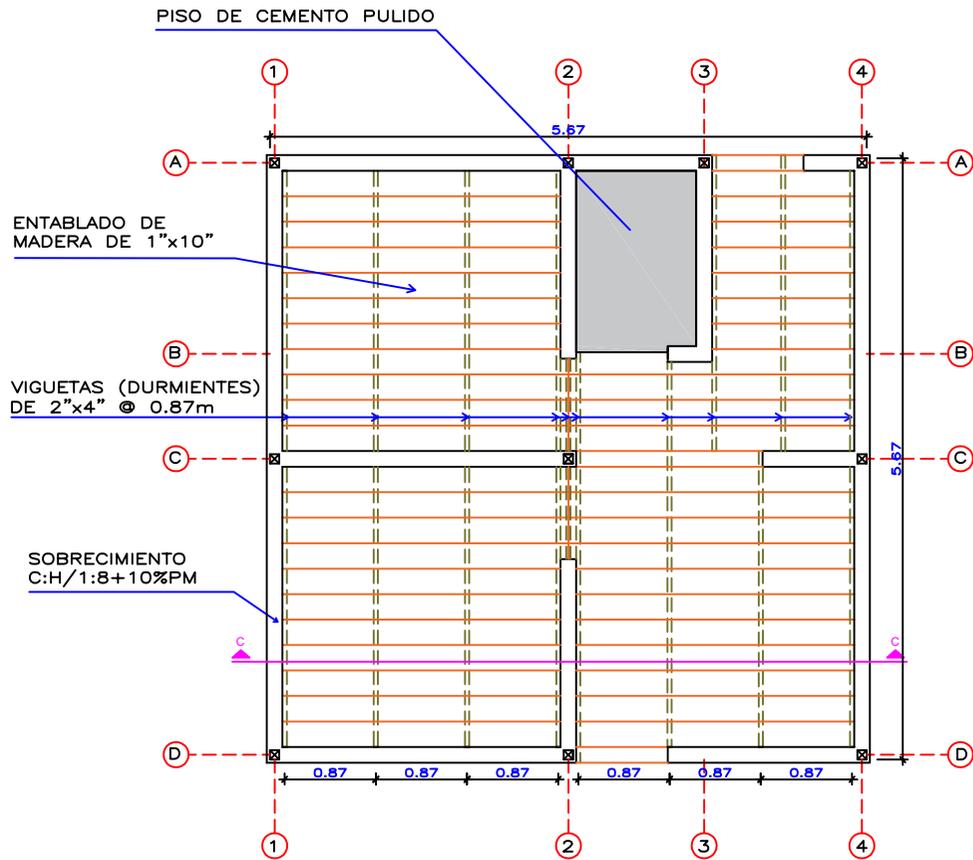
PROPIEDADES (Kg/cm <sup>2</sup> )	GRUPO C
E <sub>0.05</sub> o E <sub>min.</sub>	55000
E <sub>prom.</sub>	90000
f <sub>m</sub>	100
f <sub>c</sub>	80
f <sub>cL</sub>	15
f <sub>v</sub>	8
f <sub>t</sub>	75

(Módulo de Elasticidad Mínimo)  
(Módulo de Elasticidad Promedio—uso en viguetas y entablados)  
(Esfuerzo Máximo Admisible en flexión)  
(Esfuerzo Máximo Admisible en compresión)  
(Esfuerzo Máximo Admisible para compresión perpendicular a las fibras)  
(Esfuerzo Máximo Admisible para corte paralelo a las fibras)  
(Esfuerzo Máximo Admisible en tracción)



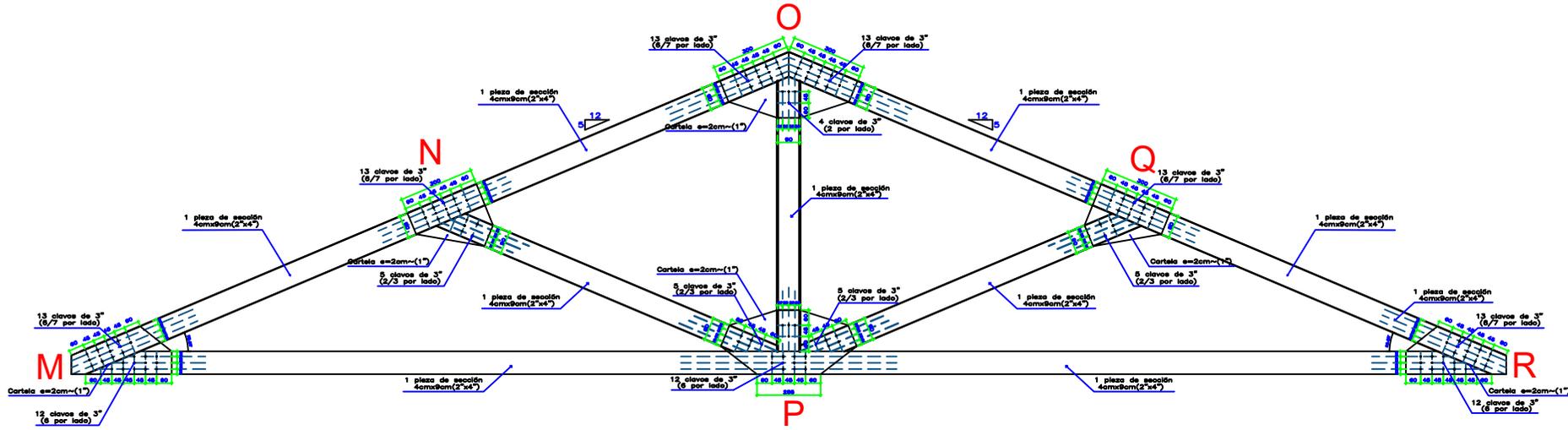
DETALLE DE FIJACIÓN DE PANELES A SOBRECIMIENTO

UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	
FACULTAD:	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: "PROPIUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS"
UBICACIÓN:	DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: CIMENTACIÓN MÓDULO DE VIVIENDA 5.67mx5.67m
ASESOR:	ING. HERNÁN ARBOCÓ VALDERRAMA	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ
	ESCALA: 1/25	LAMINA: <b>E-1</b>



UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS.	LAMINA: E-2
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: DETALLE DE ENTREPISO MÓDULO DE VIVIENDA 5.67mx5.67m	
ASESOR: ING. HERNÁN ARBOCCÓ VALDERRAMA	ESCALA: 1/25	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ

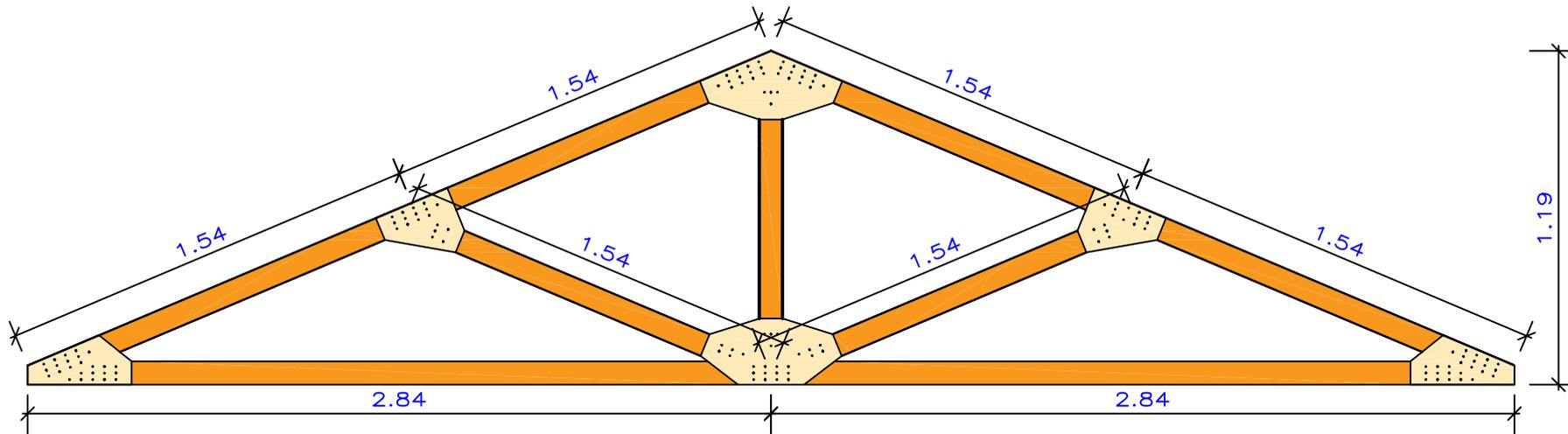




DETALLE DE UNIONES-ARMADURA TIPO MONTANTE MAESTRO. LUZ-5.67m

PENDIENTE 5:12. MADERA GRUPO C

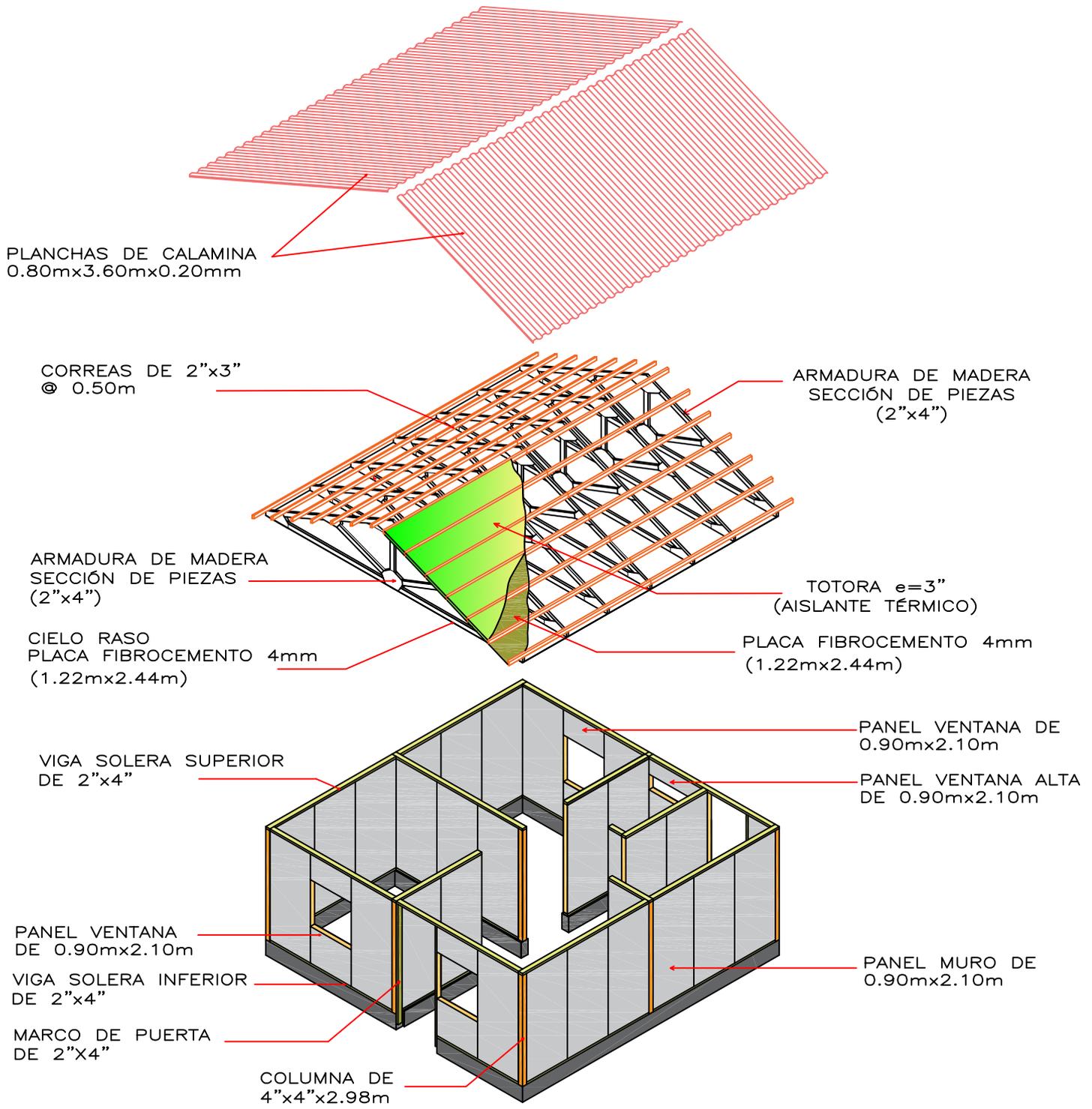
ESCALA: 1/10



ARMADURA TIPO MONTANTE MAESTRO. LUZ-5.67m

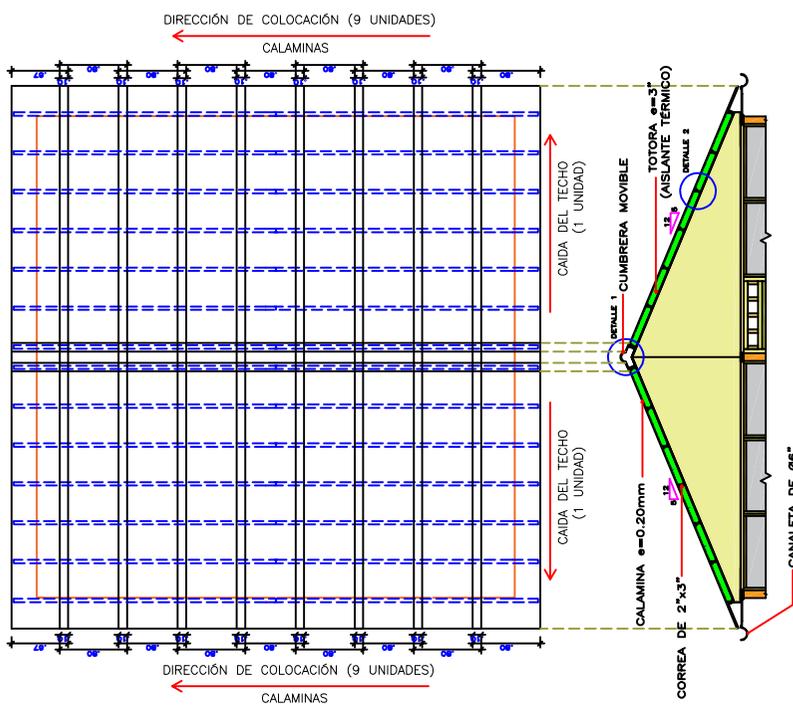
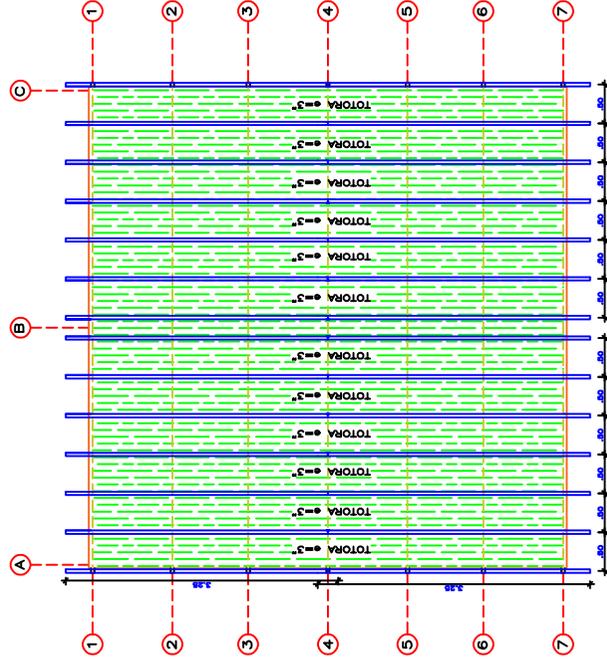
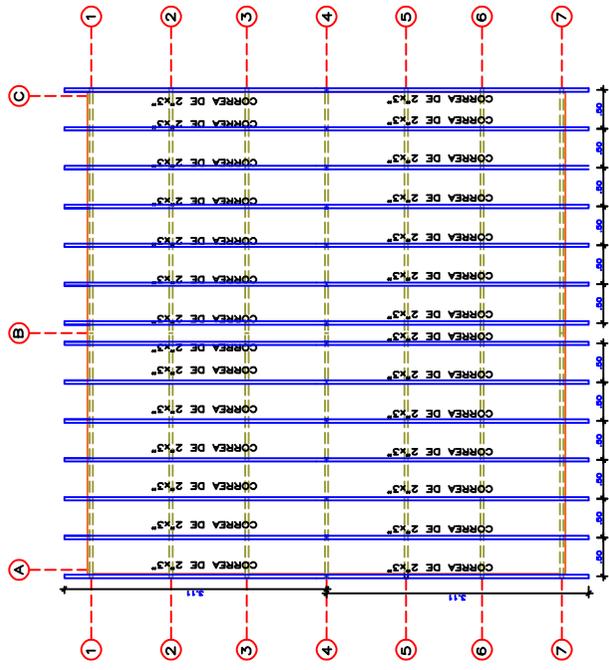
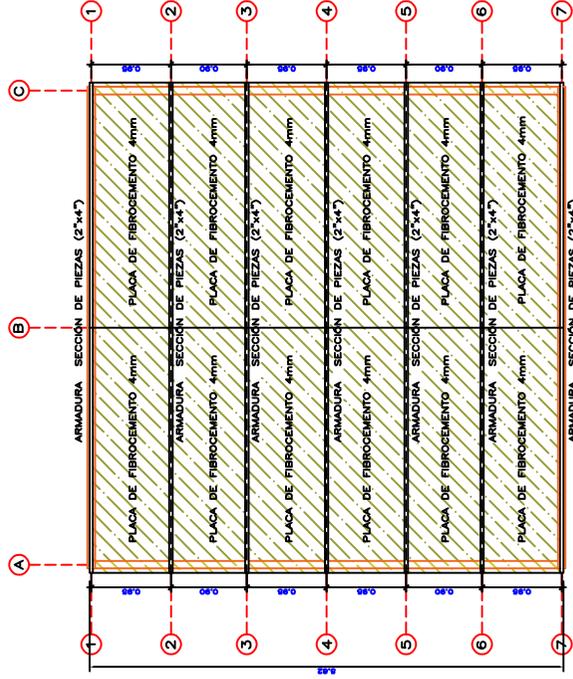
ESCALA: 1/10

