

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE UN MÓDULO DE UNA VIVIENDA RURAL UNIFAMILIAR SOSTENIBLE EN EL SECTOR CUNCAC DE LA COMUNIDAD DE CCOCHA, CURAHUASI-ABANCA Y-APURÍMAC 2024

PRESENTADO POR:

Br. DAVID ARREDONDO QUISPE

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

M.Sc Ing. SANDRO VIRGILIO GUTIÉRREZ SAMANEZ

CUSCO – PERÚ

2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Diseño y estructuración de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible en el Sector Cuncac de la Comunidad de Cocha, Curahuasi - Abancay - Apurímac 2024

Presentado por: Br. David Arredondo Quispe DNI N° 73464723

presentado por: DNI N°:

Para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Civil

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 2%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 04 de agosto de 2025

[Firma]
Firma

Post firma. M.Sc. Sandro Gutierrez Samanez

Nro. de DNI. 23906692

ORCID del Asesor. 0000-0002-5014-9474

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:477932214

David Arredondo

Borrador de tesis_adobe.pdf

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:477932214

Fecha de entrega

1 ago 2025, 6:01 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

1 ago 2025, 6:10 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Borrador de tesis_adobe.pdf

Tamaño de archivo

24.5 MB

211 Páginas

46.303 Palabras

249.743 Caracteres

2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 30 palabras)

Fuentes principales

- 2%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
105 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

“A mis padres, quienes me han brindado su amor y respaldo, son la razón principal. A mis queridos docentes, por su guía experta, paciencia y constante estímulo que me han ayudado a crecer académicamente. A mi querida alma mater USAAC y mi amada facultad de Ingeniería civil y sus docentes. Este logro no habría sido posible sin su presencia en mi vida. A todos ustedes, les dedico este trabajo con profundo agradecimiento y cariño.”

AGRADECIMIENTOS

"Quiero expresar mi sincero agradecimiento a M.Sc Ing. Sandro Virgilio Gutiérrez Samanez, por su orientación invaluable y su continua guía a lo largo del desarrollo de esta investigación.

También quiero agradecer a mí padre Alejandro Arredondo y mi madre Silvia Quispe, por sus comentarios y sugerencias constructivas, que han enriquecido significativamente este proyecto.

Extiendo mi gratitud más sincera a mi familia, cuya presencia constante, afecto genuino y ánimo silencioso fueron esenciales para sostenerme en cada fase de esta experiencia académica.

A Joyce, agradezco sinceramente por su respaldo, motivación y felicidad que han brillado incluso los instantes más desafiantes.

En conclusión, quiero manifestar mi gratitud a todos los comuneros que formaron parte de este estudio, cuyo aporte y participación fueron fundamentales para alcanzar el éxito de esta investigación."

RESUMEN

La presente investigación aborda los desafíos vinculados a la vivienda rural en el sector Cuncac de la comunidad de Ccocha, ubicada en el distrito de Curahuasi, Abancay, Apurímac. El estudio inicia con un diagnóstico detallado del contexto local, considerando variables demográficas, socioeconómicas y medioambientales, con el fin de comprender las condiciones y necesidades específicas de la población. A partir de dicho análisis, se seleccionan materiales de construcción sostenibles, priorizando aquellos de procedencia local, de bajo impacto ambiental, económicamente viables. Con esta base, se desarrolla el diseño arquitectónico de un módulo unifamiliar que responde a criterios de eficiencia energética, adaptación climática y optimización de recursos. Para la climatización pasiva, se implementa muros Trombe, cuya efectividad es evaluada mediante simulaciones térmicas transitorias en el software Autodesk CFD, permitiendo analizar la transferencia de calor, la distribución térmica interior y el comportamiento del flujo de aire. Asimismo, se realiza un análisis estructural que garantiza la estabilidad de la edificación, en función del tipo de suelo y los materiales utilizados. En cuanto a las instalaciones sanitarias y eléctricas, se propone un enfoque sostenible que incluye un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales, un sistema de captación y aprovechamiento de aguas, así como una terma solar para la provisión de agua caliente sanitaria. En paralelo, se incorpora generación autónoma de energía mediante paneles solares, promoviendo la autosuficiencia energética de la vivienda. Finalmente, se presentan los resultados obtenidos formulando conclusiones y recomendaciones orientadas a fomentar el desarrollo de soluciones habitacionales sostenibles en comunidades rurales.

PALABRAS CLAVE: Módulo, sostenible, fotovoltaica, trombe.

ABSTRAC

This research addresses the challenges associated with rural housing in the Cuncac sector of the Ccocha community, located in the Curahuasi district of Abancay, Apurímac. The study begins with a detailed diagnosis of the local context, considering demographic, socioeconomic, and environmental variables, in order to understand the specific conditions and needs of the population. Based on this analysis, sustainable construction materials are selected, prioritizing those of local origin, with low environmental impact, and economically viable. Based on this, the architectural design of a single-family housing module is developed that meets criteria of energy efficiency, climate adaptation, and resource optimization. For passive air conditioning, Trombe walls are implemented, whose effectiveness is evaluated through transient thermal simulations in Autodesk CFD software, allowing the analysis of heat transfer, interior thermal distribution, and airflow behavior. A structural analysis is also performed to ensure the stability of the building, based on the type of soil and the materials used. Regarding the plumbing and electrical installations, a sustainable approach is proposed, including a biodigester for wastewater treatment, a water collection and utilization system, and a solar water heater for hot water supply. In parallel, autonomous energy generation through solar panels is incorporated, promoting the home's energy self-sufficiency. Finally, the results obtained are presented, with conclusions and recommendations aimed at promoting the development of sustainable housing solutions in rural communities.

KEY WORDS: Module, Sustainable, photovoltaic, Trombe

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	III
ABSTRAC	IV
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	X
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DE PROBLEMAS.....	3
1.2.1 <i>Problema General</i>	3
1.2.2 <i>Problemas Específicos</i>	3
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1 <i>Justificación Social</i>	3
1.3.2 <i>Justificación Teórica</i>	4
1.3.3 <i>Justificación Metodológica</i>	5
1.3.4 <i>Justificación Práctica</i>	5
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	5
1.4.2 <i>Objetivo Específico</i>	6
1.5 VARIABLES.....	6
1.5.1 <i>Identificación de variables</i>	6
1.5.2 <i>Operacionalización de variable</i>	8
1.6 DELIMITACIÓN DE ESTUDIO.....	8
1.6.1 <i>Delimitación espacial</i>	8
1.6.2 <i>Delimitación temporal</i>	8
2 MARCO TEÓRICO	9
2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO	9
2.1.1 <i>Antecedentes Internacionales</i>	9
2.1.2 <i>Antecedentes Nacionales</i>	9
2.1.3 <i>Antecedente Local</i>	10
2.2 BASES TEÓRICAS.....	11
2.2.1 <i>Definición Conceptual</i>	11
2.2.2 <i>Definición Operacional</i>	12
3 METODOLOGÍA.....	33

3.1	ÁMBITO DE ESTUDIO: LOCALIZACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA.....	33
3.1.1	<i>Ubicación geográfica</i>	33
3.1.2	<i>Accesibilidad</i>	34
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.3	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.4	ALCANCE DE ESTUDIO.....	36
3.5	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	37
3.6	POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	37
3.7	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	37
3.8	SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	37
3.8.1	<i>Muestreo por conveniencia</i>	37
3.8.2	<i>Muestreo probabilístico</i>	37
3.9	TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	38
3.9.1	<i>Tamaño de muestra para la vivienda</i>	38
3.9.2	<i>Tamaño de muestra para el diseño</i>	38
3.9.3	<i>Técnicas e instrumentos de investigación</i>	39
4	RESULTADOS:	41
4.1	DISEÑO ARQUITECTÓNICO CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	42
4.1.1	<i>Estudio Situacional de viviendas</i>	43
4.1.2	<i>Materiales Sostenibles</i>	61
4.1.3	<i>Análisis de las variables climáticas</i>	72
4.1.4	<i>Modelado de diseño arquitectónico</i>	85
4.2	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	89
4.2.1	<i>Metrado de cargas</i>	90
4.2.2	<i>Diseño de tijerales y correas</i>	91
4.2.3	<i>Diseño por compresión</i>	92
4.2.4	<i>Diseño por flexo compresión</i>	93
4.2.5	<i>Propiedades de los materiales</i>	94
4.2.6	<i>Modelación y Análisis Estructural</i>	94
4.2.7	<i>Análisis de Cargas Gravitacionales</i>	95
4.2.8	<i>Interacción Suelo Estructura</i>	97
4.2.9	<i>Análisis Realizados</i>	98
4.2.10	<i>Resultados</i>	98
4.2.11	<i>Discusión</i>	98
4.2.12	<i>Conclusiones</i>	99
4.2.13	<i>Modelado de la estructura del proyecto</i>	100
4.3	DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	103
4.3.1	<i>Cálculo del sistema fotovoltaico</i>	103
4.4	DISEÑO DE INSTALACIONES SANITARIAS.....	111

4.4.1	<i>Dimensionamiento del biodigestor</i>	111
4.4.2	<i>Cálculo de agua fría</i>	115
4.4.3	<i>Cálculo de agua Caliente</i>	116
4.4.4	<i>Modelado de Sanitarias</i>	119
4.5	CONDICIONES DE CONFORT TÉRMICO - MODELAMIENTO TÉRMICO	120
4.5.1	<i>Modelo numérico de modelamiento térmico</i>	121
4.5.2	<i>Modelación del comportamiento térmico mediante el Software Autodesk CFD</i>	126
4.5.3	<i>Beneficio económico del muro trombe</i>	128
4.6	PRESUPUESTO DE MÓDULO	128
5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	131
5.1	DISCUSIÓN EN RELACIÓN CON EL MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES	131
5.2	DISCUSIÓN EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	132
6	CONCLUSIONES	137
6.1	CONCLUSIÓN GENERAL	137
6.2	CONCLUSIONES ESPECIFICAS	137
7	RECOMENDACIONES	138
8	BIBLIOGRAFÍA	139
9	ANEXOS	141
9.1	METRADO Y PRESUPUESTO	141
9.1.1	<i>Metrado</i>	142
9.1.2	<i>Desglose de costo indirecto</i>	148
9.1.3	<i>Presupuesto</i>	152
9.1.4	<i>Análisis de precios unitarios</i>	155
9.1.5	<i>Cronograma de actividades</i>	170
9.2	FICHA TÉCNICA.	172
9.3	PANEL FOTOGRÁFICO	176
9.4	RELACIÓN DE ENCUESTADOS	182
9.5	RELACIÓN DE PLANOS	183
9.5.1	<i>Arquitectura</i>	183
9.5.2	<i>Estructura</i>	183
9.5.3	<i>Instalaciones Sanitaria</i>	183
9.5.4	<i>Instalaciones Eléctricas</i>	183

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Desarrollo de la matriz de operacionalización de variables.</i>	8
Tabla 2 <i>Ciclo de vida del sistema fotovoltaico-componentes.</i>	19
Tabla 3. <i>Tipos de sistemas de montaje de los arreglos fotovoltaicos</i>	21
Tabla 4 <i>Sistemas de montaje de instalación fotovoltaica</i>	22
Tabla 5 <i>Latitud, ángulo de inclinación y orientación para ciudades de Perú</i>	24
Tabla 6 <i>Consumo de energía de aparatos domésticos comunes.</i>	25
Tabla 7 <i>Potencia nominal para suplir una determinada demanda de energía.</i>	26
Tabla 8 <i>Valor aproximado de carga nominal de baterías de plomo-ácido (en Ah)</i>	27
Tabla 9 <i>Configuración recomendada de cantidad de célula fotovoltaica por panel.</i> .	28
Tabla 10 <i>Rutas de ingreso a la zona donde se desarrollará el proyecto</i>	34
Tabla 11 <i>Cálculo muestral para poblaciones finitas</i>	39
Tabla 12 <i>Resumen general del resultado de la condición socioeconómica</i>	44
Tabla 13 <i>Tipo y cantidad de habitantes por jefe de familia</i>	45
Tabla 14 <i>Número de integrantes de familia</i>	46
Tabla 15 <i>Ingreso Económico</i>	46
Tabla 16 <i>Actividad a la que se dedican</i>	47
Tabla 17 <i>Nivel Educativo alcanzado de los pobladores en la zona de estudio</i>	48
Tabla 18 <i>Cobertura de aseguramiento en salud.</i>	48
Tabla 19 <i>Enfermedades frecuentes</i>	49
Tabla 20 <i>Sistemas de iluminación empleados en las unidades domésticas.</i>	50
Tabla 21 <i>Aparatos eléctricos de uso común</i>	50
Tabla 22 <i>Tipología de sistemas de provisión hídrico para uso doméstico</i>	51
Tabla 23 <i>Conexión de las aguas servidas en el sector Cuncac</i>	52
Tabla 24 <i>Resumen de las características constructivas</i>	53
Tabla 25 <i>Sistemas constructivos empleados en las viviendas del sector Cuncac.</i>	53
Tabla 26 <i>Número de pisos que tienen las viviendas en el sector Cuncac</i>	54
Tabla 27 <i>Material predominante de piso en las viviendas en el sector</i>	55
Tabla 28 <i>Materiales predominantes empleados en la cobertura de viviendas</i>	55
Tabla 29 <i>Modalidad de evacuación de aguas pluviales</i>	56
Tabla 30 <i>Resumen de las características funcionales parte A</i>	57
Tabla 31 <i>Resumen de las características funcionales parte B</i>	58

Tabla 32 <i>Tipo de ambientes en las viviendas de la comunidad</i>	58
Tabla 33 <i>Número de camas existentes en los dormitorios de las viviendas</i>	59
Tabla 34 <i>Tipos de cocinas que usan en las viviendas en la comunidad</i>	60
Tabla 35 <i>Especificación del material: adobe de construcción</i>	61
Tabla 36 <i>Análisis sostenible del material: Adobe de construcción</i>	62
Tabla 37 <i>Especificación del material: Rollizo de madera de Eucalipto</i>	63
Tabla 38 <i>Análisis sostenible del material: Rollizo de madera parte A</i>	63
Tabla 39 <i>Análisis sostenible del material: Rollizo de madera parte B</i>	64
Tabla 40 <i>Especificación del material: Yeso Parte A</i>	64
Tabla 41 <i>Especificación del material: Yeso Parte B</i>	65
Tabla 42 <i>Análisis sostenible del material: Yeso</i>	65
Tabla 43 <i>Especificación del material: Bolones de roca</i>	66
Tabla 44 <i>Análisis sostenible del material: bolones de roca parte A</i>	66
Tabla 45 <i>Análisis sostenible del material: bolones de roca parte B</i>	67
Tabla 46 <i>Especificación del material: Arena fina de ríos parte A</i>	67
Tabla 47 <i>Especificación del material: Arena fina de ríos parte B</i>	68
Tabla 48 <i>Análisis sostenible del material: Arena fina de río parte A</i>	68
Tabla 49 <i>Análisis sostenible del material: Arena fina de río parte B</i>	69
Tabla 50 <i>Especificación del material: Cemento tipo IP</i>	69
Tabla 51 <i>Análisis sostenible del material: Cemento tipo IP</i>	70
Tabla 52 <i>Especificación del material: Teja de arcilla</i>	71
Tabla 53 <i>Análisis sostenible del material: teja de arcilla parte A</i>	71
Tabla 54 <i>Análisis sostenible del material: teja de arcilla parte B</i>	72
Tabla 55 <i>Fundamentos de criterios de sostenibilidad</i>	72
Tabla 56 <i>Registro de temperatura y humedad relativa en el distrito de Curahuasi</i>	83
Tabla 57 <i>Metrado de cargas de techo</i>	90
Tabla 58 <i>Cálculo de cargas vivas</i>	90
Tabla 59 <i>Cálculo de cargas: CM + CV</i>	91
Tabla 60 <i>Propiedades mecánicas de la madera de eucalipto</i>	91
Tabla 61 <i>Esfuerzo de corte</i>	96
Tabla 62 <i>Desplazamiento</i>	96
Tabla 63 <i>Esfuerzos cortantes</i>	97
Tabla 64 <i>Resortes asignados</i>	98
Tabla 65 <i>Deformaciones presentes</i>	98

Tabla 66 <i>Desplazamiento de interacción suelo estructura</i>	99
Tabla 67 <i>Consumo energético de aparatos eléctricos en propuesta</i>	105
Tabla 68 <i>Potencia nominal en función de la demanda</i>	106
Tabla 69 <i>Valor aproximado de la carga nominal</i>	107
Tabla 70 <i>Valor aproximado para 2 días de autonomía</i>	108
Tabla 71 <i>Actividades de consumo en la vivienda sostenible</i>	109
Tabla 72 <i>Gasto de equipos para la generación eléctrica</i>	109
Tabla 73 <i>Unidades de gasto de artefactos sanitarios</i>	115
Tabla 74 <i>Calculo de diámetro por tramos de aparato sanitario fria</i>	116
Tabla 75 <i>Unidades de gasto de artefactos sanitarios</i>	116
Tabla 76 <i>Cálculo de diámetro por tramos de aparato sanitario para agua fría</i>	117
Tabla 77 <i>Características generales</i>	118
Tabla 78 <i>Geometría de la vivienda</i>	122
Tabla 79 <i>Características del muro</i>	122
Tabla 80 <i>Propiedades térmicas de los materiales típicos</i>	122
Tabla 81 <i>Presupuesto de costo directo</i>	128
Tabla 82 <i>Presupuesto de costo indirecto</i>	129
Tabla 83 <i>presupuesto por módulo de vivienda</i>	129
Tabla 84 <i>Instalación Sanitaria</i>	134
Tabla 85 <i>Presupuesto por módulo de vivienda</i>	135

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Condiciones de viviendas en el sector Cuncac de la comunidad Ccocha</i>	1
Figura 2 <i>Aportes de áreas productivas al sistema económico local de Curahuasi</i>	2
Figura 3 <i>Diagrama: mapa conceptual de operacionalización de variables</i>	7
Figura 4 <i>Efecto fotovoltaico</i>	13
Figura 5 <i>Proceso de generación de electricidad mediante energía solar</i>	14
Figura 6 <i>Tipos de conexión en serie, paralela y mixta</i>	15
Figura 7 <i>Clasificación de los sistemas de generación fotovoltaica</i>	16
Figura 8 <i>Distribución de energía solar incidente diaria en el distrito de Curahuasi</i> .	17
Figura 9 <i>Costos de los componentes de un sistema fotovoltaico en Brasil 2017</i>	17
Figura 10 <i>Análís financiero de la implementación del sistema fotovoltaico</i>	18
Figura 11 <i>Etapas para dimensionar un sistema fotovoltaico sin conexión a una red</i> .	23

Figura 12 <i>Funcionamiento del muro trombe</i>	30
Figura 13 <i>Esquema del muro trombe</i>	30
Figura 14 <i>Aplicación del muro trombe</i>	31
Figura 15 <i>Mapa de ubicación departamental</i>	34
Figura 16 <i>Mapa de ubicación provincial</i>	35
Figura 17 <i>Mapa de ubicación Distrital</i>	35
Figura 18 <i>Localización de intervención</i>	41
Figura 19 <i>Encuesta estructurada parte 1</i>	39
Figura 20 <i>Encuesta estructurada parte 2</i>	39
Figura 21 <i>Esquema general de los resultados</i>	41
Figura 22 <i>Esquema del diseño Arquitectónico</i>	42
Figura 23 <i>Gráfico estadístico del tamaño del núcleo familiar</i>	46
Figura 24 <i>Representación gráfica del ingreso económico</i>	47
Figura 25 <i>Representación gráfica de actividades que se dedican.</i>	47
Figura 26 <i>Representación gráfica del nivel educativo en la zona de estudio</i>	48
Figura 27 <i>Visualización gráfica de seguros médicos en la población de estudio.</i>	49
Figura 28 <i>Representación gráfica de las enfermedades más frecuentes en el sector.</i>	49
Figura 29 <i>Visualización gráfica de los sistemas de iluminación.</i>	50
. Figura 30 <i>Tipos de aparatos eléctricos encontrados en el sector Cuncac.</i>	51
Figura 31 <i>Modelo gráfico de las fuentes y distribución del agua en viviendas</i>	51
Figura 32 <i>Conexión de las aguas servidas en el sector.</i>	52
Figura 33 <i>Representación gráfica de tipos de sistemas constructivos utilizados.</i>	54
Figura 34 <i>Representación gráfica del número de pisos que tienen las viviendas</i>	54
Figura 35 <i>Representación gráfica del material predominante de piso en las viviendas</i>	55
Figura 36 <i>Visualización gráfica de los materiales predominantes en cubierta de las viviendas.</i>	56
Figura 37 <i>Visualización gráfica de los sistemas de drenaje pluvial.</i>	56
Figura 38 <i>Tipos de ambiente en las viviendas de la comunidad</i>	59
Figura 39 <i>Representación gráfica del número de camas existentes en los dormitorios</i>	60
Figura 40 <i>Representación gráfica de los tipos de cocinas que se usan</i>	60
Figura 41 <i>Promedio diario de radiación solar de onda corta incidente en Curahuasi</i>	73

Figura 42 Irradiación global horizontal en Perú	74
Figura 43 Proyección solar equidistante	74
Figura 44 Análisis solar de solsticio de invierno.....	75
Figura 45 Análisis solar de equinoccio de verano.....	76
Figura 46 Nubosidad en la ciudad de Curahuasi	77
Figura 47 Temperatura del aire del distrito de Curahuasi.....	78
Figura 48 Humedad relativa promedio máxima y mínima registrada en la ciudad de Curahuasi.....	79
Figura 49 Rosas de vientos del distrito de Curahuasi	80
Figura 50 Frecuencia de la dirección del viento	81
Figura 51 Distribución de la presión en torno al edificio	81
Figura 52 Precipitación en el distrito de Curahuasi	82
Figura 53 Datos de temperatura, estación de Curahuasi	83
Figura 54 Carta de Giovani	84
Figura 55 Modelado de la distribución arquitectónica en planta	85
Figura 56 Corte transversal de la propuesta arquitectónica.....	86
Figura 57 Vista isométrica de la propuesta arquitectónica.....	86
Figura 58 Planta arquitectónico de la vivienda rural unifamiliar sostenible	87
Figura 59 Detalle de propuesta arquitectónica con especificación de materiales de construcción.....	88
Figura 60 Esquema del diseño Estructural.....	89
Figura 61 Modelado de tijerales en el programa sap2000-3D	92
Figura 62 Resultado del modelado estructural.....	95
Figura 63 Detalles constructivos de los elementos estructurales	100
Figura 64 Modelamiento de la estructura de la vivienda sostenible	101
Figura 65 Detalle de corte longitudinal de estructuras	102
Figura 66 Detalle de estructuras, corte transversal	102
Figura 67 Esquema del diseño de instalaciones eléctricas.....	103
Figura 68 Etapas del cálculo del sistema fotovoltaico y componentes.....	104
Figura 69 Interpolación de valores para la carga nominal del proyecto.....	107
Figura 70 Plano de instalaciones eléctricas	110
Figura 71 Esquema del diseño de instalaciones sanitarias	111
Figura 72 Esquema del biodigestor	113
Figura 73 Intervalo de limpieza de lodos.....	114

Figura 74 <i>Curva para determinar la capacidad de absorción del suelo</i>	115
Figura 75 <i>Vista Isométrica de las instalaciones sanitarias</i>	119
Figura 76 <i>Vista en planta de las instalaciones sanitarias</i>	120
Figura 77 <i>Esquema de modelo térmico de muro trombe</i>	121
Figura 78 <i>Comparación Temperatura Interior con/sin Muro Trombe</i>	125
Figura 79 <i>Comparación Temperatura Interior con/sin Muro Trombe 48h</i>	125
Figura 80 <i>Escenario uno irradiación de calor 5 de la tarde</i>	126
Figura 81 <i>Escenario dos: intención de salida de aire del Fluido</i>	126
Figura 82 <i>Escenario tres: de inicio de movimiento de fluido</i>	127
Figura 83 <i>Escenario cuatro: movimiento de fluido en todas las habitaciones</i>	127
Figura 84 <i>Resultado de la parte arquitectónica y estructural</i>	133
Figura 85 <i>Resultado de instalaciones sanitarias</i>	134
Figura 86 <i>Resultado de cronograma de actividades</i>	136
Figura 87 <i>Resultados del modelamiento térmico</i>	136
Figura 88 <i>Ficha técnica de cobertura teja colonial o teja ceramica</i>	172
Figura 89 <i>Especificaciones técnicas de una licuadora</i>	172
Figura 90 <i>Especificaciones técnicas del televisor en propuesta</i>	173
Figura 91 <i>Especificaciones tecnicas del reproductor de DVD y CDs</i>	173
Figura 92 <i>Especificación general técnicas del teléfono en uso</i>	174
Figura 93 <i>Especificaciones técnicas de la batidora propuesta</i>	174
Figura 94 <i>Especificaciones técnicas de la refrigeradora en propuesta.</i>	175
Figura 95 <i>Referencia de vivienda actual usuario: Hilario Cano</i>	176
Figura 96 <i>Referencia de vivienda usuario Federico Cano</i>	176
Figura 97 <i>Referencia de cocina típica de la vivida</i>	177
Figura 98 <i>Cocina típica de los usuarios de la comunidad</i>	177
Figura 99 <i>Vivienda típica de la comunidad</i>	178
Figura 100 <i>Vivienda típica existente en la comunidad</i>	178
Figura 101 <i>Vivienda típica existente en la comunidad</i>	179
Figura 102 <i>Vivienda típica existente en la comunidad</i>	179
Figura 103 <i>Vivienda rural construida con caña</i>	180
Figura 104 <i>Vivienda existente en la comunidad</i>	180
Figura 105 <i>Cocina y dispensa típica existente en la comunidad</i>	181

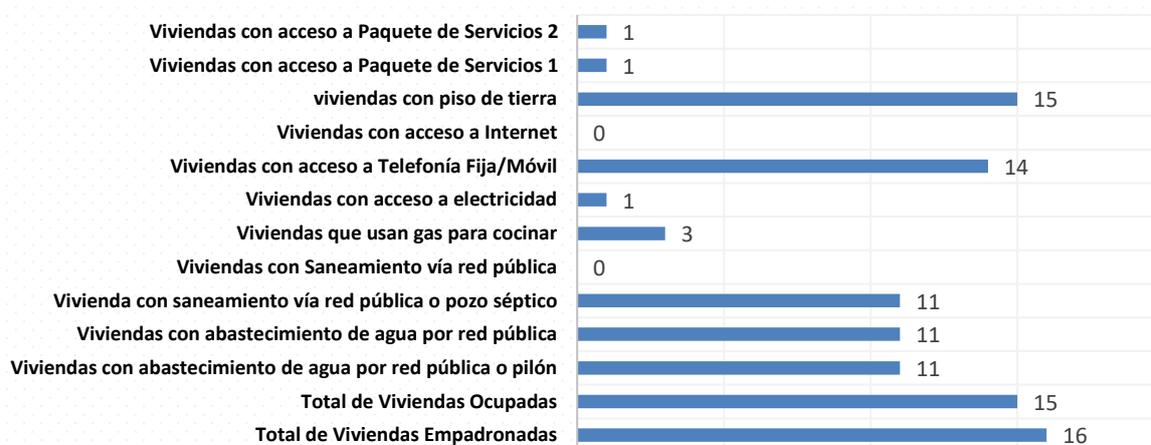
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Situación Problemática.

El sector Cuncac, perteneciente a la comunidad de Ccocha, dentro del distrito de Curahuasi, se sitúa geográficamente en la región de Apurímac, Perú. En esta zona se ha identificado una problemática considerable relacionada con la disponibilidad de servicios esenciales, con especial atención en el abastecimiento de corriente eléctrica y confort térmico. Según datos recopilados por el instituto nacional de estadística e informática INEI (2017), únicamente una de las viviendas encuestadas cuenta con acceso a electricidad a través de un panel solar, se ilustra en la figura 1.

Figura 1

Condiciones de viviendas en el sector Cuncac de la comunidad Ccocha



Nota. En la figura se detallan las condiciones de las viviendas registradas durante el año 2017. Paquete de servicios 1: Viv. Con acceso a los servicios de agua por red pública o pilón, saneamiento vía red pública o pozo séptico y electricidad. Paquete de servicios 2: Viv. Con acceso a los servicios de agua por red pública o pilón, saneamiento vía red pública o pozo séptico, telefonía fija/móvil y electricidad. Tomado de *censo nacional 2017, INEI 2017*.

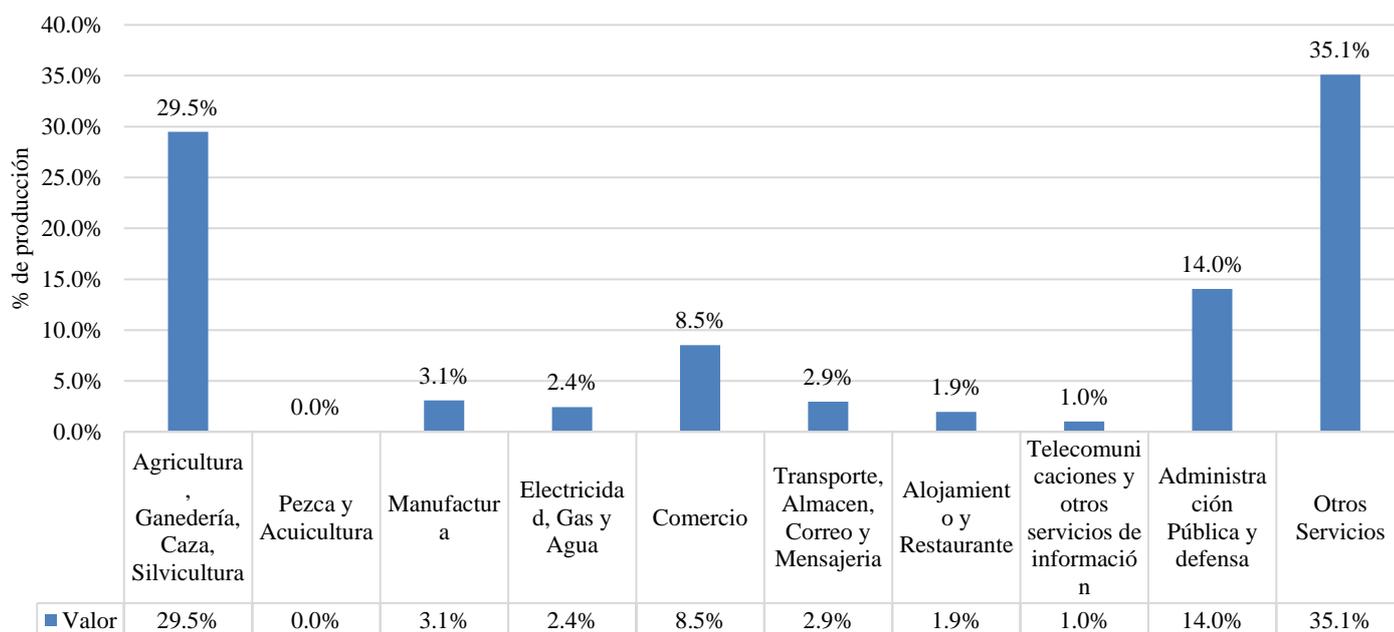
La comunidad, compuesta principalmente por familias que se dedican a la agricultura y actividades relacionadas con actividades rurales, enfrenta retos significativos debido a la falta de una infraestructura eléctrica constante. Según un estudio vinculado al desarrollo agroeconómico de Curahuasi, se realiza una evaluación económica que revela que la diversidad de pisos ecológicos presentes en el área favorece el cultivo de variados productivos tales como anís, papa, maíz, trigo, cebada y frutas. Las producciones más destacadas son anís y maíz de

choclo. A partir del análisis económico, se concluye que la agricultura representa la actividad predominante en Curahuasi, siendo el maíz su producto insignia.

En el área de Curahuasi, la porción del 36% de la economía se origina del sector de “otros servicios” en el contexto productivo, mientras que un 30% corresponde a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura. Estos sectores constituyen los principales contribuyentes al Producto Bruto Interno (PBI) regional, según se ilustra en la Figura 2.

Figura 2

Aportes de áreas productivas al sistema económico local de Curahuasi.



Nota. Se muestra la distribución porcentual de los sectores económicos que influyen el distrito de Curahuasi. Fuente: Adaptado de los datos del (INEI, 2017).

Por lo tanto, la iniciativa de una vivienda ecológica con innovación en energía solar fotovoltaica emerge como una respuesta a esta situación, con el objetivo de no solo abordar la limitación en el acceso a la electricidad, Asimismo, busca proporcionar una alternativa sostenible que contribuya significativamente al bienestar y calidad de vida. No obstante, el éxito en la ejecución de esta iniciativa demanda una comprensión exhaustiva de los desafíos particulares que enfrenta la comunidad, así como la evaluación de aspectos culturales, económicos y medioambientales que afectan tanto la aceptación como la efectividad.

1.2 Formulación de Problemas

1.2.1 Problema General

¿Qué características deberá tener un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible con implementación de energía fotovoltaica y estrategias pasivas, el cual mejore la calidad de vida de los habitantes en el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las características deberá tener la distribución arquitectónica y el diseño estructural de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible integrando energía fotovoltaica en el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024?
- ¿Cómo deberán ser las instalaciones sanitarias de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible aprovechando la energía fotovoltaica en el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024?
- ¿Cuál es la demanda energética y el consumo eléctrico estimado de una vivienda rural unifamiliar sostenible aprovechando energía fotovoltaica en el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024?
- ¿Cuáles son los costos directos e indirectos estimados en la propuesta de diseño de una vivienda rural unifamiliar sostenible aprovechando energía fotovoltaica en el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024?
- ¿Cómo debe programarse la ejecución de obra, desde el diseño hasta su implementación para un módulo de vivienda rural unifamiliar sostenible en el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024?
- ¿Qué nivel de confort térmico se podrá lograr mediante simulación numérica de la implementación del muro Trombe en un módulo de vivienda rural sostenible en el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024?

1.3 Justificación de la Investigación

1.3.1 Justificación Social

La comunidad de Cuncac, que pertenece a la zona agraria de Ccocha en la provincia de Abancay, carece de servicios básicos, como la electricidad. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017), pese a la cercanía del sector a la carretera interoceánica

que una persona en Perú con Brasil, únicamente uno de los hogares registrados en el censo dispone de acceso al suministro eléctrico por adquisición propio de paneles solares, la comunidad enfrenta desafíos económicos y carece de la infraestructura necesaria. Muchos residentes de la región, con los escasos ingresos que poseen, intentan mejorar sus condiciones de vida construyendo viviendas con materiales inapropiados para el entorno, lo que algunas veces resulta en costos más altos. En consecuencia, la propuesta técnica se fundamenta en la premisa de que la edificación sostenible, combinada con la implementación de energía fotovoltaica, puede contribuir a mitigar algunas de estas limitaciones y a elevar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad.

Durante la última década, el interés por la construcción sostenible ha crecido considerablemente a nivel global, impulsado por la necesidad de responder a los desafíos ambientales y energéticos actuales (Miranda Sara, Neira Ávalos, Torres Méndez y Valdivia Sisniegas, 2014). Según estos autores, el sector de la construcción, debido al cambio climático, representa una parte considerable del consumo global de energía, el uso intensivo de materiales y la producción de residuos. En este marco, la incorporación de sistemas fotovoltaicos en las construcciones se presenta como una opción viable, que ofrece no solo beneficios económicos, sino también ventajas para el medio ambiente y la sociedad.

Según lo informado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la tasa de pobreza en Perú aumentó entre 2021 y 2022, pasando de un 25.8% a un 27.5%. Este aumento ocurrió en un contexto económico complicado, caracterizado por un crecimiento bajo y altos niveles de inflación (Instituto Peruano de Economía, 2023). En Apurímac, y especialmente en la comunidad de Ccocha, los habitantes se enfrentan a serias dificultades para acceder a un servicio eléctrico estable. Esta falta de electricidad continua no solo perjudica el bienestar de la población, sino que también limita las posibilidades de progreso económico y calidad de vida.

1.3.2 Justificación Teórica.

La investigación, parte de saberes adquiridos a través de los cursos relacionados con la línea de edificaciones, estructuras y geotecnia con el objetivo de:

- La creación de la propuesta para el diseño arquitectónico.
- Evaluación estructural para asegurar la conformidad con el diseño propuesto
- Modelado instalaciones sanitarias.
- Modelado instalaciones eléctricas.

- Elaboración de un cronograma de ejecución del proyecto.

En la aplicación de la propuesta de módulos familiares, de esta manera poder fomentar un diseño de una vivienda sostenible con integración de energía fotovoltaica. que permita que las familias puedan sentir el confort de usar energía eléctrica el cual les pueda permitir su desarrollo personal, familiar y como comunidad.

1.3.3 Justificación Metodológica

A través de este diseño se planteó una propuesta de cómo se debe proyectar una vivienda sostenible de módulos familiares, para el cual se usaron conceptos y definiciones con el objetivo de concretar el enfoque investigativo presentado.

Se propuso la formulación de un modelo habitacional ecológico considerando las disparidades tanto cuantitativas como cualitativas presentes en las residencias rurales. Esta investigación se estructuró a partir de un enfoque metodológico integrador, el cual combina trabajos de campo, procesamiento de información y procesos de modelamiento, generando representaciones que reflejen la vivienda para las simulaciones relacionadas con la energía.

1.3.4 Justificación Práctica

Los aportes de este estudio tendrán una incidencia directa en el proceso de formulación de decisiones en la comunidad de Ccocha. Además, los resultados generados poseen el potencial de convertirse en una referencia aplicable a otras localidades rurales que enfrentan condiciones similares o a otras viviendas de interés social. Esta investigación tiene la principal finalidad de elevar la calidad de vida de los pobladores de dicho sector, garantizando que las viviendas propuestas sean apropiadas para ofrecer comodidad, seguridad y funcionalidad a sus ocupantes. La nueva propuesta de construir un hogar sostenible, acompañado de un diseño adecuado y la integración de paneles solares fotovoltaicos, no solo proporcionará espacios habitables, sino que también será amigable con el medio ambiente y económicamente viable, permitiendo generar un positivo impacto en la vida de las familias de la comunidad de Ccocha.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un módulo de vivienda rural unifamiliar sostenible con integración de energía fotovoltaica y estrategias pasivas, que contribuya a mejorar la calidad de vida de los habitantes en el sector Cuncac de la comunidad campesina de Ccocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024.

1.4.2 Objetivo Específico

- Definir las características de un diseño arquitectónico y estructural de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible integrando energía fotovoltaica en el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024.
- Determinar las características de las instalaciones sanitarias de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible empleando la energía fotovoltaica en el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024.
- Estimar la demanda energética y consumo eléctrico de una vivienda rural unifamiliar sostenible aprovechando la energía fotovoltaica en el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Distrito de Curahuasi Provincia de Abancay-Apurímac 2024.
- Cuantificar los costos directos e indirectos utilizando herramientas digitales de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Distrito de Curahuasi Provincia de Abancay-Apurímac 2024.
- Formular una programación de obra de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Distrito de Curahuasi Provincia de Abancay-Apurímac 2024.
- Simular el confort térmico de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible, mediante un modelo numérico, y el uso de software implementado muro trombe el sector Cuncac-comunidad Ccocha, Distrito de Curahuasi Provincia de Abancay-Apurímac 2024.

1.5 Variables

1.5.1 Identificación de variables

1.5.1.1 Variable Independiente (X):

- Módulo de vivienda rural unifamiliar sostenible

Factores:

- Arquitectura
- Estructura
- Instalación sanitaria
- Instalación eléctrica
- Presupuesto
- Programación de Obra.

- Confort Térmico

1.5.1.2 Unidad de análisis

Vivienda del sector Cuncac de la comunidad campesina de Ccocha a intervenir.

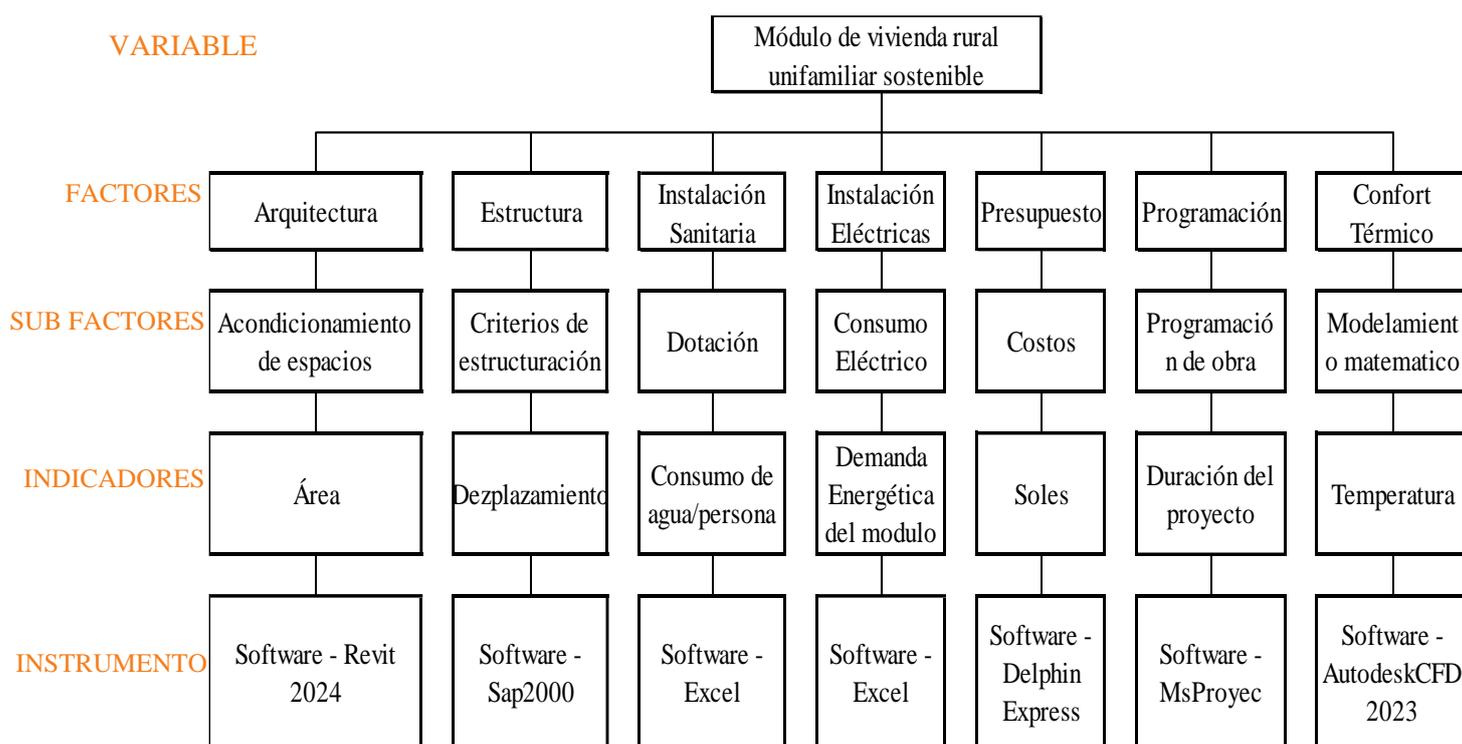
1.5.1.3 Período.

2024

Figura 3

Diagrama: mapa conceptual de operacionalización de variables

V: Independiente X



Nota: Elaboración propia

1.5.2 Operacionalización de variable.

Tabla 1

Desarrollo de la matriz de operacionalización de variables.

Variable	Dimensiones	Sub factores	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos de Investigación
Módulo de vivienda rural unifamiliar sostenible	Arquitectura	Acondicionamiento de espacios	Área	m ²	Software - Revit 2024
		Forma	Área	m ²	
	Estructura	Criterios de estructuración	Desplazamiento	mm	Software - Sap2000
	Instalación Sanitaria	Dotación	Consumo de agua/persona	m ³	Software - Excel
		Distribución	Red de tubería	Unidad	Software - Revit 2024
		Consumo	Demanda Hídrica	Punto	Software - Excel
	Instalación Eléctricas	Paneles fotovoltaicos	Modelamiento	Unidad	Software - Excel
		Consumo Eléctrico	Demanda Energética del modulo	Kw/hora	Software - Excel
	Presupuesto	Costo Directo	Soles	S/.	Software - Delphin Express
		Costo Indirecto	Soles	S/.	Software - Delphin Express
	Programación	Programación de Obra	Duración del proyecto	Días	Software - MsProyec
	Confort Térmico	Modelamiento Numérico	Temperatura	°C	Software - Python
Modelamiento Térmico		Temperatura	°C	Software - AutodeskCFD 2023	

Nota. En esta tabla se muestra el desarrollo de la matriz de operacionalización de variables.

1.6 Delimitación de estudio

1.6.1 Delimitación espacial

La investigación se desarrollará exclusivamente en el **sector Cuncac** de la comunidad campesina de **Ccocha**, distrito de **Curahuasi**, provincia de **Abancay**, región **Apurímac**, Perú. Este ámbito fue seleccionado por sus condiciones geográficas, climáticas y sociales que demandan soluciones habitacionales adaptadas a la altura y al entorno rural.

1.6.2 Delimitación temporal

El estudio se realizará durante el **año 2024**, abarcando las etapas de recopilación de información, análisis climático, diseño arquitectónico y simulación energética del módulo propuesto.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

2.1.1 *Antecedentes Internacionales*

Arévalo García (2013) Desarrolló un estudio en la ciudad de Guatemala, titulada: **“Modelo de vivienda sostenible para el área rural de cerro Alux”**. El objetivo central de dicha investigación se orientó a diseñar una solución arquitectónica coherente con el contexto y los requerimientos locales específicas de esa zona. Como parte del enfoque metodológico, Se lleva a cabo la recopilación de datos, acompañada de un diagnóstico contextual de la población, considerando las variables climáticas y meteorológicas características de la región de estudio. Durante la investigación se destaca la intención de utilizar recursos naturales, como el mecanismo para captar y aprovechar aguas pluviales. Al finalizar el estudio, se observa que los residentes locales tienen una marcada desconfianza hacia el empleo del adobe en la construcción de sus hogares, el cual además se percibe como un reflejo de vulnerabilidad socioeconómica en la zona. Por esta razón, en la propuesta de vivienda se sugieren muros de ladrillo. Se incluye la documentación técnica que comprende los planos arquitectónicos, estructurales, saneamiento y captación de aguas pluviales, junto con un presupuesto.

Prieto Alarcón, Morera Agulo y Moreno Clavijo (2020) realizaron una investigación de pregrado en Colombia para desarrollar un proyecto titulado **"Vivienda Fertil: una vivienda rural, sostenible y adaptable"**. La meta central consistió en diseñar una vivienda rural que aproveche materiales naturales, con el propósito de reducir al mínimo su huella ambiental. A través de la recolección de información, se examinan las costumbres de los agricultores y sus prácticas en el ámbito agrícola, definiendo así las necesidades físico espaciales de la vivienda campesina productiva, es en base a esa información que el autor propone un modelo habitacional adaptable y modular diseñada con técnicas y materiales propias de la región, el cual pueda permitir la participación de la población campesina, adicionalmente que cuente con estrategias bioclimáticas y sostenibles, generando confort y permitiendo una permeabilidad con el paisaje y un bajo impacto ambiental, que además permita generar un aumento en la producción agrícola y económica con soluciones espaciales.

2.1.2 *Antecedentes Nacionales*

Ccorisapra Casavilca y Mora Cassiano (2019), investigación orientada a la formulación de una propuesta habitacional sustentable adaptado al contexto rural de Sondorillo, ubicado en la región de Piura. El trabajo plantea el diseño de una vivienda rural adaptable que incorpore

sistemas sostenibles, tomando en cuenta las condiciones particulares de una comunidad del norte peruano. El propósito principal del estudio fue determinar cuáles son los recursos energéticos renovables más disponibles en la zona, tales como la energía eólica, solar y el recurso hídrico de lluvia, utilizando para su análisis información verificada por entidades como la NASA, SENAMHI y ANA. A partir del análisis de esta información, se elaboró un diseño de sistemas sanitarios y eléctricos adaptados a la propuesta modular, incluyendo tecnologías como captación de agua de lluvia (destinada exclusivamente para uso en el inodoro), biodigestores, paneles fotovoltaicos y aerogeneradores. Los resultados permitieron concluir que, pese a las notorias carencias en cuanto a servicios básicos, la comunidad dispone de condiciones favorables para la implementación de energías renovables que pueden ser aprovechadas mediante futuras inversiones sostenibles.

Palapa Bueno (2019) desarrolló un estudio enfocado en la incorporación de sistemas fotovoltaicos en centros de salud de comunidades nativas Yaneshas, en el distrito de Perené. El objetivo fue analizar la integración arquitectónica de esta tecnología con el fin de optimizar el rendimiento energético, evaluando tanto la viabilidad técnica de los módulos solares como las condiciones ambientales locales. El autor estableció criterios para medir el rendimiento energético, dimensionar adecuadamente los sistemas y determinar la factibilidad de su implementación. El análisis demostró que estos establecimientos presentan condiciones propicias para una integración efectiva de energía solar, lo cual representa un avance notable en cuanto a la eficiencia en el uso de energía.

Cisneros Ríos y Jiménez Méndez (2022) desarrollaron una propuesta de vivienda de carácter sostenible y enfoque social, desarrollada en un entorno rural de la selva baja en Iquitos, priorizando el empleo de insumos locales como la madera, el bambú y hojas vegetales. El diseño consideró la participación activa de los pobladores y planteó una solución adaptable mediante un modelo de vivienda progresiva, que permite su ampliación sin comprometer la estructura original.

2.1.3 Antecedente Local

En Perú, el Ministerio de Vivienda (2020) impulsa el programa Sumaq Wasi, enfocado en mejorar las condiciones habitacionales en zonas rurales afectadas por climas extremos. Cada módulo de 50m² incluye dos dormitorios y un espacio común, diseñado para familias vulnerables. Este proyecto refleja la priorización de necesidades básicas en contextos de pobreza, donde la sostenibilidad no solo es ambiental, sino social.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Definición Conceptual

2.2.1.1 Sostenible.

El término sostenible es usado para describir todo aquello que puede perdurar o conservarse a través del tiempo, sin que se consuman los recursos disponibles ni que se causen perjuicios significativos al entorno natural (Real Academia Española, s.f.). desde el enfoque del desarrollo, el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM, 2011) considera que la sostenibilidad implica satisfacer las necesidades actuales sin afectar las posibilidades de que otras generaciones puedan también beneficiarse, este concepto es clave en el presente estudio, dado que se busca aplicar principios de sostenibilidad en contextos rurales de alta vulnerabilidad climática

2.2.1.2 Vivienda sostenible

La edificación sostenible exige una gestión eficiente de materiales y energía a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, desde su concepción inicial hasta el fin de su vida útil, para mitigar daños al entorno. Liliana Miranda, (2020).

Las viviendas ecológicas optimizan insumos locales como luz solar o agua pluvial para reducir demandas energéticas externas y su presión sobre el planeta. Latam Gestión, (2019)

2.2.1.3 Vivienda Rural

Es un punto focal en la vida humana, en el cual la interrelación entre el trabajo, la producción y la vida familiar se conecta de manera evidente con su contexto. Según Sanchez & Jiménez, (2010) Este concepto abarca no solo el área de vivienda, sino también el entorno productivo. Los habitantes crean, edifican y alteran sus espacios utilizando métodos tradicionales, además de la obtención autónoma de materiales y elementos fundamentales.

2.2.1.4 Panel solar

Se hace referencia a un aparato que, en combinación con otros componentes, utiliza la radiación solar para así producir energía eléctrica o térmica. (Real Academia Española, (S.f), definición 1)

Consiste de una estructura de geometría rectangular que alberga una unidad básica de transformación denominada célula fotovoltaica, cuya área es de alrededor 10 centímetros

cuadrados. Estos fotovoltaicos se organizan en un conjunto que se instala sobre una base y se cubren con un material sintético denominado EVA. Este material es capaz de soportar climas severos y variaciones de temperatura, además de permitir la penetración de la luz mientras impide la entrada de radiaciones ultravioletas, que son dañinas para la piel. Un elemento fundamental en estos conjuntos fotovoltaicos es el inversor, cuyo papel es vital al convertir la electricidad generada para que pueda ser aprovechada como energía utilizable. Según el Banco Bilbao Vizcaya Argentaria BBVA, (2023)

2.2.1.5 Instalación sostenible

Las instalaciones sostenibles son la implementación de tecnologías y dispositivos que utilicen recursos naturales como fuente de energía, bien sea para optimizar su uso, así como también para producir energía. Según Medori Electricidad (2020). Las instalaciones pueden ser eléctricas, de climatización de aprovechamiento del agua y de iluminación.

2.2.1.6 Biodigestor Autolimpiable

El Biodigestor Autolimpiable se presenta como una solución sanitaria adecuada para viviendas que carecen de un sistema de drenaje tradicional. Este sistema tiene la responsabilidad de recibir y procesar las aguas residuales generadas en los hogares, implementando una primera etapa de tratamiento que ayuda en la conservación del entorno y en la mitigación de la contaminación de los acuíferos. (Rotoplas, 2020). En regiones donde existe un sistema de alcantarillado, este biodigestor también permite la descongestión del sistema de drenaje, lo que previene bloqueos y acelera el tratamiento posterior del agua.

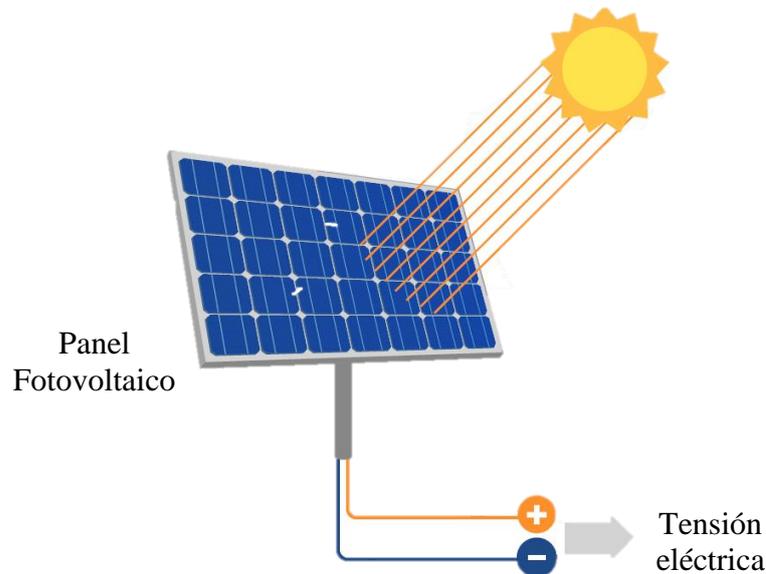
2.2.2 Definición Operacional

2.2.2.1 Energías renovables

Las energías renovables son aquellas que provienen de fuentes naturales inagotables o que se regeneran constantemente, como la solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica, mareomotriz y biomasa. Entre ellas, la energía solar destaca por ser una de las más limpias. Esta puede utilizarse para calefacción (energía térmica) o para generar electricidad mediante el efecto fotovoltaico, que convierte la luz solar en corriente continua a través de materiales semiconductores. Además de ser ecológica, la energía solar reduce costos energéticos al sustituir fuentes convencionales por una alternativa sostenible, Según la guía elaborada por Passos, Alarcón y Wilhelm (2018)

Figura 4

Efecto fotovoltaico



Nota. La imagen muestra cómo la radiación solar incide sobre un panel fotovoltaico, generando electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Esta corriente continua puede usarse directamente o almacenarse para su posterior uso. Adaptado de *Guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura* (p. 8), por Passos, Alarcon, & Wilhelm, 2018.

2.2.2.2 Energía solar

La energía solar es una fuente renovable constante que proviene de la radiación del sol. Puede transformarse en electricidad mediante paneles fotovoltaicos o utilizarse para calefacción. Su aprovechamiento se da a través de sistemas pasivos, que dependen del diseño arquitectónico, y sistemas activos, que emplean tecnología (Osinergmin, 2019). Esta energía solar puede ser aprovechado mediante módulos fotovoltaicos (paneles solares) para la generación de electricidad.

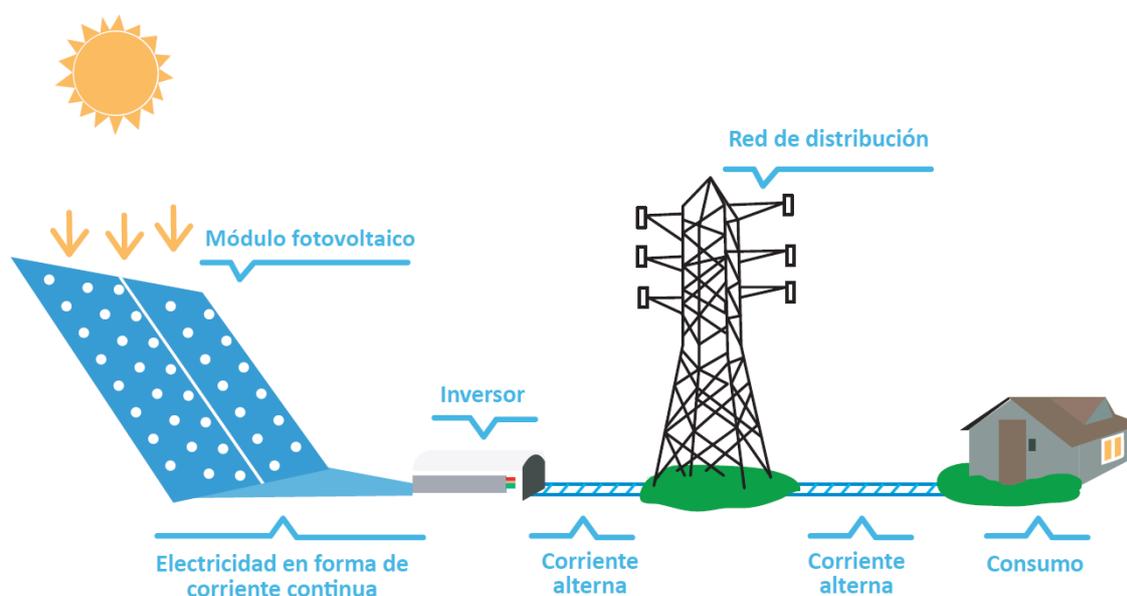
El sol puede clasificarse en dos grandes categorías: sistemas pasivos y activos. Los sistemas pasivos dependen del diseño arquitectónico y de la orientación del espacio para optimizar la captación solar de forma natural. Los sistemas activos sí utilizan dispositivos especializados, como paneles solares o colectores térmicos, que transforman la radiación solar en energía útil mediante tecnologías fotovoltaicas o térmicas.

2.2.2.2.1 Tecnología solar fotovoltaica

Cosiste en el uso de células fotovoltaicas los llamados paneles solares, cuyo objetivo principal es la de generar energía eléctrica, los cuales serán aprovechados después de ser almacenados en baterías, se conoce que estos dispositivos están fabricados mayormente a partir de silicio, elemento químico que de acuerdo a (Planas, 2021) El silicio, material clave en la fabricación de células fotovoltaicas, las cuales transforman la energía lumínica en electricidad. De acuerdo a la secretaria de energía (2008a) los módulos solares se disponen cambiando conexión en serie y en paralelo, lo cual posibilita la producción de electricidad en forma de corriente directa.

Figura 5

Proceso de generación de electricidad mediante energía solar.



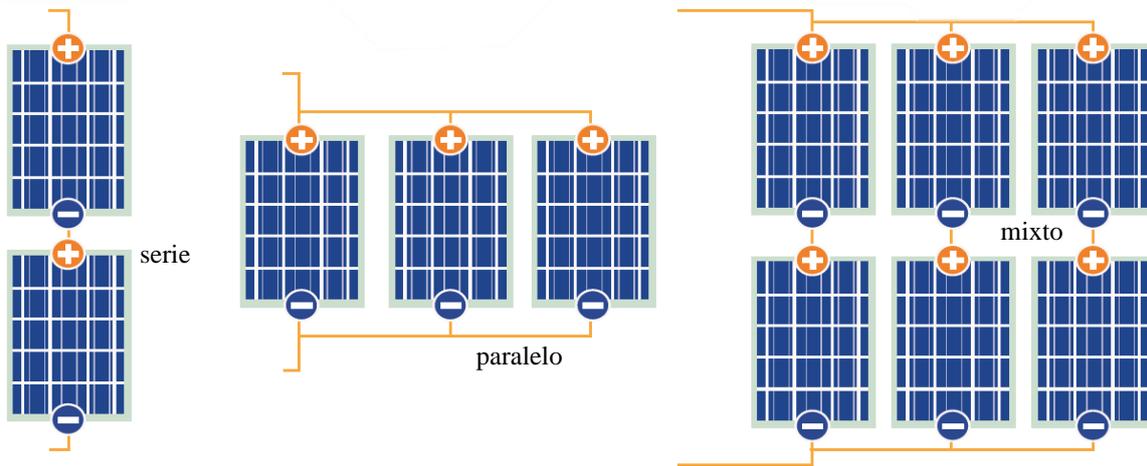
Nota. El esquema detalla cómo se transforma la energía solar en electricidad mediante módulos fotovoltaicos. Tomado de *Energías renovables: experiencia y perspectiva en la ruta del Perú hacia la transición energética* (p.25), por Osinergmin, 2019, Gráfica Biblos S.A.

2.2.2.3 Sistemas fotovoltaicos autónomos

De acuerdo a (Osinergmin, 2019) La energía solar fotovoltaica se fundamenta en la utilización de celdas fotoeléctricas organizadas en una estructura denominada panel fotovoltaico. Estos paneles pueden conectarse entre sí, lo que permite aumentar la capacidad total al agregar la potencia de cada panel de manera individual. De acuerdo a (Osinergmin, 2019) Existen tres tipos de configuraciones de conexión entre los paneles: en serie, en paralelo, o una combinación de ambas, tal como se ilustra en la Figura 6.

Figura 6

Tipos de conexión en serie, paralela y mixta



Nota. En la figura se muestra los tres tipos de configuración de conexiones entre paneles. adoptado de *Osinergmin (2019,p25)*.

Según lo expuesto por Pasos, Alarcón y Dalaison (2018), un sistema fotovoltaico está compuesto por múltiples módulos solares que permiten transformar la radiación solar en energía eléctrica. Estos sistemas pueden clasificarse en dos categorías principales: aquellos que están conectados a una red eléctrica convencional y aquellos que funcionan de manera autónoma, sin necesidad de conexión a la red.

2.2.2.3.1 Sistemas solares fotovoltaicos interconectados a la red.

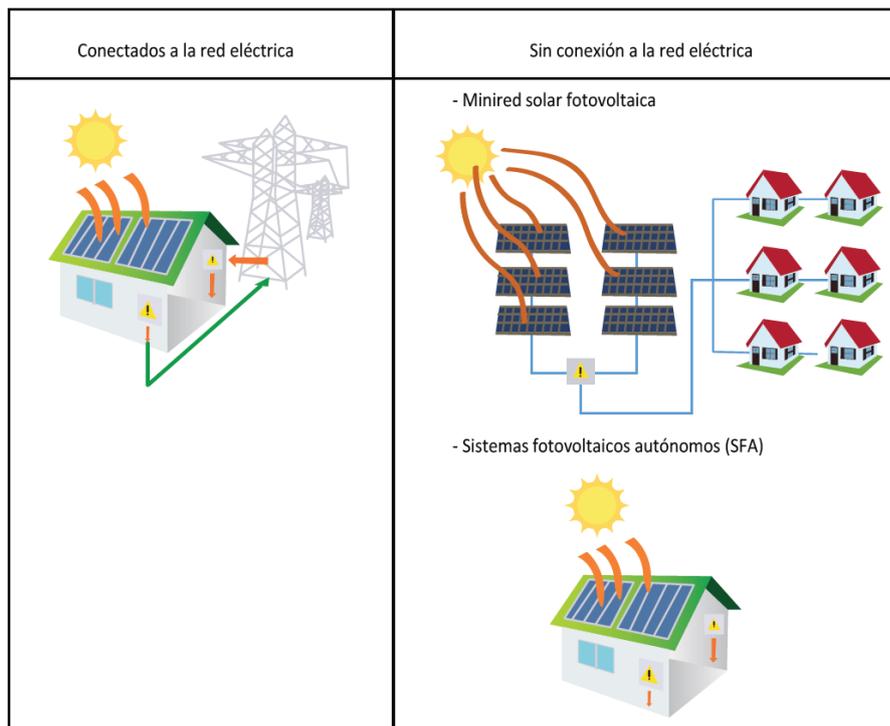
Se considera como una fuente de energía complementaria, es decir la vivienda se encuentra conectada a una red eléctrica y con la finalidad de disminuir gastos al mismo tiempo se encuentra conectado a sistemas fotovoltaicos, para esta modalidad la vivienda no requiere que sistemas de almacenamiento de energía, se conecta de manera directa a la vivienda. Según, Passos, Alarcon, & Wilhelm (2018).

2.2.2.3.2 Sistemas fotovoltaicos autónomos.

Comúnmente este tipo de sistema se práctica en zonas rurales o remotas donde no existe servicio de red eléctrica de ningún tipo, o si solo existe por determinadas horas, para aprovechar adecuadamente y tener suministro de energía eléctrica continua es necesario que tenga sistemas de almacenamiento. De acuerdo a Passos, Alarcon, & Wilhelm (2018),

Figura 7

Clasificación de los sistemas de generación fotovoltaica



Nota. En la figura se verifica la clasificación de los sistemas de generación fotovoltaica. Tomado de *Osinergmin (2019,p71)*.

2.2.2.4 Requisitos para implementar los sistemas fotovoltaicos.

En América Latina existen niveles de radiación muy altos, por lo que la implementación de los sistemas fotovoltaicos son una opción viable, resulta fundamental disponer de una superficie con orientación e inclinación óptimas. Al integrar un sistema fotovoltaico en edificaciones, la estructura del inmueble debe cumplir en soportar el peso de los paneles, así como garantizar una instalación eléctrica interna segura y eficiente.

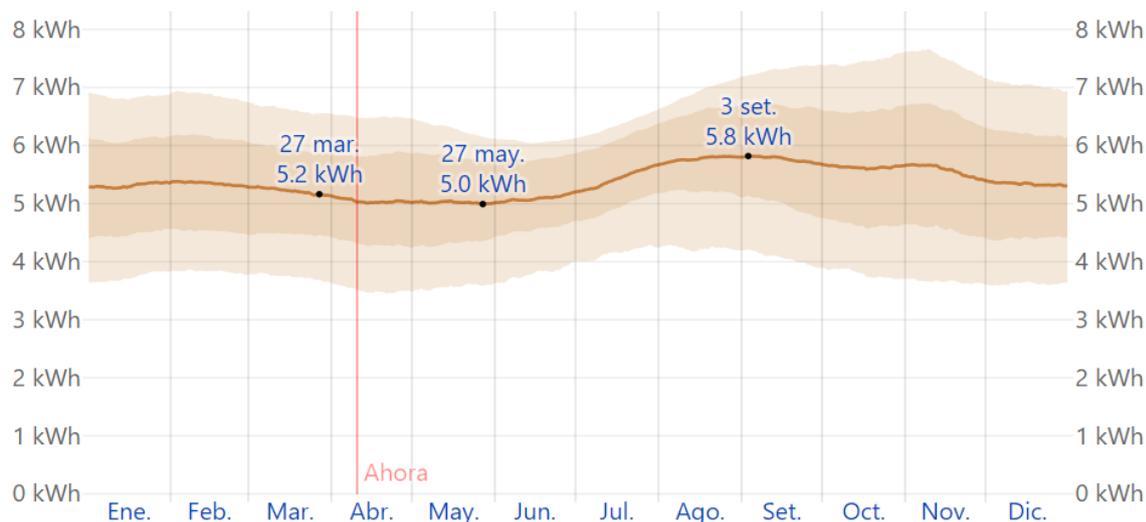
2.2.2.4.1 Irradiación solar de la zona y costos fotovoltaicos.

Se examina la cantidad de energía solar de onda corta que incide diariamente sobre la superficie terrestre dentro de una región geográfica determinada, considerando las variaciones estacionales originadas por la duración del día y la trayectoria solar. En la **figura 8**, se detalla la cantidad de incidencia solar.

Requiere una evaluación financiera completa, considerando la inversión inicial, mantenimiento y operación. Estos costos varían según la tecnología utilizada, el fabricante, la potencia, ubicación. Los sistemas autónomos, al requerir baterías, suelen ser más costosos que los conectados a red. En la **figura 8** se presenta un esquema general de los costos en porcentaje.

Figura 8

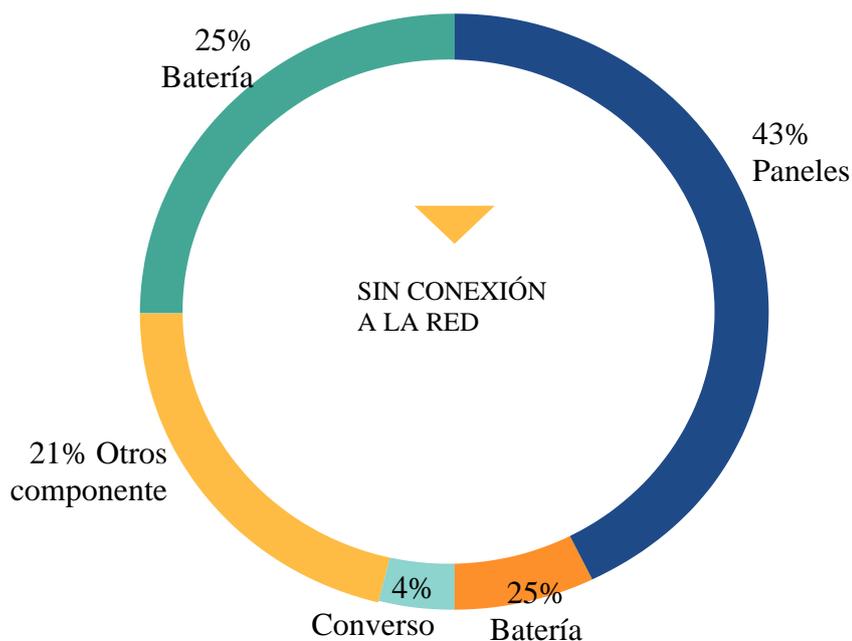
Distribución de energía solar incidente diaria en el distrito de Curahuasi



Nota. El gráfico representa la incidencia solar promedio, con datos que van desde el año 2016 al 2024. <https://es.weatherspark.com/y/25211/Clima-promedio-en-Curahuasi-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Figura 9

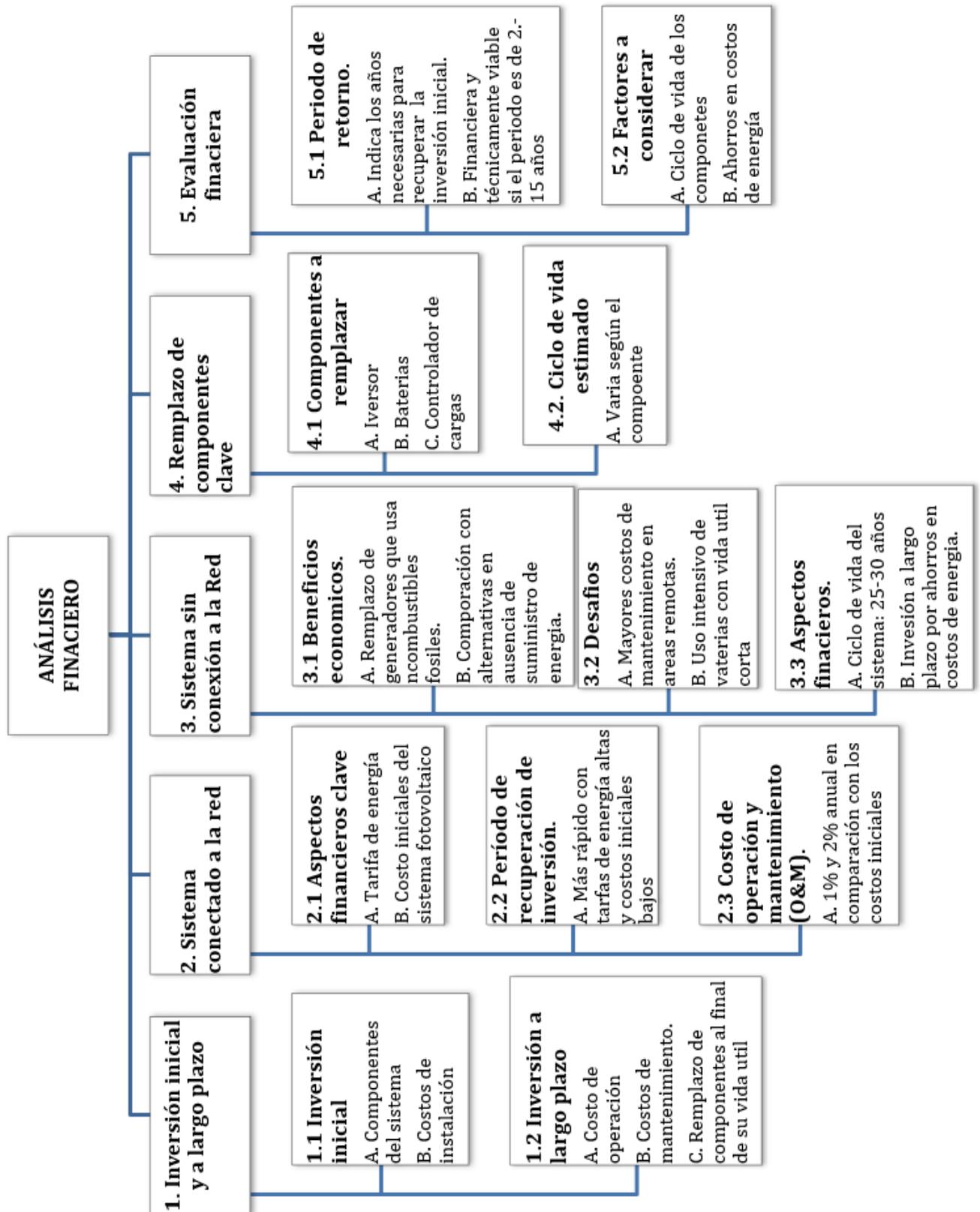
Costos de los componentes de un sistema fotovoltaico en Brasil 2017



Nota. El esquema muestra el precio de los componentes por porcentajes. Tomado de *guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social* (p.24), por Passos, Alarcon, & Wilhelm.

Figura 10

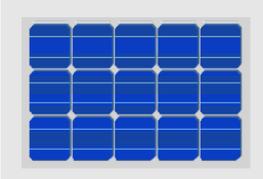
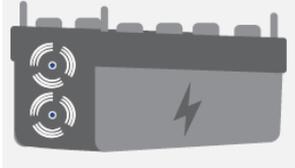
Análisis financiero de la implementación del sistema fotovoltaico.



Nota. Se muestra el resumen del análisis financiero, adaptado de *guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos*, por Passos, Alarcon, & Wilhelm

Tabla 2

Ciclo de vida del sistema fotovoltaico-componentes.

Componentes del sistema Fotovoltaico		Ciclo de vida
Panel fotovoltaico		25 a 30 años
Convertor		5 a 15 años
Baterías		Plomo - ácido 3 a 5 años
		Ion Litio 8 a 10 años
Controlador de carga		10 a 15 años

Nota. Se muestra el ciclo de vida de los componentes del sistema fotovoltaico. Tomado de *guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social* (p.25), por Passos, Alarcon, & Wilhelm.

2.2.2.5 Cálculo de Retorno de inversión.

ETAPA 1: Calcular los costos iniciales del sistema fotovoltaico

Conocer inicialmente su potencia nominal para el costo de los paneles fotovoltaicos expresado en (S/KWh), determinar los precios de los demás componentes, incluir todos los gastos asociados, como instalación, transporte, entre otros.

ETAPA 2: Calcular el ahorro de energía

Una vez determinada la producción anual de electricidad de un sistema fotovoltaico, es posible calcular el ahorro anual. es necesario estimar el porcentaje que se puede considerar como ahorro de la energía producida.

ETAPA 3: Calcular el período de retorno sencillo

La etapa final consiste en dividir el costo inicial del sistema fotovoltaico entre el ahorro anual generado. El resultado obtenido indica el número de años requeridos para recuperar la inversión inicial.

2.2.2.6 Superficie Asoleada

Se debe garantizar una superficie libre en el techo o algún terreno libre para instalar los paneles solares, y estos deben poder recibir total de incidencia solar, por lo menos de 9:00 a 17:00 horas. Es fundamental tener la limpieza periódica para el funcionamiento óptimo del panel solar.

a) Cálculo de la superficie necesaria

El área requerida para la disposición de los paneles fotovoltaicos depende de la demanda energética de la edificación, las características del panel fotovoltaico (potencia nominal y dimensiones), la potencia máxima del sistema fotovoltaico en cuestión y la distribución de los paneles fotovoltaicos.

Por ejemplo, si el panel fotovoltaico el cual se empleara tiene una potencia nominal de 250 Wp y una superficie de 1,6 m² (estos datos se pueden encontrar en la ficha de especificaciones del panel fotovoltaico), se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{potencia nominal}}{\text{Superficie del panel}} = \text{Potencia por superficie del panel}$$

$$\frac{250 \text{ Wp}}{1.60 \text{ m}^2} = 156,25 \text{ wp/m}^2$$

Si el arreglo de paneles tiene una potencia máxima de 4000 Wp, la superficie total necesaria de los paneles fotovoltaicos será:

$$\frac{\text{potencia máxima}}{\text{potencia por superficie del panel}} = \text{superficie necesaria}$$

También es necesario considerar la separación entre los paneles fotovoltaicos, esta información se puede obtener a partir del fabricante de los paneles fotovoltaicos, de acuerdo a (Passos, Alarcon, & Wilhelm, 2018) “se puede considerar un espacio de 0.20 m entre los paneles fotovoltaicos, que se debe sumar a la superficie total del arreglo de paneles”.

b) Orientación e inclinación adecuada de la superficie

El área destinada para la instalación de los paneles fotovoltaicos debe contar con la máxima exposición continua a la energía solar. Con el fin de optimizar la captación de energía solar, es fundamental que los módulos fotovoltaicos se dispongan en dirección hacia el ecuador, ya que esta orientación maximiza el aprovechamiento de la radiación solar incidente en función de la localización geográfica. Además de una orientación adecuada, los paneles deben ser instalados con la inclinación correcta, considerando la ubicación geográfica específica.

2.2.2.7 Donde instalar paneles fotovoltaicos.

La disposición de los distintos elementos del sistema debe definirse durante la fase de diseño arquitectónico del edificio, en caso de ser construcciones nuevas, y debe asegurarse que existan áreas donde estos pueden ser localizados, particularmente.

Tabla 3.

Tipos de sistemas de montaje de los arreglos fotovoltaicos

	<p>1. Sistema de montaje en techos</p> <p>Usan soportes de metal o madera que se fijan en la cubierta para apoyar sobre las cuales se fijan los paneles fotovoltaicos.</p>
	<p>2. Sistema de montaje en postes</p> <p>Soportes montados en la parte superior de un poste. Estos tipos de sistemas son comunes para sistemas Fotovoltaicos “aislados”.</p>
	<p>3. Sistema de montaje sobre terreno</p> <p>Normalmente soportes usados al nivel del suelo. Los paneles fotovoltaicos se fijan sobre soportes de metal o de madera.</p>

Nota. Se muestra los tres tipos de sistemas de montaje de paneles fotovoltaicos con su respectiva descripción. Tomado de *guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social* (p.34), por Passos, Alarcon, & Wilhelm.

2.2.2.7.1 Capacidad portante del techo

Evaluar las condiciones estructurales del techo para determinar su capacidad de carga adicional. Cuando se trabaje en estructuras ya existentes, es esencial buscar la asesoría de un profesional calificado para evaluar dichas condiciones. Por lo general, la instalación de un conjunto de paneles solares con sus soportes añadirá alrededor de 20 kg/m² a la carga del tejado. En regiones con condiciones climáticas extremas, como vientos fuertes o huracanes, es crucial evaluar y calcular la necesidad de reforzar tanto los arreglos de los paneles solares como sus sistemas de soporte, así como la estructura del edificio en general.

Tabla 4*Sistemas de montaje de instalación fotovoltaica*

Sistema de montaje	Ventajas	Desventajas
Techo	Reducida probabilidad de sombreado; Prevención ante posibles daños causados por animales o actos de vandalismo.	<p>Peligro de caídas durante la fase de instalación y durante las labores de mantenimiento.</p> <p>La estructura del techo debe ser capaz de resistir tanto el peso adicional permanente de los paneles solares y sus soportes como el peso temporal de los instaladores y los trabajadores de mantenimiento.</p> <p>La instalación y el mantenimiento se vuelven más desafiantes debido a la elevación.</p>
Poste	<p>Fácil de instalar.</p> <p>Menos posibilidades de sombra.</p> <p>Protección contra animales y vandalismo.</p>	<p>Adecuado solamente para pequeños Sistemas Fotovoltaicos.</p> <p>La instalación y el mantenimiento son más difíciles por estar elevados.</p>
Terreno	<p>Fácil de instalar.</p> <p>Fácil mantenimiento.</p> <p>Adecuado para cualquier tamaño de Sistema Fotovoltaico.</p> <p>Soporte estructural robusto.</p>	<p>Más posibilidades de sombra.</p> <p>Más vulnerabilidad o situaciones de vandalismo</p>

Nota. Se muestra las ventajas y desventajas de los sistemas de montaje de instalaciones fotovoltaicas. Tomado de *guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social* (p.35), por Passos, Alarcon, & Wilhelm.

2.2.2.7.2 Otros componentes.

Otros aspectos a tener en cuenta para la ubicación del resto del sistema incluyen:

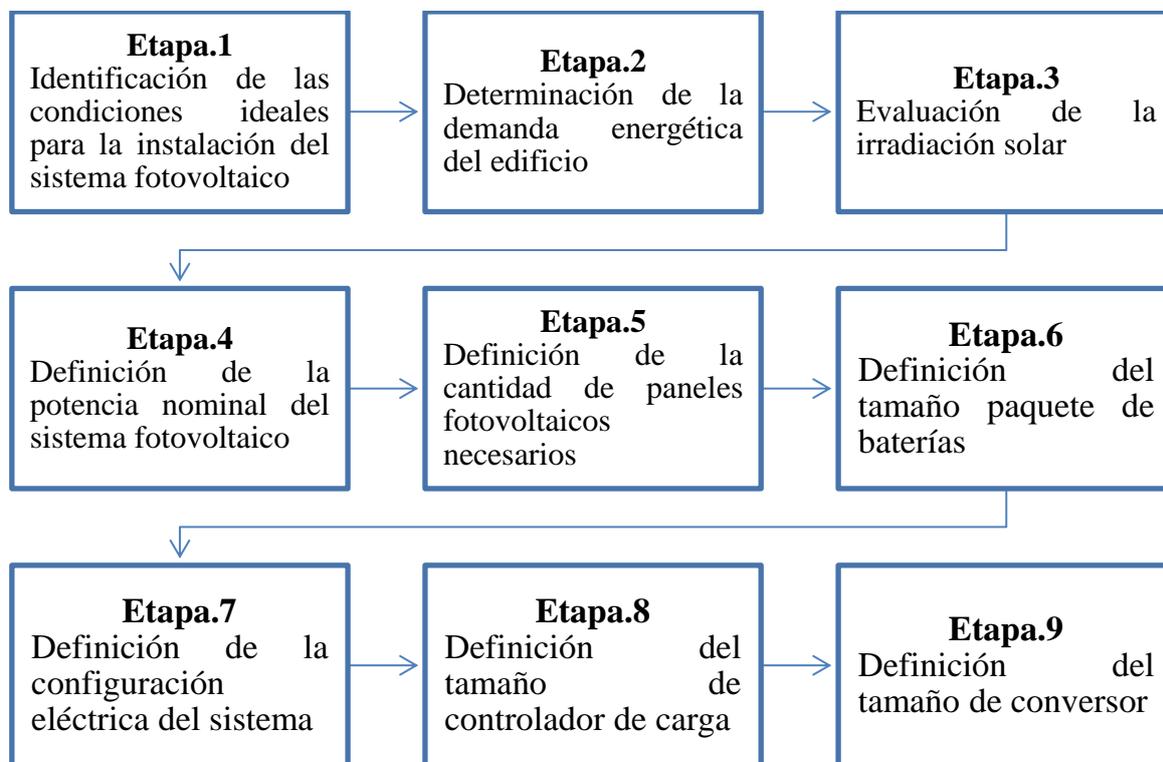
- Es recomendable evitar la instalación de equipos eléctricos en áreas expuestas a altas temperaturas, luz solar directa, lluvia o humedad.
- Proporcionar una ventilación adecuada, en caso necesario, sistemas de refrigeración a los equipos que generen calor, como inversores, baterías y controladores de carga.
- Es crucial considerar las especificaciones particulares de ciertos equipos, las cuales deben ser revisadas de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

2.2.2.8 Cálculo de dimensiones de los sistemas fotovoltaicos

El dimensionamiento de los sistemas de energía solar fotovoltaico independientes de la red eléctrica es más complicado debido a la variabilidad del recurso solar. Este factor debe ser considerado para garantizar la autonomía del sistema, por lo que es necesario dimensionar y especificar correctamente la infraestructura correspondiente.

Figura 11

Etapas para dimensionar un sistema fotovoltaico sin conexión a una red



Nota. Se muestra un esquema de etapas para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico. Adaptado de *guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social*, por Passos, Alarcon, & Wilhelm.

a) Etapa 1: Identificación de las condiciones ideales para la instalación del sistema fotovoltaico

La eficiencia de los sistemas fotovoltaicos depende de su correcta orientación y del ángulo de inclinación de los paneles. El ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos corresponde al ángulo formado entre la superficie de los paneles y el plano horizontal. El ángulo ideal para la inclinación de los paneles suele coincidir con la latitud del área en cuestión. La Tabla 5 muestra las latitudes de varias ciudades de la región, así como las orientaciones y los ángulos de inclinación sugeridos para la instalación de los paneles solares.

Según (Passos, Alarcon, & Wilhelm, 2018) destacan que los fabricantes de paneles solares no recomiendan estructuras fotovoltaicas instaladas con ángulo de inclinación menores de 10°.

Tabla 5*Latitud, ángulo de inclinación y orientación para ciudades de Perú*

CIUDAD	LATITUD LOCAL	ORIENTACIÓN Y ÁNGULO DE INCLINACIÓN RECOMENDADOS PARA EL ARREGLO DE PANELES
Arequipa	16°25'S	16° Orientación norte
Cusco (Curahuasi)	13°32'S	13° Orientación al norte
Lima	12°03'S	12° Orientación al norte
Trujillo	8°6'S	10° Orientación al norte

Nota. Se muestra la orientación y el ángulo con que se colocará los paneles solares en los techos, por tratarse de distancias geográficas cortas, se asuma que la comunidad a intervenir tendrá la misma orientación y angula que la ciudad de Cusco. Tomado de *guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social* (p.40), por Passos, Alarcon, & Wilhelm.

b) Etapa 2: Determinación de las condiciones óptimas para la implementación de un sistema de energía solar.

La estimación del consumo energético de la construcción es un factor fundamental para determinar el tamaño adecuado del sistema fotovoltaico. Es crucial analizar el patrón temporal de dicho consumo; por ejemplo, en una vivienda rural, la mayor demanda de energía ocurre durante las horas nocturnas.

Para construcciones nuevas se puede calcular el uso de la energía a partir de las clasificaciones de los equipos electrodomésticos y los perfiles de uso de carga esperada (potencia) x horas de uso anuales.

Se lleva a cabo un análisis exhaustivo de los equipos eléctricos planificados, determinando su potencia nominal y el tiempo medio diario de funcionamiento, expresado en horas. Al multiplicar la potencia del dispositivo, expresada en vatios, por su periodo de operación, se calcula el consumo energético diario en vatios-hora. Si este proceso se aplica a todos los dispositivos eléctricos y se suman sus consumos, se puede obtener una estimación de la demanda diaria. No es imprescindible que los valores obtenidos sean precisos, aunque discrepancias significativas pueden ocasionar alteraciones en los cálculos referentes al tamaño del sistema; por lo tanto, se aconseja adoptar un enfoque conservador.

Tabla 6*Consumo de energía de aparatos domésticos comunes*

Aparato	Potencia (W)	Tiempo de operación (h/día)	Energía (KWh/día)
Aire acondicionado	600	8	4.8
ventilador de techo	73	8	0.584
computadora de mesa	62.5	8	0.5
Ducha eléctrica	5500	0.5	2.75
Lámpara fluorescente	23	5	0.115
Congelador	75	24	1.8
Calefactor eléctrico	1600	8	12.8
Módem de Internet	8	8	0.064
Horno microondas	1200	0.5	0.6
Monitor	55	8	0.44
Laptop	20	8	0.16
Impresora	15	1	0.015
Radio	5	10	0.05
Heladera	55	24	1.32
Equipo de música	110	3	0.33
TV 32"	95	5	0.475

Nota. Se muestra, de manera genérica, el consumo de energía de aparatos eléctricos, con su respectiva potencia. Tomado de *guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social* (p.41), por Passos, Alarcon, & Wilhelm.

c) Etapa 3: Evaluación de la irradiación solar

La radiación solar representa el flujo energético del sol que alcanza una superficie determinada por unidad de área en un intervalo temporal concreto, expresándose generalmente en kilovatios-hora por metro cuadrado diario (KWh/m²/día). El rendimiento de los sistemas fotovoltaicos guarda una relación directa con la intensidad de radiación solar captada por los módulos. Esta dependencia hace crucial un dimensionamiento preciso del sistema, que permita cuantificar la radiación media diaria recibida por los paneles solares a lo largo de un ciclo anual completo. **La Figura 8** ilustra los valores medios anuales de esta variable energética.

d) Etapa 4: Determinación de la potencia nominal del sistema fotovoltaico

Es fundamental determinar tanto el consumo energético anual como la radiación solar disponible en el lugar, para calcular potencia requerida del sistema fotovoltaico. La Tabla 7 presenta la demanda diaria de energía junto con los niveles de irradiación, permitiendo calcular la potencia fotovoltaica requerida para el sistema. En caso de que la demanda no se encuentre en la tabla, es posible obtener un valor aproximado utilizando el siguiente valor más alto o realizando una interpolación entre los dos valores adyacentes.

Tabla 7

Potencia nominal para suplir una determinada demanda de energía.

		Promedio anual de la irradiación solar según la latitud (kWh/m²/día)								
		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
Demanda de energía diaria (KWh/día)	0.25	250	200	167	143	125	111	100	91	83
	0.5	500	400	333	286	250	222	200	182	167
	0.75	750	600	500	429	375	333	300	273	250
	1	1000	800	667	571	500	444	400	364	333
	5	5000	4000	3333	2857	2500	2222	2000	1818	1667
	10	10000	8000	6667	5714	5000	4444	4000	3636	3333
	15	15000	12000	10000	8571	7500	6667	6000	5455	5000
	20	20000	16000	13333	11429	10000	8889	8000	7273	6667
	25	25000	20000	16667	14286	12500	11111	10000	9091	3333
	30	30000	24000	20000	17143	15000	13333	12000	10909	5000
	35	35000	28000	23333	20000	17500	15556	14000	12727	6667
	40	40000	32000	26667	22857	20000	17778	16000	14545	8333
	45	45000	36000	30000	25714	22500	20000	18000	16364	10000
	50	50000	40000	33333	28571	25000	22222	20000	18182	11667
	55	55000	44000	36667	31429	27500	24444	22000	20000	13333
	60	60000	48000	40000	34286	30000	26667	24000	21818	15000
	65	65000	52000	43333	37143	32500	28889	26000	23636	16667
	70	70000	56000	46666	40000	35000	31111	28000	25455	18333
	75	75000	60000	50000	42857	37500	33333	30000	27273	20000
	80	80000	64000	53333	45714	40000	35556	32000	29091	21667
85	85000	68000	56667	48571	42500	37778	34000	30909	23333	
90	90000	72000	60000	51429	45000	40000	36000	32727	30000	
95	95000	76000	63333	54286	47500	42222	38000	34545	31667	
100	100000	80000	56667	57143	50000	44444	40000	36364	33333	

Nota. Se muestra la potencia nominal necesaria de una determinada demanda de energía bajo las correspondientes condiciones de irradiación solar. Tomado de *guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social* (p.41), por Passos, Alarcon, & Wilhelm.

e) Etapa 5: Definición de la cantidad de paneles fotovoltaicos necesarios

La potencia fotovoltaica indicada en la tabla 7 corresponde a la potencia total del sistema en Wp. Para determinar la cantidad de paneles necesarios, es preciso dividir la potencia fotovoltaica total obtenida entre la potencia de un panel fotovoltaico individual.

$$\frac{\text{potencia nominal requerida}}{\text{potencia nominal de un panel}} = \text{cantidad de paneles necesarios}$$

f) Etapa 6: Dimensionamiento del banco de acumulación energética

El factor clave a considerar es la autonomía del sistema, es decir, la cantidad de días que las baterías pueden suministrar energía en ausencia de sol. La Tabla 8 muestra los requerimientos energéticos según diferentes escenarios de operación autónoma. Para obtener la cantidad necesaria de baterías, se debe dividir el valor de la carga de una sola batería y redondear el resultado.

$$\frac{\text{carga nominal de baterías requeridas}}{\text{potencia nominal de una batería}} = \text{cantidad de baterías necesarias}$$

Tabla 8

Valor aproximado de carga nominal de baterías de plomo-ácido (en Ah)

	Autonomía del sistema (días)		
	3	4	5
0.25	98	116	145
0.5	196	231	289
0.75	194	347	434
1	392	463	579
5	1961	2315	2894
10	3922	4630	5787
15	5882	6944	8681
20	7843	9259	11574
25	9804	11574	14468
30	11765	13889	17361
35	13725	16204	20255
40	15686	18519	23148
45	17647	20833	26042
50	19608	23148	28935
55	21569	25463	31829
60	23529	27778	34722
65	25490	30093	37616
70	27451	32407	40509
75	29412	34722	43403
80	31373	37037	46296
85	33333	39352	49190
90	35294	41667	52083
95	37255	43981	54977
100	39126	46296	57870

Nota. Se ilustra los valores aproximados de la carga nominal de las baterías, los cuales se consideran necesarios para satisfacer una demanda de energía específica, según las autonomías de carga correspondientes. Tomado de *guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social* (p.51), por Passos, Alarcon, & Wilhelm.

g) Etapa 7: Definición de la configuración eléctrica del sistema.