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORAMADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS"	LAMINA: E-4
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: ARMADURA MONTANTE MAESTRO-DETALLES	

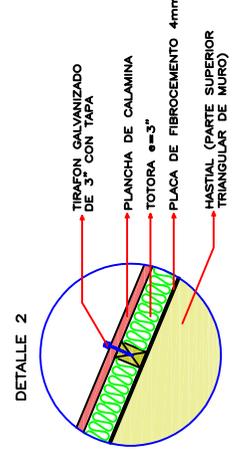
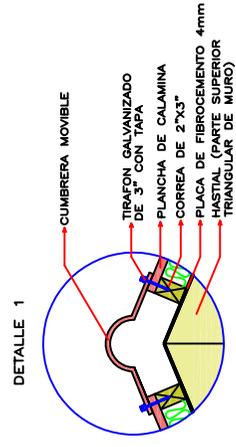


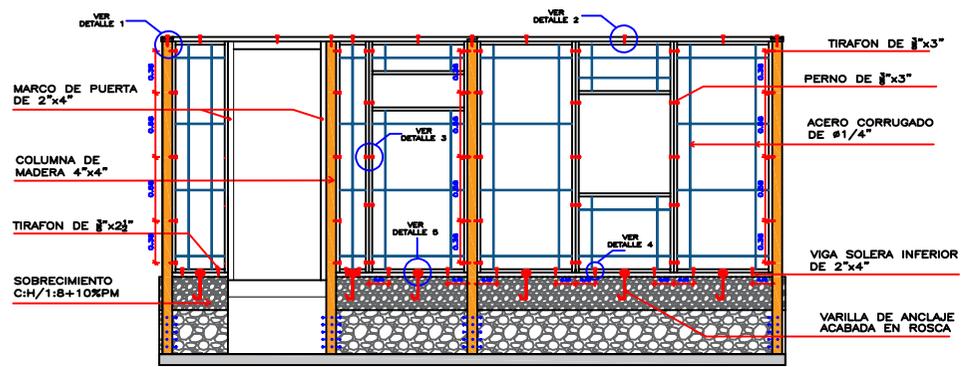
ISOMÉTRICO-CASCO ESTRUCTURAL  
MÓDULO DE 5.67m x 5.67m

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA			
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: PROYECTO DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO CORREAS Y PIEZAS DE MADERA	LÁMINA: E-5	
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: ISOMÉTRICO-CASCO ESTRUCTURAL MÓDULO DE 5.67m x 5.67m		
ASESOR: ING. HERNÁN ARBOCCO VALDERRAMA	ESCALA: 1/25	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ	

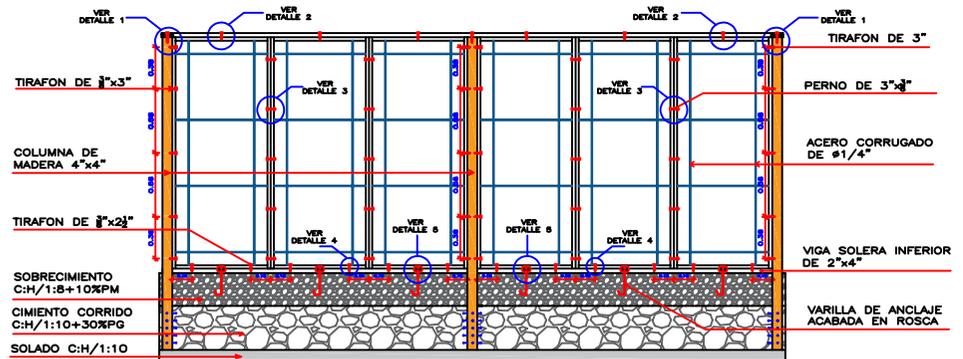


Planchas de calamina: 0.80mx3.60mx0.20mm  
Traspase entre planchas de calamina: 10cm

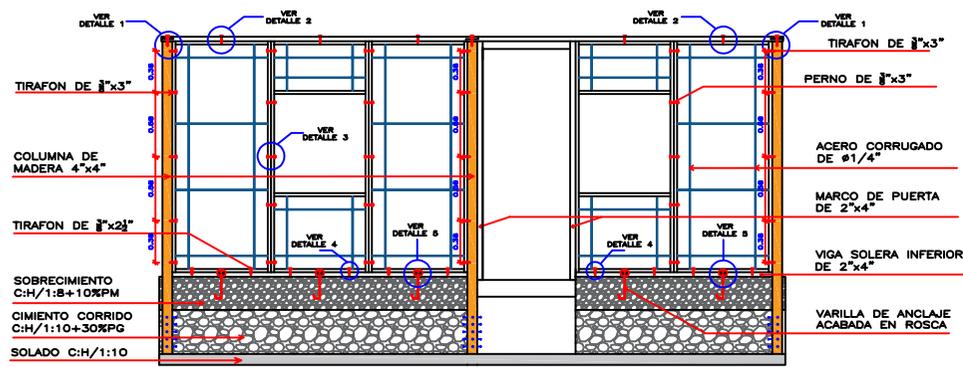




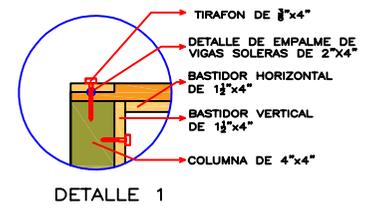
VISTA POSTERIOR DEL MÓDULO  
DE 5.67mx5.67m  
ESCALA: 1/25



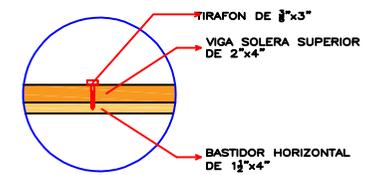
VISTA LATERAL DEL MÓDULO  
DE 5.67mx5.67m  
ESCALA: 1/25



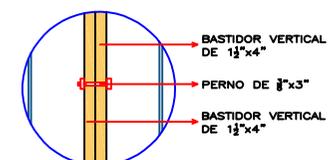
VISTA PRINCIPAL DEL MÓDULO  
DE 5.67mx5.67m  
ESCALA: 1/25