Una vez definido el tamaño del sistema y el banco de baterías, se debe establecer su configuración eléctrica. Las baterías suelen ser de 12 V, pero pueden conectarse en serie para

obtener 24, 36 o 48 V. El voltaje de carga es superior al nominal, usualmente un 20 % más. La configuración óptima depende del voltaje del sistema y del número de células por panel (36, 60 o 72), según el fabricante. El técnico define el número de paneles según la demanda del sistema. Las cadenas de paneles deben conectarse en paralelo y redondearse al número par más próximo. Para sistemas sin baterías, el controlador debe regular el voltaje hacia los dispositivos, evitando conexiones directas a los paneles.

Tabla 9

Configuración recomendada de cantidad de célula fotovoltaica por panel.

		Cantidad de células en el panel fotovoltaico elegido		
		36 células	60 células	72 células
Voltaje del banco de baterías (v)	12	1 panel por cadena	No se puede usar	No se puede usar
	24	2 paneles por cadena	1 panel por cadena	1 panel por cadena
	36	3 paneles por cadena	No se puede usar	No se puede usar
	48	4 paneles por cadena	2 paneles por cadena	2 paneles por cadena

Nota. La tabla presenta estimaciones de la capacidad nominal de las baterías, consideradas adecuadas para cubrir una determinada demanda energética, según los distintos niveles de autonomía requeridos. Tomado de *guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social* (p.51), por Passos, Alarcon, & Wilhelm.

h) Etapa 8: Definición del tamaño del controlador de carga.

Los controladores de carga regulan el voltaje suministrado por los paneles solares al sistema, garantizando un funcionamiento seguro y eficiente. Se seleccionan principalmente en función del voltaje y la potencia del sistema, siendo común encontrar modelos de 10 A, 20 A o 40 A. El voltaje nominal del controlador debe coincidir con el del banco de baterías o de los equipos si operan en corriente continua (DC). Es recomendable la asesoría de un profesional para una adecuada elección del dispositivo.

i) Etapa 9: Definición del tamaño del convertidor.

Los inversores, al igual que los reguladores fotovoltaicos, se definen por su voltaje, corriente y potencia nominal. Sin embargo, en estos dispositivos, la potencia (expresada en vatios) y el voltaje de operación son parámetros críticos, dado que los límites de corriente suelen ser superiores a los requerimientos reales del sistema. Es fundamental considerar tanto el voltaje de entrada (DC) —proveniente del sistema fotovoltaico— como el de salida (AC),

que se distribuye a los equipos eléctricos. El voltaje de entrada debe coincidir con el valor nominal del banco de baterías y del controlador de carga, mientras que el voltaje de salida debe ser igual al de los dispositivos conectados. En Perú y gran parte de América Latina, este valor es de 220 V o 110 V, dependiendo del estándar local.

2.2.2.9 Materiales sostenibles

La elección adecuada de materiales de construcción es clave para reducir el impacto ambiental de una edificación. Un material se considera sostenible si proviene de fuentes renovables o recicladas, tiene baja energía incorporada, es duradero, emite pocos contaminantes y puede reciclarse al final de su vida útil (DEGREN, 2019). Por otro lado, el confort térmico se refiere al bienestar que una persona experimenta en función de la temperatura ambiental. Está influenciado por la capacidad del cuerpo humano para mantener su temperatura interna. Condiciones térmicas inadecuadas pueden afectar la salud y reducir la productividad, especialmente en espacios con mal diseño o clima extremo.

2.2.2.10 Calidad de vida

El confort térmico, la ventilación natural, el control solar y la eficiencia energética en el diseño arquitectónico son determinantes clave para la calidad de vida, ya que afectan la salud, productividad y satisfacción de los usuarios (Givoni, 1998; Nicol et al., 2012)

2.2.2.11 Muro trombe

2.2.2.11.1 ¿Que es el muro Trombe?

El muro Trombe es una estrategia de climatización pasiva desarrollada por el ingeniero francés Félix Trombe y el arquitecto Jacques Michel en la década de 1960, cuyo objetivo principal es aprovechar la energía solar para calentar los espacios interiores de una edificación (Kalogirou, 2014). Esta tecnología ha demostrado ser especialmente eficaz en regiones frías con alta radiación solar, como las zonas altoandinas del Perú, donde el acceso a sistemas de calefacción convencional es limitado.

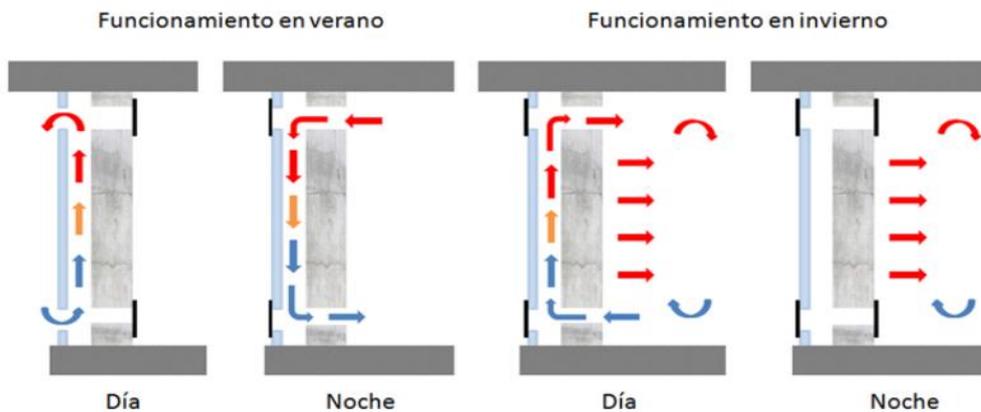
2.2.2.11.2 Principio de funcionamiento

El muro Trombe está compuesto por una masa térmica (generalmente un muro de concreto, ladrillo o adobe pintado de negro) orientada hacia el norte en el hemisferio sur, separada del exterior por una lámina de vidrio y una cámara de aire intermedia. Durante el día, la radiación solar atraviesa el vidrio, se acumula en el muro y calienta el aire en la cámara. A

través de orificios ubicados en la parte superior e inferior del muro, se genera una circulación natural de aire caliente hacia el interior de la vivienda (Duffie & Beckman, 2013).

Figura 12

Funcionamiento del muro trombe



Nota. Se ilustra el funcionamiento del muro trombe en las estaciones de verán e invierno.

Adaptado de retokommerling. <https://retokommerling.com/muro-trombe/>

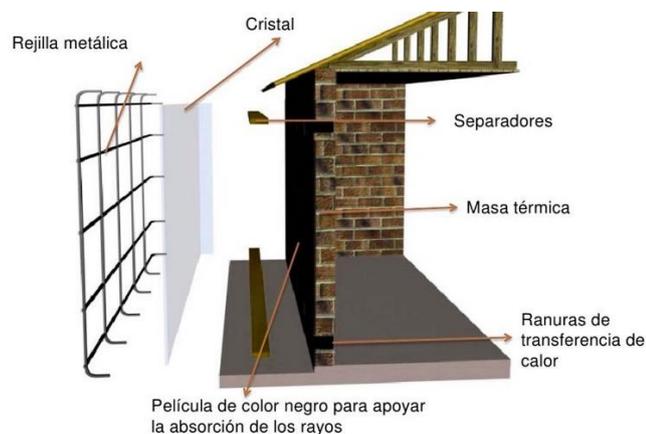
2.2.2.11.3 Componentes y diseño de un muro trombe.

Un diseño eficiente del muro trombe considera-

- Masa térmica: Material con alta capacidad térmica
- Vidrio: Debe permitir la entrada de radiación solar y minimiza la pérdida de calor
- Cámara de aire: Generalmente 2cm de espesor, permite la circulación de aire
- Orificios de convección: facilitan el flujo de aire caliente al interior y frío al exterior
- Pintura negra: Aumenta la absorción del muro (Giovani, 1994)

Figura 13

Esquema del muro trombe



Nota. Se muestra las partes del muro trombe. Adaptado de retokommerling.

<https://retokommerling.com/muro-trombe/>

2.2.2.11.4 Ventajas y limitaciones

El muro Trombe permite aumentar la temperatura interior en horas nocturnas sin consumo energético, contribuyendo al confort térmico pasivo y a la sostenibilidad del edificio (Balcomb, 1992). Sin embargo, su efectividad depende de la correcta orientación, materiales adecuados y buen diseño arquitectónico. Además, pueden presentarse pérdidas térmicas por la noche si no se controla adecuadamente el flujo de aire (Zalewski et al., 2002).

Figura 14

Aplicación del muro trombe



Nota. Se muestra la aplicación del muro trombe. Adaptado de diario el correo. <https://diariocorreo.pe/peru/los-muros-trombe-el-calefactor-natural-de-la-vivienda-andina/>

2.2.2.12 Reglamento nacional de edificaciones 2024

2.2.2.12.1 Reglamento EM.110 sobre confort térmico y lumínico con eficiencia energética.

El marco regulatorio aplicable al proyecto se establece mediante el DECRETO SUPREMO N° 001-2022-VIVIENDA, instrumento normativo originalmente promulgado en 2014 y actualizado en 2022. Esta disposición legal constituye la base técnica para examinar el desempeño de condición de transmitancia térmica en los cerramientos verticales existentes.

2.2.2.12.2 Norma A.020- Vivienda (2021).

La norma se dio bajo la RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 188-2021-VIVIENDA Vigente desde 2021, Para el proyecto se toma como referencia sobre todo a los siguientes capítulos: Capítulo II: El documento define los parámetros mínimos de área construida, altura de los ambientes, e incluye también requisitos sobre iluminación y ventilación. Capítulo IV: donde se especifica la dotación de servicios sanitarios

2.2.2.12.3 E.030- Diseño Sismorresistente (2019)

La norma se dio bajo la RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 355-2018-VIVIENDA Vigente desde 2018 el reglamento en mención nos ayudara con el diseño de la vivienda para que esta pueda considerarse una vivienda sostenible sismorresistente, Capítulo II: nos ayudara a determinar Las zonas sísmicas y los factores de zona, las condiciones geotécnicas en las que se encuentra el lugar de construcción, Capítulo III: Este segmento contribuye a clasificar la edificación según su uso, estructura portante y nivel de uniformidad geométrica.

Capítulo IV: Aquí se examinan variables clave del comportamiento estructural, incluyendo la cortante basal, los tiempos de vibración y la aceleración según el espectro.

2.2.2.12.4 IS.010-Instalaciones sanitarias para edificaciones (2012).

La norma se dio bajo la RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 017-2012-VIVIENDA Vigente desde 2012, La norma define los lineamientos para proyectar y ejecutar sistemas sanitarios en construcciones, enfocándose en su funcionamiento eficiente y en la gestión responsable del agua disponible.

2.2.2.12.5 IS.020- Tanques sépticos (2006).

La normativa técnica no ministerial (2006) provee los criterios básicos para proyectar unidades de tratamiento primario, incluyendo, cálculo del volumen de sedimentación optimización del tiempo de contacto, Manejo de subproductos del proceso. El volumen de diseño nos permitirá calcular la capacidad del biodigestor requerido para las viviendas. Además, se determinará el tiempo de mantenimiento, los campos de percolación y se establecerán criterios para los aspectos constructivos

2.2.2.12.6 EM.010- Instalaciones eléctricas interiores (2019).

La norma se dio bajo la RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 083-2019-VIVIENDA Vigente desde 2019 el Capítulo II Establecerá los cimientos técnicos del diseño de los sistemas eléctricos internos, contemplando aspectos como la iluminación requerida y el cálculo del consumo energético.

2.2.2.13 Guía de estrategias de diseño bioclimático para el confort térmico.

El Ministerio de Educación emite un documento en 2021 estableciendo pautas orientadas a lograr condiciones térmicas adecuadas en ambientes interiores, utilizando principios de diseño bioclimático. Además, proporciona herramientas para calcular el confort térmico utilizando la carta de Giovani.

3 METODOLOGÍA

3.1 **Ámbito de estudio: Localización política y geográfica**

El estudio se desarrolló en el sector Cuncac, perteneciente a la comunidad de Ccocha, situada en el distrito de Curahuasi, provincia de Abancay, en el departamento de Apurímac. Esta zona se geolocaliza junto a la carretera interoceánica que conecta Perú con Brasil, a una distancia aproximada de dos horas y media desde la ciudad del Cusco.

3.1.1 *Ubicación geográfica*

Coordenadas Geográficas:

Latitud: -13.5425

Longitud: -72.6958

Latitud: 13°32'33" Sur

Longitud: 72°41'45" Oeste

Coordenadas UTM:

Este : 753900 – 756900

Norte : 8496400 – 8501800

Altura : 3083.88 – 2000.00 m.s.n.m.

Ubicación Política:

Región: Apurímac

Provincia: Abancay

Distrito: Curahuasi

Comunidad-Sector: Cocha – Cuncac.

Ubicación Hidrográfica.

Región Hidrográfica: Apurímac

Cuenca: Inter cuenca Alto Apurímac

Sub cuenca: Quebrada Honda

Límites del Distrito de Curahuasi:

Norte: Río Apurímac, Distrito de Mollepata

Sur: Comunidad de Cocha

Oeste: Sector de Carmen Monterrico

Este: Quebrada Onda

3.1.2 Accesibilidad

La Comunidad campesina de Ccocha-Cuncac (Curahuasi, Apurímac) se ubica a 71 km por vía terrestre desde el núcleo urbano de Abancay, conectado mediante la carretera PE-3, clasificada como ruta departamental según el Plan Vial Nacional 2023, la cual se encuentra en buen estado. El tiempo estimado de viaje en automóvil es de alrededor de 50 minutos.

Al interior de la comunidad, así como entre comunidades, existen trochas carrozables por las que permanentemente circulan vehículos de transporte que presentan servicio a nivel de comunidades y de ellas a la ciudad del Abancay y provincias.

Tabla 10

Rutas de ingreso a la zona donde se desarrollará el proyecto

Tramos	Tipo de Vía	Distancia (km)
Abancay – Curahuasi	Asfaltada	71
Cusco – Cuncac	Asfaltada	112
Curahuasi – Cuncac	Trocha Carrozable	16
Total, Abancay-Cuncac		87
Total, Cusco-Cuncac		128

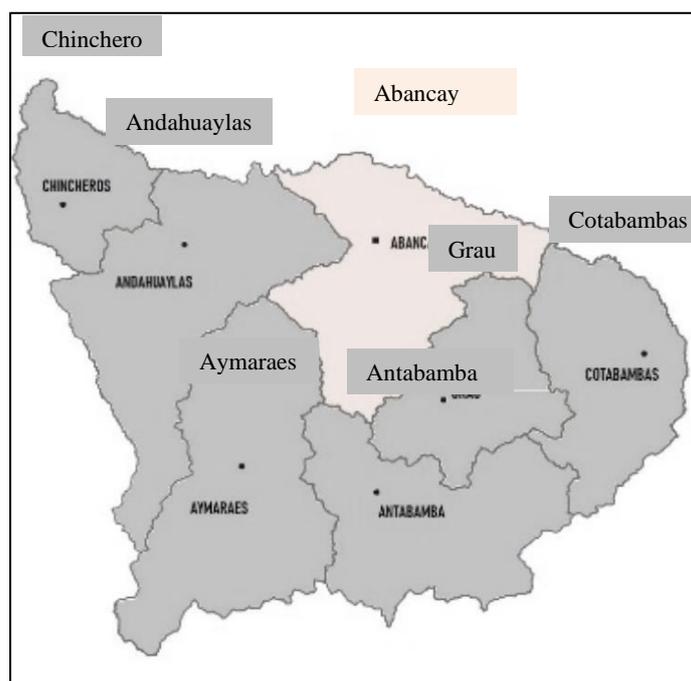
Nota. La tabla 11 muestra las distancias desde las ciudades más importantes hacia la comunidad donde se plantea el proyecto, esto nos permite estimar el tiempo que nos toma llegar desde cualquier ciudad hacia la comunidad.

Figura 15

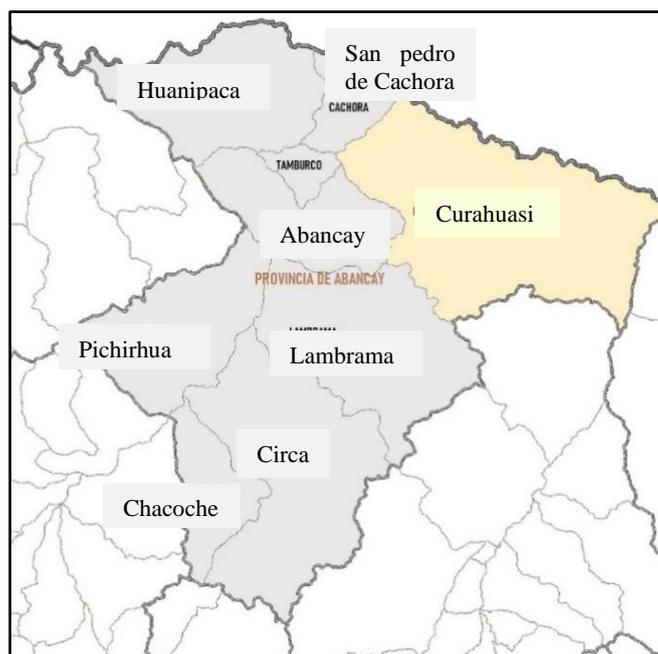
Mapa de ubicación departamental



Nota. Tomado de. Ministerio de desarrollo de inclusión social, 2017. <https://sdv.midis.gob.pe/RedInforma/Upload/Mapa/APURIMAC>

Figura 16*Mapa de ubicación provincial*

Nota. Tomado de. Ministerio de desarrollo de inclusión social, 2017. <https://sdv.midis.gob.pe/RedInforma/Upload/Mapa/APURIMAC>

Figura 17*Mapa de ubicación Distrital*

Nota. Tomado de. Ministerio de desarrollo de inclusión social, 2017. <https://sdv.midis.gob.pe/RedInforma/Upload/Mapa/APURIMAC>

3.2 Tipo de investigación

La investigación corresponde al tipo **aplicada**, puesto que se pretende resolver problemas existentes con la intención de generar cambios y asimismo será un medio para la toma de decisiones

3.3 Enfoque de investigación

El estudio emplea un enfoque **cuantitativo** para: (1) caracterizar materiales mediante ensayos normalizados, (2) modelar estructuras según la norma E.060, y (3) diseñar sistemas sanitarios acordes a IS.010-IS.020, garantizando repetibilidad y ajuste a regulaciones peruanas. Además, se presentará una propuesta para las instalaciones eléctricas según la norma EM.020 (instalaciones eléctricas interiores), así como el presupuesto y la programación del proyecto para la vivienda sostenible modular.

3.4 Alcance de estudio

Esta investigación emplea un marco **descriptivo** para analizar la relación dialéctica entre el desarrollo proyectual y la materialización constructiva de una solución habitacional sostenible en Ccocha (Curahuasi-Abancay, Apurímac), determinando su incidencia en indicadores de nivel de vida para el período 2024. Abordando aspectos como el **Diseño arquitectónico y estructural**, donde se analizaron y definieron las características fundamentales del diseño arquitectónico y estructural del módulo de vivienda sostenible. Esto incluyó la selección de materiales, distribución espacial y aspectos estructurales que influyan directamente en la habitabilidad y sostenibilidad del espacio. **Instalaciones Sanitarias**, Se examinó cómo deben ser diseñadas y planificadas las instalaciones sanitarias en el módulo de vivienda sostenible para garantizar su funcionamiento óptimo y su contribución al bienestar de los residentes.

Instalaciones Eléctricas en el cual Se determinó la configuración y características necesarias de las instalaciones eléctricas para el módulo de vivienda sostenible, considerando la eficiencia energética y la integración de sistemas fotovoltaicos para el aprovechamiento de energía renovable, **Confort térmico**, donde Se buscó comprender cómo las decisiones de diseño, tanto arquitectónicas como técnicas, influyen de forma directa sobre los indicadores de nivel de vida de los habitantes de la comunidad campesina de Ccocha, ubicada en el ámbito geográfico de Cuncac, identificando y explicando las relaciones causales entre estos aspectos y la mejora del bienestar de los residentes.

3.5 Diseño de investigación

El diseño de la investigación que se aplicó es de **tipo no experimental** ya que, está basado a la observación y comprensión de los elementos existentes en la comunidad; y en base a una recopilación de datos y mediante programas de software de modelamiento, análisis estructural costos y presupuestos, programación de obra, así como modelamiento térmico, se validaran las propuestas de diseño de la vivienda sostenible bajo las normativas correspondientes.

3.6 Población de estudio

La muestra de análisis comprende el conjunto de viviendas contempladas para intervención en el sector Cuncac, perteneciente a la comunidad de Ccocha, durante el año 2024.

3.7 Unidad de análisis.

Vivienda seleccionada para intervención en el sector Cuncac, perteneciente a la comunidad campesina de Ccocha.

3.8 Selección de la Muestra

Para la presente investigación se utilizó una estrategia mixta de selección muestral, en la cual se aplicaron tanto criterios de conveniencia como elementos del muestro probabilístico en diferentes etapas del proceso. A continuación, se detallan ambos enfoques:

3.8.1 Muestreo por conveniencia

En la primera etapa se identificaron las viviendas del sector Cuncac de la comunidad de Ccocha que presentaban las características más representativas del entorno rural altoandino, como el tipo de construcción predominante (viviendas de adobe), la antigüedad, el acceso a servicios básicos y la ubicación geográfica se defino como aquel en el que los elementos se seleccionan por su disponibilidad y accesibilidad (Fernández & Baptista, 2014), con el fin de trabajar con viviendas representativas y viables dentro del sector Cuncac.

3.8.2 Muestreo probabilístico

Una vez delimitado el grupo de viviendas con características comunes y representativas, se aplicó un procedimiento aleatorio, siguiendo el modelo probabilístico elemental (Borja Suárez, 2016) Cada una de las viviendas preseleccionadas tuvo la misma probabilidad de ser elegida para formar parte de la muestra final, este proceso buscó reducir el sesgo de la selección dentro del subconjunto de unidades previamente identificadas.

3.9 Tamaño de la muestra

En esta sección se detallan los criterios y cálculos aplicados para determinar el tamaño de muestra, distinguiendo entre los elementos requeridos para el **diseño técnico** del módulo sostenible y los datos necesarios respecto a las **viviendas existentes** en el sector de estudio.

3.9.1 *Tamaño de muestra para la vivienda*

En el caso del análisis de las viviendas existentes, no se aplicó un cálculo estadístico formal, sino que se utilizó un **muestreo no probabilístico por conveniencia**, el cual consiste en seleccionar los elementos que están disponibles o que presentan características representativas del universo (Hernández et al., 2014). En este sentido, se seleccionaron viviendas del sector Cuncac que cumplen con criterios de representatividad en cuanto al tipo constructivo, antigüedad, ubicación y accesibilidad para la recolección de datos.

3.9.2 *Tamaño de muestra para el diseño*

De acuerdo a (Borja Suárez, 2016) Para calcular el tamaño muestral cuando se trabaja con una población finita (es decir, cuando el total de elementos N es menor a 100,000), se emplea la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n: número de elementos que deben ser incluidos en la muestra

N: total de elementos que conforman la población de estudio.

P: Probabilidad de que la hipótesis sea verdadera.

q: (1 – p): probabilidad de no ocurrencia de la hipótesis

e: error estimado por estudiar una muestra en el lugar de toda la población.

Z: Coeficiente de confiabilidad (nivel de significancia que corresponde a una distribución normal según el % de confianza requerida.

En este estudio se ha optado por emplear un nivel de confianza del 90%, dado que no se cuenta con antecedentes específicos que justifiquen una mayor certeza estadística. Por tal motivo, se considera adecuado utilizar el valor correspondiente a dicho nivel de confianza, que equivale a un coeficiente Z de 1.65.

Dado que no se dispone de investigaciones anteriores relacionadas al tema, se adopta como criterio que las probabilidades de ocurrencia y no ocurrencia del evento (p y q) sean del 50%. De esta manera, se asume p = 0.5 y, por consiguiente, q también será 0.5. Además, se

considera un margen de error del 10%, el cual se estima como aceptable para el presente estudio.

Según al último padrón emitido por la comunidad de Ccocha del 2023 el número de empadronados es decir jefes de familia viene a ser 89, haciendo los cálculos respectivos resulta:

Tabla 11

Cálculo muestral para poblaciones finitas

Cálculo muestral	Parámetros
Z=	1.65
p=	50%
q=	50%
N=	89
e=	10%
N	22

Nota. se muestra los parámetros para el cálculo muestral

$$n = \frac{1.65^2 \times 50\% \times 50\% \times 89}{(10\%)^2(89 - 1) + 1.65^2 \times 50\% \times 50\%}$$

$$n = 22$$

Por consiguiente, el número de muestras para el presente estudio será de 22 viviendas.

3.9.3 Técnicas e instrumentos de investigación.

Para el desarrollo de la presente investigación, se emplearon diversas **técnicas e instrumentos de recolección de datos** que permitieron recopilar información tanto cuantitativa como cualitativa, a fin de fundamentar adecuadamente el diseño del módulo de vivienda sostenible. La investigación se enmarcó en un enfoque de **investigación-acción participativa**, involucrando directamente a los pobladores de la comunidad campesina de Ccocha, ubicada en zonas altoandinas.

3.9.3.1 Técnicas de recolección:

Las principales técnicas utilizadas fueron:

- **Encuesta estructurada:** Aplicadas a los jefes de familia, para obtener información sobre condiciones de habitabilidad, percepción del confort térmico y uso de energías renovables.
- **Observación directa estructurada:** Realizada durante la visita de campo para identificar condiciones constructivas, ubicación, orientación solar y comportamiento térmico.
- **Registro in situ de temperatura ambiental:** Mediante mediciones manuales realizadas durante distintos momentos del día en el interior de las viviendas seleccionadas.

- **Análisis documental y técnica:** Revisión de planos arquitectónicos, normativos, padrones comunales y documentos técnicos sobre edificaciones de adobe.
- **Procesamiento de datos con Software computacional:** se usaron diversas herramientas de modelado, simulación y análisis, tales como:
 - Microsoft Excel (análisis estadístico de encuestas estructuradas)
 - Autodesk Revit 2024 (diseño Arq. Instalaciones sanitarias, eléctricas)
 - SAP2000 (análisis estructural del módulo de vivienda)
 - Autodesk CFD (simulación térmica)
 - Python (modelo matemático de simulación térmica)

3.9.3.2 Instrumentos de investigación:

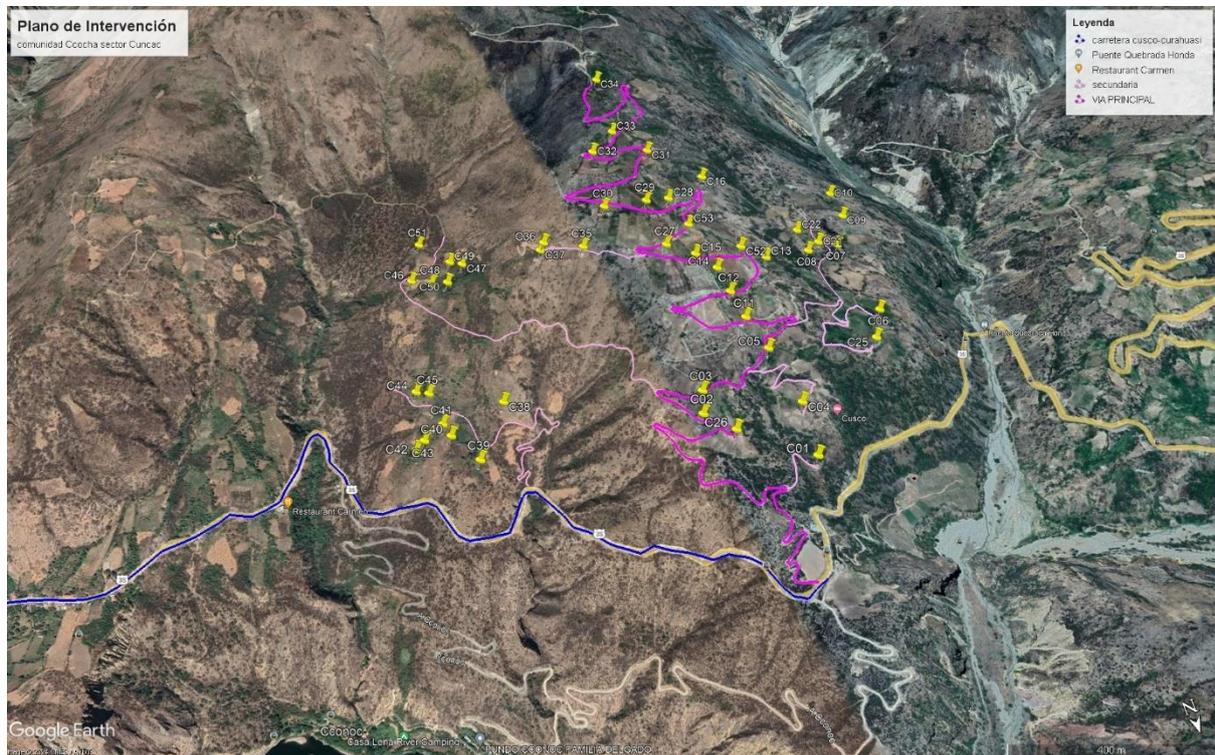
Los Instrumentos específicos utilizados para la recolección y procesamiento de datos fueron:

- **Encuestas estructuradas:** Diseñadas para recoger información directa de los pobladores
- **Fichas de observación técnica:** Empleadas para el registro de medidas constructivas, medidas del registro térmico.
- **Termómetro ambiental:** Instrumento usado para la medición de la temperatura dentro de la vivienda.
- **Planos arquitectónicos de edificaciones en adobe:** Utilizados como base para el análisis técnico y estructural
- **Dispositivo de captura fotográfica:** Para documentación visual del entorno y viviendas observadas.
- **Software especializado:** Como Revit 2024, Sap2000, Excel, Autodesk CFD 2023, Python, Utilizados para el diseño simulación, análisis estructural y procesamiento de datos técnicos presupuestarios

En la Figura 16 se ilustra el plan de intervención para las edificaciones existentes en el sector Cuncac de la comunidad de Ccocha.

Figura 18

Localización de intervención



Nota. En la figura, se verifica el esquema de intervención de la comunidad de Ccocha del sector Cuncac. Fuente extraído de. *Google Earth pro.*

Figura 19

Encuesta estructurada parte 1

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA:

A.- DATOS DE LA LOCALIDAD

Departamento _____ Provincia _____ Distrito _____ Comunidad _____

Fecha de Aplicacion de Encuesta _____ N° vivienda _____

B.- CARACTERÍSTICAS DEL ENTREVISTADO

1.- Nombre: (Opcional) _____

2.- Género: M F

3.- Integrantes en su familia: _____

3.1.- N° de familias: _____

4.- Edad:

- Niño
 Adolescente
 Joven
 Adulto
 Adulto mayor

5.- Nivel educativo alcanzado

- Sin estudio
 Primario
 Secundaria
 Superior no universitario
 Superior universitario

6.- Actividad a la que se dedica

- Ganadería
 Agricultura
 Comerciante
 Otro (Especifique) _____

7.- Ingreso Económico mensual

- S/. 0-930
 S/. 931-1500
 S/. 1501 a más

8.- Se encuentra afiliado a algún seguro de salud

- SIS
 ESSALUD
 Ninguno
 Otro (Especifique) _____

9.- Enfermedades más frecuentes

- Enfermedes Respiratorias
 Enfermedades diarreicas
 Otro (Especifique) _____

C.- SERVICIOS BÁSICOS

1.- ¿Cual es el tipo de alumbrado que tiene su vivienda?

- Electricidad
 Kerosene
 Petroleo/Gas
 Vela
 Otro (Especifique) _____

2.- ¿Qué aparatos eléctricos y electrodomésticos usas?
N°

- Celular
 Radio
 Focos
 Vela
 Otro (Especifique) _____

3.- ¿Qué electrodoméstico le gustaría usar?

- Refrigeradora
 Licuadora
 Radio
 TV
 Otro (Especifique) _____

4.- ¿Cuánto tiempo permanece en casa?/ (horario de actividad)

Turno	hora
Madrugada	_____
Mañana	_____
Tarde	_____
Noche	_____

5.- El abastecimiento de agua en su vivienda procede de:

- Red pública dentro de la vivienda
 Pilon de uso público
 Camión - cisterna u otro similar
 pozo
 Otro (Especifique) _____

6.- El servicio higiénico que tiene su vivienda esta conectado a:

- Red pública
 pozo séptico
 Pozo ciego o negro/letrina
 Rio acequia o canal
 Otro (Especifique) _____

Fuente. Elaboración propia

Figura 20

Encuesta estructurada parte 2

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA:

D.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

1.- Sistema constructivo de la vivienda:

Tipo	Espesor
<input type="checkbox"/> Albañilería	
<input type="checkbox"/> Concreto armado	
<input type="checkbox"/> Adobe	
<input type="checkbox"/> Madera	
<input type="checkbox"/> Otro _____	

2.- Número de pisos de la vivienda

1 piso

2 pisos

3.- El material predominante en los pisos es:

Tierra

Cemento

Madera (entablados)

Otro _____

4.- El material predominante en los techos es:

Tejas

Planchas de calamina

Paja / (Fibras vegetales)

Otro _____

5.- Tipo de evacuación de aguas pluviales

Canaletas

No tiene

Otro _____

E.- CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

1.- Ambientes con la que cuenta la vivienda:

Ambiente	Área
<input type="checkbox"/> Cocina	
<input type="checkbox"/> Dormitorio	
<input type="checkbox"/> Almacén	
<input type="checkbox"/> Galpon de animales	
<input type="checkbox"/> Otro _____	

2.- Número de pisos de la vivienda

1 piso

2 pisos

3.- Cuantas camas cuenta en el dormitorio

Nº de Camas	tam.
<input type="checkbox"/> 1 Cama	1 plaza
<input type="checkbox"/> 2 Camas	2plaza
<input type="checkbox"/> Otros _____	

4.- Tipo de cocina

Gas

Fogon

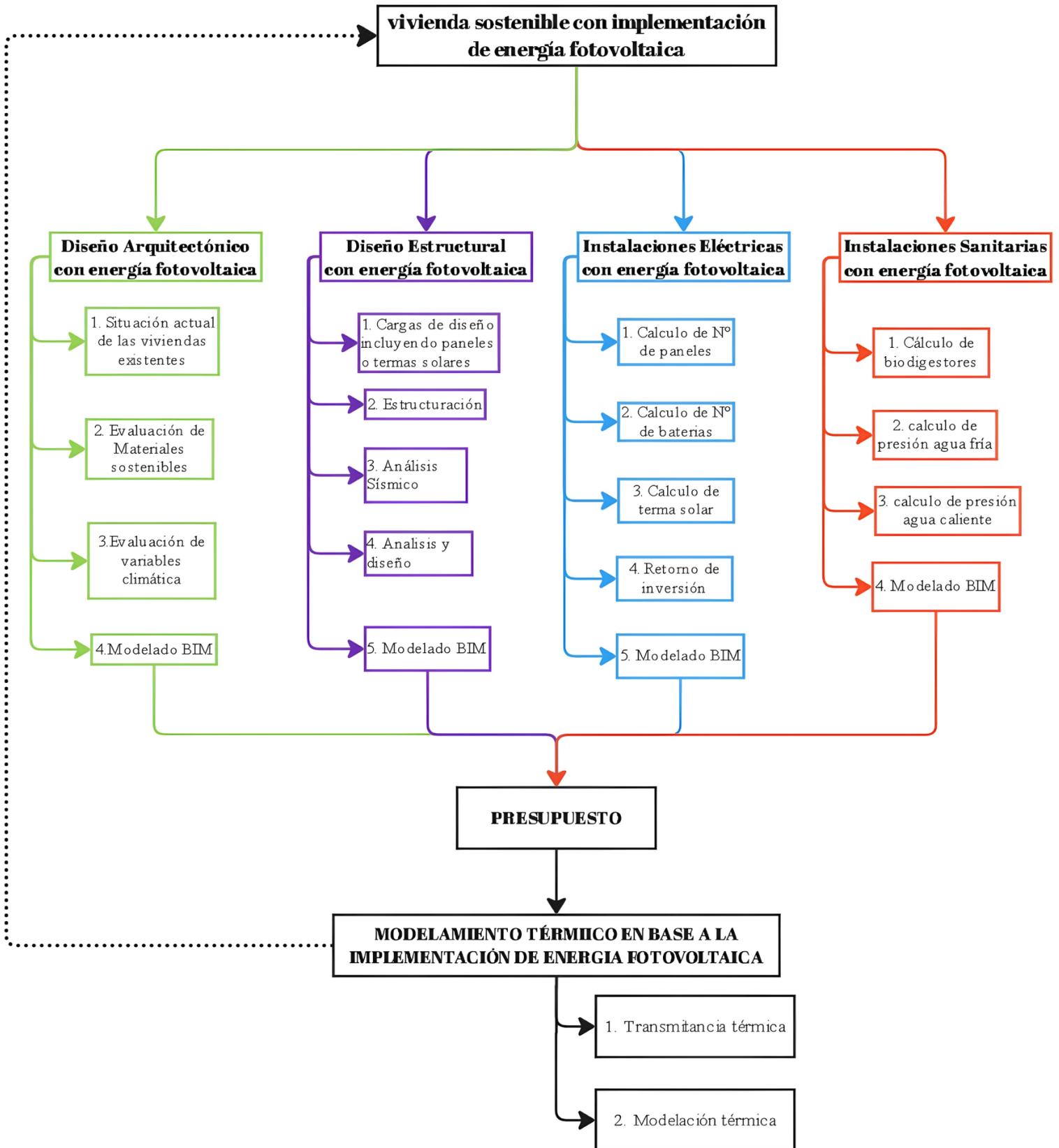
Ambos

Fuente. Elaboración propia

4 RESULTADOS:

Figura 21

Esquema general de los resultados

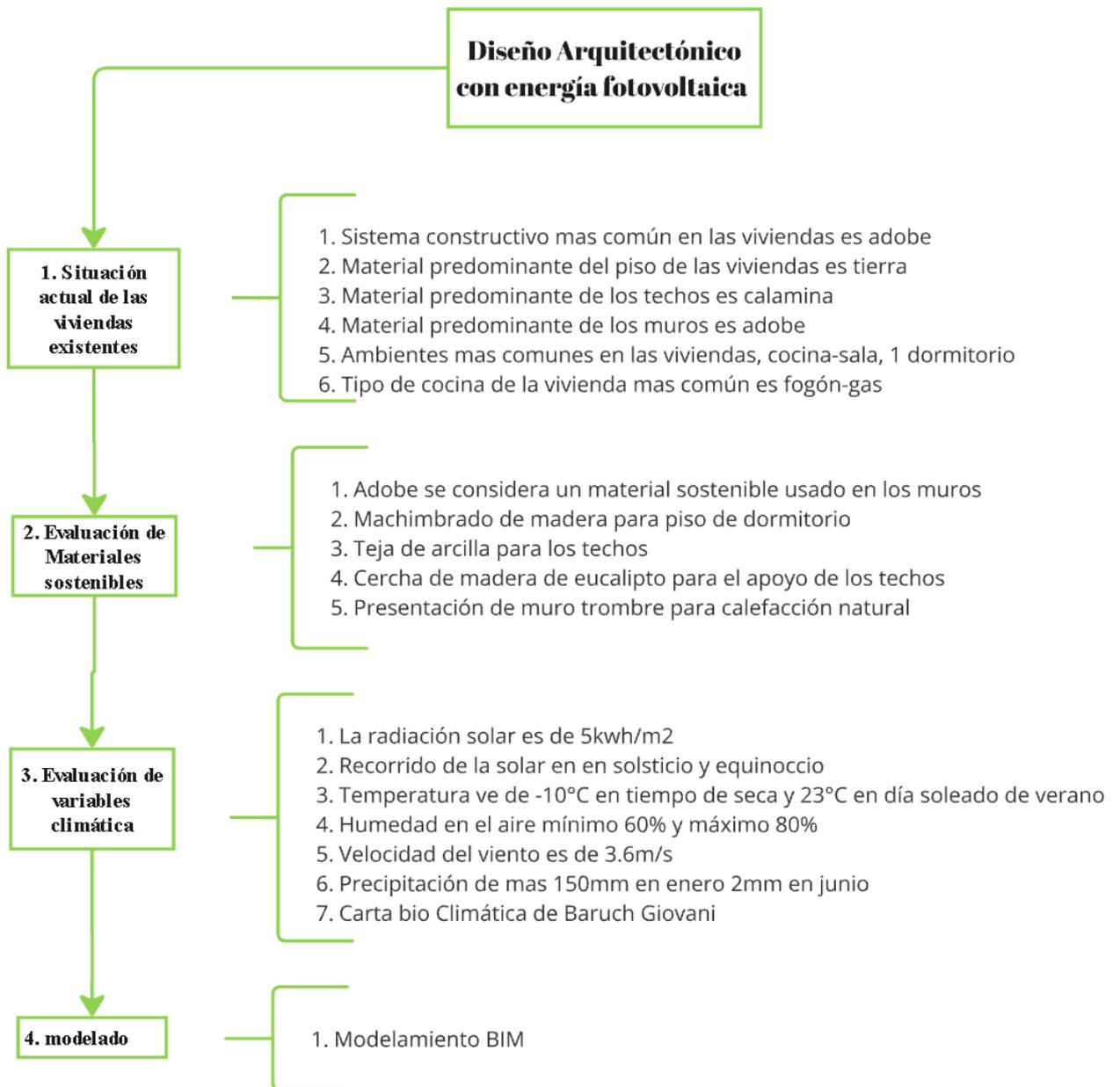


Nota. Se muestra el esquema general de los resultados obtenidos por especialidades con las actividades desarrolladas, en cada área.

4.1 Diseño Arquitectónico con energía fotovoltaica.

Figura 22

Esquema del diseño Arquitectónico



Nota. Se ilustra el esquema de todos los resultados obtenidos en la especialidad de arquitectura, se especifican los detalles de las actividades que se desarrollaron en el diseño arquitectónico de la vivienda

Para proponer el diseño Arquitectónico se realizó un análisis del estudio actual situacional del lugar donde se plantea el proyecto de tesis, y definir los materiales sostenibles con que se propondrá el diseño arquitectónico.

4.1.1 Estudio Situacional de viviendas.

Para llevar el análisis del contexto situacional, se aplicaron encuestas directas a la población, a través de las cuales se evaluaron cuatro componentes fundamentales, como: **condición socioeconómica, servicios básicos, características constructivas y características funcionales.**

A través de una reunión, se obtiene la oportunidad de consultar el padrón general del sector Cuncac, y mediante un proceso de muestreo se selecciona las viviendas más representativas de la zona para llevar a cabo encuestas, siendo los resultados:

4.1.1.1 Condición socioeconómica del área de estudio.

Este apartado presenta la cantidad de viviendas encuestadas, las cuales constituyen la muestra del estudio. Las encuestas fueron dirigidas al jefe o representante principal de cada núcleo familiar. En la tabla N.º12 se expone un resumen general de la información recolectada, la cual servirá como base para un análisis más detallado. Por su parte, la tabla N.º12 muestra el número de miembros que conforman cada familia.

Tabla 12

Resumen general del resultado de la condición socioeconómica

N°	Líder de la fam.	N° de Integrantes	Ingreso Económico	Actividad a la que se dedica	Nivel Educativo	Afiliación de seguro de salud	Enfermedades Frecuentes
1	Saul Arredondo Quispe	5	1500	Agricultura	secundaria	SIS	Respiratorias
2	Hilario Cano Pedraza	1	600	Agricultura	sin estudio	SIS	Respiratorias
3	Marleni Cano Pedraza	4	1500	Agricultura	secundaria	SIS	Respiratorias
4	Grimaldo Cano Quispe	5	1200	Agricultura	secundaria	SIS	Respiratorias
5	Ubaldino Yupanqui Valderrama	4	900	Agricultura	sin estudio	SIS	Respiratorias
6	Alejandro Arredondo Gabancho	2	1500	Agricultura	primaria	SIS	Respiratorias
7	Joel Arredondo Quispe	4	1500	Agricultura	secundaria	SIS	Respiratorias
8	Marcelo Pedraza Ochoa	5	900	Agricultura	sin estudios	SIS	Respiratorias
9	Carlos Daniel Zúñiga Avalos	4	1300	Agricultura	secundaria	SIS	Respiratorias
10	Federico Cano Gabancho	3	900	Agricultura	primaria	SIS	Respiratorias
11	Emperatriz Avalos Cáceres	2	300	Agricultura	sin estudios	SIS	Respiratorias
12	Santos Huachaca Pedraza	2	800	Agricultura	sin estudios	SIS	Respiratorias
13	Wilfredo Zúñiga Huamán	5	900	Agricultura	primaria	SIS	Respiratorias
14	Gabancho Cruz Benedicta	4	1100	Agricultura	secundaria	SIS	Respiratorias
15	Cuellar Alarcón Enrique	2	1200	Agricultura	primaria	SIS	Respiratorias
16	Chaparro Blas Sabino	4	1300	Agricultura	primaria	SIS	Respiratorias
17	Crisóstomo Ocho Avalos	2	900	Agricultura	sin estudios	SIS	Respiratorias
18	Celestino Pedraza Ochoa	3	600	Agricultura	sin estudios	SIS	Respiratorias
19	Jaime Ochoa Vilcas	4	1300	Agricultura	secundaria	SIS	Respiratorias
20	Julio Gabancho Cruz	4	1400	Agricultura	secundaria	SIS	Respiratorias
21	Santiago Gabancho Choccata	2	850	Agricultura	sin estudio	SIS	Respiratorias
22	Gabancho Ojeda Eusebio	4	1300	Agricultura	secundaria	SIS	Respiratorias

Nota. Se muestra la lista de encuestados, así como un resumen general del resultado

Tabla 13*Tipo y cantidad de habitantes por jefe de familia*

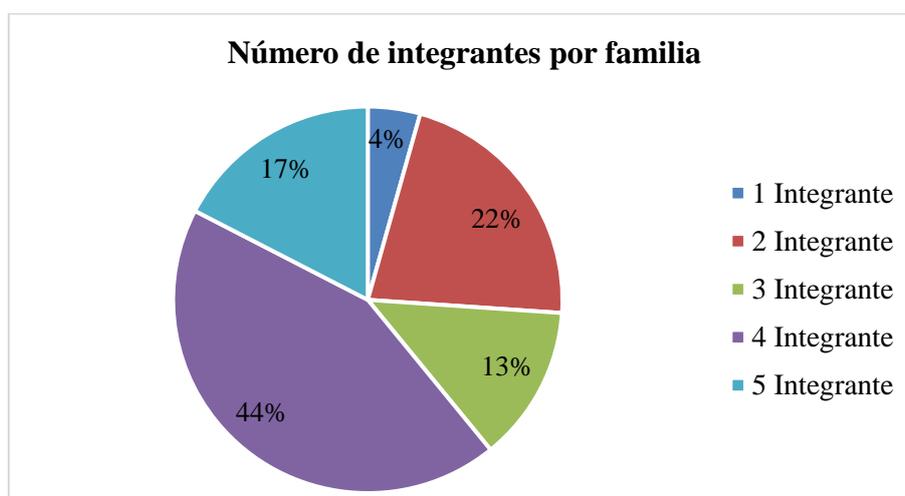
Jefe del hogar	Habitantes de la vivienda	Cantidad	Edad
Saul Arredondo Quispe:	Adulto	2	40,35
	Adolescente	2	14,16
	Niño	1	10
Hilario Cano Pedraza:	Adulto mayor	1	70
Marleni Cano Pedraza	Adulto	2	45,40
	Adolescente	1	17
	niño	1	11
Grimaldo Cano Quispe:	Adultos	2	44,43
	adolescente	1	15
	niño	2	10,6
Ubalдино Yupanqui Valderrama:	Adultos	2	55, 60
	Adolescentes	1	13
Jaime Yupanqui Becerra	adultos	2	40,33
	niño	2	7,3
Alejandro Arredondo Gabancho	Adultos	2	65,58
Joel Arredondo Quispe	adultos	2	38,37
	adolescente	1	14
	niño	1	
Marcelo Pedraza Ochoa	Adultos	2	50,37
	adolescente	3	20,17,15
Carlos Daniel Zúñiga Avalos	Adolescente	2	44,37
	niños	2	11,6
Federico Cano Gabancho	Adolescentes	2	55,58
	Adolescente	1	13
Emperatriz Avalos Cáceres	Adulto mayor	2	84,80
	adultos	2	55,59
Wilfredo Zúñiga Huamán	Adultos	2	41,38
	Adolescente	1	20
	niño	2	1,6
Gabancho Cruz Benedicta	Adultos	2	40,38
	Adolescente	1	14
	niño	1	1
Cuellar Alarcón Enrique	Adultos	2	60,56
Sabino Chaparro	Adulto	2	56,63
	Adolescente	1	15
Crisóstomo Ocho Avalos	Adulto	2	56,63
	Adulto	2	65,60
Jaime Ochoa Vilcas	Adulto	2	29,27
	niño	1	6
Julio Gabancho Cruz	Adulto	2	31,29
	niño	2	11,1
Santiago Gabancho Choccata	Adulto	2	60,59
Gabancho Ojeda Eusebio	Adulto	2	33,31
	Niño	2	12,9
Total		75	

Nota. En la tabla se detalla la cantidad de personas por familia especificando su edad.

Tabla 14*Número de integrantes de familia*

Integrantes por familia	Cantidad	Porcentaje
1 integrante	1	4%
2 integrante	5	22%
3 integrante	3	13%
4 integrante	10	43%
5 integrante	4	17%
Total	23	100%

Nota. Se muestra la cantidad de familias por cierto número de integrantes expresados en porcentaje

Figura 23*Gráfico estadístico del tamaño del núcleo familiar*

Nota. En base con los productos del sondeo, el 74 % de los hogares en el área evaluada albergan a más de tres personas, mientras que solo el 4 % y el 22 % corresponden a viviendas habitadas por una y dos personas, respectivamente. Esta distribución sugiere que predomina una conformación familiar numerosa en la zona.

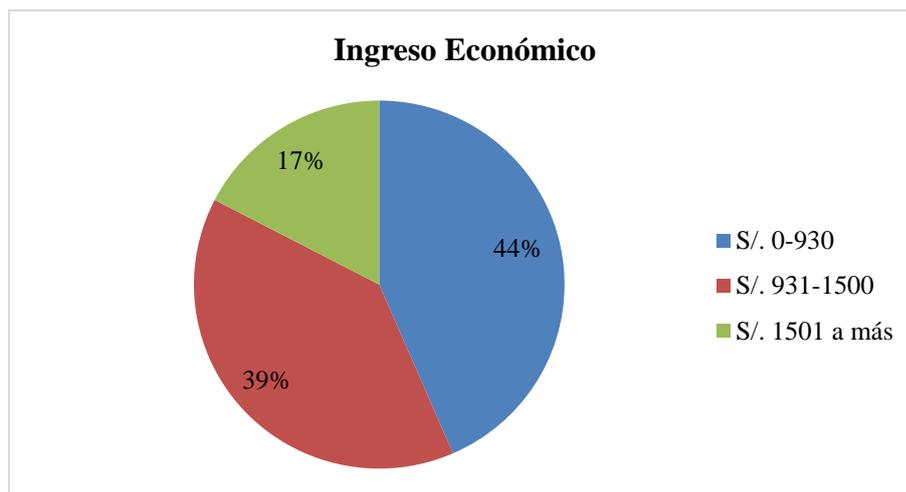
Tabla 15*Ingreso Económico*

Ingreso económico	Cantidad	Porcentaje
S/. 0-930	10	43%
S/. 931-1500	9	39%
S/. 1501 a más	4	17%
Total, de personas	23	0%

Nota. Se muestra la cantidad de familias para un cierto de rango de ingreso económico

Figura 24

Representación gráfica del ingreso económico



Nota. Los ingresos mensuales según información mostrada por los pobladores en su mayoría son el 44% entre S/. 0.00 - S/. 930.00 cada mes, Identifica que cuentan con los servicios elementales para suplir sus exigencias primarias

Tabla 16

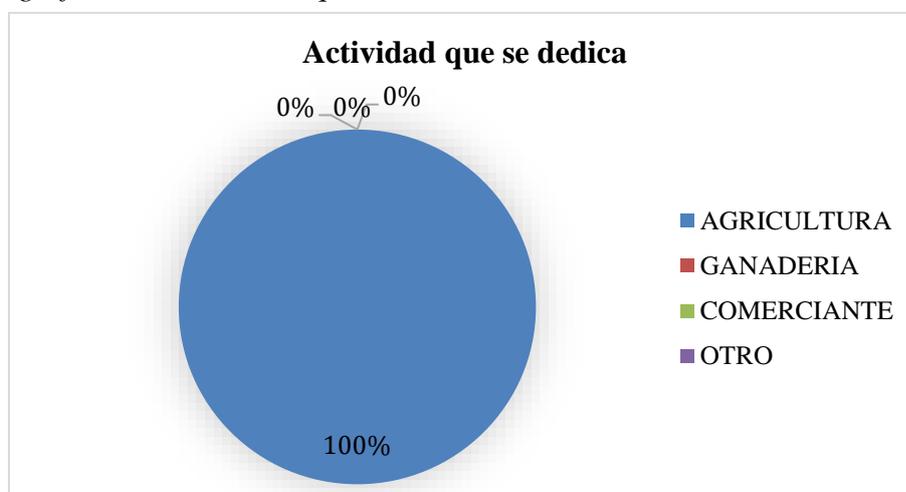
Actividad a la que se dedican

Actividad a la que se dedica	Cantidad	Porcentaje
Agricultura	23	100%
Ganadería	0	0%
Comerciante	0	0%
Otro	0	0%

Nota. Se observa que agricultura es la actividad a la que se dedican en la zona

Figura 25

Representación gráfica de actividades que se dedican.



Nota. De acuerdo al grafico el 100% de los pobladores se dedica exclusivamente a la agricultura siendo esta su única actividad principal de ingreso económico.

Tabla 17

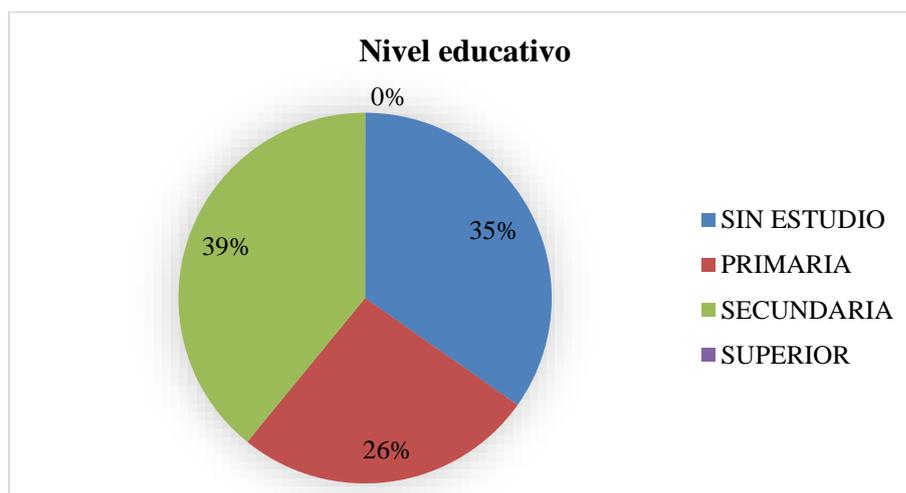
Nivel Educativo alcanzado de los pobladores en la zona de estudio

Nivel educativo	Cantidad	Porcentaje
Sin estudio	8	35%
Primaria	6	26%
Secundaria	9	39%
Superior	0	0%

Nota. Se muestra el porcentaje de nivel Educativo en la que los residentes se encuentran.

Figura 26

Representación gráfica del nivel educativo en la zona de estudio



Nota. La mayoría de los encuestados (39%) alcanzó el nivel de secundaria, mientras que un 35% no tiene ningún tipo de formación educativa y un 26% solo cursó estudios primarios. No se registraron casos de educación superior. Este panorama revela una baja escolaridad general en la población, lo que podría estar vinculado a factores estructurales como el limitado acceso a servicios educativos en zonas rurales y a condiciones socioeconómicas adversas.

Tabla 18

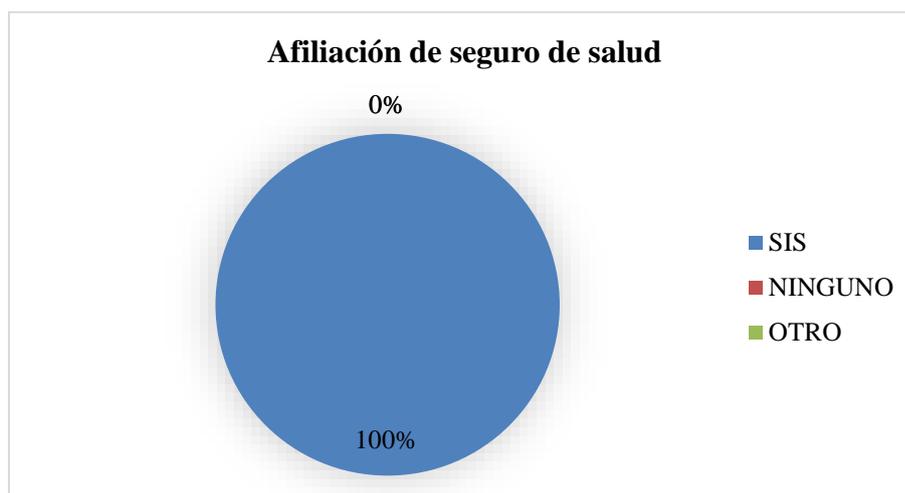
Cobertura de aseguramiento en salud.

Afiliación de seguro de salud	Cantidad	Porcentaje
SIS	23	100%
Ninguno	0	0%
Otro	0	0%

Nota. Se muestra que Todos los encuestados (100%) manifestaron estar afiliados al Seguro Integral de Salud (SIS), lo cual indica una total dependencia del sistema público de salud. No se registró afiliación a seguros privados ni a otras formas de cobertura médica, y tampoco se identificaron personas sin ningún tipo de seguro.

Figura 27

Visualización gráfica de seguros médicos en la población de estudio.



Nota. Los datos gráficos evidencian una cobertura universal del SIS en la población de estudio, alcanzando el 100% de afiliación.

Tabla 19

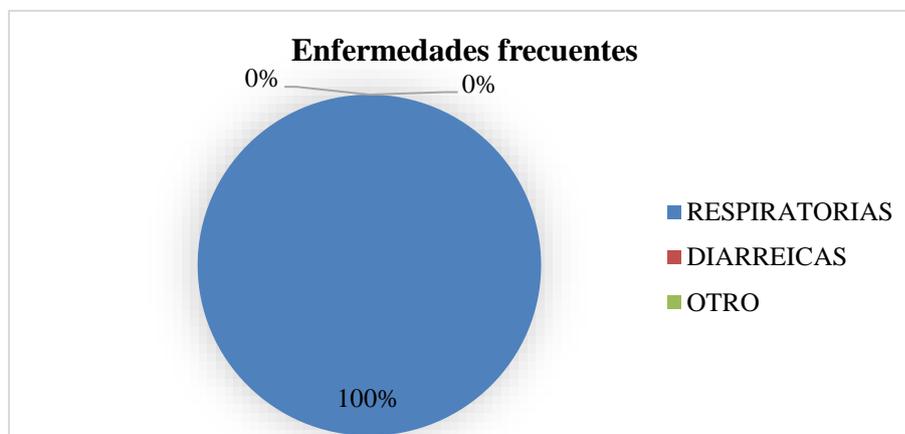
Enfermedades frecuentes

Enfermedades frecuentes	Cantidad	Porcentaje
Respiratorias	23	100%
Diarreicas	0	0%
Otro	0	0%

Nota. Se muestra la cantidad y porcentaje de encuestados con enfermedades frecuentes.

Figura 28

Representación gráfica de las enfermedades más frecuentes en el sector



Nota. Los resultados muestran que el 100% de los encuestados reporta enfermedades respiratorias como las más frecuentes, mientras que no se registraron casos de enfermedades diarreicas ni de otro tipo.

4.1.1.2 Servicios Básicos De La Vivienda

En este parámetro se muestra el resultado de la encuesta para conocer los servicios básicos con las que cuenta cada vivienda que fue estudiada, se pone en manifiesto una tabla con su respectiva representación gráfica estadística.

Tabla 20

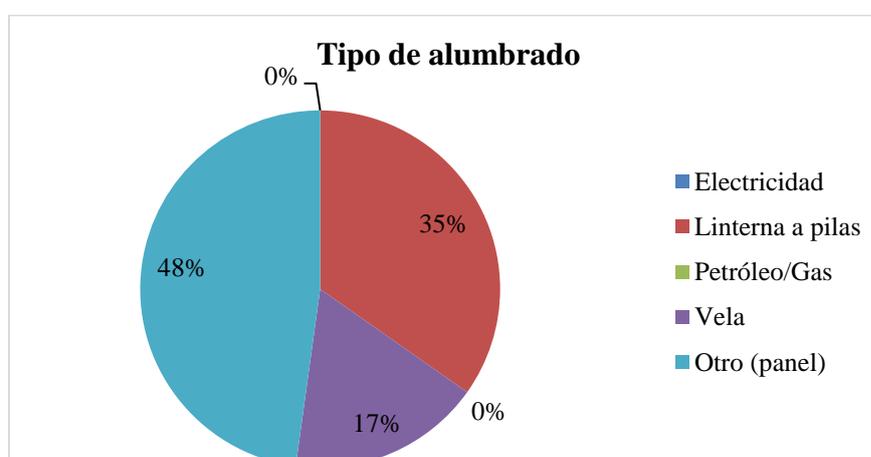
Sistemas de iluminación empleados en las unidades domésticas.

Tipo de alumbrado	Cantidad	Porcentaje
Electricidad	0	0%
Linterna a pilas	8	35%
Petróleo/gas	0	0%
Vela	4	17%
Otro (panel)	11	48%
Total	23	100%

Nota. Se muestra el tipo de alumbrado con la cantidad y porcentaje de viviendas encuestadas

Figura 29

Visualización gráfica de los sistemas de iluminación.



Nota. Se muestra que el 48% tienen un alumbrado tipo panel solar para 2 focos, el 35% a viviendas de alumbrado con linterna y pilas, el 17% de las viviendas alumbran su vivienda con velas, mientras que no existe ninguna vivienda que se alumbe con electricidad y gas

Tabla 21

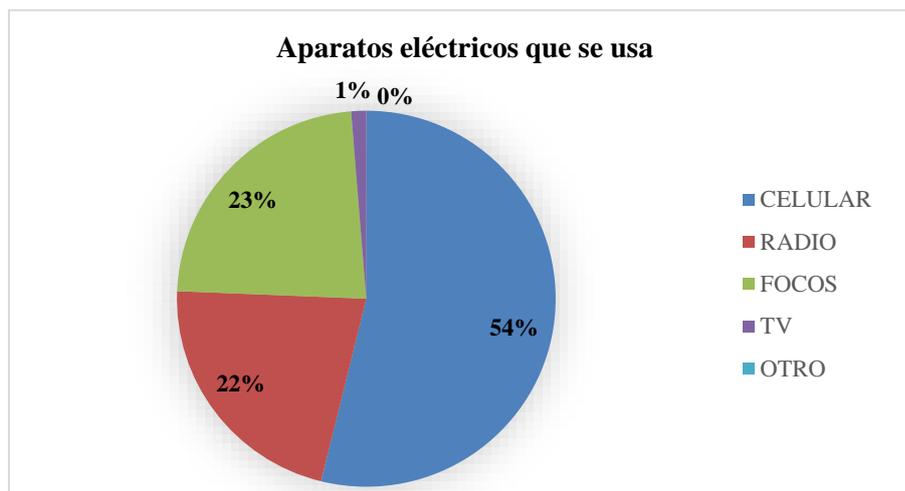
Aparatos eléctricos de uso común

Aparatos eléctricos que se usa	Cantidad	Porcentaje
Celular	42	54%
Radio	17	22%
Focos	18	23%
Tv	1	1%
Otro	0	0%
Total	78	100%

Nota. Se muestra el tipo de alumbrado con la cantidad y porcentaje de viviendas encuestadas

. Figura 30

Tipos de aparatos eléctricos encontrados en el sector Cuncac.



Nota. El resultado muestra que del total de aparatos eléctricos que se usa en la comunidad el 54% de estas, es celular, mientras que el 22% representa el aparato eléctrico radio y el 22% de estos artefactos que son focos.

Tabla 22

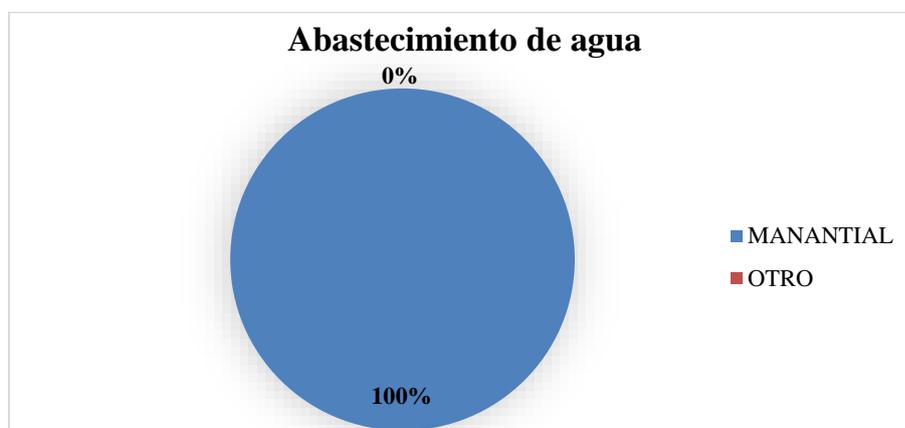
Tipología de sistemas de provisión hídrico para uso doméstico

Tipo de abastecimiento de agua	Cantidad	Porcentaje
Manantial	23	100%
Otro	0	0%

Nota. Se muestra que la totalidad de la población se abastece de manantiales, lo que refleja una dependencia de fuentes naturales sin tratamiento.

Figura 31

Modelo gráfico de las fuentes y distribución del agua en viviendas

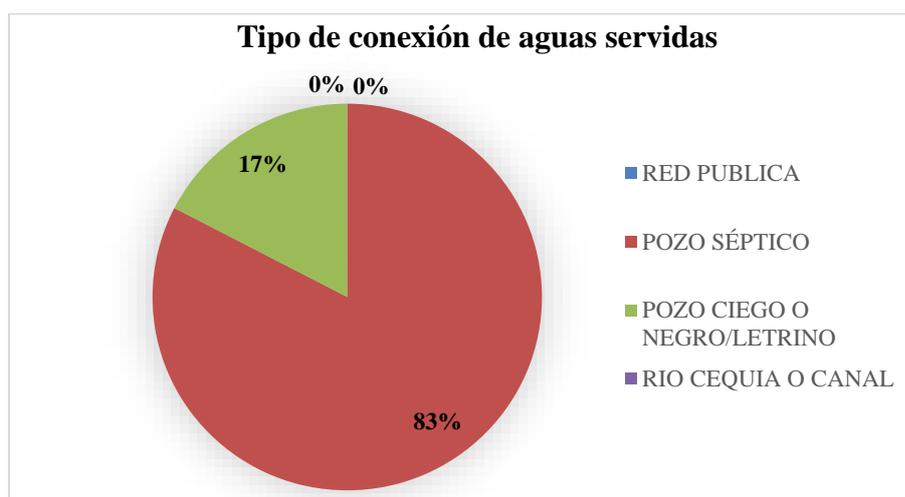


Nota. En las viviendas del sector Cuncac de la comunidad campesina de Ccocha se encontraron que el 100% de esta muestra que el abastecimiento de agua que alimenta la vivienda es de una fuente de manantial.

Tabla 23*Conexión de las aguas servidas en el sector Cuncac*

Tipo de conexión de aguas servidas	Cantidad	Porcentaje
Red publica	0	0%
Pozo séptico	19	83%
Pozo ciego o negro/letrina	4	17%
Rio cequia o canal	0	0%
Total	23	100%

Nota. Se muestra la cantidad y el porcentaje de los tipos aguas servidas los cuales se aprecian que solo se hace uso del pozo séptico en un 83% y pozo ciego o letrina en un 17%.

Figura 32*Conexión de las aguas servidas en el sector.*

Nota. En las viviendas del sector Cuncac de la comunidad campesina de Ccocha se encontraron que el 83% de las viviendas tiene las aguas servidas conectadas a un pozo séptico, mientras que el 17% está conectado a un pozo ciego o negro/ letrina, sin embargo, se registra que ninguna vivienda vierte a una red pública, rio cequia o canal.

4.1.1.3 Características Constructivas

En este parámetro se muestran el resultado de las encuestas donde se muestran las características constructivas del sector Cuncac en la comunidad de Ccocha, detallando información de las viviendas como sistemas constructivos, el número de pisos de cada vivienda, los materiales más utilizados en los pisos, los mecanismos de drenaje pluvial y los materiales predominantes en los muros. Seguidamente, se presenta un cuadro resumen que compila los principales hallazgos derivados de la aplicación del instrumento de encuesta.

Tabla 24*Resumen de las características constructivas*

Hogar	Sistema constructivo de vivienda	N° de pisos	Material predominante en los pisos	Material predominante en los techos	Evacuación de aguas pluviales	Material Predominante de los Muros
Saul Arredondo Quispe	Albañilería	2	Concreto	Calamina	No tiene	Bloqueta
Hilario Cano Pedraza	adobe	1	Tierra	Teja	No tiene	Adobe
Marleni Cano Pedraza	Albañilería	1	Concreto	Calamina	No tiene	Bloqueta
Grimaldo Cano Quispe	Albañilería	1	concreto	Calamina	No tiene	Bloqueta
Ubaldo Yupanqui Valderrama	adobe	1	Tierra	Teja	No tiene	Adobe
Jaime Yupanqui Becerra	Albañilería	1	Tierra	Calamina	No tiene	Bloqueta
Alejandro Arredondo Gabancho	adobe	1	Tierra	Calamina	No tiene	Adobe
Joel Arredondo Quispe	Albañilería	1	Concreto	Calamina	No tiene	Bloqueta
Marcelo Pedraza Ochoa	adobe	2	Tierra	Teja	No tiene	Adobe
Carlos Daniel Zúñiga Avalos	Albañilería	1	Concreto	Calamina	No tiene	Bloqueta
Federico Cano Gabancho	adobe	1	Tierra	Teja	No tiene	Adobe
Emperatriz Avalos Cáceres	adobe	1	Tierra	Teja	No tiene	Adobe
Santos Huachaca Pedraza	Albañilería	1	concreto	Calamina	No tiene	Bloqueta
Wilfredo Zúñiga Huamán	adobe	1	Tierra	Calamina	No tiene	Adobe
Gabancho Cruz Benedicta	Albañilería	1	Tierra	Calamina	No tiene	Bloqueta
Cuellar Alarcón Enrique	adobe	1	Tierra	Teja	No tiene	Adobe
Chaparro Blas Sabino	adobe	1	Tierra	Teja	No tiene	Adobe
Crisóstomo Ocho Avalos	adobe	1	Tierra	Teja	No tiene	Adobe
Celestino Pedraza Ochoa	madera	1	Tierra	Calamina	No tiene	Carrizo
Jaime Ochoa Vilcas	Albañilería	1	Concreto	Calamina	No tiene	Bloqueta
Julio Gabancho Cruz	Albañilería	1	Concreto	Calamina	No tiene	Bloqueta
Santiago Gabancho Choccata	Albañilería	1	Tierra	Calamina	No tiene	Ladrillo
Gabancho Ojeda Eusebio	Albañilería	1	Concreto	Calamina	No tiene	Bloqueta

Nota. Se muestra que la totalidad de la población se abastece de manantiales, lo que refleja una dependencia de fuentes naturales sin tratamiento.

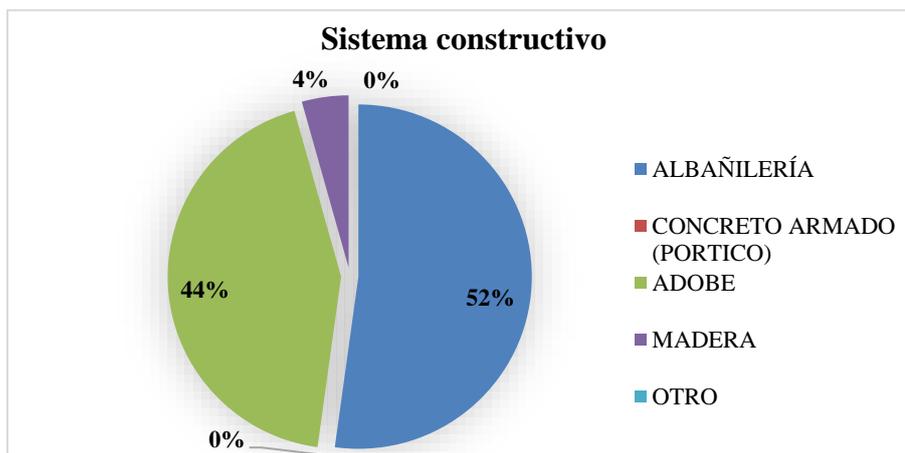
Tabla 25*Sistemas constructivos empleados en las viviendas del sector Cuncac.*

Sistema constructivo	Cantidad	Porcentaje
Albañilería	12	52%
Concreto armado (pórtico)	0	0%
Adobe	10	43%
Madera	1	4%
Otro	0	0%
Total	23	100%

Nota. Se muestra que la totalidad de la población se abastece de manantiales, lo que refleja una dependencia de fuentes naturales sin tratamiento.

Figura 33

Representación gráfica de tipos de sistemas constructivos utilizados.



Nota. En las viviendas del encuestadas se encontraron que solo el 52% tiene la vivienda construida tipo albañilería mientras que el 44% tiene la vivienda construida con adobe sin embargo solo el 4% tiene la vivienda construida de tipo madera.

Tabla 26

Número de pisos que tienen las viviendas en el sector Cuncac

Número de pisos de vivienda	Cantidad	Porcentaje
1er piso	21	91%
2do piso	2	9%
Total	23	100%

Nota. Se muestra que la totalidad de la población se abastece de manantiales, lo que refleja una dependencia de fuentes naturales sin tratamiento.

Figura 34

Representación gráfica del número de pisos que tienen las viviendas

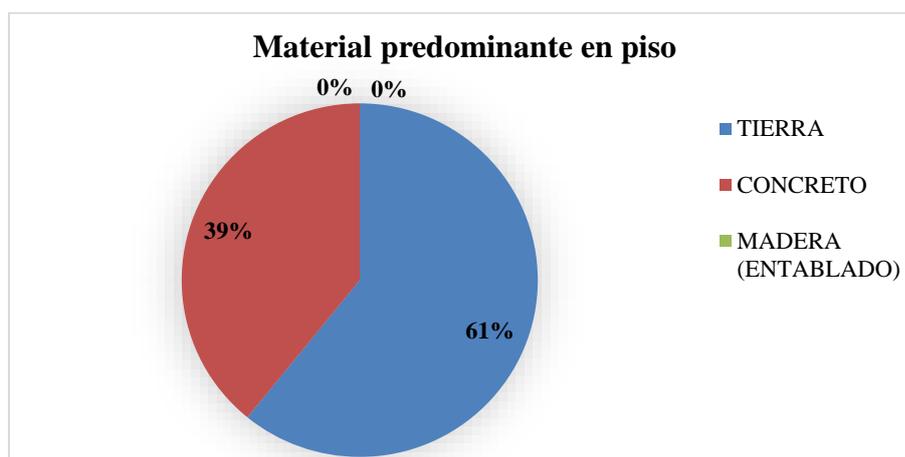


Nota. Un 91% de las viviendas halladas en el sector Cuncac de la comunidad de Ccocha está construida con un solo piso, mientras que un 9% restante tiene construida con dos niveles.

Tabla 27*Material predominante de piso en las viviendas en el sector*

Tipo de material predominante en piso	Cantidad	Porcentaje
Tierra	14	61%
Concreto	9	39%
Madera (entablado)	0	0%
Otros	0	0%
Total	23	100%

Nota. Se muestra la cantidad del tipo de material predominante: tierra, concreto y madera, expresada en porcentajes.

Figura 35*Representación gráfica del material predominante de piso en las viviendas*

Nota. Dentro del sector Cuncac, perteneciente a la comunidad campesina de Ccocha se encontró que el 61% de las viviendas cuenta con un piso tipo tierra, mientras que el 39% de los pisos de las viviendas son de concreto, y que el 0% nos muestra que no existe ninguna vivienda el cual cuente con un piso tipo madera u otro.

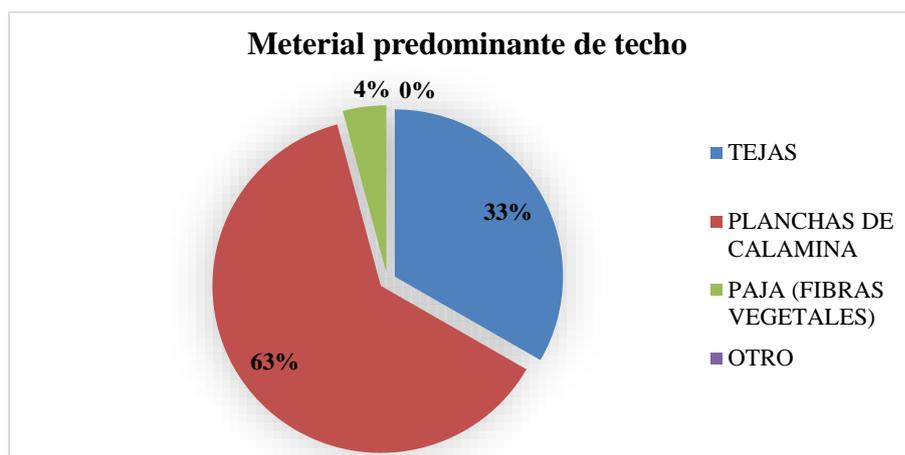
Tabla 28*Materiales predominantes empleados en la cobertura de viviendas*

Material predominante en techo	Cantidad	Porcentaje
Tejas	8	35%
Planchas de calamina	15	65%
Paja (fibras vegetales)	0	0%
Otro	0	0%
Total	23	100%

Nota. La mayoría de viviendas cuenta con techos de calamina, lo que evidencia una preferencia por materiales de bajo costo, aunque con baja eficiencia térmica y acústica.

Figura 36

Visualización gráfica de los materiales predominantes en cubierta de las viviendas.



Nota. Dentro del sector Cuncac, perteneciente a la comunidad campesina de Ccocha se encontró que el 61% de las viviendas cuenta con un piso tipo tierra, mientras que el 39% de los pisos de las viviendas son de concreto, y que el 0% nos muestra que no existe ninguna vivienda el cual cuente con un piso tipo madera u otro.

Tabla 29

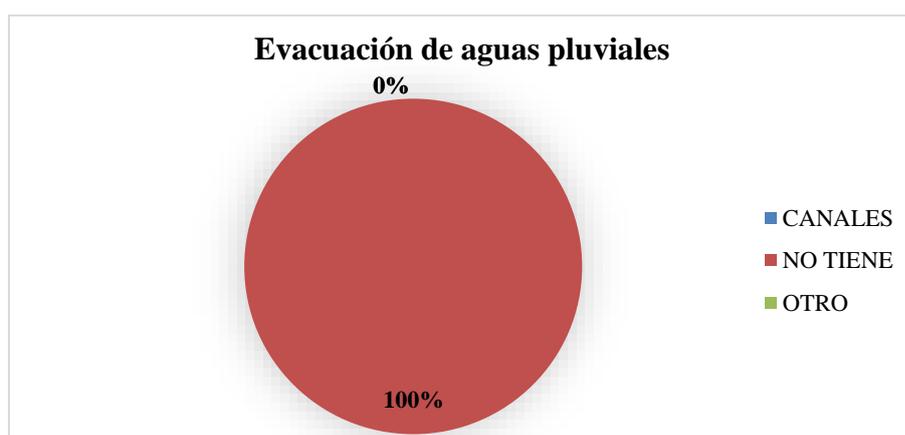
Modalidad de evacuación de aguas pluviales

Evacuación de aguas pluviales	Cantidad	Porcentaje
Canales	0	0%
No tiene	23	100%
Otro	0	0%
Total	23	100%

Nota. Se verifica que ninguna de las viviendas cuenta con sistemas de evacuación pluvial, lo que refleja una omisión crítica en el diseño constructivo

Figura 37

Visualización gráfica de los sistemas de drenaje pluvial.



Nota. En la gráfica se muestra claramente que el 100% de las viviendas de la comunidad de

Ccocha no cuentan con evacuación de aguas pluviales esta deficiencia expone las edificaciones a daños estructurales por acumulación de agua, erosión de cimientos y deterioro prematuro de materiales. Además, incrementa el riesgo de filtraciones, afectando directamente las condiciones de habitabilidad, salubridad y confort térmico.

4.1.1.4 Características Funcionales

En el parámetro de características funcionales se realiza el estudio de los ambientes de las viviendas, el área de cada ambiente y tipos de cocina con que cuenta la vivienda.

Tabla 30

Resumen de las características funcionales parte A

Jefe de Hogar	Ambientes de la vivienda	Área (m ²)	N° de camas	Tamaño	Tipo de cocina
Saul Arredondo Quispe	Cocina	6	2	1 1/2 plaza	Fogón
	Comedor	13.5			
	Dormitorio	12			
	Almacén	12			
	Baño	4.5			
Hilario Cano Pedraza	cocina-comedor	12	1	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	12			
	Almacén	12			
	Baño	4.5			
Marleni Cano Pedraza	cocina-comedor	15	1	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	15			
	Baño	4.5			
Grimaldo Cano Quispe	Cocina-Comedor	12	2	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	12			
	Baño	4.5			
Ubaldo Yupanqui Valderrama	cocina-comedor	10	2	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Dormitorio	10			
	Almacén	9			
	Baño	4.5			
Jaime Yupanqui Becerra	cocina-comedor	10	2	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
Alejandro Arredondo Gabancho	cocina-comedor	12	1	2 PLAZAS	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Almacén	10			
	Baño	4.5			
Joel Arredondo Quispe	cocina-comedor	12	2	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Almacén	10			
	Baño	4.5			
Marcelo Pedraza Ochoa	cocina-comedor	12	2	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Almacén	10			
	Baño	4.5			
Carlos Daniel Zúñiga Avalos	cocina-comedor	12	2	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Almacén	10			
	Baño	4.5			
Federico Cano Gabancho	cocina-comedor	12	2	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Almacén	10			
	Baño	4.5			

Tabla 31*Resumen de las características funcionales parte B*

Emperatriz Avalos Cáceres	cocina-comedor	12	1	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
Santos Huachaca Pedraza	cocina-comedor	12	1	2 PLAZAS	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
Wilfredo Zúñiga Huamán	cocina-comedor	12	2	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
Gabancho Cruz Benedicta	cocina-comedor	12	2	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
Cuellar Alarcón Enrique	cocina-comedor	12	1	2 PLAZAS	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
Chaparro Blas Sabino	cocina-comedor	12	2	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
	adobe	1			
Crisóstomo Ocho Avalos	cocina-comedor	12	2	Teja	No tiene
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
Celestino Pedraza Ochoa	cocina-comedor	12	1	1 1/2 plaza	Fogón
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
Jaime Ochoa Vilcas	cocina-comedor	12	1	1 1/2 plaza	Fogón
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
Julio Gabancho Cruz	cocina-comedor	12	2	1 1/2 plaza	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
Santiago Gabancho Choccata	cocina-comedor	12	1	1 1/2 PLAZA	Fogón
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			
Gabancho Ojeda Eusebio	cocina-comedor	12	2	1 1/2 PLAZA	Fogón-Gas
	Dormitorio	10			
	Baño	4.5			

Nota. En la tabla se muestra un resumen general de las características funcionales de las viviendas encuestadas.

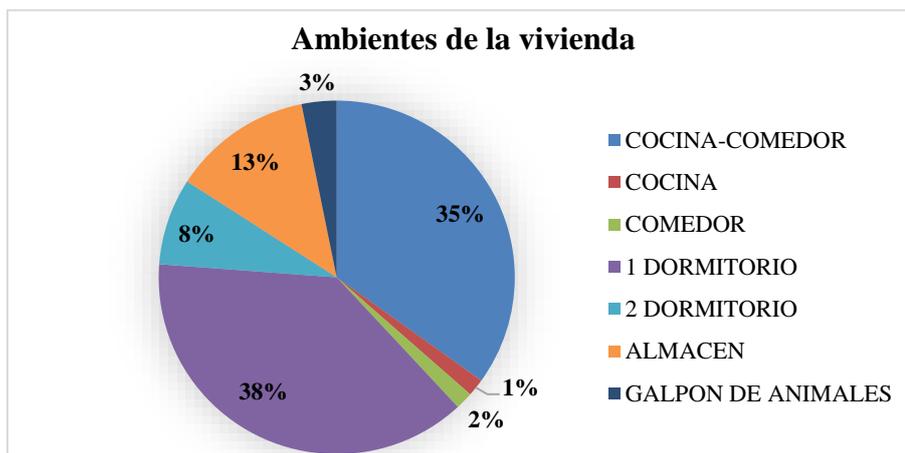
Tabla 32*Tipo de ambientes en las viviendas de la comunidad.*

Ambientes de la vivienda	Cantidad	Porcentaje
Cocina-comedor	22	35%
Cocina	1	2%
Comedor	1	2%
1 dormitorio	24	38%
2 dormitorio	5	8%
Almacén	8	13%
Galpón de animales	2	3%
Total	63	100%

Nota. Se muestra la cantidad y porcentaje de los tipos de ambientes en viviendas encuestadas

Figura 38

Tipos de ambiente en las viviendas de la comunidad



Nota. El análisis evidencia una fuerte concentración de ambientes multifuncionales, siendo el cocina-comedor el espacio predominante, lo cual refleja una estrategia de optimización del área construida en contextos de vivienda rural con recursos limitados. La mayoría de viviendas cuentan con un solo dormitorio, lo que denota hacinamiento potencial, afectando la privacidad, el confort térmico y la salud de los ocupantes. La presencia de almacenes en un 13% y de galpones de animales en un 3% sugiere una integración entre vivienda y actividades productivas, característica común en zonas rurales altoandinas. Esta configuración evidencia la necesidad de un diseño arquitectónico más integral que priorice la funcionalidad, el bienestar térmico y la mejora en la distribución espacial según dinámicas familiares y productivas.

Tabla 33

Número de camas existentes en los dormitorios de las viviendas.

Tipos de camas existentes en dormitorios	Cantidad	Porcentaje
1 plaza	0	0%
1 1/2 plaza	19	86%
2 plazas	3	14%
Total	22	100%

Nota. En la tabla se muestra la cantidad y porcentaje de los tipos de camas existentes en las viviendas encuestadas, mostrando el predominio de camas de 1 plaza (80%) revela condiciones de habitabilidad ajustadas, posiblemente asociadas a limitaciones de espacio y recursos económicos. La baja presencia de camas de 2 plazas (13%) y de 1 ½ plaza (7%) indica que la mayoría de los dormitorios están destinados a ocupación individual, o bien que múltiples camas pequeñas se disponen en un mismo ambiente, generando hacinamiento.

Figura 39

Representación gráfica del número de camas existentes en los dormitorios



Nota. De acuerdo a la gráfica el 86% de las viviendas en la comunidad tienen el dormitorio camas de 1 ½ plaza, mientras que el 14% de las viviendas cuentan con dormitorios que son de 2 plazas.

Tabla 34

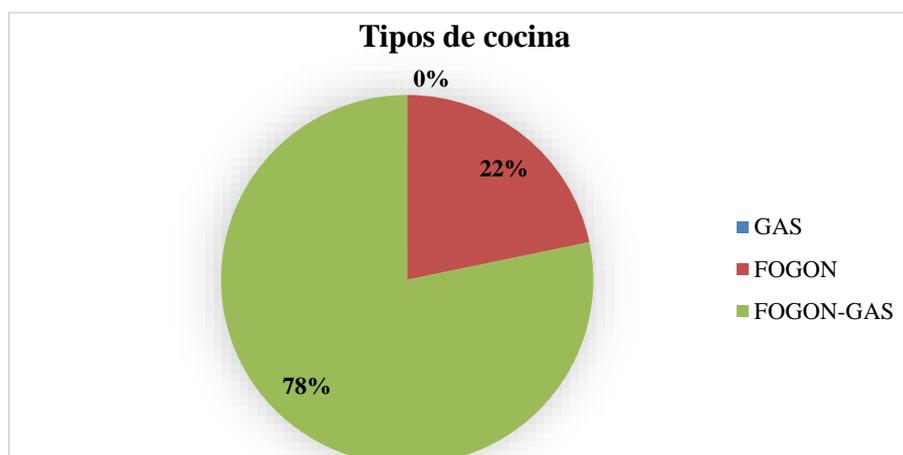
Tipos de cocinas que usan en las viviendas en la comunidad.

Tipo de cocina	Cantidad	Porcentaje
Gas	0	0%
Fogón	5	22%
Fogón-gas	18	78%
Total	23	100%

Nota. Se describe la cantidad y el porcentaje del tipo de cocina en la vivienda

Figura 40

Representación gráfica de los tipos de cocinas que se usan



Nota. En la comunidad, el 78% de las viviendas cuentan con cocinas tipo gas y fogón a la vez, mientras que el 22% de las viviendas solo se cocina con una cocina tipo fogón.

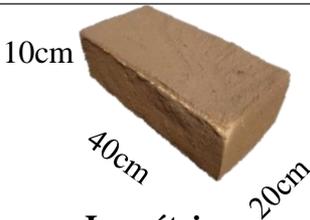
4.1.2 Materiales Sostenibles

Los materiales sostenibles que se usaron fueron analizados desde un punto económico, social y medioambiental, se definieron los insumos constructivos previstos para el desarrollo del proyecto, evaluando la sostenibilidad con los parámetros en base a los criterios que propone arquitectura-sostenible es; consumo de energía, impacto sobre ecosistemas, emisiones, generación de residuos, el estudio de la vida útil de los materiales constituye una herramienta fundamental que permite profundizar en la comprensión de las ventajas asociadas al uso de alternativas constructivas sostenibles, así como en las propiedades específicas de cada uno de los productos considerados.

4.1.2.1 Adobe de construcción

Tabla 35

Especificación del material: adobe de construcción

1. Adobe de construcción			
			
Pieza entera	Isométrico	Uso	
Adobe	Largo	Ancho	Alto
Dimensiones	40 cm	12,0 cm	19cm
	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm
Tolerancia Dimensional	Nota: Según la norma E.080, la variación dimensional No debe superar los ± 5 mm para garantizar una correcta modulación.		
Color	Marrón claro a Oscuro (según tipo de suelo)		
Textura	Áspera, con porosidad variable.		
Peso Unidad	14-18kg		
Rendimiento x m2	25unid		
Resistencia a la compresión	20 kg/cm2		
Usos	Ideal para muros portantes y no portantes en viviendas Sostenibles, conforme a la NTP E0.80		

Nota. En la tabla se detallan las especificaciones técnicas del adobe de construcción como material, detallando con una imagen el uso del material.