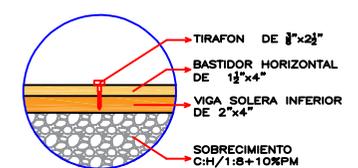
DETALLE 1



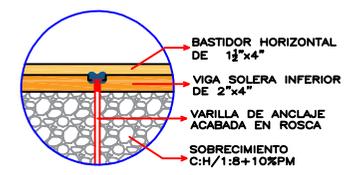
DETALLE 2



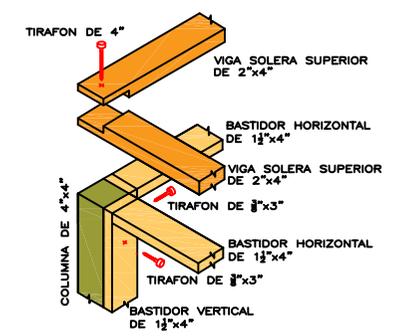
DETALLE 3



DETALLE 4



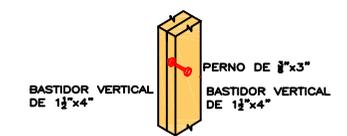
DETALLE 5



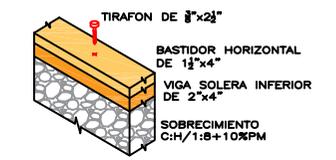
ISOMÉTRICO-DETALLE 1



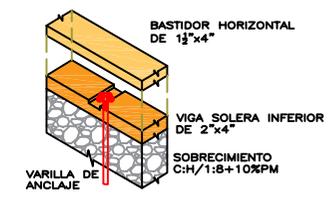
ISOMÉTRICO-DETALLE 2



ISOMÉTRICO-DETALLE 3

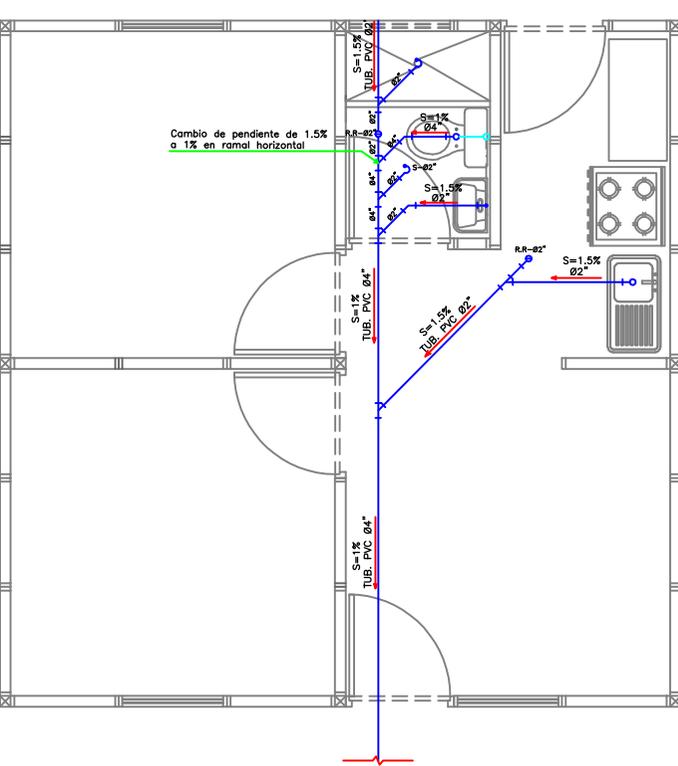


ISOMÉTRICO-DETALLE 4

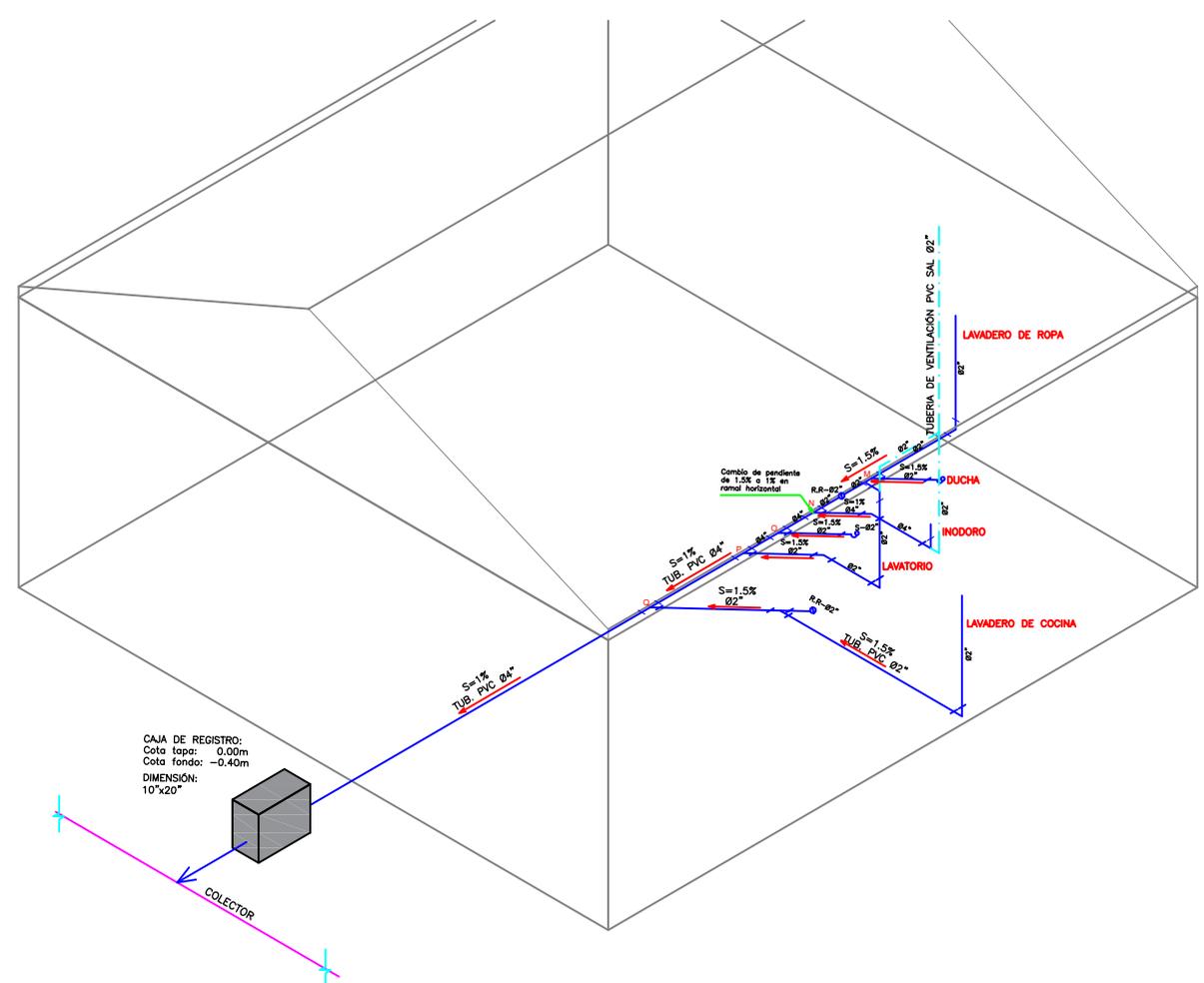


ISOMÉTRICO-DETALLE 5

UNIVERSIDAD: <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b>		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: "PROYECTO DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TUTORIA MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS"	LAMINA: <b>E-7</b>
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: DETALLES DE UNIONES-MÓDULO 5.67mx5.67m	
ASESOR: ING. HERNÁN ARBOCÓ VALDERRAMA	ESCALA: 1/25	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ



PLANTA-RED DE DESAGUE  
ESCALA: 1/25



ISOMÉTRICO DE LA RED DE DESAGUE  
ESCALA: 1/25

LEYENDA

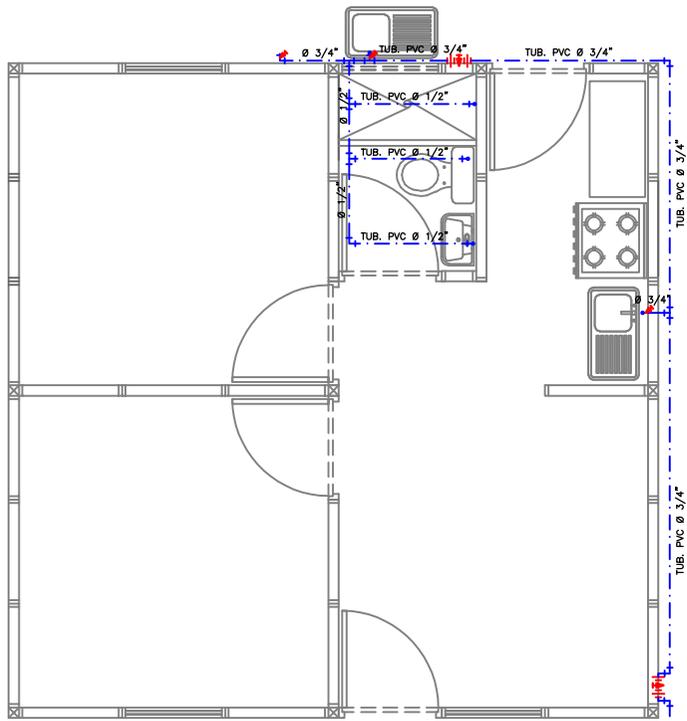
	TUBERÍA DE DESAGUE PVC
	TUBERÍA DE VENTILACIÓN PVC SAL
	CODO 45°
	Y SANITARIA SIMPLE
	CODO 90°
	REGISTRO ROSCADO DE PISO
	TRAMPA "P"
	CAJA DE REGISTRO

CT= COTA DE TAPA  
CF= COTA DE FONDO

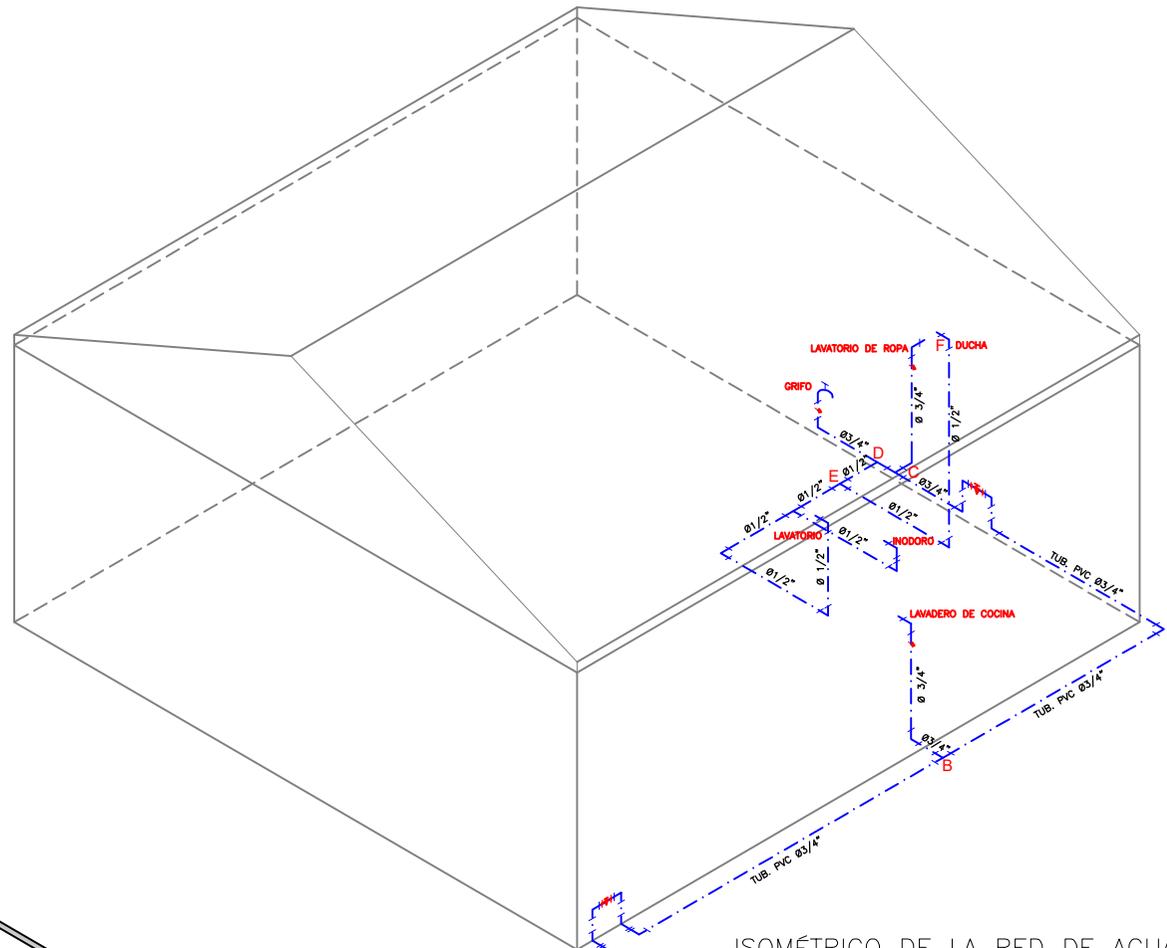
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- SE VERIFICARÁ EL FUNCIONAMIENTO DE CADA APARATO SANITARIO.
- LAS TUBERIAS DE DESAGUE SERAN DE PVC - SAP Y SERÁN SELLADOS CON PEGAMENTO ESPECIAL.
- LAS TUBERIAS DE VENTILACION SERÁN DE PVC - SAL Y SERÁN SELLADOS CON PEGAMENTO ESPECIAL.
- LA CAJA DE REGISTRO SERÁ DE ALBAÑILERIA CON TARRAJEO PULIDO INTERNO POR MOTIVOS DE LAS FILTRACIONES.