Tabla 36*Análisis sostenible del material: Adobe de construcción*

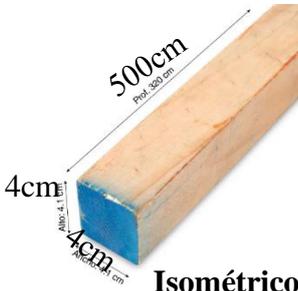
Criterios de evaluación	Definiciones
Consumo de energía	El adobe es un material de bajo consumo energético, ya que su fabricación no requiere procesos industriales intensivos ni cocción en hornos. Su producción es artesanal y utiliza materiales locales, lo que minimiza el impacto energético en comparación con el concreto u otros materiales industrializados.
Impacto sobre ecosistema	La extracción de arcilla y otros componentes del adobe puede generar cierto impacto en el entorno, pero es menor en comparación con la extracción de agregados para concreto. Además, el uso de suelo local y materiales naturales reduce la degradación ambiental y la huella ecológica.
Emisiones	La fabricación del adobe genera emisiones mínimas, ya que no requiere procesos de combustión ni el uso de maquinaria pesada. En contraste con materiales industrializados como el concreto, el adobe tiene una huella de carbono considerablemente menor
Generación de residuos	El adobe es un material biodegradable y reutilizable. Al final de su vida útil, puede reincorporarse al suelo sin generar contaminación. Además, los residuos de producción pueden reutilizarse para fabricar nuevas unidades.
Evaluación de vida útil	Un estudio sobre la vida útil del adobe revela que se trata de una alternativa sumamente sostenible, considerando desde la obtención de los materiales hasta su destino final. Su bajo impacto ambiental y su capacidad de reutilización lo convierten en una alternativa ideal para la construcción ecológica.

Nota. En conclusión, el adobe es un material altamente sostenible. Su bajo consumo energético, mínimas emisiones, impacto ecológico reducido y capacidad de reutilización lo posicionan como una excelente alternativa para la construcción ambientalmente responsable.

4.1.2.2 Rollizo de Madera de Eucalipto

Tabla 37

Especificación del material: Rollizo de madera de Eucalipto

2. Rollizo De Madera De Eucalipto		
 Pieza entera	 Isométrico	 Uso
Bloquetas	Largo	Diámetro
Dimensiones	500 cm ± 4 mm	4,0 pul ± 3 mm
Tolerancia Dimensional	Nota: según la norma E0.10 la variación dimensional no debe superar los 4mm.	
color	Color crema, color crema oscuro del duramen	
Dureza y densidad	Tiene una densidad de 780-830 kg/m ³	
Peso Unidad	14kg	
Rendimiento x m ²	12.4 unid	
Resistencia a la compresión	760 kg/cm ²	
Usos	Ideal para tijerales, marcos de ventana y puerta	

Nota. En la tabla se detallan las especificaciones técnicas del Rollizo de madera de construcción como material, detallando con una imagen el uso del material.

Tabla 38

Análisis sostenible del material: Rollizo de madera parte A

Criterios de evaluación	Definiciones
Consumo de energía	La madera es conocida por ser un material de bajo consumo energético durante su proceso de producción en comparación con materiales como el acero o el concreto. La demanda energética requerida para el procesamiento y transporte de la madera suele ser inferior en comparación con otros materiales de construcción.
Impacto sobre ecosistema	La extracción de madera puede tener un impacto significativo en los ecosistemas forestales si no se gestiona adecuadamente. Sin embargo, cuando se practica la silvicultura sostenible, asegurando la regeneración y conservación de los bosques.

Análisis sostenible del material: Rollizo de madera parte B

Emisiones	Al ser un material natural, la madera funciona como un reservorio de carbono durante su ciclo de vida, lo cual contribuye a la reducción de emisiones asociadas al efecto invernadero. Esta propiedad les otorga una ventaja ambiental respecto a materiales como el acero o el concreto, cuya producción implica un alto requerimiento de energía.
Generación de residuos	La madera posee la capacidad de descomponerse de forma natural, lo que permite su reciclaje o compostaje al término de su vida útil, reduciendo significativamente su contribución a la generación de residuos. Del mismo modo, los residuos generados por el uso de madera pueden ser reutilizados en la generación de energía mediante biomasa o transformados en nuevos productos reciclados a partir de este material.
Evaluación de la vida útil	Un análisis integral de la vida útil de la madera contempla todas las etapas, desde su producción y transporte, hasta su uso y disposición final. Este enfoque permite valorar de manera más precisa su grado de sostenibilidad en relación con otros materiales empleados en la construcción.

Nota: En general, la madera puede considerarse como un material sostenible en muchos aspectos, especialmente si se maneja de manera responsable y se obtiene de fuentes certificadas por prácticas forestales sostenibles. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la sostenibilidad de la madera puede variar según la gestión forestal y los procesos de producción específicos.

4.1.2.3 Yeso

Tabla 40

Especificación del material: Yeso Parte A

3. YESO			
 <p data-bbox="391 1724 566 1758">Pieza entera</p>		 <p data-bbox="1037 1736 1093 1769">Uso</p>	
Dimensiones	Yeso	Alto	Ancho Peso 18kg
Observaciones	El material tiene que estar alejado de la humedad		
Textura	color Blanco		
	Polvo fino		

Especificación del material: Yeso Parte B

Peso bolsa	18kg
Rendimiento x m2	8kg/m2
Resistencia a la compresión	20 kg/cm2
Usos	Ideal para revestimiento interior y exterior

Nota. En la tabla se detallan las especificaciones técnicas del yeso como material, detallando con una imagen el uso del material.

Tabla 42

Análisis sostenible del material: Yeso

Criterios de evaluación	Definiciones
Consumo de energía	El yeso se obtiene principalmente a partir de la mineralización de sulfato de calcio di hidratado. Su producción implica la extracción y procesamiento de yeso natural o sintético, seguido de la cocción para eliminar el agua y crear el yeso endurecido. En relación con otros materiales utilizados en la construcción, el yeso presenta un nivel de consumo energético relativamente moderado a lo largo de la vida útil.
Impacto sobre ecosistema	La extracción de yeso natural El yeso puede generar un impacto ambiental moderado en los ecosistemas si no se gestiona adecuadamente, aunque su versión sintética, derivada de subproductos industriales, suele tener efectos ambientales menores.
Emisiones	Durante su producción, el yeso puede generar algunas emisiones, especialmente si se utiliza yeso natural que requiere procesamiento térmico. Sin embargo, en comparación con materiales como el cemento, que emiten grandes cantidades de CO2 durante su producción, el yeso tiende a tener una huella de carbono menor
Generación de residuos	El yeso, material que ofrece posibilidades de reciclaje y reutilización en diversas aplicaciones. Los desechos generados pueden reincorporarse en la fabricación de nuevos productos constructivos, como paneles o bloques de yeso, Esto aporta de manera importante a la reducción de residuos sólidos generados en el ámbito constructivo.
Evaluación de la vida útil	Una evaluación integral del ciclo de vida del yeso debe contemplar cada una de sus fases, desde la obtención de las materias primas, los procesos de transporte y producción, hasta su aplicación final. y disposición final. Este enfoque permite obtener una visión más integral de su comportamiento ambiental y evaluar su sostenibilidad en relación con otros materiales utilizados en la construcción.

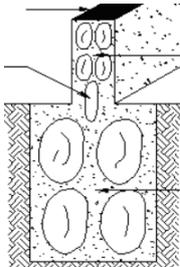
Nota. En general, el yeso puede considerarse como un material relativamente sostenible, especialmente si se gestiona de manera responsable y se usa de forma eficiente en usos en el

ámbito constructivo. Sin embargo, es importante considerar El origen de los insumos y las técnicas empleadas en su producción son aspectos clave para determinar su impacto ambiental global.

4.1.2.4 Bolones de roca para cimientos y sobrecimientos

Tabla 43

Especificación del material: Bolones de roca

4. bolones de roca para cimientos y sobrecimientos			
 <p>Pieza entera</p>		 <p>Aplicación</p>	
Bolones de roca	Diámetro		
Dimensiones	6"	8"	10"
Observación	El 30% del volumen está compuesto por piedras grandes, con un tamaño máximo de 10 pulgadas.		
color	Natural		
Densidad	2.63 g/cm ³		
Peso Unidad	4.80kg, 11.60kg, 22.57kg		
Rendimiento	Un 30 % del volumen está compuesto por piedra de gran tamaño, con un diámetro máximo de 10 pulgadas		
Resistencia a la compresión	900 kg/cm ²		
Usos	Cimientos, sobrecimientos		

Nota. En la tabla se detallan las especificaciones técnicas de bolones de roca para cimientos y sobrecimientos, detallando con una imagen el uso del material.

Tabla 44

Análisis sostenible del material: bolones de roca parte A

Criterios de Evaluación	Definiciones
Consumo de energía	La extracción de roca natural de río generalmente requiere menos energía en comparación con la producción de materiales como el cemento o el acero. Sin embargo, el transporte de grandes cantidades de roca desde lechos de ríos hasta el sitio de construcción puede requerir energía significativa, especialmente si la distancia es considerable.

Análisis sostenible del material: bolones de roca parte B

Impacto sobre ecosistema	La extracción de madera puede tener un impacto significativo en los ecosistemas forestales si no se gestiona adecuadamente. Sin embargo, cuando se practica la silvicultura sostenible, La extracción de árboles se lleva a cabo de forma responsable, garantizando la regeneración y preservación de los bosques.
Emisiones	La extracción y el traslado de roca natural proveniente de ríos pueden producir del calentamiento global, particularmente cuando se emplean vehículos pesados o maquinaria con motores de combustión interna. Asimismo, si no se gestionan adecuadamente, las maquinarias utilizadas en la extracción y el tratamiento de la roca puede ocasionar contaminación tanto atmosférica como hídrica
Generación de residuos	La extracción de roca natural de río puede generar residuos en forma de material no deseado o desechos de la extracción. Estos residuos pueden afectar negativamente al ecosistema local si no se gestionan adecuadamente. Sin embargo, estos residuos pueden ser utilizados en otros proyectos de construcción o ser reciclados, lo que reduce su impacto.
Evaluación de vida útil	Una evaluación integral de vida útil de la roca natural de río abarcaría todas las fases, desde su extracción inicial hasta su uso y disposición final. Esto proporcionaría una evaluación más completa de su sostenibilidad en comparación con otros materiales de cimentación.

Nota. En conclusión, si se gestionan de manera responsable y se toman medidas para minimizar su impacto ambiental, la roca natural de río puede ser una opción sostenible para la cimentación. Sin embargo, es importante evaluar cuidadosamente los impactos ambientales específicos y buscar alternativas cuando sea posible

4.1.2.5 Arena de fina de río

Tabla 46

Especificación del material: Arena fina de ríos parte A

5. Arena Fina De Rio	
	
Pieza entera	Uso
Arena de rio	Volumen

Especificación del material: Arena fina de ríos parte B

Origen	Lecho de río (aluvial)
color	Gris claro a amarillento (varía según mineralogía local)
Textura	Granos subangulares a redondeados, homogéneos
Peso Unidad	1,400 - 1,600 kg/m ³ ASTM C29
Rendimiento x m2	30° - 35° ASTM D3038
Angulo de fricción interna	76.47 kg/cm2
Usos	Preparación de mortero

Nota. En la tabla se detallan las especificaciones técnicas de arena de río detallando con una imagen referencial del uso del material.

Tabla 48

Análisis sostenible del material: Arena fina de río parte A

Criterios de evaluación	Definiciones
Consumo de energía	La extracción de arena fina de río puede requerir maquinaria pesada y procesos de transporte, lo que puede resultar en un consumo significativo de energía, especialmente si se extrae y transporta a largas distancias desde el sitio de extracción hasta el lugar de uso. El traslado mediante camiones puede ocasionar la liberación de compuestos contaminantes vinculados al efecto invernadero.
Impacto sobre ecosistema	La recolección de arena de los cauces fluviales puede generar diversos impactos adversos en el entorno natural. Puede alterar los ecosistemas acuáticos y ribereños, causar erosión de las orillas del río y afectar la vida silvestre acuática y terrestre. La extracción de arena también puede reducir la capacidad del río para almacenar agua y aumentar el riesgo de inundaciones.
Emisiones	La extracción y transporte de arena fina de La extracción de arena de los ríos puede ocasionar liberación de compuesto que intensifican el calentamiento global, especialmente si se utilizan vehículos pesados o maquinaria con motores de combustión interna. Además, la maquinaria utilizada en la extracción y procesamiento de la arena puede contribuir al deterioro de calidad del aire y del agua si no se controla adecuadamente.
Generación de residuos	La recolección de arena fina de los ríos puede producir residuos y sedimentos indeseados, lo que afecta tanto la calidad como de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, este proceso puede provocar la degradación de los hábitats y la reducción zonas adyacentes.

Análisis sostenible del material: Arena fina de río parte B

Evaluación del ciclo de vida

Una Evaluación de vida útil completo de la arena fina de río consideraría todos los aspectos desde la extracción hasta su uso y disposición final. Esto proporcionaría una evaluación más completa de su sostenibilidad en comparación con otras fuentes de arena, como la arena de cantera o la arena reciclada.

Nota. En conclusión, aunque la arena fina de río es un recurso natural importante para la construcción, su extracción puede generar efectos considerables sobre el entorno natural. Es crucial implementar prácticas de extracción y gestión sostenibles para minimizar estos impactos y considerar alternativas como la arena reciclada o el uso de materiales alternativos siempre que sea posible.

4.1.2.6 Cemento

Tabla 50

Especificación del material: Cemento tipo IP

6. Cemento tipo IP



Pieza entera



Uso

Cemento IP	3días kg/cm2	7días kg/cm2	28días kg/cm2
Resistencia	150-170	230-250	300-350
Peso específico	2.76-2.85 g/cm3 ASTM C188		
color	Gris estándar		
Peso específico	(2.76-2.85) gr/cm3		
Peso Unidad	42.5kg		
Contenido de aire	3 a 8 %		
Resistencia a la compresión	De acuerdo al diseño		
Usos	Para preparación de morteros		

Nota. En la tabla se detallan las especificaciones técnicas del cemento tipo IP, detallando con una imagen referencial del uso del material

Tabla 51*Análisis sostenible del material: Cemento tipo IP*

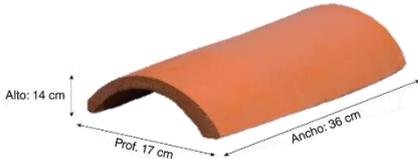
Criterios de evaluación	Definiciones
Consumo de energía	La producción de cemento, incluido el Cemento Yura, es un proceso intensivo en energía que implica la calcinación de piedra caliza y arcilla a altas temperaturas. Este proceso implica un elevado consumo energético, predominantemente proveniente de fuentes fósiles. Sin embargo, algunas plantas de cemento están implementando tecnologías más eficientes para reducir su huella de carbono.
Impacto sobre ecosistema	La extracción de los recursos necesarios para la producción de cemento, como la piedra caliza y la arcilla, puede tener efectos negativos sobre los ecosistemas locales si no se lleva a cabo de forma sostenible. Además, la liberación de polvo y gases durante el proceso de producción de cemento puede deteriorar: calidad del aire y agua de zonas aledañas.
Emisiones	La fabricación de cemento, incluido el Cemento Yura, representa una fuente significativa de emisiones de CO ₂ . Principal causa de estas emisiones proveniente del proceso térmico aplicado a la piedra caliza durante la obtención de clínker.
Generación de residuos	Durante la producción de cemento, se generan subproductos y residuos, como escoria y cenizas volantes. Si no se manejan de manera apropiada, estos desechos pueden causar efectos perjudiciales sobre el entorno natural. Algunos de estos subproductos pueden ser utilizados como materia prima secundaria en otros procesos industriales o en la fabricación de cemento.
Evaluación de la vida útil	Una evaluación de la vida útil completo de sostenibilidad aplicado al ciclo completo del cemento Yura, desde la explotación de recursos naturales hasta el destino final de los productos cementicios. Esto proporcionaría una evaluación más completa de su sostenibilidad en comparación con otros tipos de cemento.

Nota. En resumen, el Cemento Yura, al igual que otros tipos de cemento, tiene implicaciones significativas en términos de sostenibilidad debido a su alto consumo de energía, emisiones de CO₂ e impactos en los ecosistemas. Es importante que la industria del cemento continúe implementando medidas para reducir su huella ambiental y desarrollar alternativas más sostenibles en el futuro.

4.1.2.7 Teja de arcilla

Tabla 52

Especificación del material: Teja de arcilla

7. Teja de arcilla			
			
Pieza entera	Isométrico		Uso
ARENA DE RIO	Largo	Ancho	Alto
Dimensiones	36 cm	17 cm	14cm
Características	Resistente y durable frente a todo tipo de clima, no genera ruido al llover y resistente a la radiación solar		
Color	Gris		
Textura	áspero por los dos lados		
Peso Unidad	1.2 kg		
Pendiente mínima	30%		
Traslape longitudinal:	5.0 cm	Traslape lateral: 1 onda	
Usos	Ideal para cubiertas		

Nota. En la tabla se detallan las especificaciones técnicas de la teja de arcilla, acompañadas con una imagen referencial del uso del material

Tabla 53

Análisis sostenible del material: teja de arcilla parte A

Criterios de evaluación	Definiciones
Consumo de energía	La producción de tejas de arcilla requiere la extracción, moldeado y cocción de la arcilla a altas temperaturas. Aunque este proceso consume energía (principalmente térmica), es menor comparado con materiales como el acero o aluminio.
Emisiones	Durante su cocción, se generan emisiones de dióxido de carbono (CO ₂), especialmente si se usan hornos tradicionales. Sin embargo, con tecnologías modernas, estas emisiones pueden ser controladas o reducidas.
Generación de residuos	Al final de su vida útil, la teja de arcilla es un residuo inerte, no tóxico y reciclable. Puede ser triturada y reutilizada como agregado para otros materiales, sin riesgos para la salud ni el ambiente.

Análisis sostenible del material: teja de arcilla parte B

Análisis de la vida útil	La teja de arcilla posee una larga vida útil (hasta 50 años o más), y su ciclo de vida incluye etapas con bajo impacto ambiental si se gestionan adecuadamente los procesos de extracción y cocción de la arcilla.
--------------------------	--

Nota. En conclusión, la teja de arcilla es una opción de cubierta sostenible, resistente y de bajo impacto ambiental. Su uso es especialmente apropiado en zonas rurales y urbanas con alta radiación solar, y su disposición final no representa un peligro ambiental. Aun así, se recomienda una gestión responsable en su fabricación para minimizar emisiones.

Tabla 55

Fundamentos de criterios de sostenibilidad

Criterio evaluado	Norma o fuente sugerida
Consumo de energía	ISO 14040 y 14044 (Análisis del Ciclo de Vida - LCA)
Emisiones de CO₂	IPCC Guidelines for GHG Inventories / ISO 14067
Impacto ecológico	LEED, BREEAM, o Declaración Ambiental de Producto (EPD)
Generación de residuos	ISO 14001 (gestión ambiental), UNE-EN 15804 (construcción sostenible)
Evaluación de vida útil	ISO 15686 (Service life planning)

Nota. Se muestra las normativas para el criterio de sostenibilidad

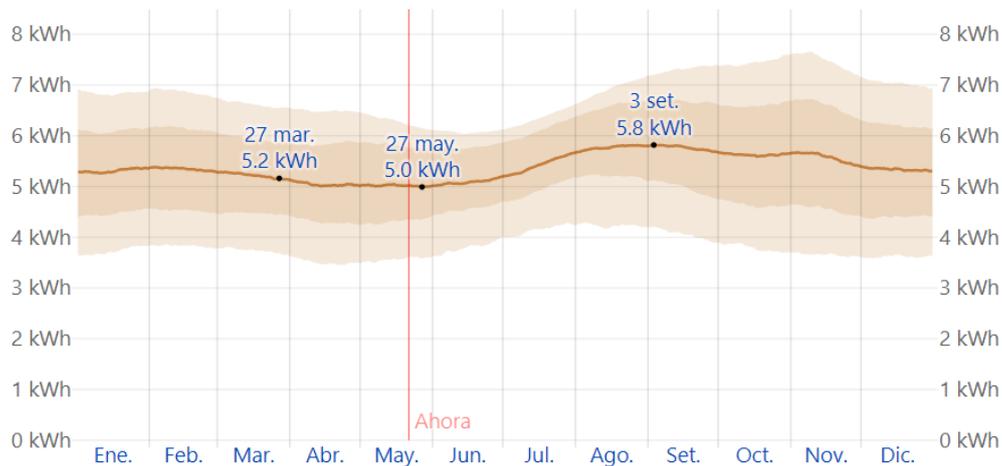
4.1.3 Análisis de las variables climáticas

4.1.3.1 Redición solar

Para la propuesta de diseño es necesario conocer la radiación solar en unidades de kilovatios por metro cuadrado (kWh/m²), el cual representa la cantidad promedio de radiación solar diaria durante un mes típico sobre un plano horizontal. Para el lugar de estudio un día promedio, se puede recibir un total acumulado de entre 5.5 y 6.5 kWh/m², lo cual corresponde a valores relativamente altos.

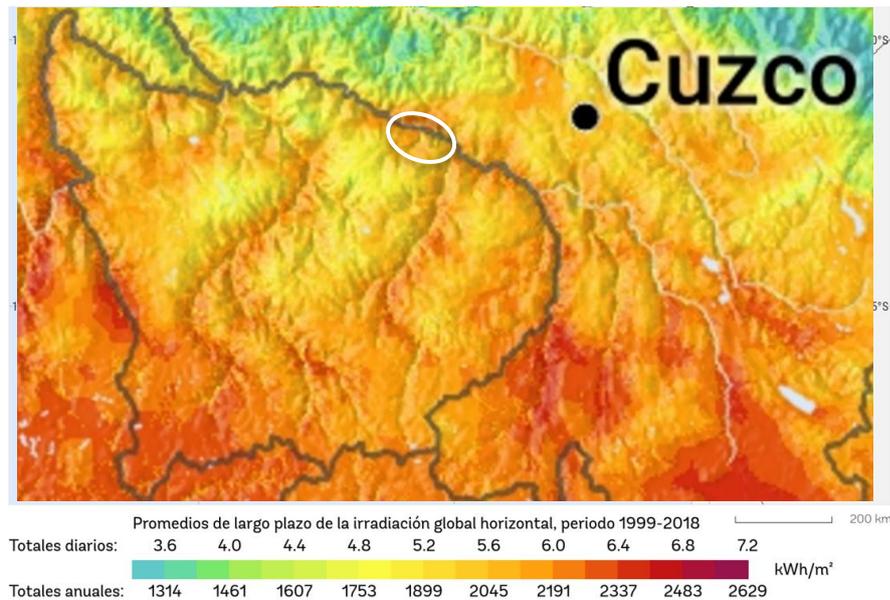
Figura 41

Promedio diario de radiación solar de onda corta incidente en Curahuasi



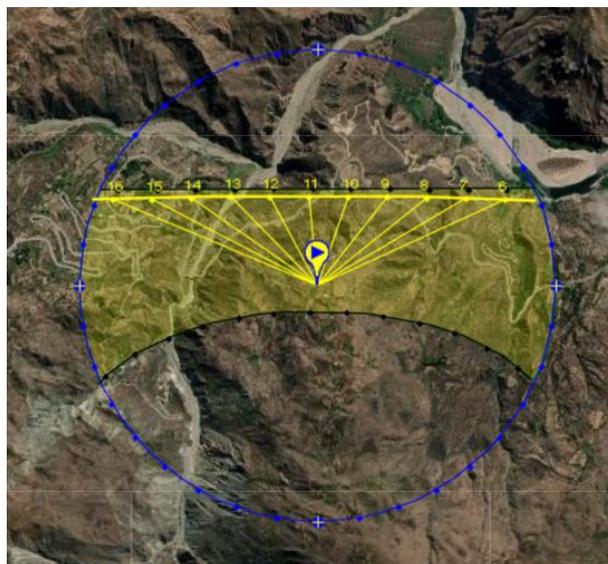
Nota. Se muestra la variabilidad de radiación solar incidente durante el año. Según el gráfico, se puede observar que la radiación solar presenta fluctuaciones mínimas a lo largo del mismo. Adaptado de 2024 Weather Spark. (<https://weatherspark.com/y/25211/Average-Weather-in-Curahuasi-Peru-Year-Round>).

Como se detalló en el marco teórico la cantidad de radiación solar que recibe una edificación está influenciada por el ángulo con el que incide sobre la superficie del terreno y por la posición del sol en relación al norte geográfico (azimut). En la figura 40 de acuerdo al mapa del calor se verifica que 6kwh/m² aproximadamente este valor radiación desempeña un papel fundamental en el confort térmico: el diseño, permite aprovechar la energía solar de manera eficiente, este dato también servirá el cálculo de los paneles solares.

Figura 42*Irradiación global horizontal en Perú*

Nota. En la figura se muestra el promedio de largo plazo de la irradiación global horizontal, periodo 1999-2018. Adaptado de 2017 *The World Bank, Solar resource data: Solargis*, por el grupo del banco mundial (<https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/peru>).

4.1.3.2 Recorrido solar para la vivienda

Figura 43*Proyección solar equidistante*

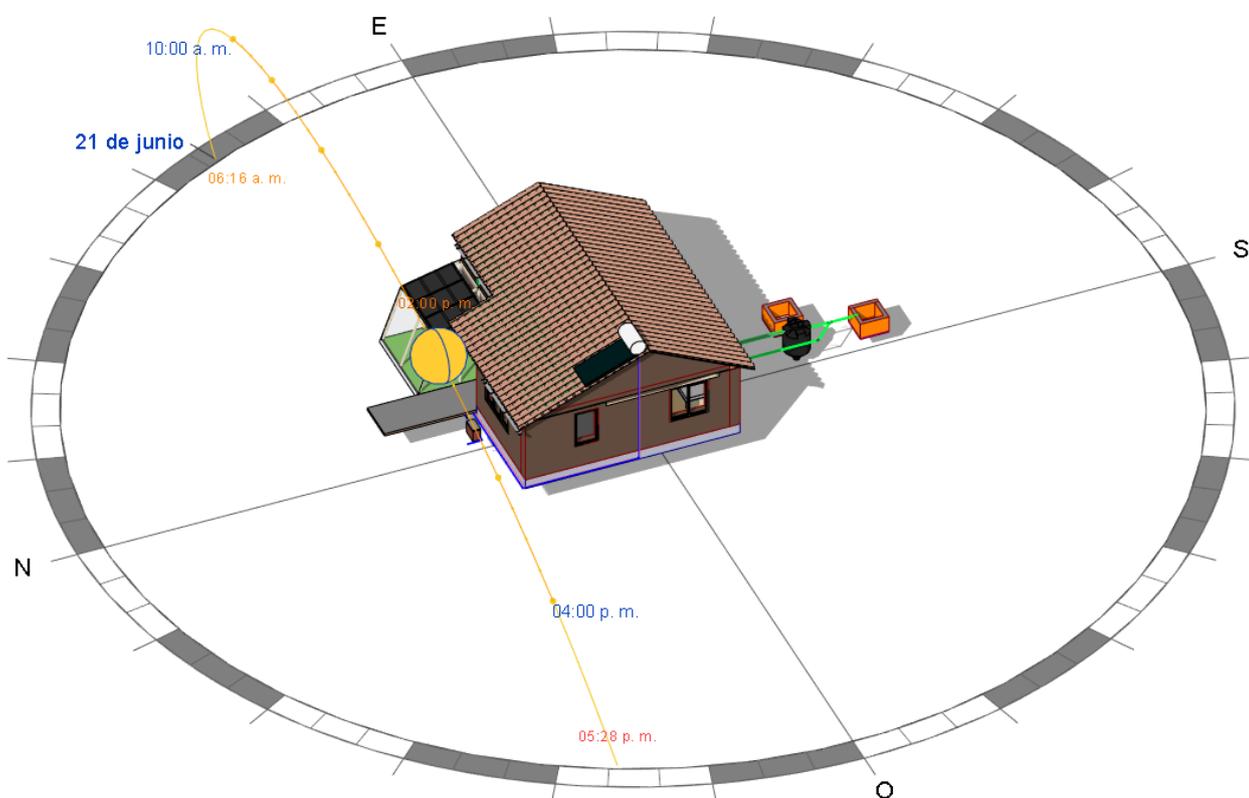
Nota. Recorrido del sol en el lugar de estudio desde las 6am hasta 7pm desarrollo realizado de manera original utilizando la herramienta proporcionada por la *Universidad de Oregón*. (https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es)

En la figura 39 muestra el análisis del recorrido solar del lugar de estudio, el cual fue fundamental para la toma de decisiones en el diseño arquitectónico de la vivienda sostenible. Este análisis permitió identificar con precisión la trayectoria del sol durante el día y a lo largo del año, lo que facilitó la correcta orientación de los espacios principales, como la sala y los dormitorios, hacia el norte, aprovechando al máximo la radiación solar directa. Asimismo, permitió ubicar de forma estratégica el muro Trombe y los paneles fotovoltaicos, optimizando su rendimiento térmico y energético. Gracias a esta herramienta, se mejoró el confort térmico pasivo del interior, se redujo la dependencia de sistemas activos de climatización, y se promovió un diseño bioclimático adaptado a las condiciones locales del entorno

A continuación, se muestra el recorrido de la proyección solar equidistante del distrito de Curahuasi durante el equinoccio de verano y el solsticio de invierno, el trayecto del sol corresponde a los momentos en los que se encuentra más distante de la Tierra.

Figura 44

Análisis solar de solsticio de invierno.

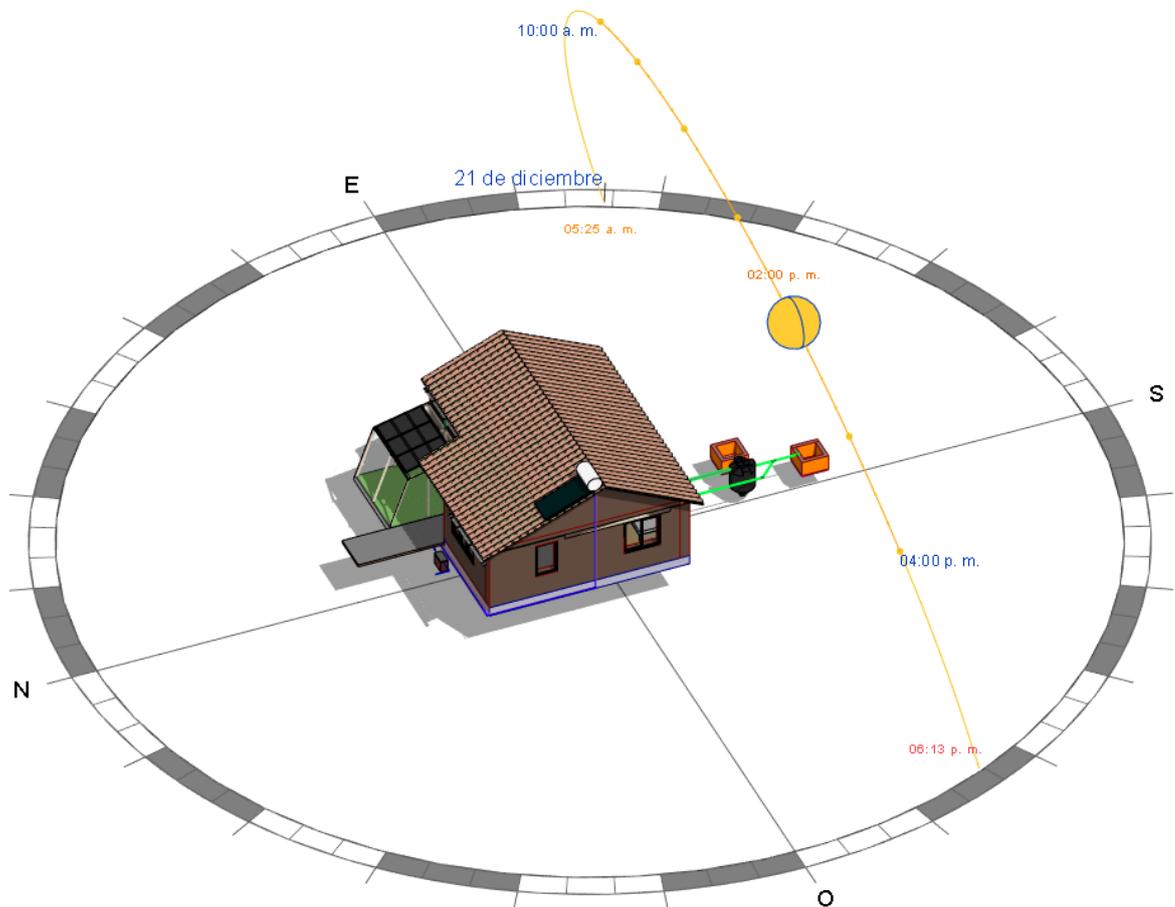


Nota. El análisis solar realizado corresponde al 21 de junio En el solsticio de invierno, se observó un recorrido solar bajo, con menor tiempo de exposición (de 06:16 a.m. a 05:28 p.m.), lo que indicó la necesidad de maximizar la captación solar hacia el norte para garantizar el confort térmico durante los días más fríos. Esta condición influyó directamente en la ubicación

del muro Trombe, que actúa como acumulador térmico pasivo, y del calentador solar, orientado estratégicamente para recibir la máxima radiación durante las horas pico.

Figura 45

Análisis solar de equinoccio de verano



Nota. El solsticio de diciembre, con el sol en su punto más alto, permitió definir el diseño de protecciones solares y áreas de sombra, así como la estrategia de ventilación cruzada, asegurando confort térmico en verano, el solsticio de diciembre, con el sol en su punto más alto, permitió definir el diseño de protecciones solares y áreas de sombra, así como la estrategia de ventilación cruzada, asegurando confort térmico en verano.

4.1.3.3 Nubosidad

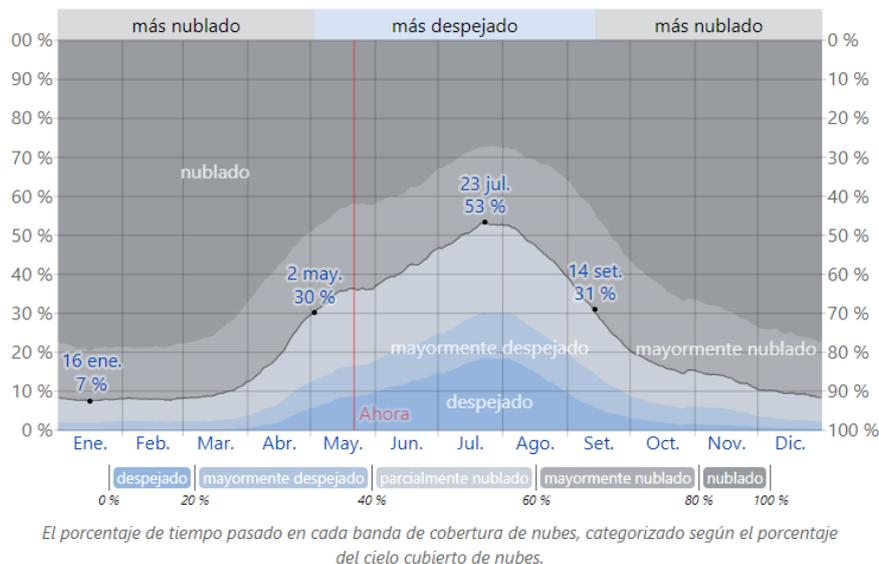
Aparte de lo señalado previamente, en el diseño arquitectónico se consideró el grado de nubosidad en la región a lo largo de las distintas estaciones (verano, invierno). Esto facilitará la identificación y comparación de los datos de radiación solar, así como la determinación de las estrategias bioclimáticas más apropiadas para implementar.

El proyecto de vivienda sostenible en propuesta, se instala en una zona frígida para lo cual se consideró la variabilidad nubosa estacional, priorizando superficies captadoras durante

los periodos de cielo despejado invernal, especialmente para la acumulación de energía en la cámara de aire, el panel solar y la terma solar.

Figura 46

Nubosidad en la ciudad de Curahuasi



Nota. Se muestra la variabilidad de la nubosidad incidente en el año. Según el gráfico, Se puede deducir de manera inicial que la nubosidad presenta una relativa estabilidad durante todo el año, sin mostrar cambios notables. Adaptado de *2024 Weather Spark*.

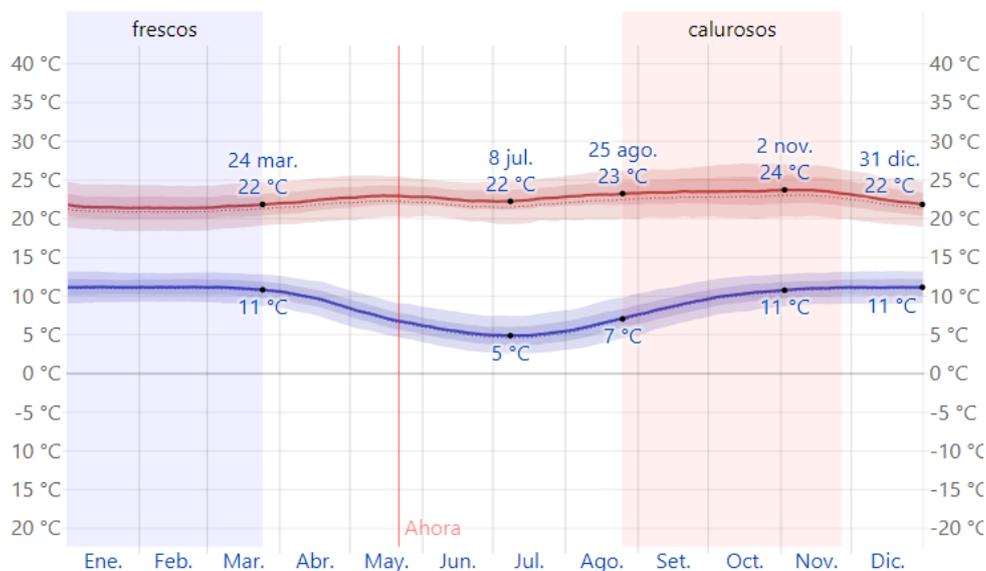
(<https://weatherspark.com/y/25211/Average-Weather-in-Curahuasi-Peru-Year-Round>).

4.1.3.4 Temperatura del aire

Se presentaron los promedios mensuales de las temperaturas más altas y más bajas. La diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas diarias, conocida como amplitud térmica, resultó fundamental, ya que permitió definir las estrategias bioclimáticas a aplicar, tales como la retención de calor en climas fríos o el enfriamiento mediante la circulación de aire nocturna sobre las superficies internas en zonas de clima cálido.

Figura 47

Temperatura del aire del distrito de Curahuasi



Nota. Se muestran las temperaturas máximas y mínimas diarias promedio, junto con los rangos de percentiles del 25% al 75% y del 10% al 90%. Las líneas punteadas indican las temperaturas percibidas promedio. Adaptado de 2024 *Weather Spark*. (<https://weatherspark.com/y/25211/Average-Weather-in-Curahuasi-Peru-Year-Round>).

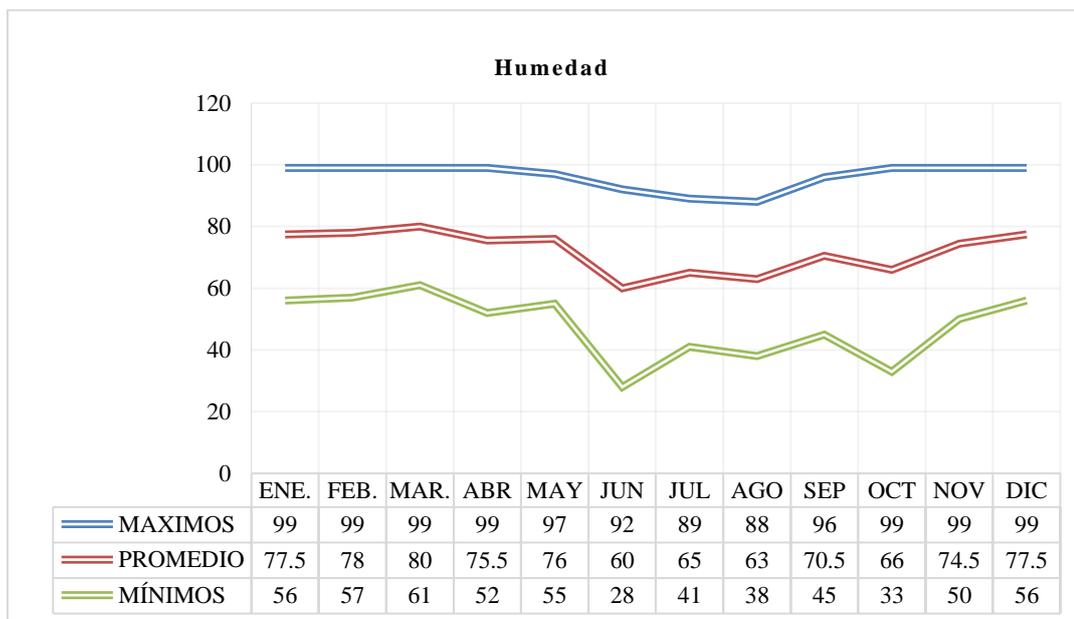
En el entorno interior, se reconocieron varios factores que generaban incomodidad térmica local, provocados por las fluctuaciones de temperatura del aire a distintas alturas dentro del espacio. La sensación simultánea de tener los pies fríos y la cabeza caliente, ocasionada por una diferencia de temperatura del aire de 3 °C o más, generaba incomodidad en aproximadamente el 95 % de las personas.

4.1.3.5 Humedad relativa del aire

A continuación, se mostró la humedad relativa expresada en porcentaje (%), la cual reflejaba la cantidad de vapor de agua presente en el aire en relación con la máxima cantidad que podía retener cada kilogramo de aire seco antes de que se produjera la condensación

Figura 48

Humedad relativa promedio máxima y mínima registrada en la ciudad de Curahuasi.



Nota. Creación propia con datos proporcionados por Senamhi en 2014.

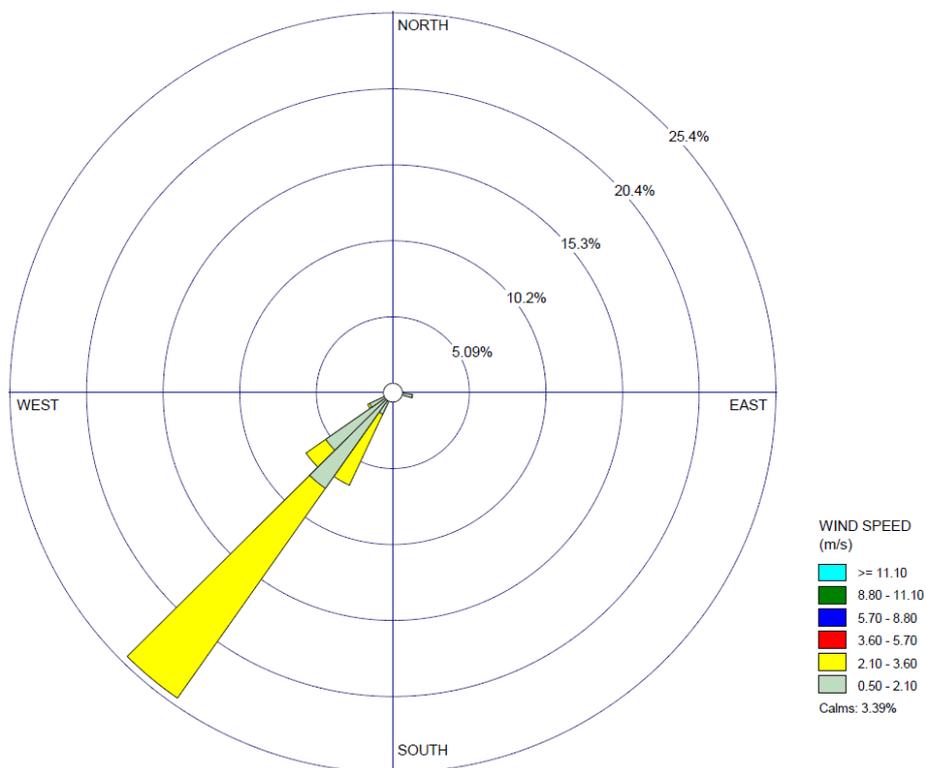
La figura 45 presenta los valores mensuales de la humedad relativa promedio, tanto máxima como mínima. Es importante señalar que existe una relación inversa entre la temperatura y la humedad: a medida que la temperatura del aire aumenta durante el día, la humedad relativa disminuye, mientras que, al descender la temperatura, la humedad relativa tiende a aumentar.

Según la figura, la humedad se mantiene por encima del 60% en su valor mínimo, alcanzando hasta un 80% en su punto máximo. Por lo tanto, se puede inferir que el nivel de humedad en Curahuasi, evaluado a lo largo del tiempo, es predominantemente bajo.

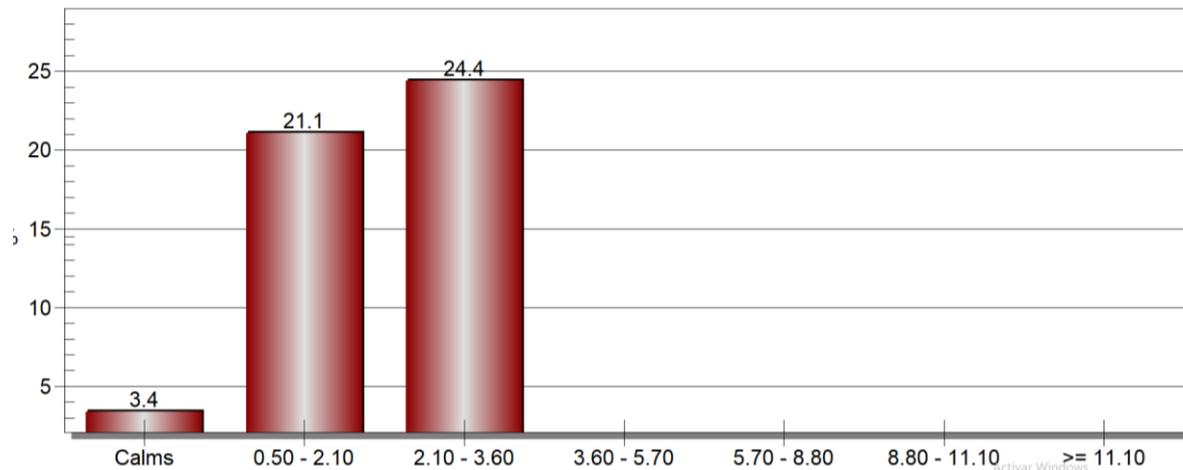
4.1.3.6 Movimiento del Aire

Figura 49

Rosas de vientos del distrito de Curahuasi



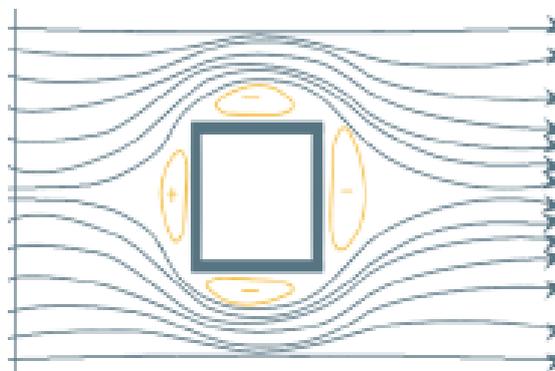
Nota. La imagen es un gráfico de rosa de los vientos (o diagrama de frecuencia direccional del viento) que representa los patrones de viento en la ubicación del proyecto. El diseño consiste en un círculo dividido en sectores que corresponden a las direcciones cardinales (Norte, Sur, Este, Oeste), con datos sobre la frecuencia (%) y la velocidad del viento (m/s) del mes de junio, creada de forma independiente utilizando los datos de SENAMHI y la herramienta WRPLOT

Figura 50*Frecuencia de la dirección del viento*

Nota. se muestra la rosa de vientos para el mes de junio. Creación propia con los datos de SENAMHI y la herramienta de WRPLOT

A partir del análisis de la rosa de los vientos, se supuso inicialmente que debían tomarse precauciones contra los vientos provenientes del suroeste, especialmente durante los meses más fríos del invierno, entre junio y julio.

Este análisis facilitó el diseño de un sistema de ventilación cruzada en la vivienda, orientado a dirigir el viento que ingresaba por las aberturas del lado barlovento hacia el interior, permitiendo su salida natural a través de las aberturas del lado sotavento, aprovechando la variabilidad de presión generada por el volumen del edificio.

Figura 51*Distribución de la presión en torno al edificio*

Nota. El aire fluye sobre un volumen, se producen zonas de presión positiva en el lado barlovento y áreas de presión negativa a lo largo de los lados que son paralelos a la dirección del viento, así como en el lado sotavento. Desde una perspectiva de diseño, este principio es útil para identificar o crear áreas resguardadas del viento, como patios o espacios que requieren

protección, o para determinar la distancia óptima entre volúmenes que permita una recepción eficiente del viento.

4.1.3.7 Presipitaciones

La presencia de precipitaciones influye de manera decisiva en el diseño arquitectónico, ya que condiciona tanto la forma como el tamaño de techos o cubiertas, así como la pendiente y los materiales seleccionados. También afecta la planificación del sistema de drenaje de aguas pluviales. En regiones de clima cálido, las lluvias contribuyen además al descenso de la temperatura, no solo por la cobertura nubosa, sino también por el proceso de evaporación del agua acumulada en las superficies.

Figura 52

Precipitación en el distrito de Curahuasi

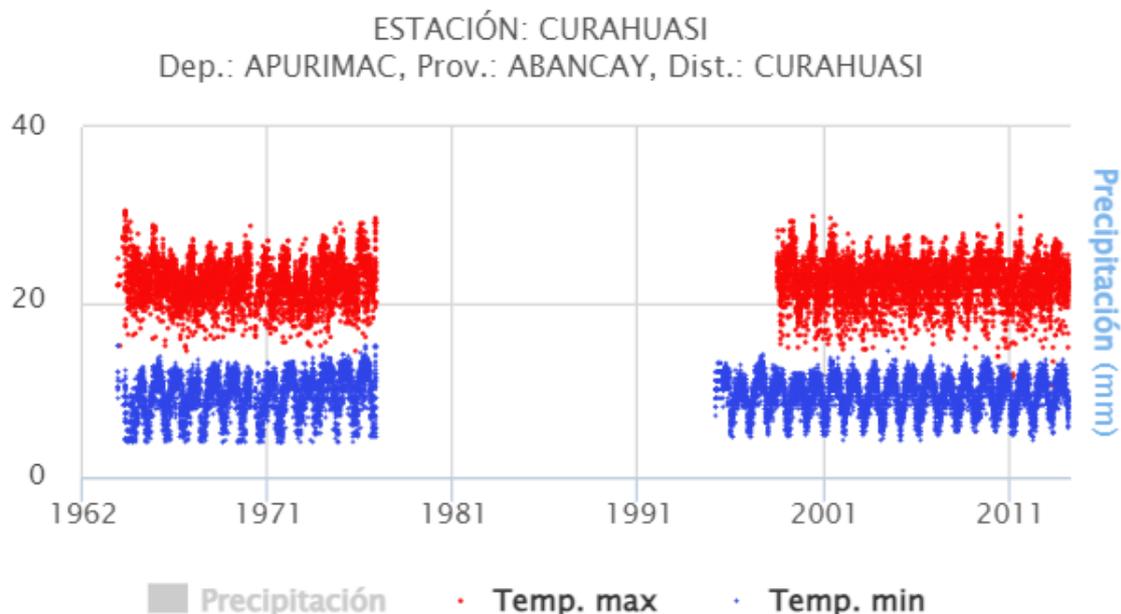


La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo de 31 días en una escala móvil, centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25° al 75° y del 10° al 90°. La línea delgada punteada es la precipitación de nieve promedio correspondiente.

Nota. Distribución mensual de precipitaciones en Curahuasi. Línea continua: Lluvia acumulada, datos mostrados durante todo el año 2024, Bandas: Variabilidad (25-75° y 10-90° percentiles), Aplicación: Cálculo de pendientes de cubierta (ej. 15° para >100mm/mes) y sistemas de drenaje Carta bioclimática por Baruch Givoni. Adaptado de 2024 *Weather Spark*. (<https://weatherspark.com/y/25211/Average-Weather-in-Curahuasi-Peru-Year-Round>).

Figura 53

Datos de temperatura, estación de Curahuasi



Nota. En la imagen se muestra los resultados de temperatura máxima y temperatura mínima, empleando datos proporcionados del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI y procesados de manera autónoma.

4.1.3.8 Diagrama Bioclimática de Giovani

Tabla 56

Registro de temperatura y humedad relativa en el distrito de Curahuasi

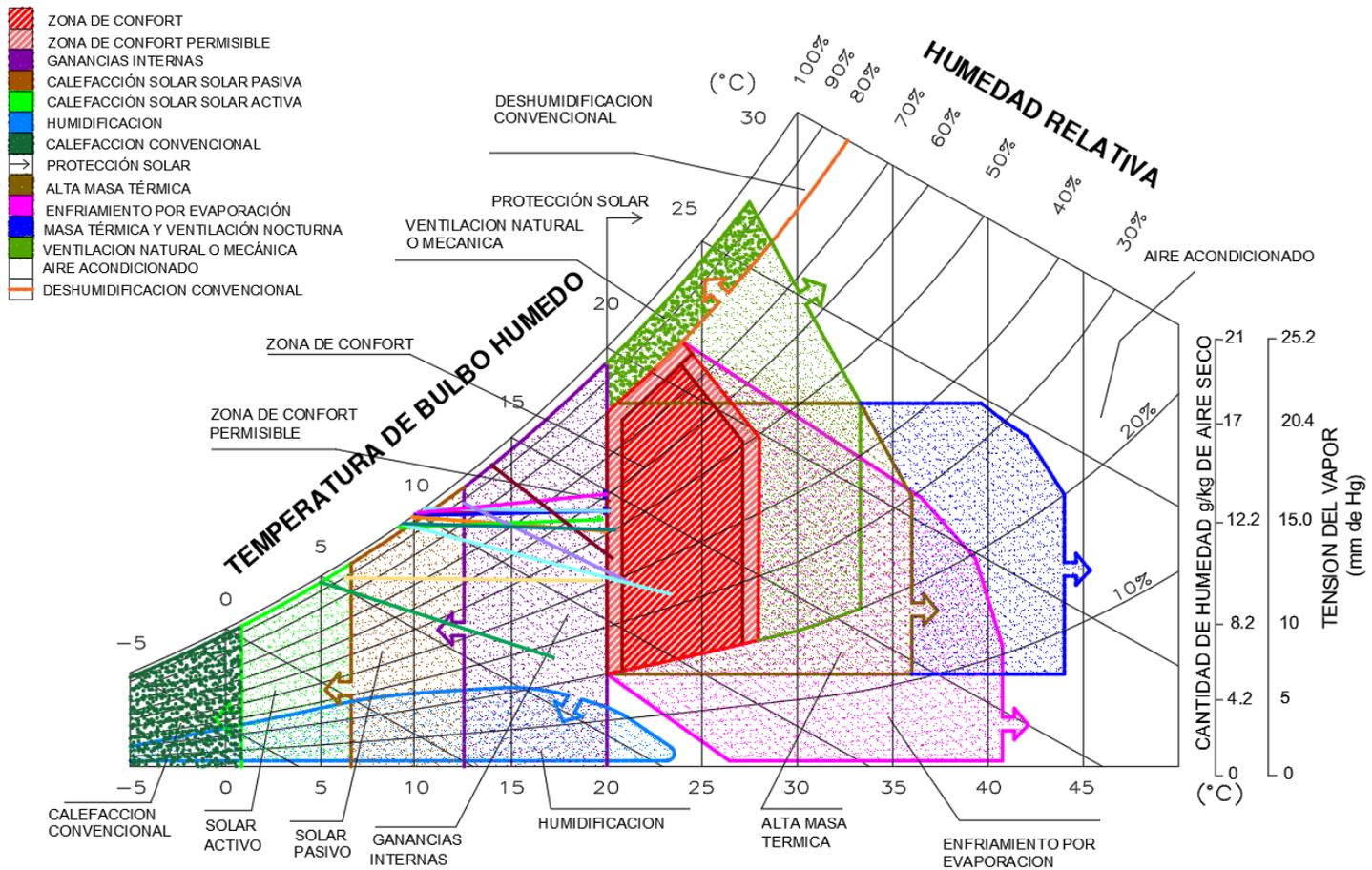
CONDICIONES METEOROLÓGICAS		UNIDAD DE MEDIDA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
TEMPERATURA	MÁXIMA ABSOLUTA	°C	24.8	24.6	26.4	25.6	25.4	23.8	23.8	25.8	26.8	27.2	26.8	26.8
	MÁXIMA MEDIA		21.67	21.03	21.73	22.94	22.93	21.07	21.52	22.71	24.71	23.50	24.12	22.10
	MEDIA		16.21	16.32	16.63	16.42	16.06	14.36	14.35	15.23	16.79	16.75	17.30	16.56
	MÍNIMA MEDIA		10.76	11.60	11.54	9.91	9.19	7.64	7.18	7.75	8.86	9.99	10.48	11.01
	MINIMA ABSOLUTA		8.20	10.20	9.80	8.20	6.80	6.20	5.00	5.00	6.40	7.80	7.80	8.40
	AMPLITUD TÉRMICA		10.91	9.43	10.19	13.03	13.74	13.43	14.34	14.96	15.85	13.51	13.64	11.09
HUMEDAD RELATIVA	MÁXIMA ABSOLUTA	%	99.00	99.00	99.00	99.00	97.00	92.00	89.00	88.00	96.00	99.00	99.00	99.00
	MINIMA ABSOLUTA		77.50	78.00	80.00	75.50	76.00	60.00	63.00	63.00	70.50	66.00	74.50	77.50
	AMPLITUD TÉRMICA		56.00	57.00	61.00	52.00	55.00	28.00	41.00	38.00	45.00	33.00	50.00	56.00

Nota. En la imagen se muestra los datos de temperatura, humedad relativa con datos de máxima absoluta, máxima media, media, mínima absoluta, Amplitud térmica, expresado en grados centígrados y en porcentaje, para datos obtenidos durante todo el año, datos adaptados del del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI

- i) Las temperaturas máximas tienden a registrarse entre las 14:00 y 15:00 horas.
- (ii) Las mínimas suelen observarse en torno a las 5:00 horas
- (iii) El 21 de junio de 2022 ocurrió el solsticio de invierno.
- (iv) El 21 de diciembre de 2022 tuvo lugar el solsticio de verano

Figura 54

Carta de Giovani



Nota. De la figura se pueden obtener varios resultados 1. Según el análisis de las condiciones higrotérmicas de la región del Cusco, y conforme a la clasificación climática establecida en la Norma Técnica EM.110, se identificó que la zona se encuentra dentro de la categoría de clima frío mesoandino. Este tipo de clima se caracteriza por una relativa estabilidad en las condiciones de confort térmico, sin presentar variaciones significativas entre las estaciones de verano e invierno. 2. En cuanto a la humedad relativa, se consideraron rangos prácticos entre el 20 % y el 70 %. Sin embargo, en zonas con una mayor humedad ambiental, se contempló una extensión del umbral superior hasta un 80 %, con el objetivo de facilitar la adaptación fisiológica de los ocupantes. Asimismo, se propuso establecer un valor máximo de presión de vapor de 15 mm, en concordancia con lo señalado por Wieser (2006). 3.Finalmente, se observó

que las estrategias de diseño pueden ampliar su rango de efectividad en función de la calidad de su implementación. Por ejemplo, la eficiencia de la calefacción mediante captación pasiva de energía solar podría mejorar significativamente si se complementa con otras soluciones bioclimáticas bien diseñadas. Esto permitiría reducir o incluso evitar la necesidad de recurrir a sistemas activos de calefacción, promoviendo así una mayor sostenibilidad energética

4.1.4 Modelado de diseño arquitectónico

Figura 55

Modelado de la distribución arquitectónica en planta



Nota. En la imagen se muestra la propuesta de la distribución arquitectónica del módulo de vivienda unifamiliar, en primera instancia se puede apreciar que existen dos baños, una sala, cocina y comedor.

Figura 56*Corte transversal de la propuesta arquitectónica*

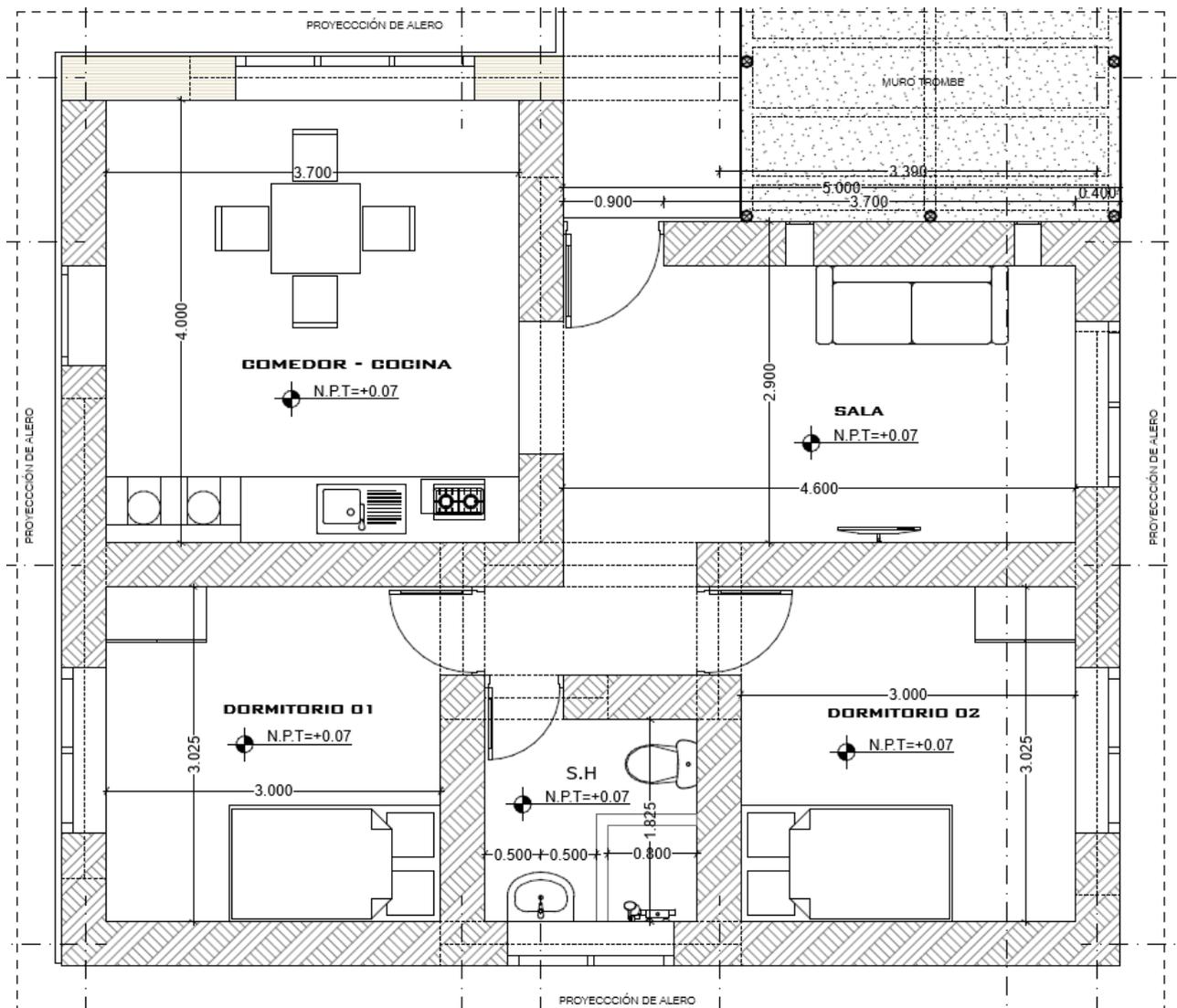
Nota. Se muestra un corte transversal de la propuesta arquitectónica, la ubicación de uno de los dormitorios y la sala, se observa que el muro trombe está ubicado en directamente a la sala.

Figura 57*Vista isométrica de la propuesta arquitectónica*

Nota. Se muestra la vista isométrica de la propuesta arquitectónica de la vivienda se puede apreciar la cámara de aire el cual calentará el muro trombe y consecuentemente por convección al interior de la vivienda.

Figura 58

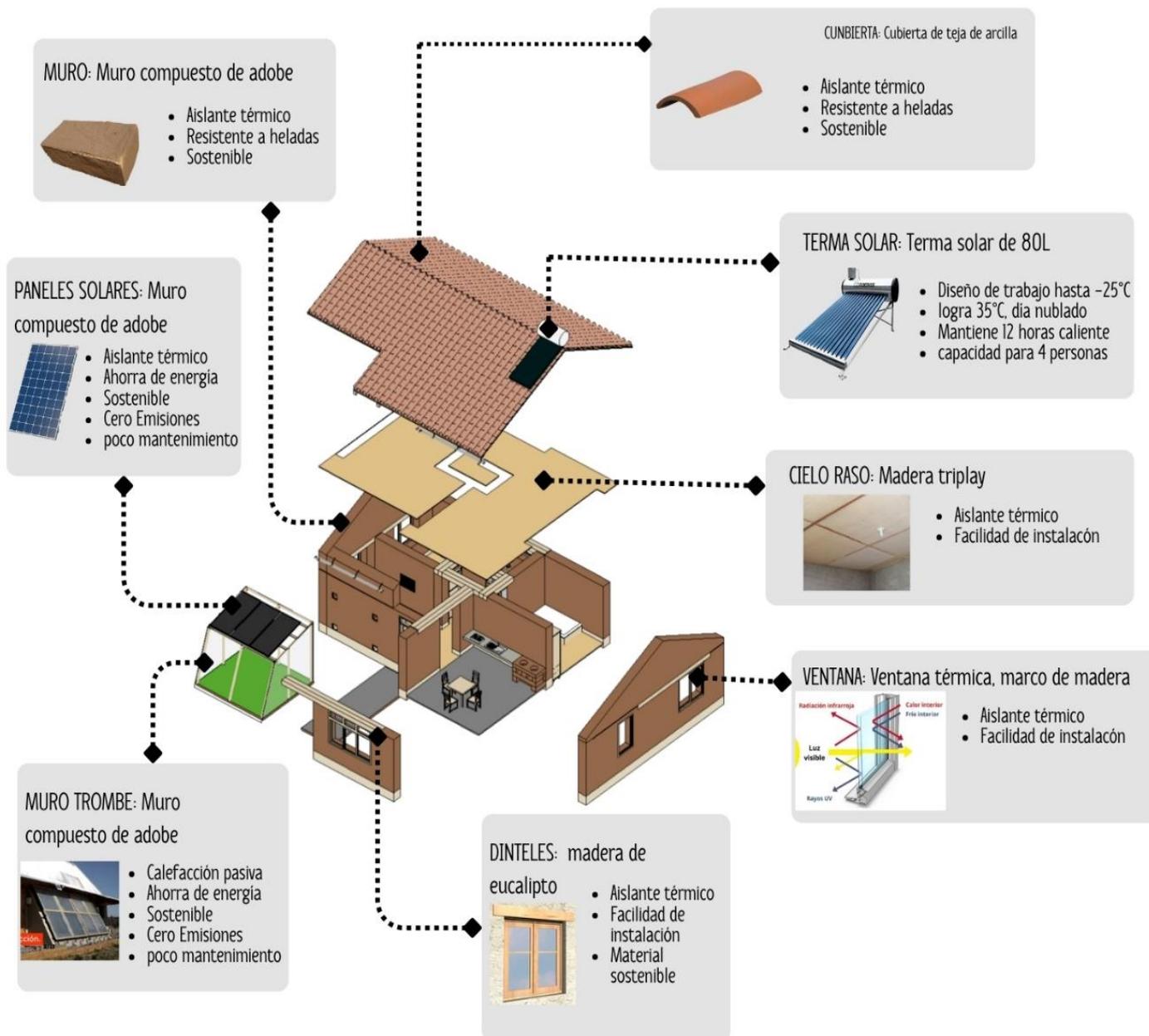
Planta arquitectónica de la vivienda rural unifamiliar sostenible



Nota. Se muestra la distribución de los espacios interiores, incluyendo cocina-comedor, sala, dormitorios y servicios higiénicos. Se destaca la incorporación del **muro Trombe**, elemento pasivo de calefacción que optimiza el confort térmico en climas fríos. La propuesta arquitectónica tiene como objetivo principal optimizar el desempeño energético de la edificación, al tiempo que promueve el bienestar de los usuarios a través de la implementación de alternativas constructivas sostenibles

Figura 59

Detalle de propuesta arquitectónica con especificación de materiales de construcción

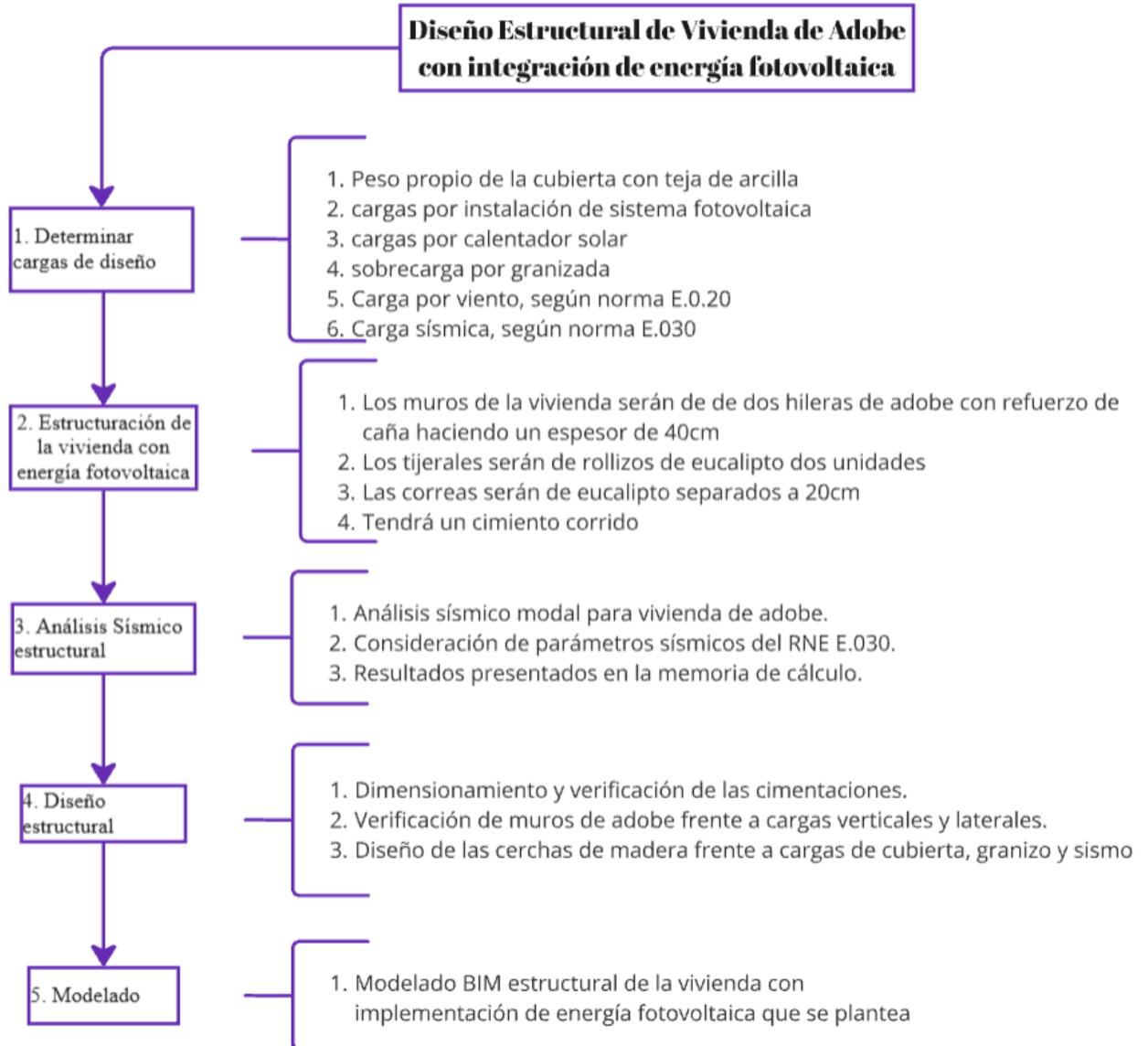


Nota. Esquema de diseño arquitectónico sostenible de la vivienda rural unifamiliar. Se detallan los elementos constructivos y tecnologías implementadas, incluyendo muros de adobe y muro Trombe para aislamiento térmico y calefacción pasiva, cubiertas de teja de arcilla, ventanas térmicas, dinteles de madera de eucalipto, cielo raso de madera triplay, además de la incorporación de paneles solares y una terma solar para mejorar la eficiencia energética. Estos elementos permiten optimizar la habitabilidad y sostenibilidad en climas de alta montaña.

4.2 Diseño Estructural

Figura 60

Esquema del diseño Estructural



Nota. Se ilustra el esquema de todos los resultados obtenidos en la especialidad de Estructura, se especifican los detalles de las actividades que se desarrollaron en el diseño arquitectónico de la vivienda

La solución estructural analizada correspondió a un modelo optimizado de vivienda rural destinado a la región altoandina, con una superficie edificada de 66 m². El diseño incorporó muros de adobe, en concordancia con principios de sostenibilidad en el uso de materiales constructivos. Su implementación estuvo orientada a renovar las condiciones de habitabilidad de la población en situación de pobreza y pobreza extrema del sector Cuncac, en

la comunidad de Ccocha. Esta propuesta respondió a criterios de eficiencia habitacional, ofreciendo confort térmico y resistencia frente a eventos sísmicos. La vivienda se distribuyó en un solo nivel, conformada por cuatro espacios diferenciados. La estructura principal estuvo compuesta por muros portantes de adobe de 40 cm de espesor, complementados con divisiones internas del mismo tipo de muro. El sistema de cubierta fue a dos aguas, conformado por una estructura de tijerales y correas de madera que soportaron una cubierta de tejas de arcilla.

4.2.1 *Metrado de cargas.*

Se considera para el metrado de cargas muertas el peso de los materiales que componen la cobertura del módulo de vivienda, los cuales son, teja artesanal cocida de arcilla, correa de eucalipto, torta de barro, panel solar, terma solar y triplay tipo Lupuna 4mm 1.22x2.44m que es parte del acabado.

Tabla 57

Metrado de cargas de techo

CARGA MUERTA	Peso (kg)/m³	Peso (kg)/und	Cant/m²	Volumen (m³)	Area(m²)	Peso (kg)/m²
Teja de arcilla cocida		1.6	30			48.00
Correa (eucalipto)	900			0.378	88.487	3.84
Torta de barro		1800	0.04			72.00
Triplay		27	0.34			9.07
Panel solar		19	0.20			3.80
Terma solar		100	0.33			33.33
Carga muerta/m²						170.05

Nota. Se tiene que el peso del techo por metro cuadrado tiene un promedio de 170.05 kg/m²

Para los cálculos de modelamiento es necesario considerar las cargas vivas los cuales fueron tomados de acuerdo a la norma E 0.20 cargas.

Tabla 58

Cálculo de cargas vivas

Carga Viva en Techos	
Carga viva mínima	50 kg/m ²
Carga Viva - Nieve	
Qs	40 kg/m ²
Inclinación	23 °
Qt	32 kg/m ²
Carga viva de diseño	50 kg/m ²

Nota. El cálculo de las cargas vivas está en función de la norma E0.20

Tabla 59*Cálculo de cargas: CM + CV*

CARGAS	
Carga Muerta	170 kg/m ²
Carga Viva	50 kg/m ²

Nota. Se muestra el resumen de las cargas vivas y cargas muertas

4.2.2 *Diseño de tijerales y correas.*

El tijeral que se plantea para el módulo de vivienda sostenible consta de un tirante, cumbrera, diagonales, montante, nudo, diagonal. Para el diseño de esta estructura se usó la madera de Eucalipto, teniendo como propiedades mecánicas como se muestra en la tabla 59. Cabe mencionar que por su densidad. Según Osis Lipa y Muñoz Fernández (2021), la madera de eucalipto presenta una densidad de 903 kg/m³ y se clasifico como madera tipo C de acuerdo a la norma E010.

Tabla 60*Propiedades mecánicas de la madera de eucalipto*

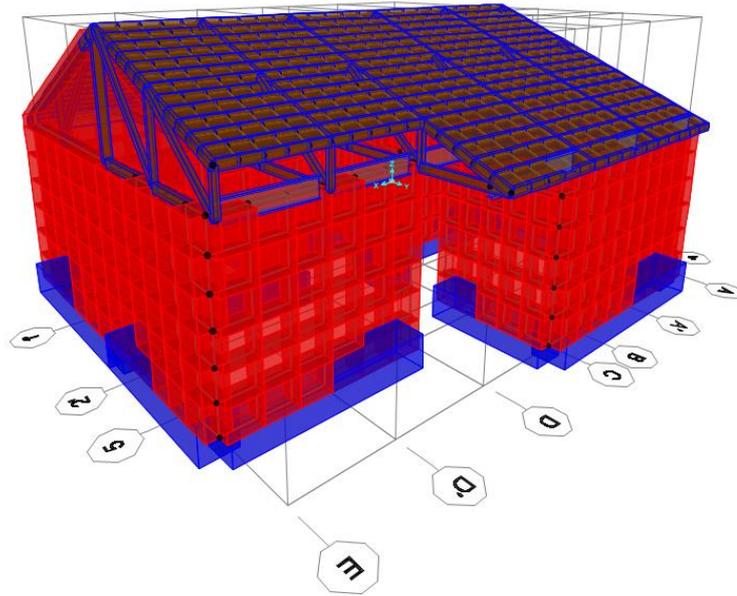
PROPIEDADES MECANICAS	
Eucalipto - Grupo A - Esfuerzos admisibles	
Densidad	903.3 kg/m ³
Módulo de Elasticidad	95000 kg/cm ²
Flexión	210 kg/cm ²
Compresión Axial	145 kg/cm ²
Tracción Axial	40 kg/cm ²
Corte	15 kg/cm ²
Deformación máxima	13 mm
Poison	0.3 -

Nota. Se muestra las propiedades mecánicas del eucalipto para el diseño de las cerchas de madera.

La estructura del tijeral se analizó íntegramente con toda la vivienda para tener un resultado más completo, para el diseño se hizo uso del manual de diseño del grupo para maderas del grupo andino, las bridas superiores y bridas inferiores son de 3"x6" las cerchas están distribuidos cada 30cm con dimensiones de 1"x3", las cerchas están espaciadas a 1.96m y 1.66m

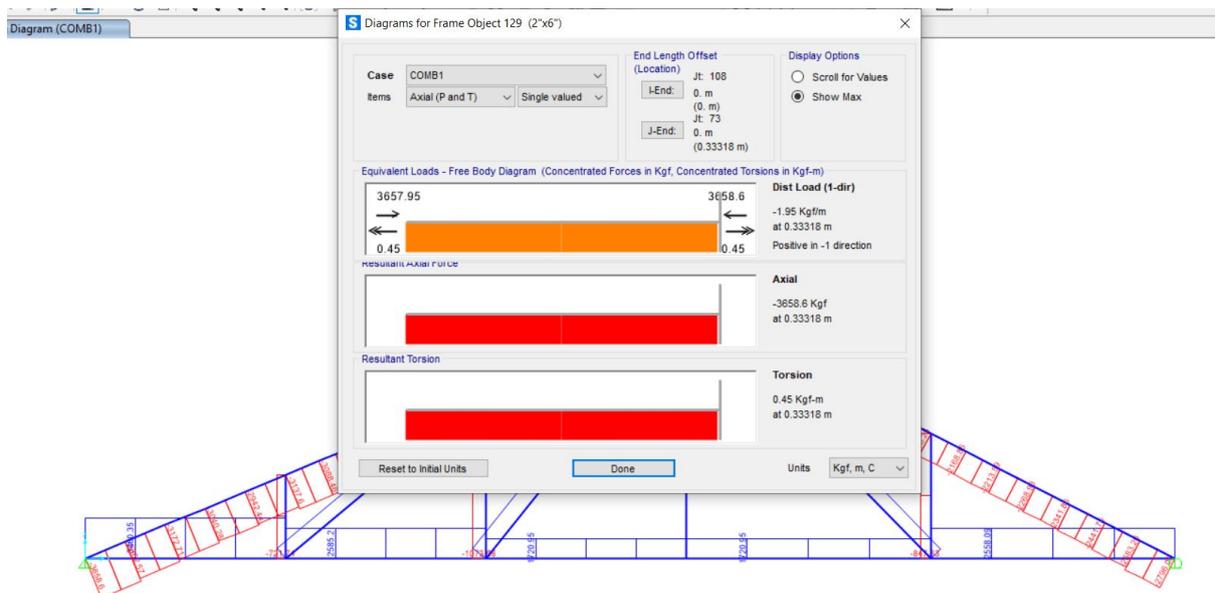
Figura 61

Modelado de tijerales en el programa sap2000-3D



Nota. En la imagen se muestra los tijerales de madera que se diseñen íntegramente con la vivienda.

Para realizar el análisis de los elementos de armadura-tijeral se diseña para la combinación de carga mas desfavorable de carga muerta y viva indicada en la norma E0.20, para lo cual se consideró $100\% cv+100\%CM$



4.2.3 Diseño por compresión

DIMENSIONES SECCIÓN TRANSVERSAL

h= 14 cm Altura sección
b= 6.5 cm Base sección

VERIFICACION CARGA ADMISIBLE A COMPRESION

N=	3658.60 kgf	Carga a Compresion por Combinacion de Servicio
N _{ad}	12625.82 kgf	Carga admisible en el plano
N _{ad}	26365.29 kgf	Carga admisible fuera del plano
N _{cri}	61130.04 kgf	Carga Critica de Pandeo en el Plano
N _{cri}	293366.32 kgf	Carga Critica de Pandeo fuera del Plano

$$N < N_{crit,x} \quad \text{Cumple}$$

$$N < N_{crit,y} \quad \text{Cumple}$$

$$N < N_{adm,x} \quad \text{Cumple}$$

$$N < N_{adm,y} \quad \text{Cumple}$$

4.2.4 Diseño por flexo compresión**DIMENSIONES SECCIÓN TRANSVERSAL**

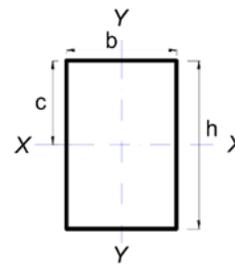
h=	14 cm	Altura sección
b=	6.5 cm	Base sección

PROPIEDADES MECÁNICAS MADERA

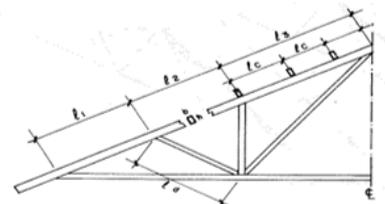
E=	95000 kgf/cm²	Módulo de Elasticidad
f _c =	145 kgf/cm²	Esfuerzo admisible a compresión
f _m =	210 kgf/cm²	Esfuerzo admisible a flexion

PROPIEDADES GEOMETRICAS SECCIÓN

A	91.00 cm²	Area
I _x	1486.33 cm⁴	Inercia Eje X
Z _x	212.33 cm³	Módulo de Sección Eje X
I _y	320.40 cm⁴	Inercia Eje Y
Z _y	98.58 cm³	Módulo de Sección Eje X

**DIMENSIONES GEOMETRIA CERCHA**

L1	166.59 cm	Longitud Cordon superior 1
L2	210.88 cm	Longitud Cordon superior 2
L _c	32 cm	Distancia entre correas

Figura 11.5 Longitudes para cálculo de β_{ef} (Tabla 11.1)**VERIFICACION FLEXOCOMPRESIÓN**

N=	3641.00 kgf	Carga a Compresion por Combinacion de Servicio
M=	13597.00 kgf.cm	Momento Flector por Combinación de Servicio
N _{adm_x} =	12625.82 kgf	Carga admisible en el plano

$$N_{crit} = \frac{\pi^2 * E * I}{Lef^2}$$

$$N_{crit_x} = 61130.04 \text{ kgf} \quad \text{Carga Critica de Pandeo en el Plano}$$

$$k_m = \frac{1}{1 - 1.5 * \frac{N}{N_{crit}}}$$

$$k_m = 1.10 \quad \text{Factor de Amplificacion de Momento}$$

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{k_m * M}{Z_x * f_m} < 1 \quad \text{Cumple}$$

4.2.5 Propiedades de los materiales.

4.2.5.1 Mampostería de Tierra Reforzada

- Módulo de elasticidad longitudinal: 4,000 kgf/cm²
- Resistencia característica a compresión: 6.0 kgf/cm²
- Tensión admisible a compresión (según normativa): 2.0 kgf/cm²
- Resistencia última a cortante (sin refuerzo): 0.25 kgf/cm²

4.2.5.2 Refuerzos Vegetales

- Capacidad resistente a tracción por elemento: >1,200 kgf
- Disposición: Malla integrada en ambas caras del muro con espaciamiento máximo de 4 hiladas

4.2.5.3 Acciones Sísmicas

El análisis dinámico considera los parámetros establecidos en la normativa para construcciones con tierra reforzada:

- Coeficiente sísmico (zona 3): 0.28g
- Factor de amplificación geotécnica (suelo intermedio): 1.4
- Factor de importancia (vivienda unifamiliar): 1.0
- Aceleración sísmica equivalente: 2.75 m/s²

4.2.6 Modelación y Análisis Estructural

4.2.6.1 Configuración del Modelo

El sistema estructural se representó mediante elementos bidimensionales para los muros y unidimensionales para los componentes de madera. Se consideraron las siguientes características:

- Continuidad de muros hasta el nivel de arriostre superior
- Interacción techo-muro mediante conexiones rígidas
- Distribución de masas según geometría real

4.2.6.2 Resultados del Análisis Sísmico

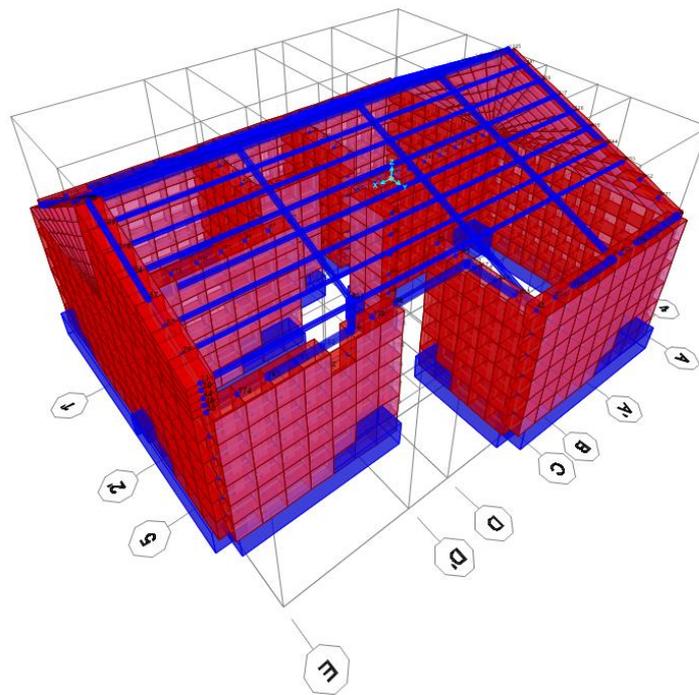
4.2.7 Análisis de Cargas Gravitacionales

4.2.7.1 Muro Crítico

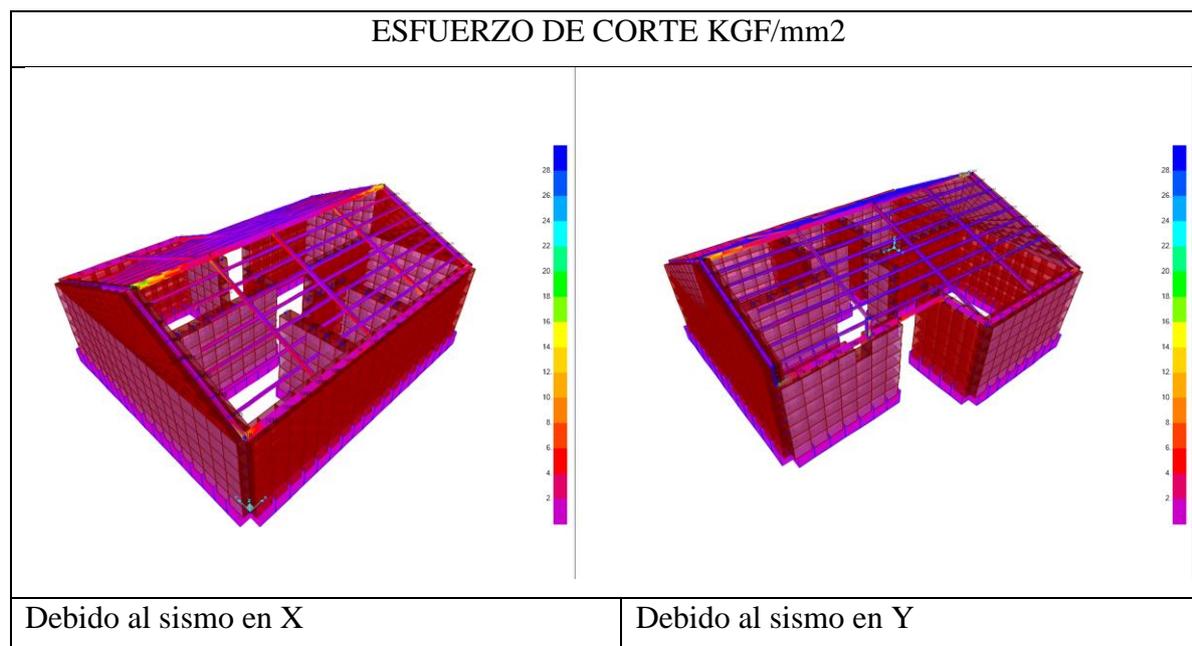
- Altura: 3.0 m
- Carga propia: 1,920 kgf/m
- Carga transmitida por cubierta: 128 kgf/m
- Tensión de compresión resultante: $0.57 \text{ kgf/cm}^2 < 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ (OK)

Figura 62

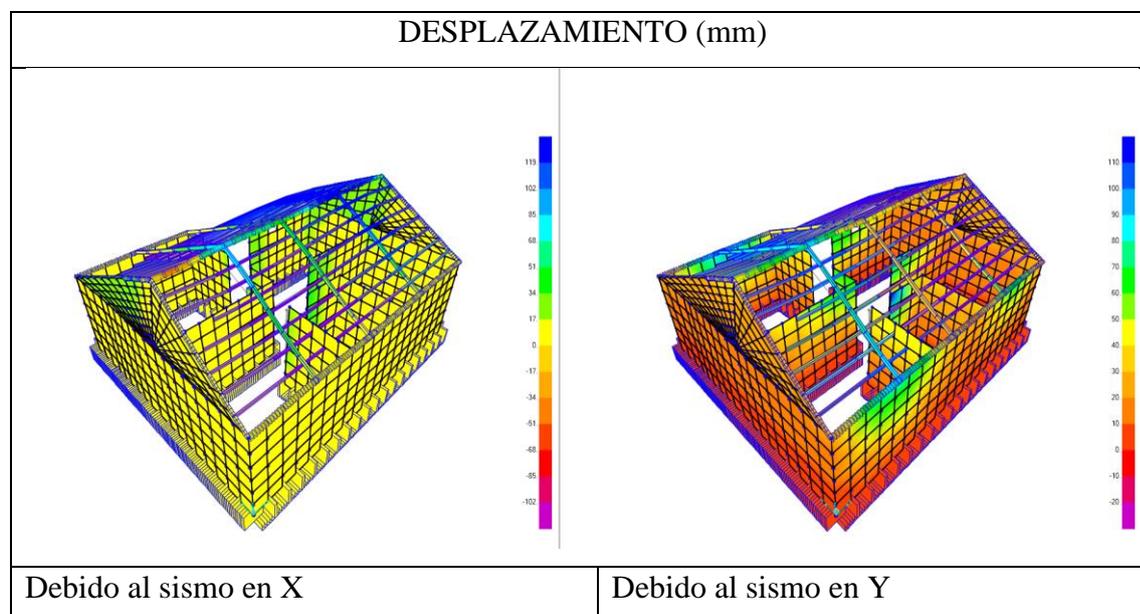
Resultado del modelado estructural



Nota. Se muestra modelo del módulo de vivienda unifamiliar sostenible

Tabla 61*Esfuerzo de corte*

Nota. Se ilustra cómo se distribuyen los esfuerzos cortantes dentro del plano de los muros, indicando los rangos en los que estos varían según la dirección del análisis. En el eje horizontal (dirección XX), los valores alcanzan aproximadamente $\pm 0,25$ kgf/cm², superando ese umbral en ciertos sectores. En el eje vertical (dirección YY), los esfuerzos se sitúan en torno a $\pm 0,30$ kgf/cm², también excediendo el valor de referencia de 0,25 kgf/cm².

Tabla 62*Desplazamiento*

Nota. La figura siguiente ilustra las fuerzas de tracción distribuidas en el plano del muro en sentido horizontal. Estas se expresan por metro lineal de muro, y sus valores oscilan entre

$\pm 1,0$ toneladas por metro en la dirección XX y $\pm 2,0$ toneladas por metro en la dirección YY. En estructuras sin refuerzo, estos niveles de esfuerzo podrían provocar fallas, dado que la mampostería de adobe presenta una resistencia a la tracción muy baja, la cual no suele considerarse en los cálculos estructurales.