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS"	LAMINA: S.C IS-2
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: INSTALACIONES SANITARIAS DESAGUE - MÓDULO DE VIVIENDA 5.67mx5.67m	
ASESOR: ING. HERNÁN ARBOCCO VALDERRAMA	ESCALA: 1/25	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ



PLANTA-RED DE AGUA  
ESCALA: 1/25



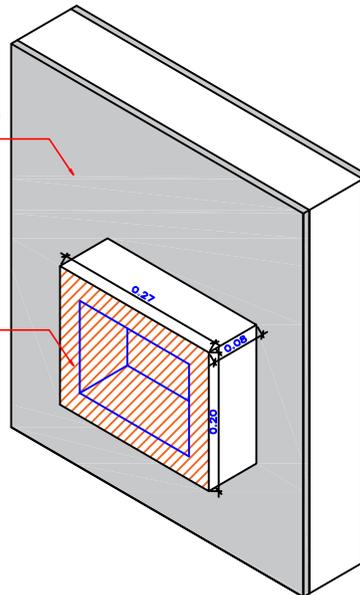
ISOMÉTRICO DE LA RED DE AGUA  
ESCALA: 1/25

LEYENDA	
	TUBERÍA AGUA FRIA P.V.C. C-10
	VALVULA COMPUERTA
	CODO 90°
	TEE
	TEE RECTA SUBE
	CODO 90° SUBE
	GRIFO DE SALIDA AGUA

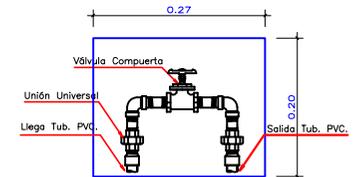
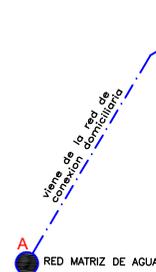
RED MATRIZ DE AGUA

REVESTIMIENTO EXTERNO DEL PANEL

MARCO DE MADERA TORNILLO



DETALLE DE CAJA PARA VALVULA COMPUERTA ADOSADO EN PANEL

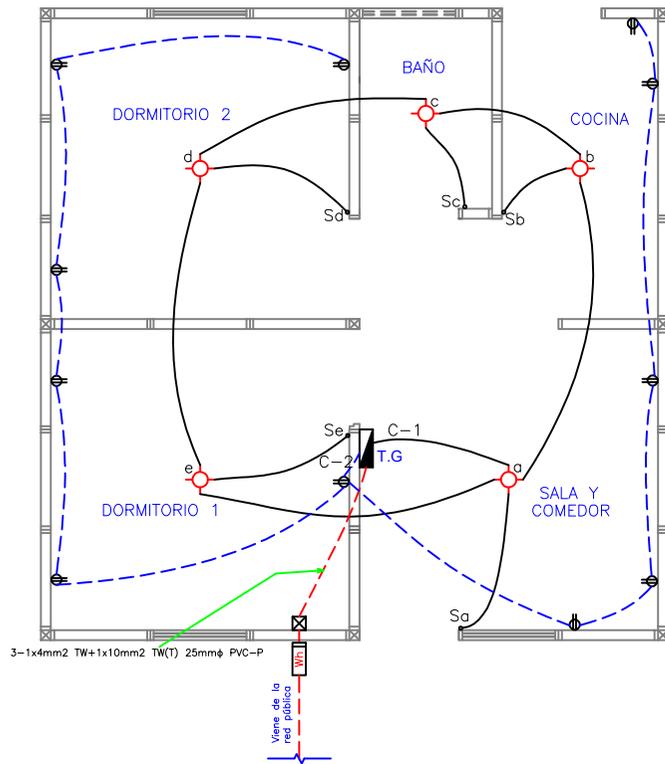


DETALLE DE VALVULA COMPUERTA

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

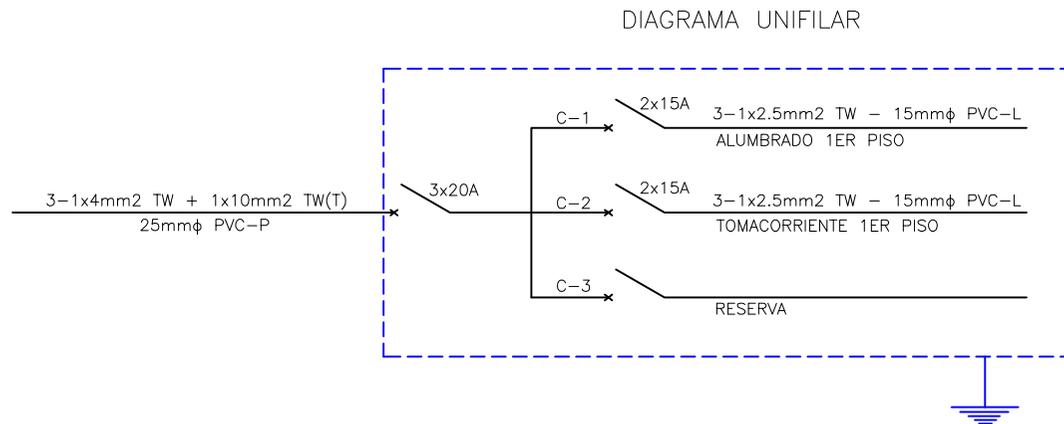
- LA RED INTERIOR DE AGUA SERA DE PVC PARA AGUA FRIA.
- LAS VÁLVULAS DE COMPUERTA SERÁN DE BRONCE TIPO CRANE PRESION 125 lb/pulg<sup>2</sup>
- LAS TUBERIAS DE AGUA SERÁN DE CLASE 10 ROSCADO Y SELLADO CON PEGAMENTO ESPECIAL.
- LAS TUBERIAS DE VENTILACION SERÁN DE PVC - SEL Y SERÁN SELLADOS CON PEGAMENTO ESPECIAL.

UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA	
FACULTAD:	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO:
UBICACIÓN:	DEPARTAMENTO DE PUNO	"PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORAMADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS"
		LAMINA:
		PLANO:
		INSTALACIONES SANITARIAS
		AGUA - MÓDULO DE VIVIENDA 5.67mx5.67m



PLANTA-MÓDULO DE VIVIENDA 5.67mx5.67m

ESCALA: 1/25



### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**TUBERIAS:**  
PLASTICO PVC-LIVIANO DE  $\phi 15\text{mm}$  MINIMO, SALVO ALIMENTADOR PVC-PESADO.

**CAJAS:**  
FIERRO GALVANIZADO TAMAÑO STANDARD TIPO LIVIANO.

**CONDUCTORES:**  
ALAMBRE DE COBRE ELECTROLITICO CON FORRO AISLANTE TW.

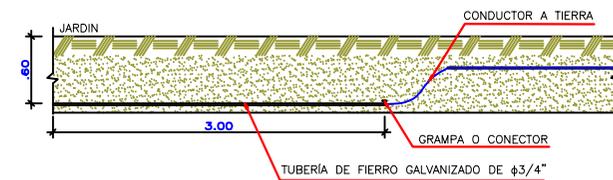
**INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES:**  
DEL TIPO PARA EMPOTRAR MARCA TICINO O SIMILAR CON PLACAS DE PLASTICO SERIE MAGIC DE 15 A 20 AMPERIOS, 220 VOLTIOS.

**CODIGOS Y REGLAMENTOS**  
EN LA EJECUCIÓN DE ESTE PROYECTO, DEBERAN APLICARSE LO QUE ORDENE EL CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD, EL REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES Y LA LEY DE CONCESIONES ELÉCTRICAS Y SU REGLAMENTO.