Tabla 63

Esfuerzos cortantes

variable	valores máximos (sismo severo)	resistencias máximas
esfuerzos cortantes en dirección x-x	+/- 0.25kgf/cm ²	esfuerzo último +/- 0.25 kgf/cm ²
esfuerzos cortantes en dirección y-y	+/- 0.30kgf/cm ²	esfuerzo último +/- 0.25kgf/cm ²
fuerzas de tracción en dirección x-x	+/- 1,1ton/m	3.0ton/m
fuerzas de tracción en dirección y-y	+/- 2,0ton/m	3.0ton/m

Nota. La Tabla se presenta una comparación entre los valores máximos de esfuerzos cortantes y fuerzas de tracción generados por un sismo severo, y los que puede soportar un muro reforzado con caña. Se aprecia que los esfuerzos de corte en la dirección YY superan la capacidad de resistencia al corte del adobe (0.25 kgf/cm²), lo que indica un comportamiento fuera del rango elástico. No obstante, debido a las propiedades del refuerzo con caña, el muro adquiere resistencia adicional a la tracción y capacidad de disipación de energía, lo cual previene su colapso. La caña, al tener una resistencia a la tracción superior a la exigida, se mantiene intacta, conservando la integridad del muro y evitando que se desintegre.

4.2.8 Interacción Suelo Estructura

Materiales:

Adobe: $E = 300MPa$, $\gamma = 1,800 kg/m^3$.

Cimentación: Concreto simple ($f'c = 140 kg/cm^2$).

Elementos:

Muros modelados como **shells** de espesor 0.40 m.

Cimentación corrida como **frame elements** (50×50 cm).

2.2 Modelado del Suelo

Tipo de suelo: Arcilla firme (S2 según Norma E.030).

Tabla 64*Resortes asignados*

Dirección	Rigidez (kN/m o kN·m/rad)	Tipo
Vertical (U3)	18,000	No lineal
Horizontal (U1, U2)	7,200	No lineal
Rotacional (R3)	1,800	No lineal

Curva fuerza-desplazamiento (U3):

(0,0), (5mm, 90kN), (15mm, 180kN), (30mm, 216kN)

4.2.9 Análisis Realizados

Estático no lineal: Carga muerta + peso propio.

Dinámico espectral: Norma E.030 (Zona 3, R=3.0).

4.2.10 Resultados**4.2.10.1 Deformaciones****Tabla 65***Deformaciones presentes*

Caso de Carga	Asentamiento Máximo (mm)	Desplaz. Horizontal (mm)
Peso propio	18.3	0.5
Sismo X (RS)	22.1	12.4
Sismo Y (RS)	21.8	11.9

Límites normativos:

Asentamiento máximo permitido: **25 mm**.Deriva máxima: **0.005h = 15 mm** (h=3 m).**3.2 Reacciones del Suelo**Presión vertical máxima: 85 kN/m < Capacidad admisible (100 kN/m²).

Reacciones horizontales: Dentro de rangos aceptables.

3.3 Esfuerzos en Muros

Compresión máxima: 0.04 MPa < Resistencia adobe (0.05MPa).

Tracciones: Nulas (acorde al comportamiento del adobe).

4.2.11 Discusión

La interacción suelo-estructura reduce un 15% las fuerzas sísmicas en los muros comparado con un modelo con base empotrada.

Los asentamientos son aceptables, pero cerca del límite normativo. Recomendable:

Aumentar el ancho de cimentación a 70 cm en zonas críticas.

Usar un suelo compactado con $k_{vertical} \geq 30,000 \text{ kN/m}^3$

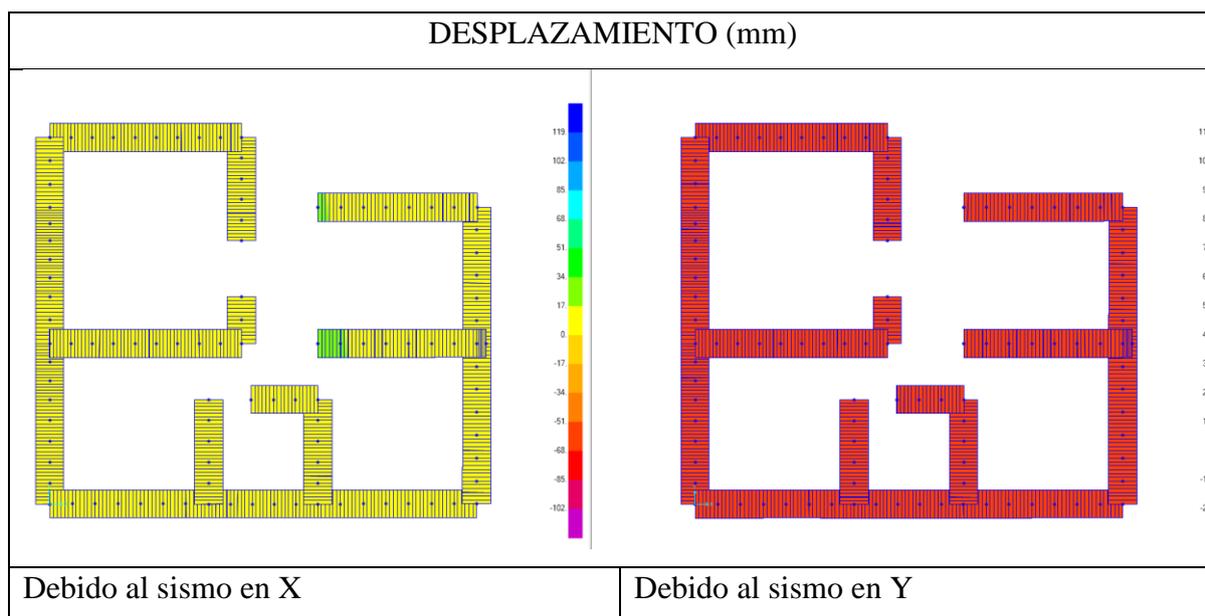
4.2.12 Conclusiones

El modelo con ISE demuestra que la vivienda es segura ante sismos moderados.

La cimentación propuesta (60×60 cm) es adecuada, pero requiere control de calidad en la compactación del suelo. El análisis no lineal con resortes proporciona resultados más realistas que un modelo con base fija.

Tabla 66

Desplazamiento de interacción suelo estructura



Nota. En conclusión, el sistema constructivo satisface los criterios de seguridad estructural necesarios para su aplicación en áreas con actividad sísmica, demostrando:

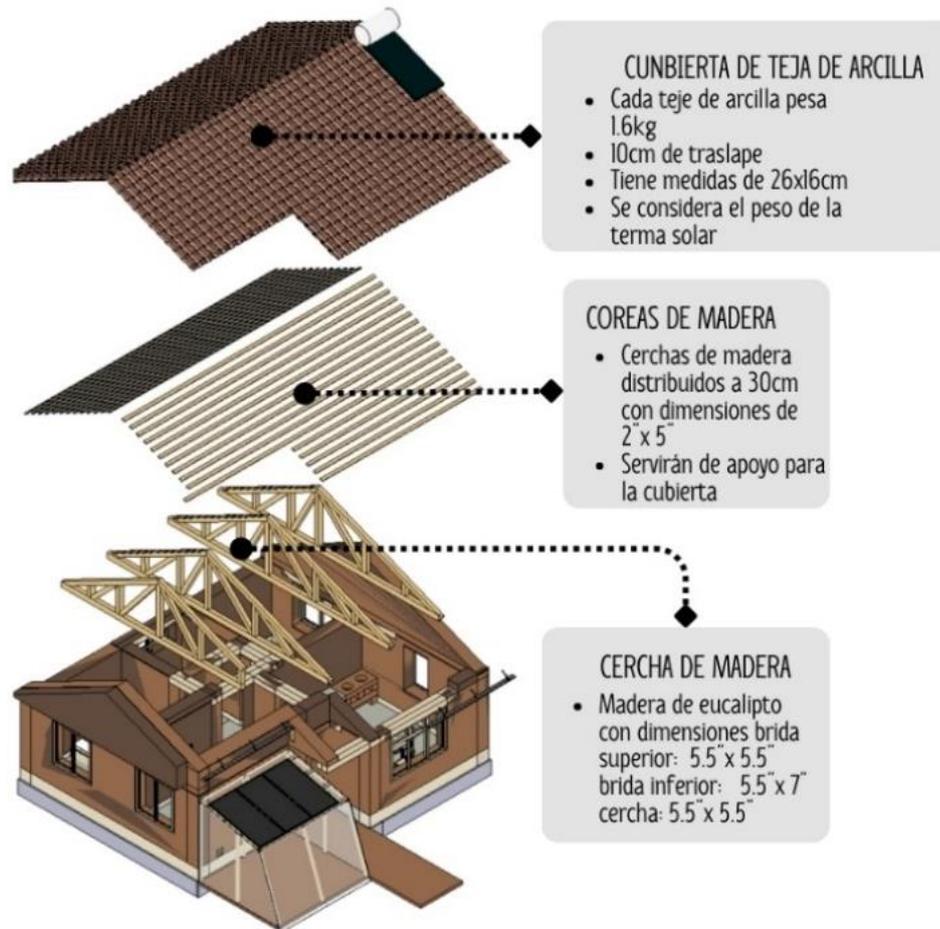
- Adecuada resistencia a cargas verticales
- Capacidad para soportar acciones horizontales mediante comportamiento dúctil
- Eficacia del sistema de refuerzo natural para controlar daños
- Compatibilidad entre elementos tradicionales y criterios de ingeniería moderna

Este documento fue preparado siguiendo metodologías aceptadas internacionalmente para estructuras no convencionales, adaptadas a las condiciones particulares de la región de implementación

4.2.13 Modelado de la estructura del proyecto

Figura 63

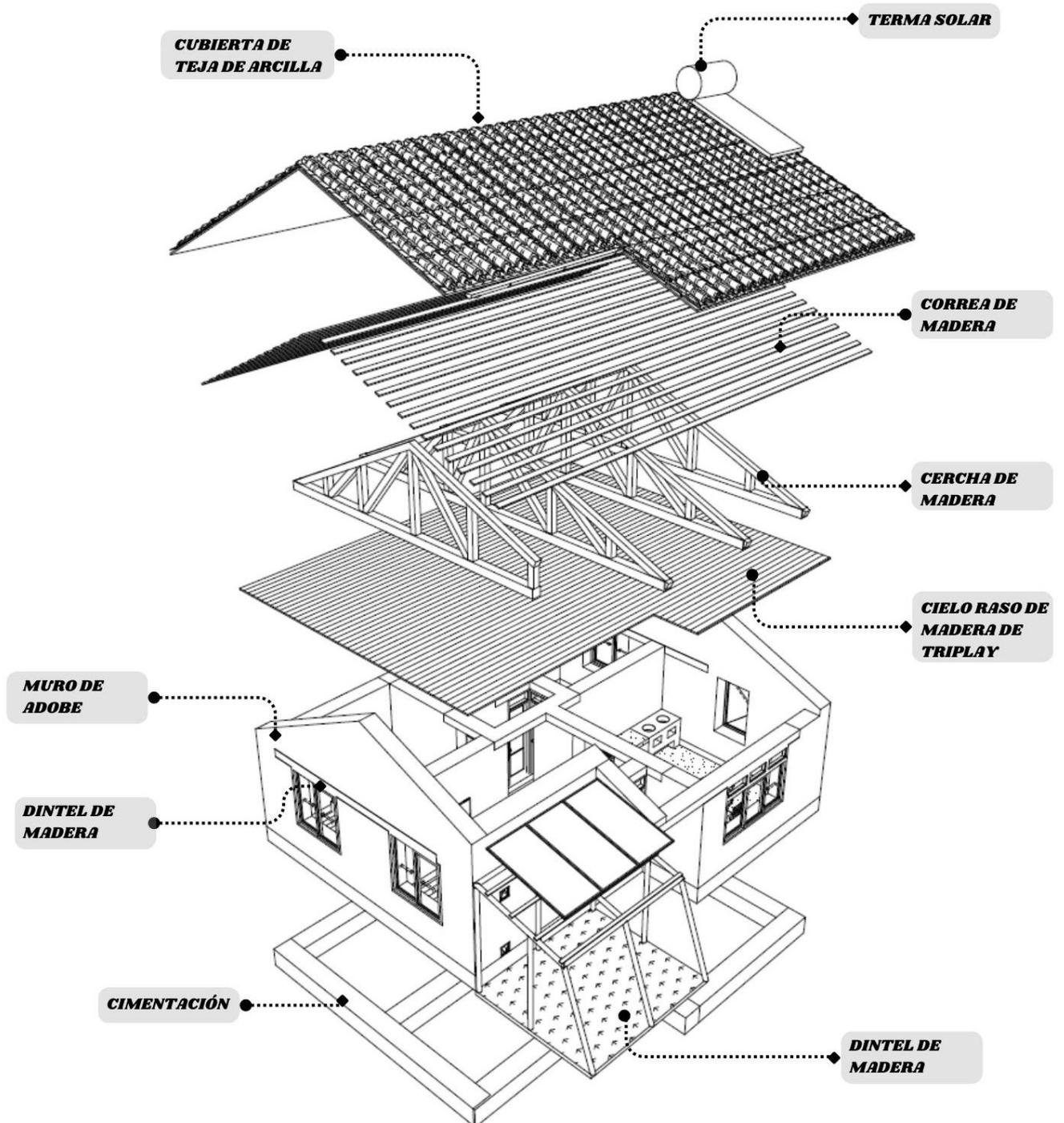
Detalles constructivos de los elementos estructurales



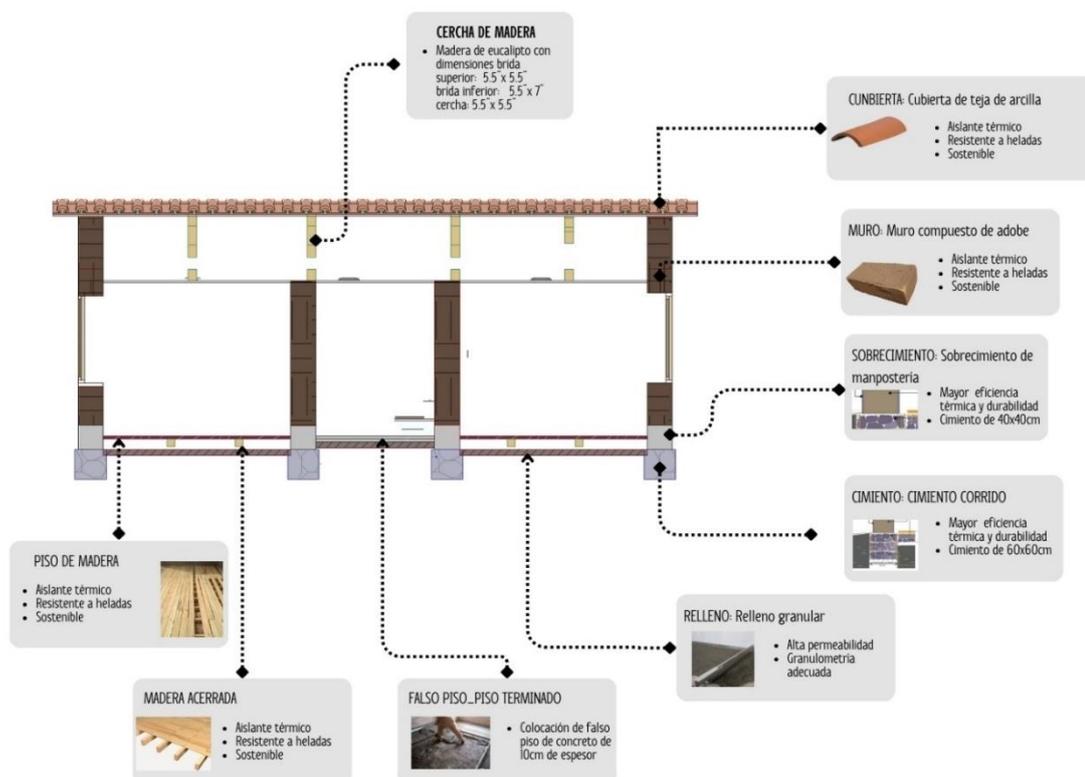
Nota. Se muestra los detalles constructivos de la propuesta Estructural de los tijerales, las correas de madera del módulo de vivienda sostenible.

Figura 64

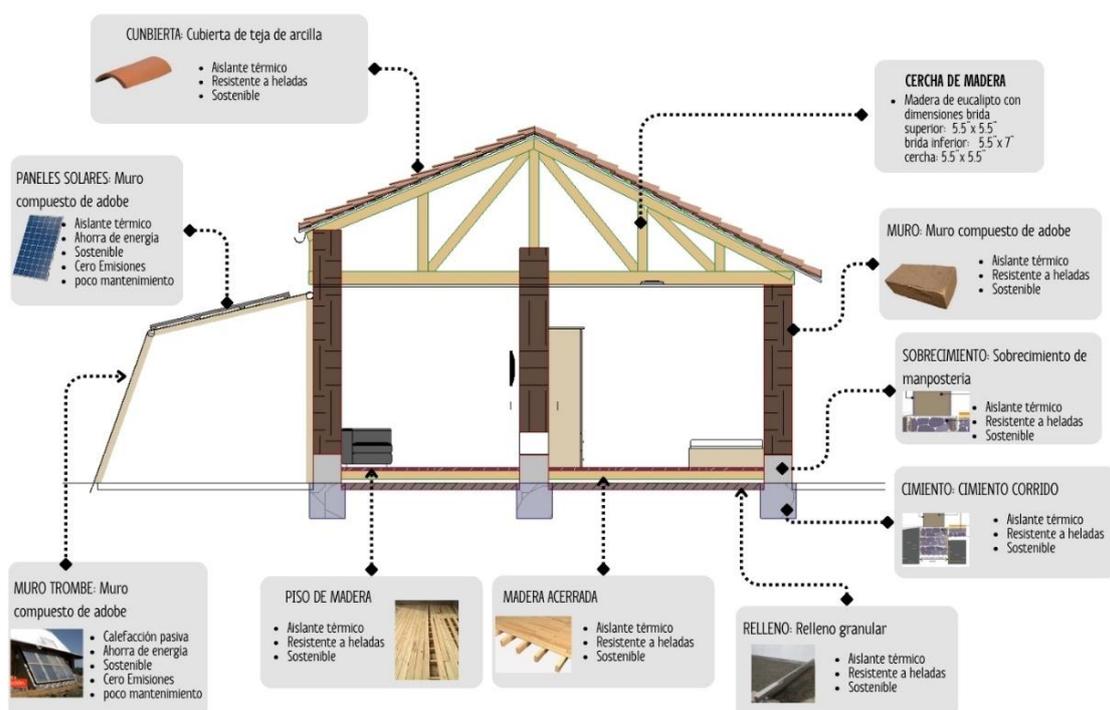
Modelamiento de la estructura de la vivienda sostenible



Nota. En la figura se muestra la cimentación el muro de adobe, los dinteles de madera, cielo raso de madera de triplay, cercha de madera, correa de madera, la cubierta de teja de arcilla, terma solar, así como el panel, los cuales sirven para diseñar las cargas de las viviendas.

Figura 65*Detalle de corte longitudinal de estructuras*

Nota. En la figura se hizo un corte en el que se detallan los materiales usados en la propuesta

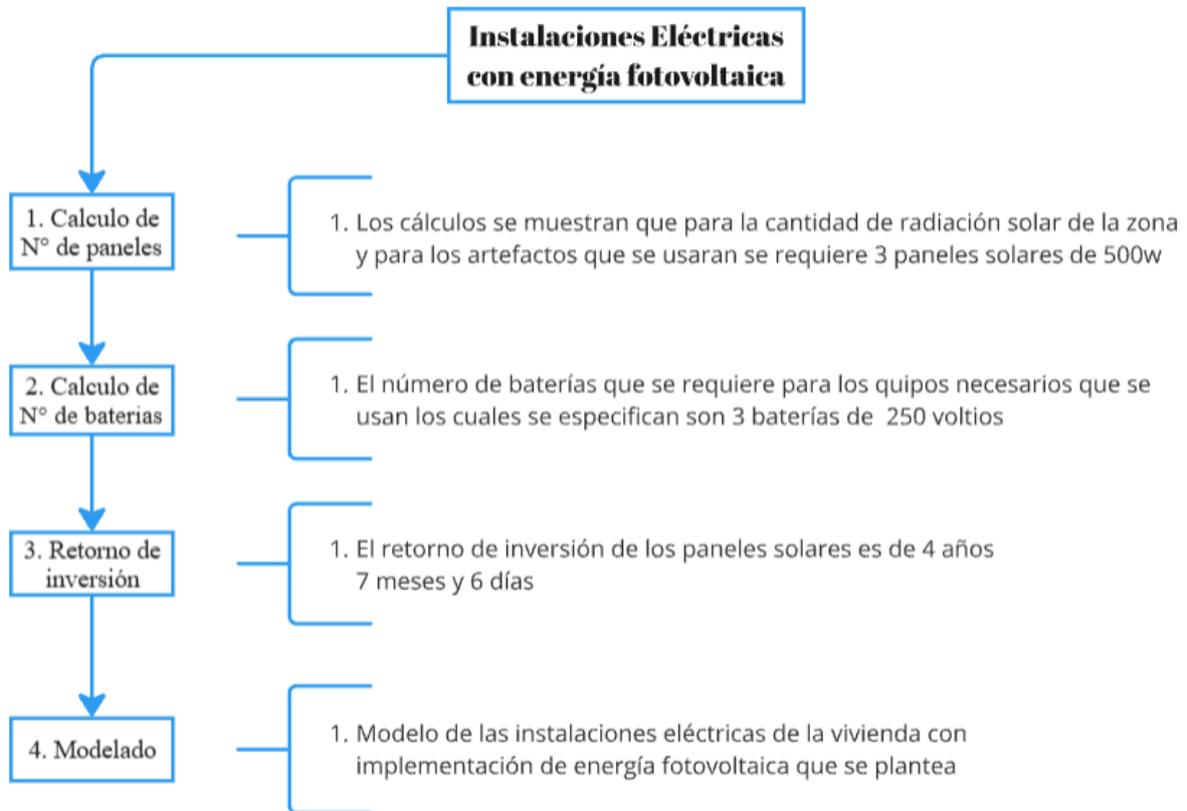
Figura 66*Detalle de estructuras, corte transversal*

Nota. En la figura se hizo un corte en el que se detallan los materiales usados en la propuesta

4.3 Diseño de instalaciones eléctricas

Figura 67

Esquema del diseño de instalaciones eléctricas



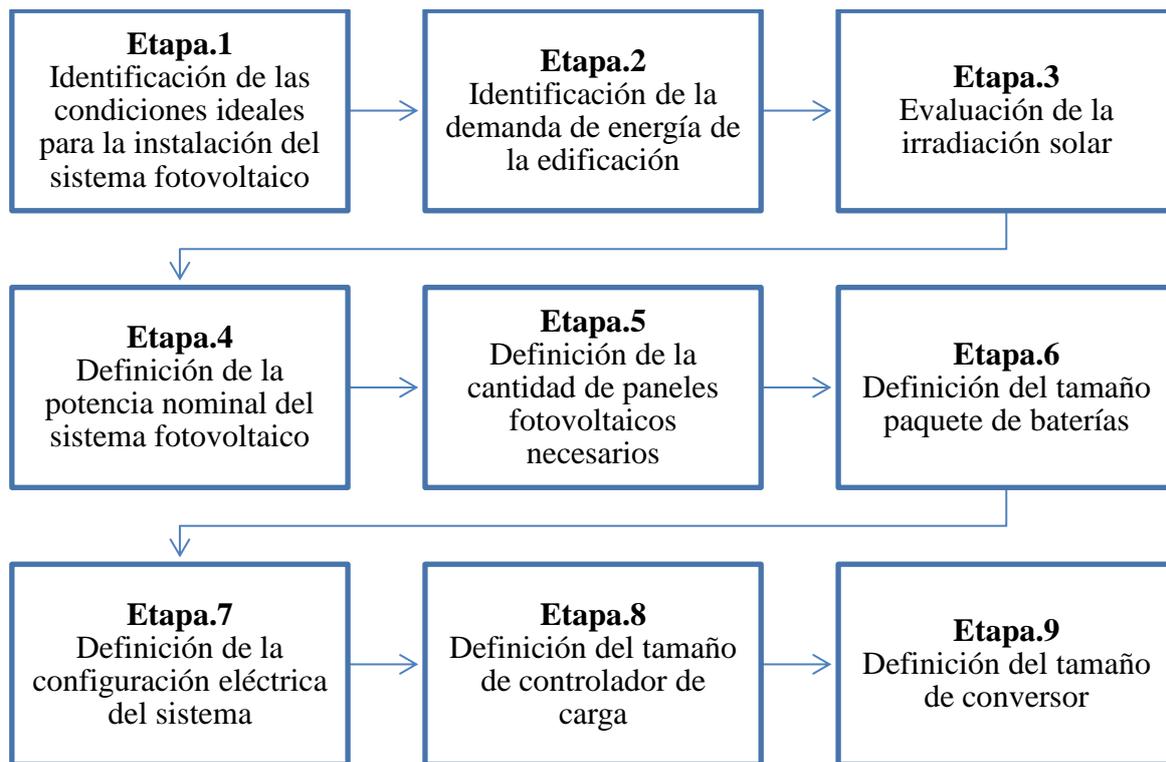
Nota. Se ilustra el esquema de todos los resultados obtenidos en la especialidad de Instalaciones eléctricas, se especifican los detalles de las actividades que se desarrollaron en el diseño arquitectónico de la vivienda.

4.3.1 Cálculo del sistema fotovoltaico

La vivienda social en propuesta, se tiene que todos los aparatos eléctricos que se plantean tienen un valor de 220V, por lo que es necesario un conversor, para el cálculo se seguirán el mismo procedimiento de la siguiente figura.

Figura 68

Etapas del cálculo del sistema fotovoltaico y componentes



Nota. Se detalla las etapas para el cálculo y determinación del sistema fotovoltaico y componentes

4.3.1.1 Etapa.1 Identificación de condiciones para instalación del sistema fotovoltaico

El primer paso para dimensionar un sistema fotovoltaico fuera de la red consistió en asegurarse de que el lugar donde se instalara dicho sistema recibiera suficiente luz solar. Se verificó que la vivienda estuviera lo suficientemente libre de obstáculos, como árboles u otras estructuras, que pudieran interferir con la incidencia directa del sol en el techo, tal como se evidenció anteriormente en la tabla 4. La latitud de la ciudad de Cusco, ubicada a 13°32' S, según lo indicado por Passos, Alarcón y Wilhelm (2018), determinó la orientación y el ángulo de inclinación recomendados para el arreglo de paneles solares: 13° con orientación al norte. No obstante, para mayor precisión, se tomó en cuenta lo señalado en la tabla 5, donde se especificaron las coordenadas geográficas exactas de la comunidad a intervenir, cuya latitud es

13°32'33" S. Por lo tanto, se estableció que el arreglo de paneles debía orientarse al norte con una inclinación de 13°, correspondiente a las condiciones de la ciudad de Cusco.

4.3.1.2 Etapa.2 Identificación del requerimiento energético del módulo.

Para identificar el consumo de energía de la escuela, se registraron todos los aparatos eléctricos, los cuales debían estar especificados, tal como se muestra en la tabla 61, que incluye los aparatos eléctricos básicos considerados para su uso en la vivienda. El tiempo de consumo de energía se obtuvo a partir de las encuestas realizadas.

Una vez verificada la potencia de cada aparato y evaluado su uso diario, se determinó el consumo diario individual multiplicando la potencia por el tiempo de operación, como se ilustró en la tabla correspondiente.

Tabla 67

Consumo energético de aparatos eléctricos en propuesta

Aparato	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo de operación (h/día)	Energía (KWh/día)
Foco fluorescente	5	10	4.5	0.225
Radio	1	5	9	0.045
TV 32"	1	60	4	0.24
Licuada	1	500	0.08	0.04
Refrigeradora	1	75	24	1.8
Lector de DVD	1	10	2.5	0.025
celular	2	10	1	0.02
batidora	1	150	0.08	0.012
aire acondicionado	1	100	1	0.1
TOTAL				2.51
provisión de un incremento del 20%				3.01

Nota. Se muestra un cuadro detallado del tipo de aparato, cantidad, potencia, tiempo de operación y energía (KWh/día), sumando el consumo de energía se obtiene que es 2.51KWh/día y previendo una posible ampliación del 20%, se obtiene un total el cual es 3.01KWh/día.

4.3.1.3 Etapa.3 Evaluación de la irradiación solar.

Se determino el nivel mínimo de irradiación diaria para la Comunidad de Ccocha ubicada en el distrito de Curahuasi, que, según la figura 40. La irradiación promedio durante el año es de **5.5 KWh/m²/día**.

4.3.1.4 Etapa.4 Identificación de la demanda de energía de la edificación.

Con los datos de irradiación solar (etapa 3) y de demanda de energía (etapa 2) es posible conocer la potencia nominal necesaria. Según la tabla 7 hay dos posibilidades: usar 1 KWh/día o 5 KWh/día, la opción ideal sería un promedio entre los dos por lo tanto obtendremos un promedio de los mismos. En cuanto a la irradiación podemos usar 6.0 KWh/m²/día

Tabla 68

Potencia nominal en función de la demanda

Demanda de energía diaria (KWh/día)	Potencia nominal en vatios pico para un promedio anual de radiación de 6 KWh/m ² /día
1	333
3.01	1170.67
5	1667
Promedio	1000

Dato interpolado

Nota. El arreglo de paneles deseados tiene una potencia nominal de 1170.7W.

- Interpolación de la potencia nominal en función a la demanda de energía diaria y el promedio anual de radiación.

$$\frac{3.01 - 1}{5 - 1} = \frac{x - 333}{1667 - 333}$$

$$\frac{2.01}{4} = \frac{x - 333}{1334}$$

$$x = 1170.67w$$

4.3.1.5 Etapa.5 Determinación de la cantidad de paneles fotovoltaicos.

Conforme a las especificaciones técnicas establecidas en los documentos anexados, se contará con un panel de 610W para suplir los 1170.7W, el sistema debe tener por lo menos 2 paneles. Se toma la ecuación:

$$\frac{\text{potencia nominal requerida}}{\text{potencia nominal de un panel}} = \text{cantidad de paneles necesarios}$$

$$\frac{1170.7Wp}{610Wp} = 2 \text{ unidades de panel solar}$$

4.3.1.6 Etapa.6 Determinación de la cantidad de baterías.

Para dimensionar las baterías, se debe definir la autonomía del sistema. En la comunidad, no es raro que al menos un día de la semana en los tiempos de lluvia este nublado por lo que es preferible tener una autonomía de 2 días. Como para la etapa cuatro, es necesario

el mismo proceso de obtención de un promedio, tomando los valores recomendados en la **tabla 8** se determina el valor aproximado de la carga nominal de las baterías, necesarias para suplir una determinada demanda de energías bajo las correspondientes condiciones de autonomía.

La tabla 12 nos muestra valores para autonomías mínimas de tres días por lo que era necesario realizar una interpolación para una autonomía de 2 día debido a que, en la comunidad de estudio, por las lluvias existe la probabilidad de que al menos dos días este nublado.

Tabla 69

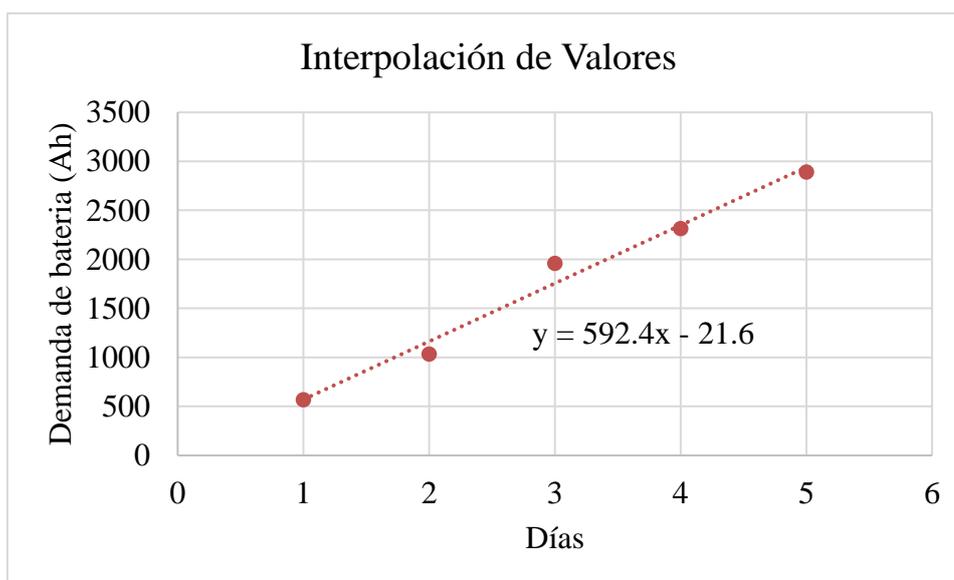
Valor aproximado de la carga nominal

Autonomía del sistema en días	Valor aproximado de la carga nominal de los valores de 1 y 5 KWh/día	
	1KWh/día	5KWh/día
1	198	571
2	291	1037
3	392	1961
4	463	2315
5	579	2894

Nota. Valor aproximado de carga nominal para una determinada autonomía de días

Figura 69

Interpolación de valores para la carga nominal del proyecto



Nota. Valor aproximado para la carga nominal de la vivienda sostenible

Tabla 70

Valor aproximado para 2 días de autonomía

Demanda de energía diaria (KWh/día)	Valor aproximado de la carga nominal para 2 día de autonomía del sistema en días
1	291
5	1037
Promedio	664

Nota. Valor aproximado para 2 días de autonomía en la vivienda sostenible

$$\frac{\text{carga nominal de baterías requeridas}}{\text{potencia nominal de una batería}} = \text{cantidad de baterías necesarias}$$

$$\frac{664}{250} = 2.56 = 3 \text{ unidades de batería}$$

4.3.1.7 Etapa.7 Definición de la configuración eléctrica del sistema.

Habiendo definido los tamaños del arreglo de paneles y del conjunto de baterías, se debe definir su configuración eléctrica, según la **tabla 8** como son 3 baterías podemos utilizar 12, 24 o 48 V. si los paneles utilizados tienen 60 células, podríamos usar 24 o 48 V. para este sistema se elegirá 48 V, lo que significa que las 3 baterías se conectarán en paralelo mientras en 2 cadenas de 2 paneles.

4.3.1.8 Etapa.8 Determinación del regulador de voltaje para baterías.

El tamaño del regulador de voltaje para baterías depende de la corriente y del voltaje del arreglo de paneles y también de la disponibilidad del mercado. En general el controlador de carga debe tener un voltaje nominal igual al banco de baterías, para el caso usaremos de 20A como se presenta en las especificaciones técnicas en anexos.

4.3.1.9 Etapa.9 Definición del tamaño del convertidor.

El tamaño del convertidor también depende de la corriente y del voltaje del arreglo de paneles, principalmente de la potencia. Según la recomendación de los técnicos, se empleará un inversor cuya potencia nominal sea aproximadamente igual a la potencia total del arreglo de paneles, pero nunca menor para el caso tenemos con 1kw y su voltaje de salida es de 220V.

4.3.1.10 Tiempo de recuperación de la inversión en sistemas solares.

Este período hace referencia al tiempo necesario para recuperar la inversión inicial realizada en el proyecto

Tabla 71*Actividades de consumo en la vivienda sostenible*

gasto diario		3.01	kwh/dia
gasto mensual	30 días	90.3	Kwh
Precio	S/ 0.96	86.688	soles
gasto mensual	12 meses	S/ 1040.26	anual
Mantenimiento		S/ 360.00	anual

Nota. Para el cálculo del retorno de inversión es necesario conocer los consumos energéticos en el módulo de vivienda sostenible.

$$\text{Gasto anual + mantenimiento} = \text{s/ } 1400.26 \times \text{año}$$

$$\text{IGV } 18\% = 252.05$$

$$\text{Gasto anual + mantenimiento} = \text{s/ } 1652.31 \times \text{año}$$

Tabla 72*Gasto de equipos para la generación eléctrica*

Equipo	Cantidad	Costo	Total
Panel Solar	2	S/ 618.12	S/ 1,236.24
Batería	3	S/ 1,105.01	S/ 3,315.03
Inversor de Carga	1	S/ 1126.40	S/ 1,126.40
Controlador de Carga	1	S/ 231.00	S/ 231.00
Total			S/ 5,809.67

Nota. Costo de los equipos para la generación de equipos, este precio total nos ayudara a determinar el periodo de recuperación de la inversión que se realizara en el módulo de vivienda sostenible

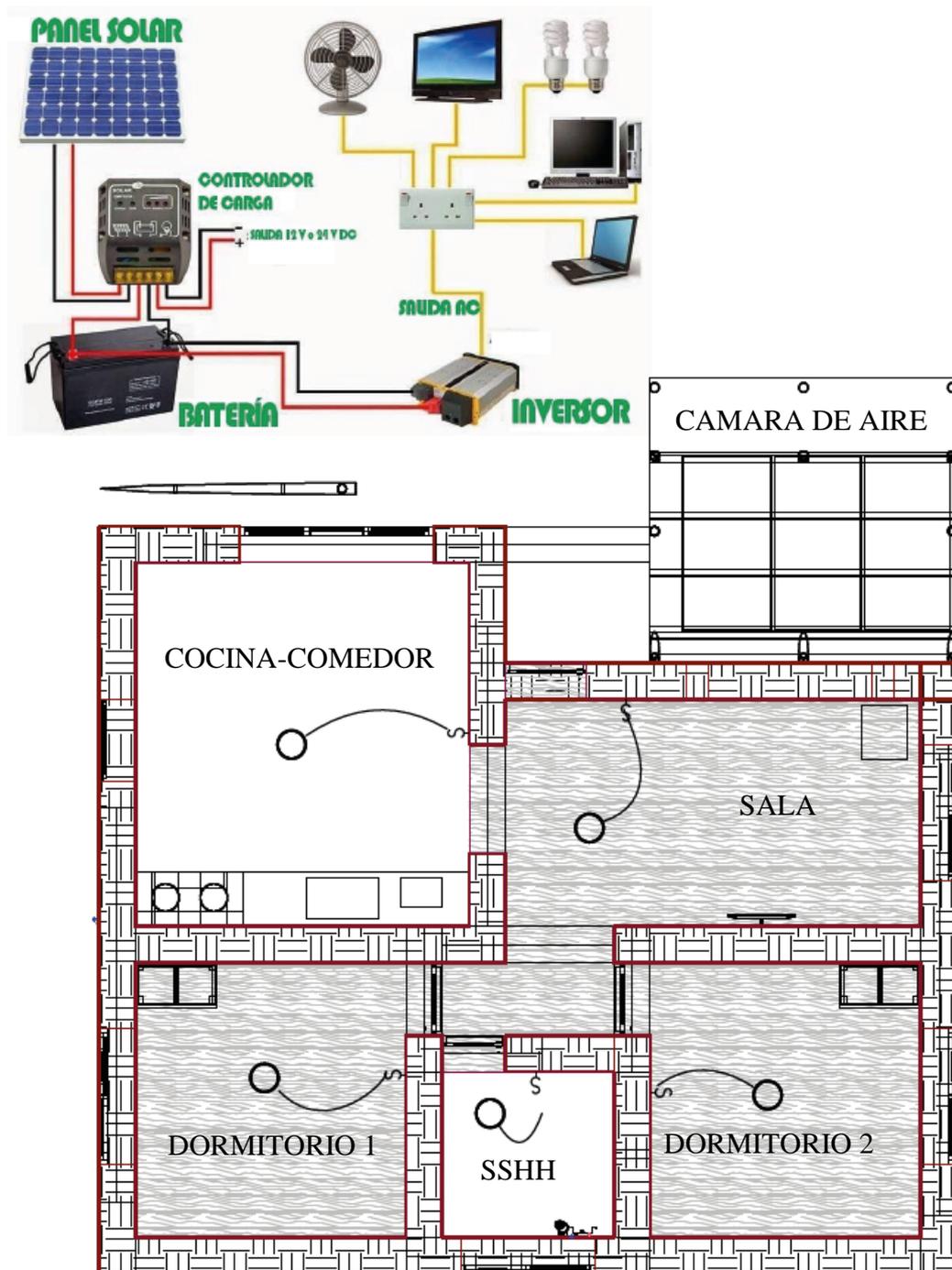
El cálculo del periodo de recuperación de la inversión se realiza de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Inversión total}}{\text{gasto anual + mantenimiento}} = \frac{\text{S/ } 5,809.67}{\text{s/ } 1652.31 / \text{año}} = 3.5 \text{ años}$$

3.5 años

Figura 70

Plano de instalaciones eléctricas

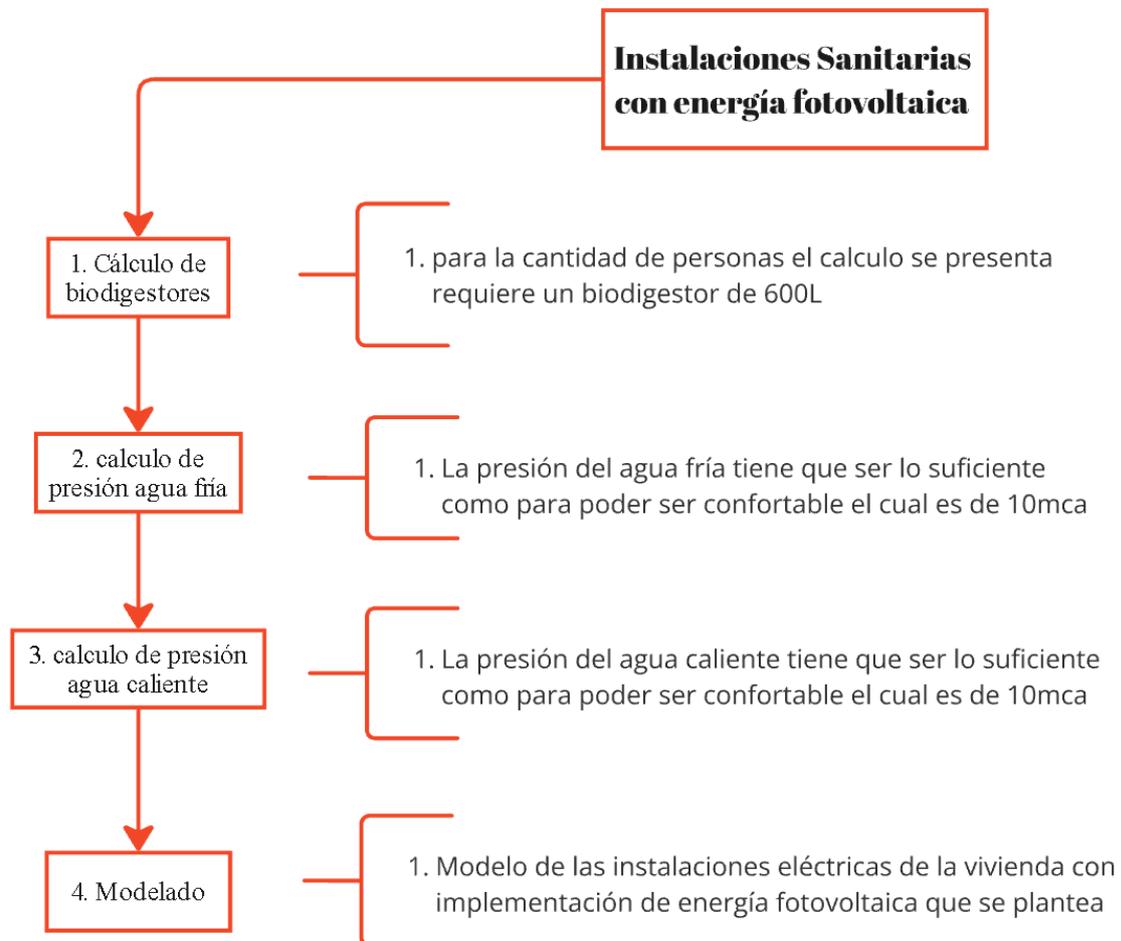


Nota. Se muestra un esquema del panel solar en la vivienda sostenible, así como un esquema general de la instalación eléctrica

4.4 Diseño de Instalaciones Sanitarias

Figura 71

Esquema del diseño de instalaciones sanitarias



Nota. Se ilustra el esquema de todos los resultados obtenidos en la especialidad de instalaciones sanitarias, se especifican los detalles de las actividades que se desarrollaron en el diseño arquitectónico de la vivienda

4.4.1 Dimensionamiento del biodigestor

4.4.1.1 Cálculo de dotación

- Número de habitantes (P): 4hab
- Área de vivienda < 66 m²
- Dotación para viviendas: 200 L/día (de acuerdo a I.S. 0.10 tomada del art. 6)

Según los lineamientos establecidos para la planificación y desarrollo de sistemas de agua y saneamiento básico en comunidades rurales, en ausencia de un estudio de consumo con valores de referencia, se considerarán los parámetros generales disponibles.

- Costa: 50 – 60 lt/hab/día
- Sierra: 40 - 50 lt/hab/día
- Selva: 60 – 70 lt/hab/día

4.4.1.2 Tiempo de retención

$$PR = 1,5 - 0,3 \log (Pxq)$$

Donde:

PR: Tiempo promedio de retención hidráulica (días)

P: Población servida

q: Caudal de aporte unitario de aguas residuales ($\frac{lt}{hab. dia}$)

$$P = 4 hab$$

$$q = 50 lt/hab/dia$$

$$PR = 0.81 días$$

$$PR = 0.81d * 24h/d = 19h$$

4.4.1.3 Volumen del tanque séptico

4.4.1.3.1 Volumen requerido para la sedimentación

$$V_s = 10^{-3} x (P. q) x PR$$

Donde:

V_s: Volumen requerido para la sedimentación

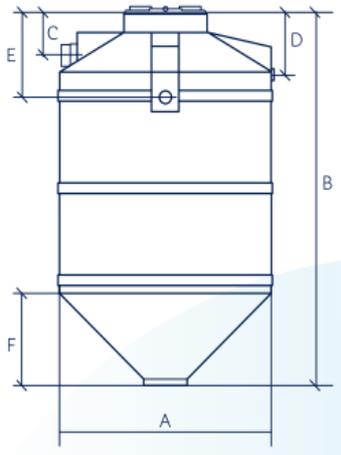
PR: Tiempo promedio de retención hidráulica en días

P: Población servida

q: Caudal de aporte unitario de aguas residuales ($\frac{lt}{hab. dia}$)

$$V_s = 0.16194 m^3 \quad V_s = 162 lt$$

Tipo de biodigestor: **Biodigestor de 600 lt**

Figura 72*Esquema del biodigestor*

Nota. Se ilustra el esquema de mediadas del biodigestor de 600 L.