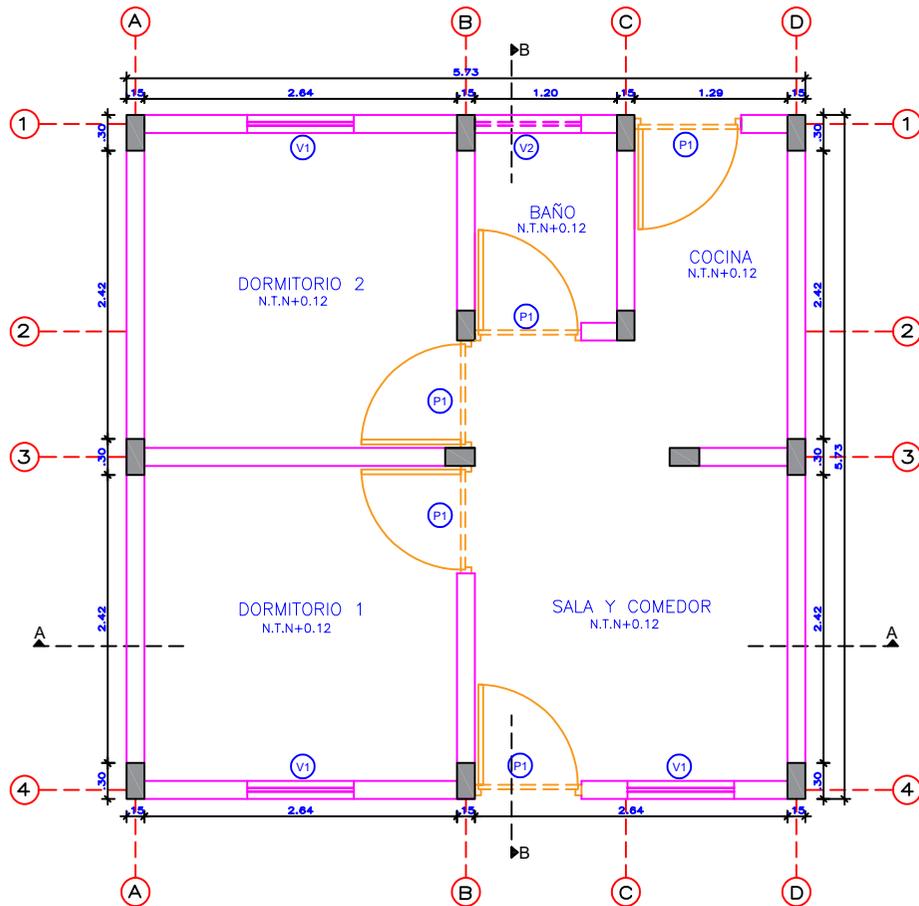
### LEYENDA

INSTALACIONES ELÉCTRICAS		TABLERO GENERAL
		MEDIDOR
		CAJA TOMA
		SALIDA PARA ALUMBRADO EMPOTRADA EN EL TECHO
		SALIDA PARA TOMACORRIENTE TRIFASICO SIMPLE
		SALIDA PARA INTERRUPTOR SIMPLE
		CONDUCTO EMPOTRADO EN PARED O TECHO
	CONDUCTO EMPOTRADO EN PISO	
	CONDUCTO DEL ALIMENTADOR GENERAL	

### PUESTA A TIERRA EN EL ÁREA DEL JARDIN



UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: PROYECTO DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORAMADERA Y REVOCUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS*	LAMINA: IE-1
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: INSTALACIONES ELÉCTRICAS MÓDULO DE VIVIENDA 5.67mx5.67m	
ASESOR: ING. HERNÁN ARBOCCÓ VALDERRAMA	ESCALA: 1/25	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ

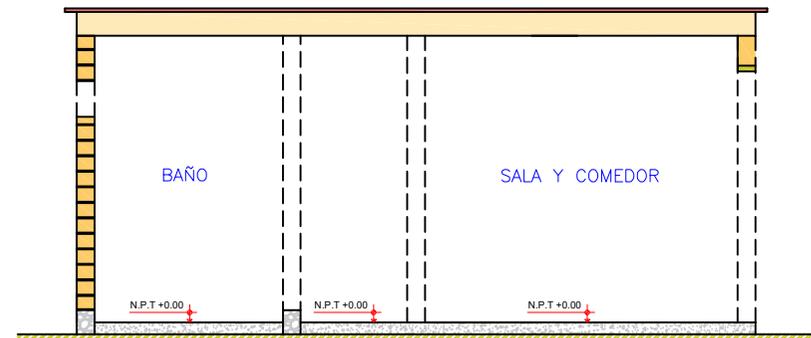


PLANTA  
MÓDULO DE VIVIENDA  
SISTEMA CONVENCIONAL DE 5.67mx5.67m  
ESCALA: 1/25

CUADRO DE VANOS PUERTAS Y VENTANAS				
	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
P1	0.90	2.10	---	Puerta contraplacada
V1	0.90	0.90	0.94	Doble vidrio
V2	0.90	0.30	1.72	Doble vidrio

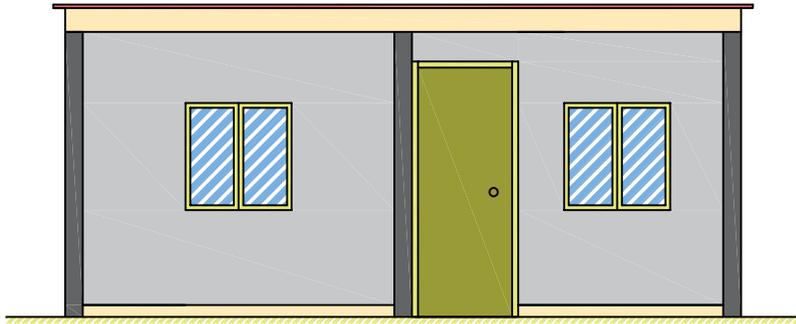


CORTE A-A

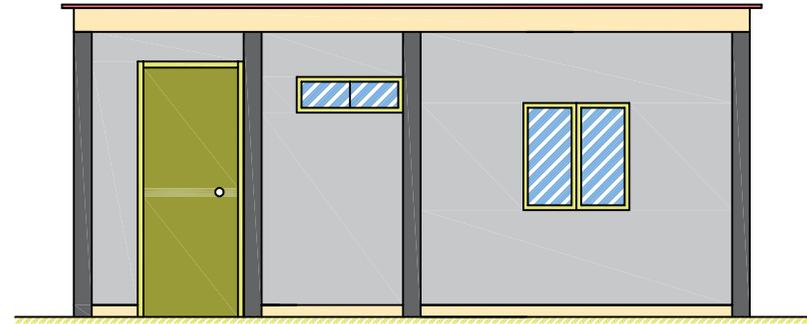


CORTE B-B

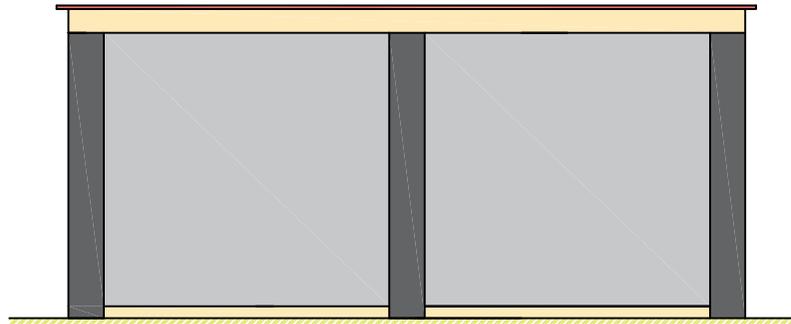
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTORRIVAS"	LAMINA: <b>S.C A-1</b>
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: ARQUITECTURA-PLANTA Y CORTES SISTEMA CONVENCIONAL 5.67mx5.67m	
ASESOR: ING. HERNÁN ARBOCCÓ VALDERRAMA	ESCALA: 1/25	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ



ELEVACIÓN PRINCIPAL

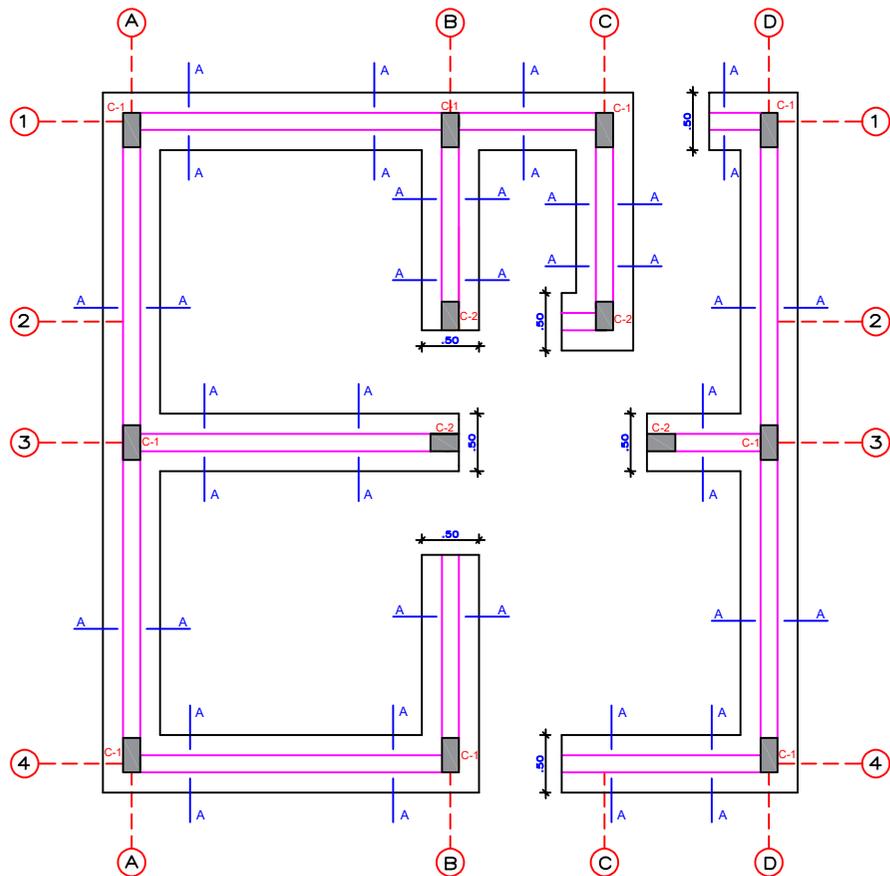


ELEVACIÓN POSTERIOR



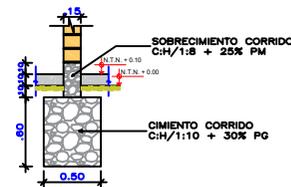
ELEVACIÓN LATERAL

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOCQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS"	LAMINA: S.C A-2
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: ARQUITECTURA—ELEVACIONES SISTEMA CONVENCIONAL 5.67mx5.67m	
ASESOR: ING. HERNÁN ARBOCÓ VALDERRAMA	ESCALA: 1/25	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ

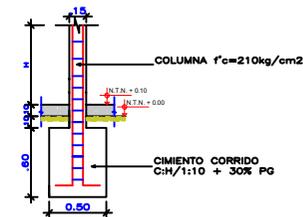


CIMENTACIÓN  
MÓDULO DE VIVIENDA  
5.67mx5.67m  
ESCALA: 1/25

CIMENTACIÓN CORRIDA

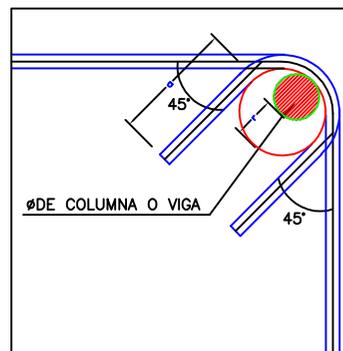


SECCIÓN A-A  
ESCALA: 1/25



SECCION TRANSVERSAL  
C-1, C-2  
ESCALA: 1/25

DOBLADO DE ESTRIBOS EN  
COLUMNAS Y VIGAS



Ø	r(cm.)	a(cm.)
1/4"	1.3	6.5
3/8"	2.0	10.0
1/2"	2.5	12.5

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO CICLOPEO  
CIMENTO CORRIDO: CONCRETO CICLOPEO 1:10 + 30% PG (6" máx)  
SOBRECIMIENTO: CONCRETO CICLOPEO 1:8 + 25% PM (3" máx)

NORMAS DE DISEÑO  
E-060, E-070, E-020

TERRENO  
CAPACIDAD PORTANTE: 1.00 Kg/cm<sup>2</sup> (verificar en obra)

CONCRETO ARMADO  
CONCRETO-COLUMNAS: f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>  
CONCRETO-VIGAS: f<sub>c</sub>=210 kg/cm<sup>2</sup>  
ACERO: f<sub>y</sub>=4200 kg/cm<sup>2</sup>

ALBAÑILERÍA  
UNIDADES DE TIPO I DE 22cmx12cmx9cm  
MORTERO PARA LADRILLOS (1:4) CEMENTO:ARENA  
JUNTA ENTRE HILADAS 1cm(mín.) a 1.5cm(máx.)

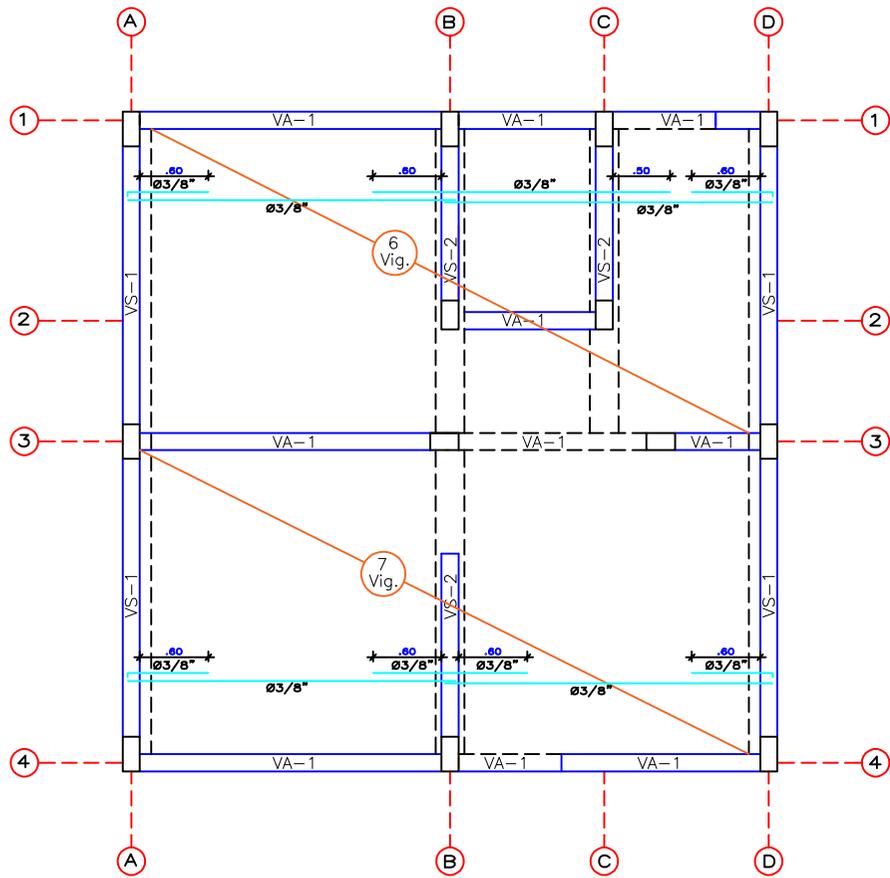
TRASLAPE DEL ACERO  
Ø 1/4": 35cm  
Ø 3/8": 40cm

SOBRECARGA  
200 kg/m<sup>2</sup>

CUADRO DE COLUMNAS

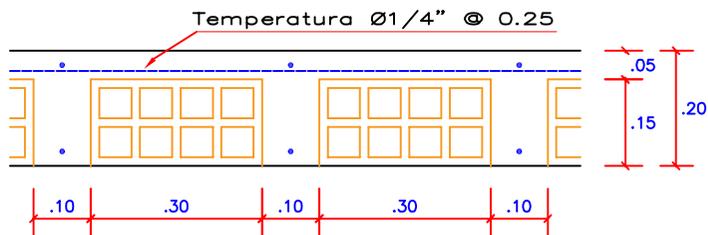
C-1	C-2
<p>0.15x0.30</p> <p>Ø1/4" 1e. 05, 4e. 10, 3e. 15, Rtoe. 20</p>	<p>0.15x0.25</p> <p>Ø1/4" 1e. 05, 4e. 10, 3e. 15, Rtoe. 20</p>

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOSANDINAS"	LAMINA: <b>S.C E-1</b>
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: CIMENTACIÓN SISTEMA CONVENCIONAL 5.67mx5.67m	
ASESOR: ING. HERNÁN ARBOCÓ VALDERRAMA	ESCALA: 1/25	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ



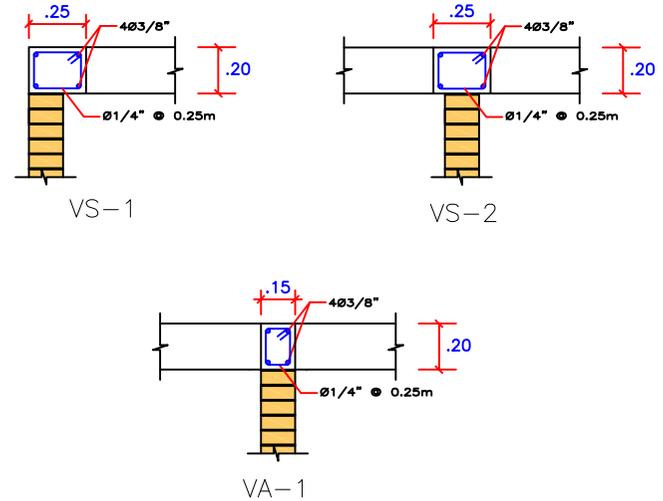
LOSA ALIGERADA  
MÓDULO DE VIVIENDA  
SISTEMA CONVENCIONAL DE 5.67mx5.67m

ESCALA: 1/25



SECCIÓN TÍPICA DE LOSA ALIGERADA  
(h=0.20m)

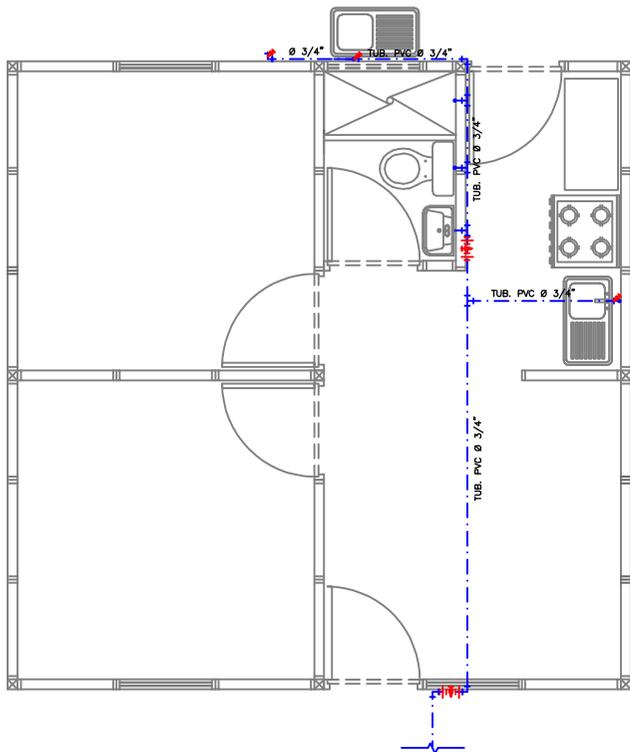
ESCALA: 1/30



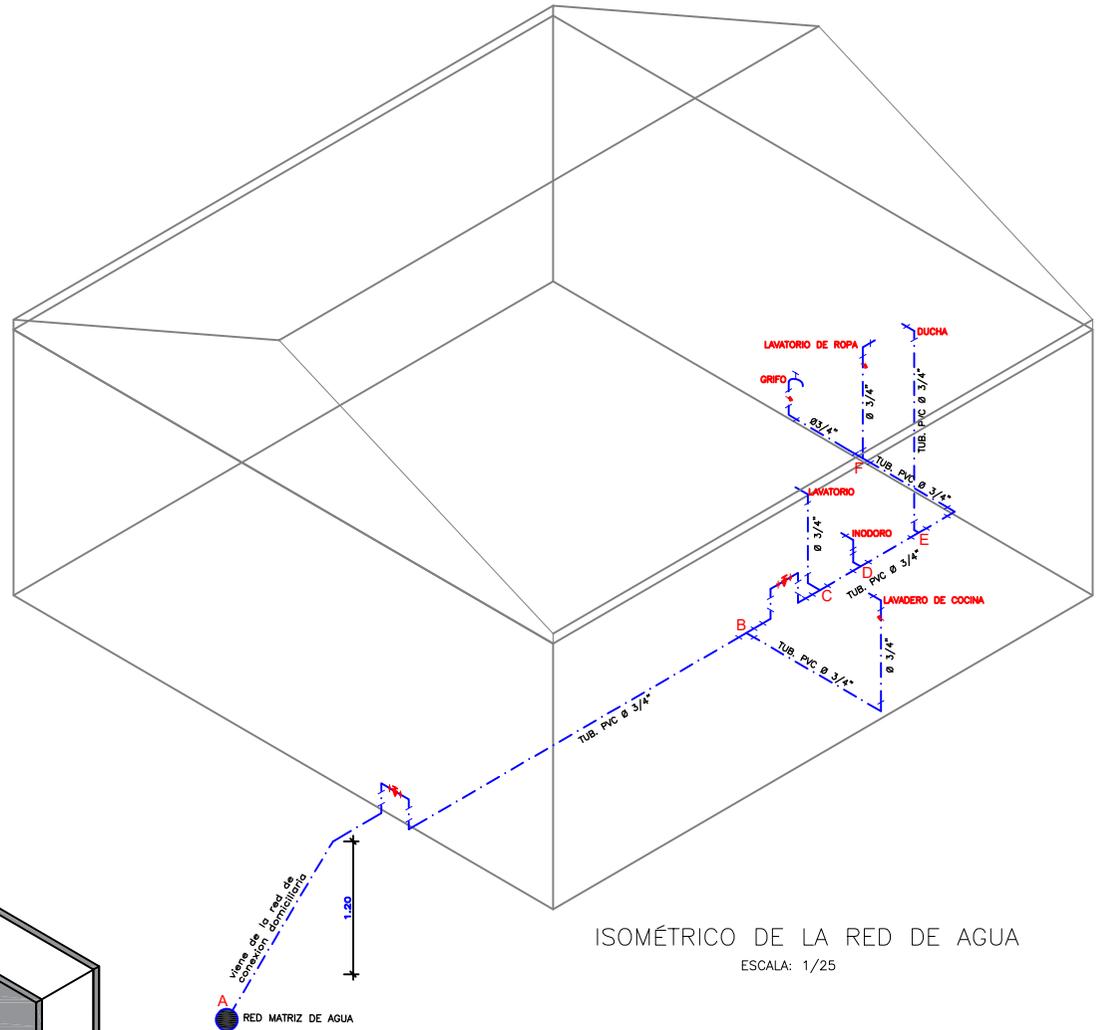
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
RECUBRIMIENTOS DEL ACERO	
EN VIGAS: 2cm	
EN LOSA: 2.5cm	
TRASLAPE DEL ACERO	
Ø 1/2": 35cm	
Ø 3/8": 40cm	
ACERO	
fy=4200 kg/cm2	
ALBAÑILERIA	
UNIDADES DE TIPO I DE 22cmx12cmx9cm	
LADRILLOS PARA TECHO DE 30cmx30cmx15cm	
LADRILLOS PASTELEROS DE 25cmx25cmx3cm	
MORTERO PARA LADRILLOS (1:4) CEMENTO:ARENA	
JUNTA ENTRE HILADAS 1cm(mín.) a 1.5cm(máx.)	

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: "PROPUESTA DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTORAMADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTASANDINAS"	LAMINA: <b>S.C E-2</b>
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: LOSA ALIGERADA SISTEMA CONVENCIONAL 5.67mx5.67m	
ASESOR: ING.HERNÁN ARBOCCÓ VALDERRAMA	ESCALA: INDICADA	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISPE LOPEZ



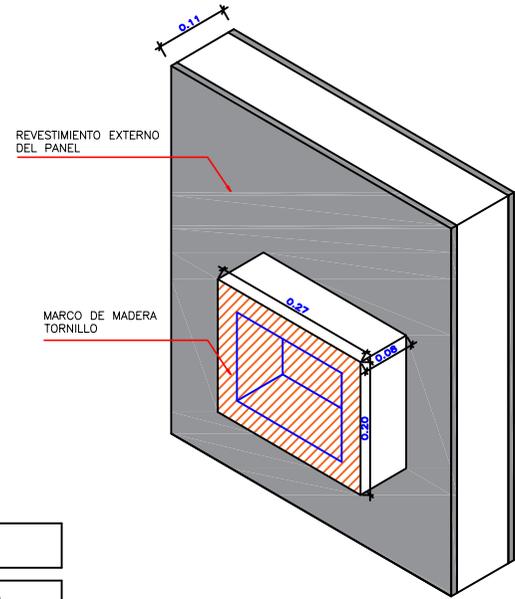


PLANTA-RED DE AGUA  
ESCALA: 1/25

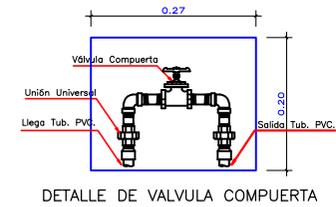


ISOMÉTRICO DE LA RED DE AGUA  
ESCALA: 1/25

LEYENDA	
	TUBERÍA AGUA FRIA P.V.C. C-10
	VALVULA COMPUERTA
	CODO 90°
	TEE
	TEE RECTA SUBE
	CODO 90° SUBE
	GRIFO DE SALIDA AGUA



DETALLE DE CAJA PARA VALVULA COMPUERTA ADOSADO EN PANEL



DETALLE DE VALVULA COMPUERTA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- LA RED INTERIOR DE AGUA SERA DE PVC PARA AGUA FRIA.
- LAS VÁLVULAS DE COMPUERTA SERÁN DE BRONCE TIPO CRANE PRESION 125 lb/pulg2
- LAS TUBERIAS DE AGUA SERÁN DE CLASE 10 ROSCADO Y SELLADO CON PEGAMENTO ESPECIAL.
- LAS TUBERIAS DE VENTILACION SERÁN DE PVC - SEL Y SERÁN SELLADOS CON PEGAMENTO ESPECIAL.

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL	PROYECTO: PROYECTO DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO CON AISLAMIENTO TÉRMICO UTILIZANDO TOTA, MADERA Y REVOQUE DE MORTERO EN ZONAS ALTOANDINAS	LAMINA: S.C IS-1
UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE PUNO	PLANO: INSTALACIONES SANITARIAS AGUA - MÓDULO DE VIVIENDA 5.67mx5.67m	
ASESOR: ING. HERNÁN ARBOCCÓ VALDERRAMA	ESCALA: 1/25	ESTUDIANTE: BACH. EDISON CRUZ AYARQUISEP LOPEZ