Dimensiones:

A=	0.88 m
B=	1.63 m
C=	1.07 m
D=	0.96 m
E=	0.36 m

4.4.1.3.2 Volumen de digestión y almacenamiento de lodos:

$$PR = ta \cdot 10^3 \cdot P \cdot N$$

Donde:

PR: Tiempo promedio de retención hidráulica en días

P: Población servida

q: Caudal de aporte unitario de aguas residuales $\left(\frac{\text{lt}}{\text{hab. dia}}\right)$

N: Intervalo de remoción de lodos

$$ta = 65 \text{ lt/hxAño}$$

$$N = 1 \text{ año}$$

Figura 73*Intervalo de limpieza de lodos*

Intervalo entre limpieza del tanque séptico (años)	ta (L/h.año)		
	T ≤ 10 °C	10 < T ≤ 20 °C	T > 20 °C
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137

Nota. Se muestra intervalos de limpieza del tanque de lodos, para el caso se considera la temperatura entre 10 y 20 °C tomado de *Reglamento nacional de edificaciones, IS.020*

$$PR = 0.26 \text{ m}^3$$

DIMENSIONES:

Ancho = 0.6 m

Largo = 0.6 m

Alto = 0.8 m

4.4.1.3.3 Área requerida para la percolación

$$A = Q/R$$

Donde:

A: Area de absorción

Q: Caudal promedio, efluente del tanque séptico ($\frac{\text{l}}{\text{día}}$)

R: Coeficiente de infiltración ($\frac{\text{lt}}{\text{m}^2 \text{ día}}$)

$$Q = 50 \text{ L/día}$$

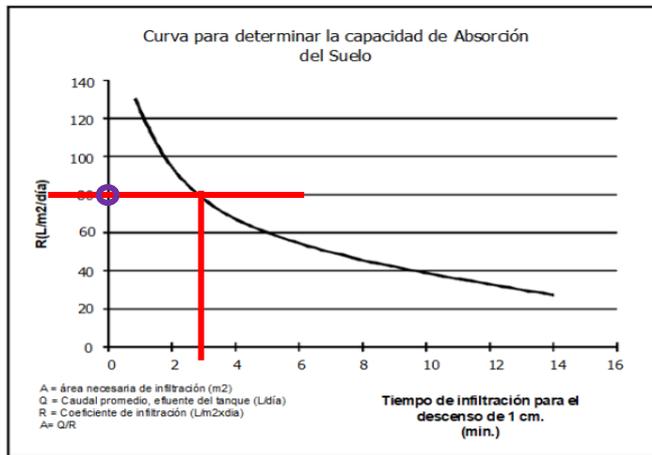
$$T = 3 \text{ mín/cm}$$

$$R = 80 \text{ L/m}^2 \text{ día}$$

$$A = 0.625 \text{ m}^2$$

Figura 74

Curva para determinar la capacidad de absorción del suelo



Nota. La imagen muestra la curva para determinar la capacidad de absorción del suelo. Adaptado de *Reglamento nacional de edificaciones, IS.020.*

4.4.2 Cálculo de agua fría

Se determinó el caudal de diseño y el diámetro de las tuberías de agua fría para un sistema sanitario, según el Método Hunter (criterio de probabilidad de uso simultáneo) y la Norma IS.010 del RNE.

Según la Norma IS.010, cada artefacto sanitario tiene una Unidad de Gasto (UG) asignada:

Tabla 73

Unidades de gasto de artefactos sanitarios

Artefacto Sanitario	Cantidad	Unidades de gasto (UG)	subproducto
Lavatorio	1	0.75	0.75
Inodoro con tanque	1	3	3
Ducha	1	1.5	1.5
Fregadero cocina	1	2	2
Total			7.25

Nota. La imagen muestra la cantidad de unidades de gasto de acuerdo a la norma IS.010

4.4.2.1 Cálculo de caudal de acuerdo al método Hunter

$$Q = kx \sqrt{\sum UG}$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal en litros/segundo} \left(\frac{l}{s}\right)$$

$K =$ coeficiente de simultaneidad para viviendas 0.30

$\sum UG =$ Suma de unidades de gasto

$$Q = 0.807774721 \text{ L/s}$$

$$Q = 0.000807775 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.4.2.2 Diámetro de tuberías.

Velocidad máxima permisible 2.2 m/s

$$D = \sqrt{\frac{4xQ}{\pi * V}}$$

$$D = 0.02162197 \text{ m}$$

$$21.62196959 \text{ mm}$$

Tabla 74

Calculo de diámetro por tramos de aparato sanitario fría

Artefacto Sanitario	Cantidad	Unidades de gasto (UG)	Caudal (L/S)	Caudal (m3/S)	Diámetro(mm)	Diámetro (")
Lavatorio	1	0.75	0.259807621	0.000259808	12.26241659	1/2"
Inodoro con tanque	1	3	0.519615242	0.000519615	17.34167585	3/4"
Ducha	1	1.5	0.367423461	0.000367423	14.58255306	1/2"
Fregadero cocina	1	2	0.424264069	0.000424264	15.66997305	3/4"

Nota. En la tabla se muestra el cálculo de las unidades de gasto y los diámetros de tubería requerida para la vivienda.

4.4.3 Cálculo de agua Caliente

Para el suministro del agua caliente se alimentará de una terma solar que tiene una capacidad de 80L. Se realiza el mismo procedimiento para el agua fría, sin embargo, existen aparatos sanitarios que no se consideran dentro de los cálculos:

Tabla 75

Unidades de gasto de artefactos sanitarios

Artefacto Sanitario	Cantidad	Unidades de gasto (UG)	subproducto
Lavatorio	1	0.75	0.75
Inodoro con tanque	1	-	-
Ducha	1	1.5	1.5
Fregadero cocina	1	2	2
Total			4.25

Nota. La imagen muestra la cantidad de unidades de gasto de acuerdo a la norma IS.010

4.4.3.1 Cálculo de caudal de acuerdo al método Hunter

$$Q = kx \sqrt{\sum UG}$$

Donde:

$$Q = \text{Caudal en litros/segundo} \left(\frac{l}{s}\right)$$

$K =$ coeficiente de simultaneidad para viviendas 0.30

$$\sum UG = \text{Suma de unidades de gasto}$$

$$Q = 0.618465844 \text{ L/s}$$

$$Q = 0.000618466 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.4.3.2 Diámetro de tuberías.

Velocidad máxima permisible 2.2 m/s

$$D = \sqrt{\frac{4xQ}{\pi * V}}$$

$$D = 0.018919427 \text{ m}$$

$$18.91942718 \text{ mm}$$

Tabla 76

Cálculo de diámetro por tramos de aparato sanitario para agua fría

Artefacto Sanitario	Cantidad	Unidades de gasto (UG)	Caudal (L/S)	Caudal (m3/S)	Diámetro(mm)	Diámetro (")
Lavatorio	1	0.75	0.2598	0.0002598	12.2624	1/2"
Inodoro con tanque	1	0	0	0	0	-
Ducha	1	1.5	0.3674	0.0003674	14.5825	1/2"
Fregadero cocina	1	2	0.4242	0.0004242	15.6699	3/4"

Nota. En la tabla se muestra el cálculo de las unidades de gasto y los diámetros de tubería requerida para la vivienda para agua caliente.

4.4.3.3 Beneficio neto económico anual de la terma solar:

Tabla 77

Características generales

Cantidad de agua usada por ducha	25L
Temperatura inicial del agua (promedio)	8°C
Temperatura deseada del agua para ducharse	40°C
Densidad del agua	1kg/l
Calor específico del agua	4.186 kj/kg.°C
2 personas	2 duchas/día
Precio de electricidad	s/ 0.96 kwh

Nota. Se muestra las características generales para la determinación del beneficio económico anual de la terma solar.

Cálculo de consumo de energía por ducha

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Q=energía necesaria en (kj)

m= 50kg

c=4.186kj/kg°C

$\Delta T = 40^\circ\text{C} - 8^\circ\text{C} = 32^\circ\text{C}$

$$Q = 50 \times 4.186 \times 32 = 6697.6 \text{ kj}$$

Convertimos en kwh.

$$\frac{6697.6 \text{ kj}}{3600} = 1.86 \text{ kwh}$$

Calculo mensual:

1.86kwh/ducha x 30días= 55.8 kwh/mes

Costo mensual:

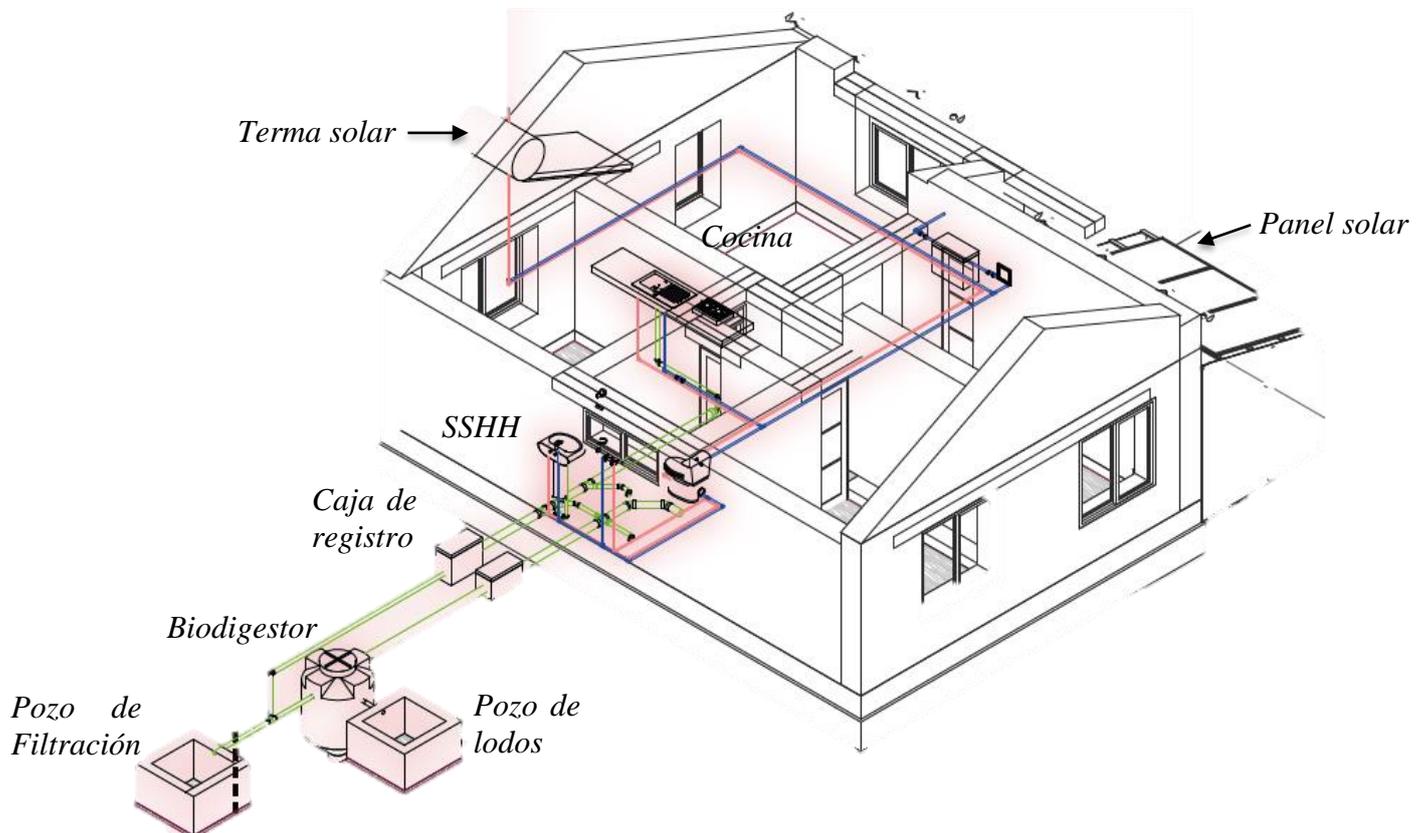
$$55.8 \times 0.96 = \text{s/ } 53.568 \text{ mensuales}$$

Costo anual: 53.568*12=s/ 642.82 anuales

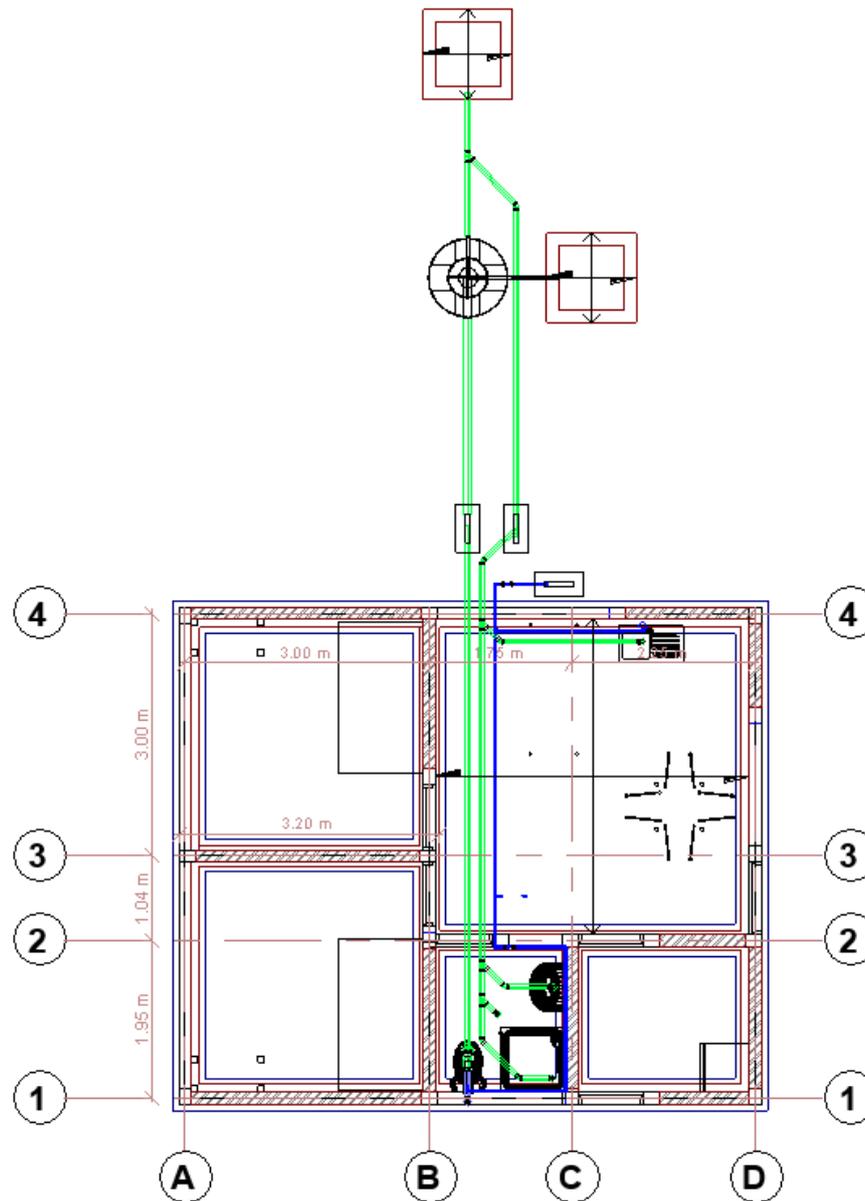
4.4.4 Modelado de Sanitarias

Figura 75

Vista Isométrica de las instalaciones sanitarias



Nota. En la imagen se muestra una vista isométrica de las instalaciones de agua fría, agua caliente, y desagüe, con su respectivo sistema de tratamiento de aguas residuales.

Figura 76*Vista en planta de las instalaciones sanitarias*

Nota. Se muestra las instalaciones de agua fría, agua caliente y desagüe, de una vista en planta

4.5 Condiciones de confort térmico - Modelamiento Térmico

Se construye un modelo numérico con el objetivo de predecir la evolución de la temperatura en los distintos ambientes a lo largo del día:

4.5.1 Modelo numérico de modelamiento térmico.

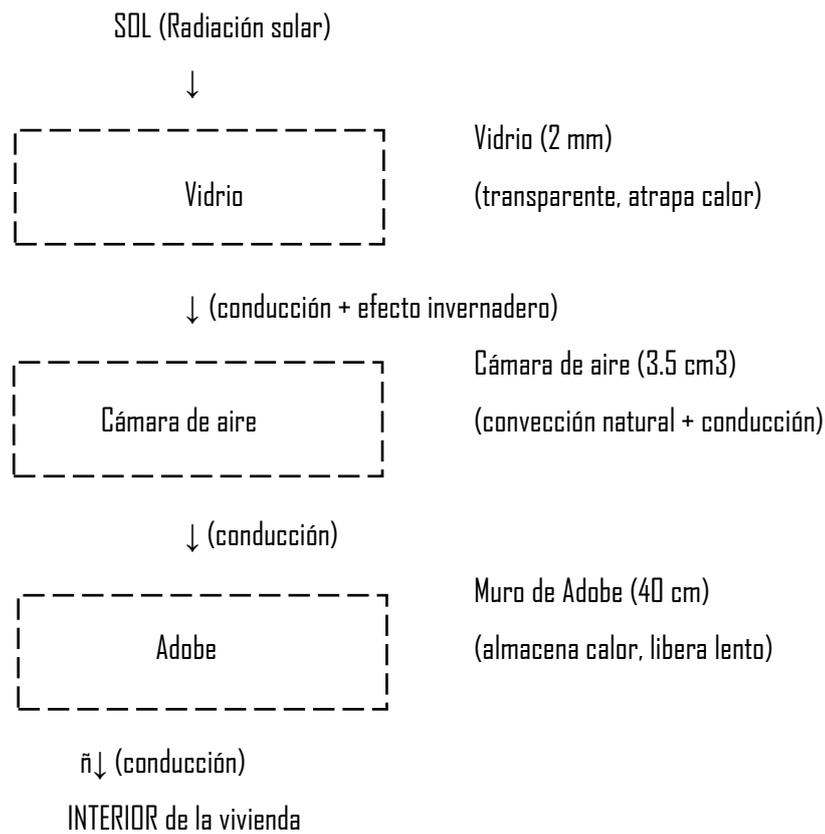
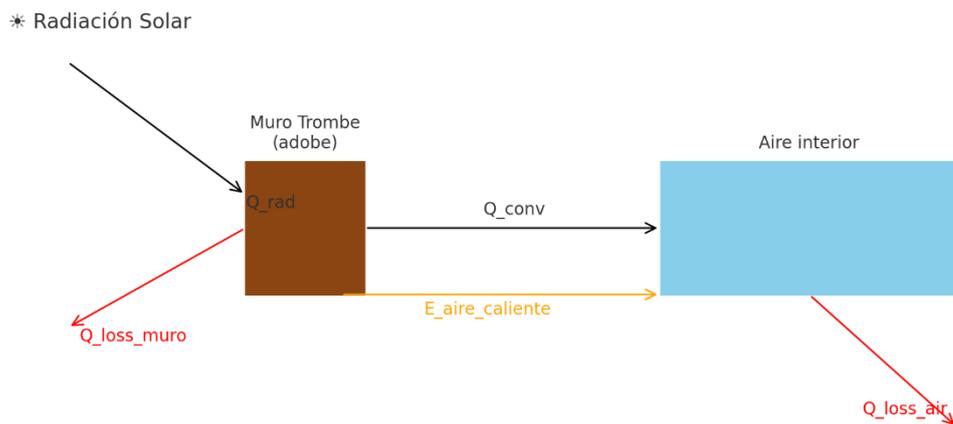


Figura 77

Esquema de modelo térmico de muro trombe



Nota. La imagen muestra el funcionamiento de un muro Trombe de adobe en una vivienda sostenible, donde la radiación solar calienta el muro

4.5.1.1 Definición de las propiedades geométricas y térmicas.

Tabla 78

Geometría de la vivienda

Ambiente	Área (m ²)	Volumen (m ³)
Cocina	14.8	38.48
Sala	13.34	34.68
Dormitorio 1	9.09	23.63
Dormitorio 2	9.09	23.63
Baño	3.294	8.56
Total	49.614	129.00

Nota. En la tabla se muestra la cantidad de área y volumen de los ambientes que se proponen en la vivienda sostenible

Tabla 79

Características del muro

Muro Trombe		
Área del muro	9.17	m ²
Espesor del adobe	0.4	m
Volumen del adobe	3.67	m ³
Volumen cámara de vidrio	21.79	m ³
Profundidad	2.38	m

Nota. En la tabla se muestra las características del muro trombe, área y volumen, datos que nos permitirán calcular las propiedades mecánicas.

Tabla 80

Propiedades térmicas de los materiales típicos

Material	Conductividad k (w/m.k)	Densidad ρ (kg/m ³)	Capacidad calorífica c (J/kg.C)
Adobe	0.9	1700	1000
Aire	0.026	1.2	1000
Vidrio	1		

Nota. En la tabla se muestra las propiedades térmicas, como la conductividad, la densidad y capacidad calorífica de los materiales en el planteamiento del muro trombe y la cámara de aire.

4.5.1.2 Formulas Utilizadas con muro Trombe.

La simulación se basa en la resolución numérica paso a paso (cada 5 minutos) de las siguientes ecuaciones de energía:

4.5.1.2.1 Capacidad térmica (capacidad térmica).

Para calcular la capacidad térmica del muro trombe, es decir cuanta energía necesita para cambiar su temperatura:

$$C = \rho \times C_p \times V$$

Donde:

ρ : densidad (kg/m³)

C_p : calor específico (J/kg°C)

V : Volumen (m³)

*principios de conservación de energía – primera ley de la termodinámica

4.5.1.2.2 Ganancia por radiación solar directa.

El muro trombe absorbe energía solar a través de su superficie:

$$Q_{rad} = \alpha \times G \times A \quad \text{y} \quad E_{rad} = Q_{rad} \times \Delta t$$

α : Coeficiente de Absortividad del muro (fracción de radiación absorbida)

G : Radiación solar incidente (W/m²)

A : Área del muro (m²)

E : Energía absorbida en ese intervalo de tiempo

*balance térmico superficial

4.5.1.2.3 Pérdidas por conducción al exterior (conducción/convección).

El muro pierde calor hacia el exterior cuando está más caliente que la temperatura interior.

$$Q = U \times A \times (T_{interior} - T_{exterior})$$

Q : Calor transferido por unidad de tiempo (W)

U : coeficiente global de transferencia de calor (W/m². K)

A : Área del muro (m²)

$T_{interior}$: Temperatura del lado interior del modelo (°C)

$T_{exterior}$: Temperatura del lado exterior del modelo (°C)

*Ley de Fourier adaptada a construcciones – coeficiente global de transferencia térmica

4.5.1.2.4 Convección entre muro y el aire.

El muro calienta el aire de la habitación por convección (superficie caliente, aire frío)

$$Q_{conv} = h \times A \times \Delta t$$

h : Coeficiente de convección ($\text{W/m}^2\text{°C}$)

Δt : ($T_{\text{muro}} - T_{\text{aire}}$)

*transferencia de calor por convección

4.5.1.2.5 Actualización de temperatura del muro trombe.

Se actualiza la temperatura del muro en función de la energía ganada y perdida:

$$T_{\text{muro}}(t + \Delta t) = T_{\text{muro}}(t) + \frac{E_{\text{neto}}}{C_{\text{muro}}}$$

4.5.1.2.6 Perdida de calor del aire interior (puentes térmicos y ventilación).

El aire interior pierde por contacto con superficies exteriores (ventanas) y ventilación cruzada

$$Q_{\text{aire}} = UxAx(T_{\text{aire}} - T_{\text{ext}}) + Q_{\text{ventilación}}$$

4.5.1.2.7 Flujo de aire por los orificios del muro trombe, efecto chimenea.

Se calcula el flujo de aire caliente ascendente que entra por los orificios superiores gracias a la diferencia de temperatura entre el muro y el aire

- Ley de Bernoulli simplificada

$$v = \sqrt{2gHx \left| \frac{\Delta\rho}{\rho} \right|}$$

$\left| \frac{\Delta\rho}{\rho} \right|$: Velocidad por diferencia de densidades

- Energía térmica transportada por el flujo de aire

$$E = m \cdot C_p \cdot \Delta T \cdot \Delta t$$

$m = \rho \cdot A \cdot v$: siendo el flujo másico (kg/s)

4.5.1.2.8 Balance energético entre muro y aire.

La temperatura del aire cambia por ganancia del muro y pérdidas al exterior

$$T_t + \Delta t = T_t + \frac{E_{\text{ganadas}} - E_{\text{perdidas}}}{C_{\text{aire}}}$$

*Modelo de Euler para ecuaciones diferenciales ordinarias (modelos discretos)

4.5.1.3 Formulas Utilizadas sin muro Trombe.

En esta parte se elimina el muro trombe, así que no hay:

- Ganancia por radiación
- Transferencia por convección desde el muro

- Efecto chimenea

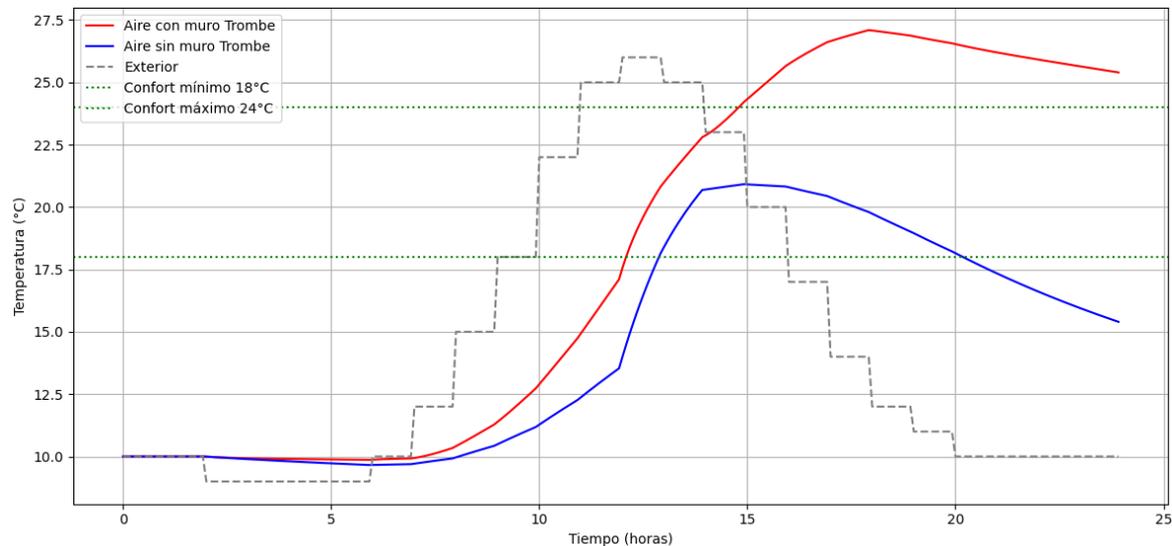
Solo se modelan las pérdidas del aire interior al aire exterior y ventilación.

4.5.1.4 Resultado de la simulación.

Para el resultado de este se hizo uso de la herramienta Python teniendo los resultados:

Figura 78

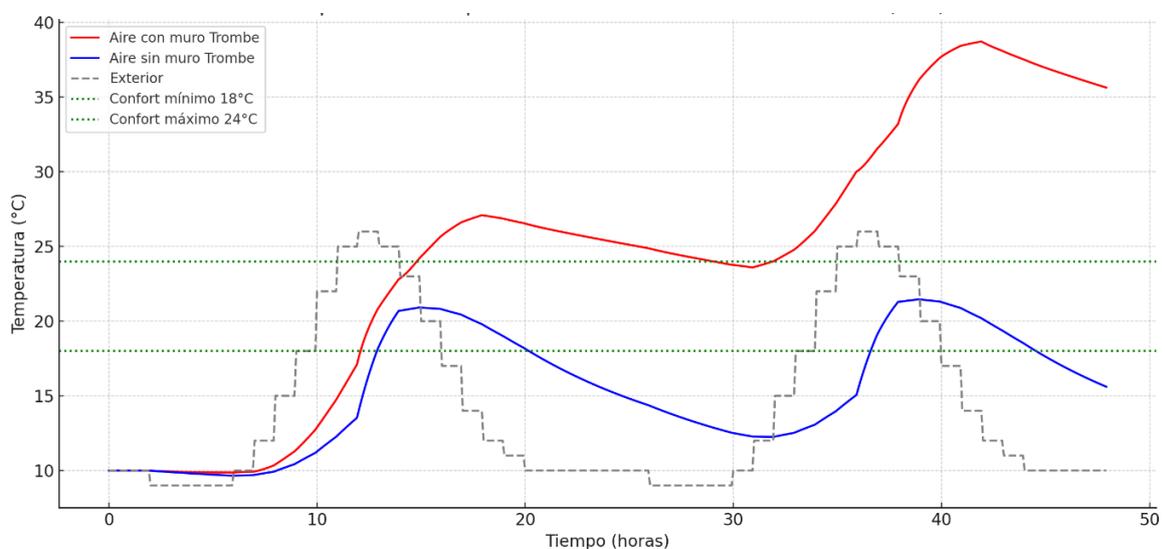
Comparación Temperatura Interior con/sin Muro Trombe



Nota. La imagen muestra una gráfica que representa la variación de la temperatura en el interior del módulo de la vivienda sostenible durante 24 horas.

Figura 79

Comparación Temperatura Interior con/sin Muro Trombe 48h

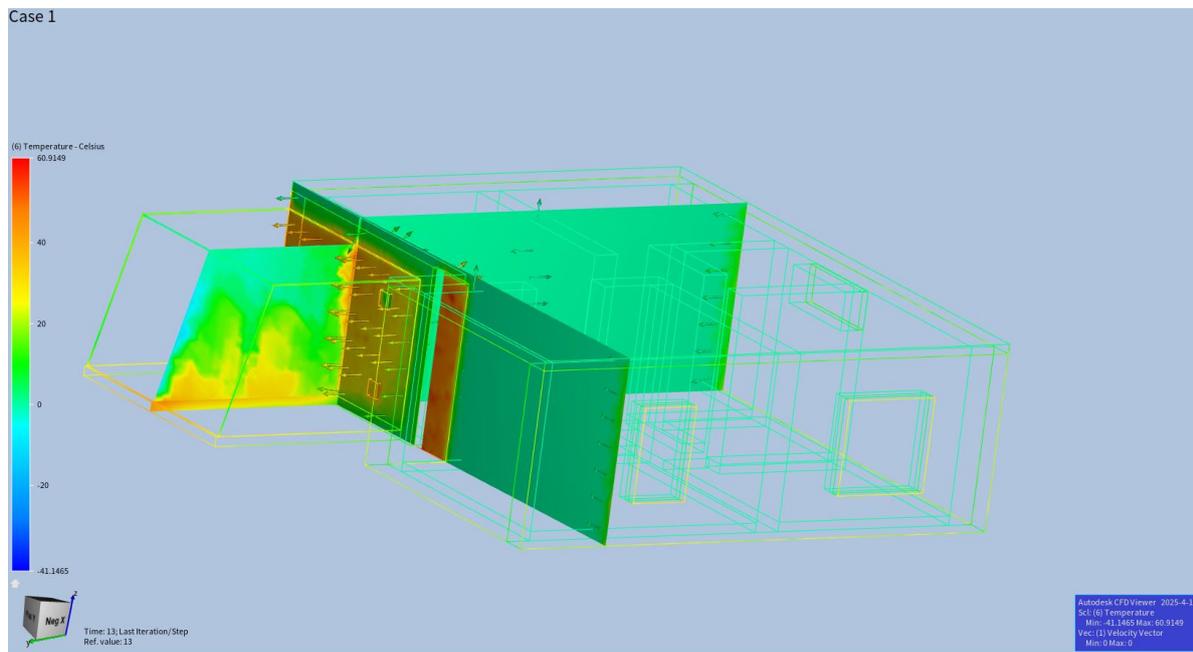


Nota. La imagen muestra una gráfica que representa la variación de la temperatura en el interior del módulo de la vivienda sostenible durante 48 horas

4.5.2 Modelación del comportamiento térmico mediante el Software Autodesk CFD.

Figura 80

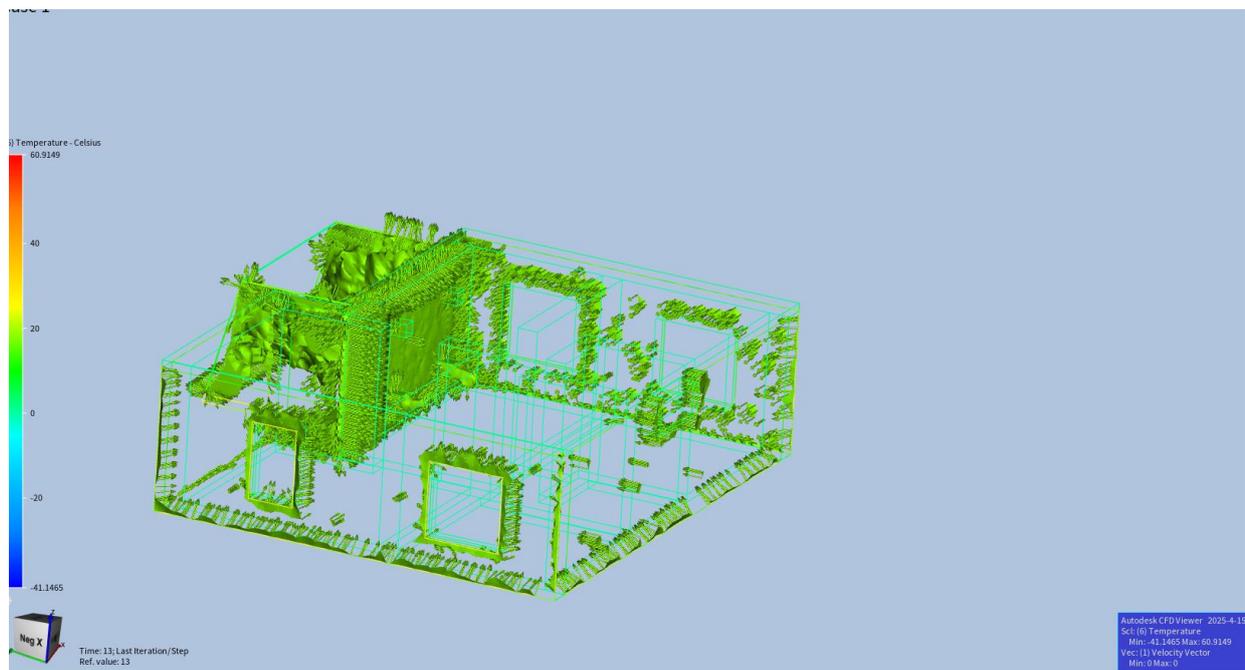
Escenario uno irradiación de calor 5 de la tarde



Nota. La imagen presenta un modelo 3D de una vivienda con un análisis de la distribución de temperatura en diferentes áreas.

Figura 81

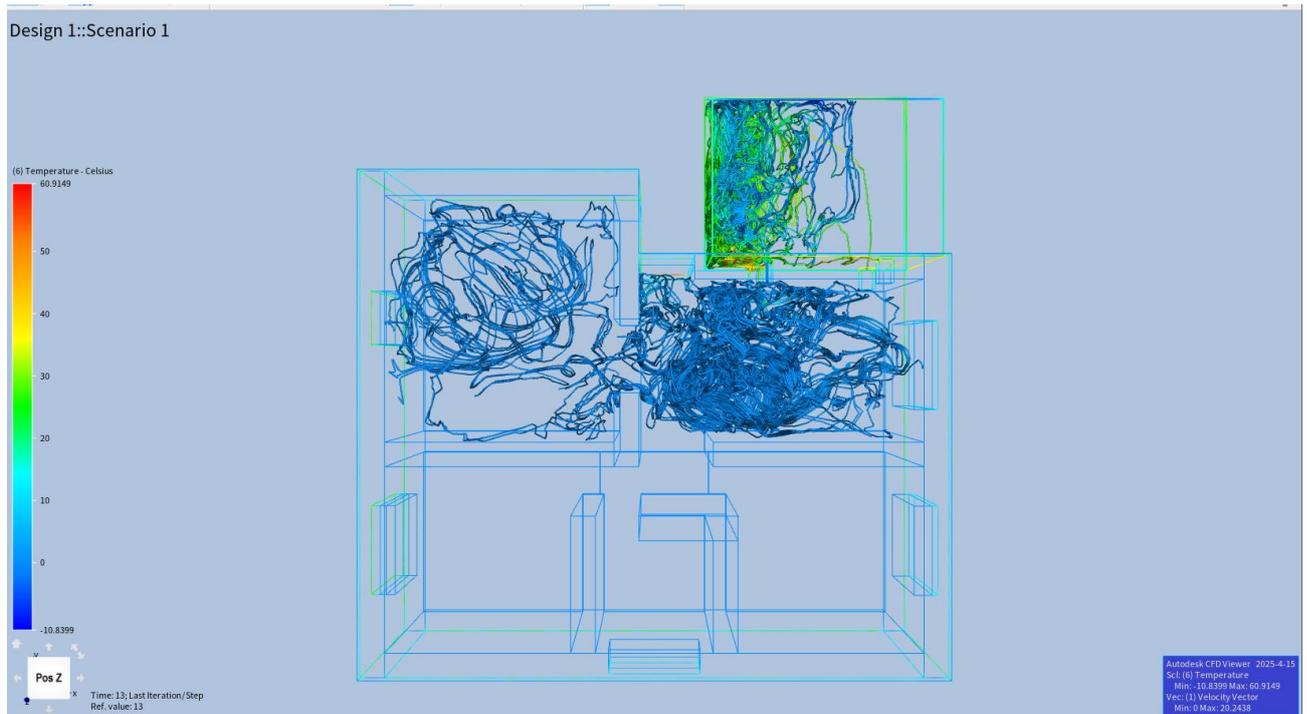
Escenario dos: intención de salida de aire del Fluido



Nota. La ilustración muestra un modelo tridimensional de una casa que incluye un estudio sobre la distribución térmica.

Figura 82

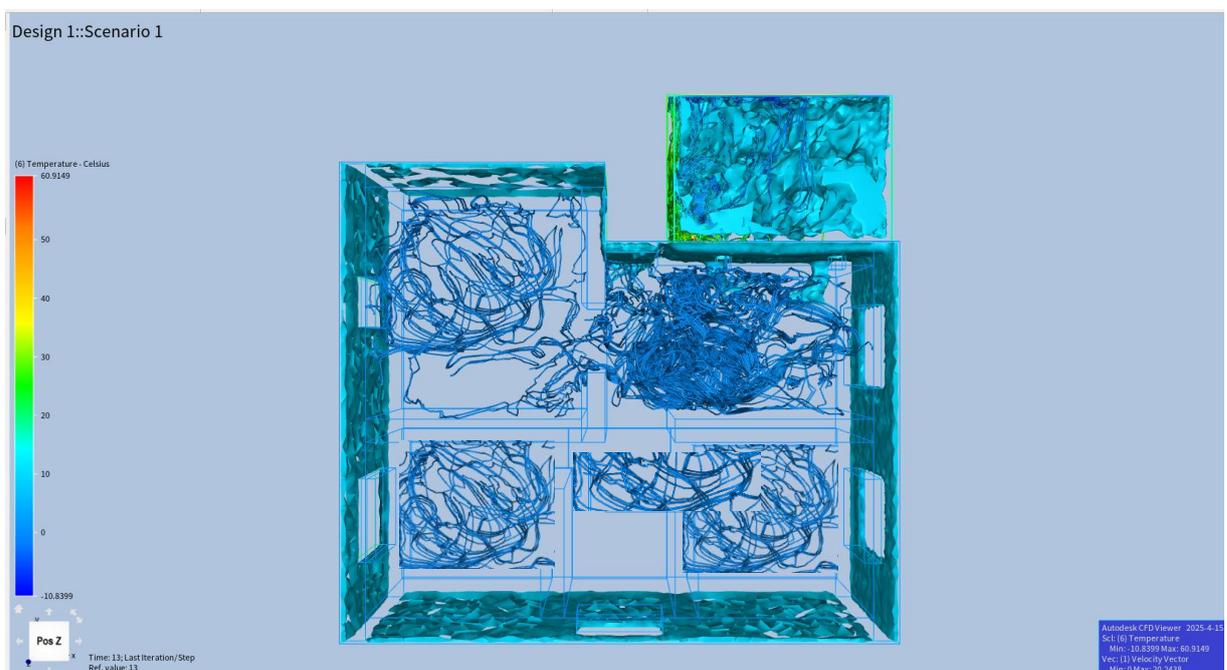
Escenario tres: de inicio de movimiento de fluido



Nota. La ilustración presenta un modelo tridimensional de una casa con un examen sobre la distribución del calor, mostrado a través de un gráfico de calor.

Figura 83

Escenario cuatro: movimiento de fluido en todas las habitaciones



Nota. La imagen muestra un modelo 3D de la propuesta con un análisis de distribución de temperatura, representado mediante un mapa de calor.

4.5.3 Beneficio económico del muro trombe

4.5.3.1 Demanda térmica de calefacción en zonas altoandinas

Según el estudio del CISMID – UNI (2016) sobre “Viviendas Sostenibles en la Región Andina”:

“Una vivienda rural altoandina puede requerir entre **6 a 10 kWh/m²·mes** para calefacción en temporada fría si no tiene aislamiento térmico”.

Si tu vivienda rural tiene aprox. **50 m²**, eso implica:

$$\text{Demanda mensual} = 10 \text{ kWh/m}^2 \times 50 \text{ m}^2 = 500 \text{ kWh/mes}$$

$$\text{Demanda anual (5 meses fríos)} = 500 \text{ kWh} \times 12 = 6000 \text{ kWh/año}$$

4.5.3.2 Aporte del muro trombe

Estudio y evaluación térmica de muros Trombe en zonas altoandinas del Perú” (A. Salas, PUCP, 2018)

“El muro Trombe puede reducir entre un **30% y 60%** la demanda de calefacción en climas fríos altoandinos dependiendo del diseño”

Consideremos un caso conservador del 40% de ahorro térmico.

$$\text{Energía ahorrada} = 6000 \text{ kWh} \times 0.40 = 2400 \text{ kWh/año}$$

Costo promedio del **kwh s/ 0.96**.

$$\text{Ahorro anual en soles} = 2400 \text{ kWh} \times S/0.96 = S/ 2304.00/año$$

4.6 Presupuesto de Módulo

Tabla 81

Presupuesto de costo directo

Ítem	Descripción	Parcial
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD.	16,163.55
OE.2	ESTRUCTURAS.	1,465,495.72
OE.3	ARQUITECTURA.	1,177,588.03
OE.4	INSTALACIONES SANITARIAS.	602,108.78
OE.5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS.	520,034.06
OE.6	INSTALACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE CAMARA DE AIRE	118,765.01
OE.7	FLETE Y TRANSPORTE	84,473.34
I.	COSTO DIRECTO	S/ 3,984,628.49

Nota. En el cuadro se muestra el análisis del costo directo.

Tabla 82*Presupuesto de costo indirecto*

COSTOS INDIRECTOS		
RUBROS PRESUPUESTALES		MONTO
TOTAL, DE GASTOS GENERALES	S/.	618,442.34
TOTAL, GASTOS GENERALES VARIABLES Y FIJOS DEL PROYECTO	S/.	524,012.34
COSTO TOTAL RESIDENTE DE OBRA	S/.	39,340.00
COSTO TOTAL ASISTENTE DE RESIDENTE	S/.	14,000.00
COSTO TOTAL ASISTENTE ADMINISTRATIVO	S/.	20,545.00
COSTO TOTAL GESTOR SOCIAL	S/.	20,545.00
GASTOS DE GESTIÓN	S/.	6,725.00
Total de costo Indirecto	S/	625,167.34

Nota. En el cuadro se muestra el análisis del costo indirecto.

Tabla 83*presupuesto por módulo de vivienda*

PRESUPUESTO				
Ítem	Descripción			Costo
I.	COSTO DIRECTO	CD	S/	3,984,628.49
II.	COSTO INDIRECTO TOTAL	CI	S/	625,167.34
	TOTAL DE VIVIENDAS	91.00		
	MONTO TOTAL DE VIVIENDA	CD+CI	S/	4,609,795.83
III.	MONTO TOTAL POR VIVIENDA		S/	50,657.10

Nota. En el cuadro se muestra el presupuesto por vivienda, teniendo 91 viviendas empadronadas.

5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Discusión en relación con el Marco Teórico y Antecedentes

Los resultados obtenidos en el diseño del módulo de vivienda rural unifamiliar sostenible con integración de estrategias pasivas (muro Trombe) y sistemas fotovoltaicos evidencian un avance coherente con las investigaciones previas tanto a nivel nacional como internacional:

- En relación con el estudio de **Arévalo García (2013)** en Guatemala, se reafirma la importancia de adaptar las soluciones arquitectónicas al entorno local y las condiciones climáticas. En este sentido, el módulo diseñado para la comunidad de Ccocha incorpora estrategias pasivas como el **muro Trombe**, el cual se ajusta a la realidad altitudinal y térmica del sector (aprox. 4000 m s.n.m.), demostrando viabilidad técnica y climática.
- Asimismo, como en el caso de la **Vivienda Fértil (Prieto et al., 2020)**, la propuesta desarrollada integra elementos modulares, sostenibles y de bajo impacto ambiental. La incorporación del **muro Trombe** permite optimizar la captación solar durante el día y conservar la temperatura interior durante la noche, contribuyendo a un mayor confort térmico y ahorro energético, aspecto fundamental en climas fríos y aislados como Cuncac.
- Desde una perspectiva nacional, los trabajos como el de **Ccorisapra y Mora (2019)** y **Palapa Bueno (2019)** demostraron la factibilidad técnica de aplicar **energía fotovoltaica en comunidades rurales** del Perú. La estimación de la demanda energética y el dimensionamiento del sistema fotovoltaico en esta tesis reafirman que Cuncac cuenta con un buen potencial solar (radiación promedio de 6 kWh/m²) para abastecer necesidades básicas como iluminación, refrigeración, carga de equipos electrónicos y bombas para agua.
- En cuanto al confort térmico, la **simulación realizada con el modelo numérico del muro Trombe** ha evidenciado una mejora significativa en la temperatura interior en comparación con una vivienda sin estrategias pasivas. Este resultado refuerza la aplicabilidad del muro Trombe como tecnología adecuada, tal como se demostró en otros estudios donde se priorizó el uso de materiales locales y técnicas bioclimáticas (Cisneros y Jiménez, 2022).
- Finalmente, la propuesta se articula con políticas públicas locales, como el programa **Sumaq Wasi** del Ministerio de Vivienda, al plantear soluciones habitacionales que no

solo consideran el aspecto físico y ambiental, sino también la dimensión social, cultural y económica.

5.2 Discusión en relación con los Objetivos Específicos.

- Las características de diseño arquitectónico se basan en los resultados encontrados en el **diagnostico de viviendas existentes:**

Materiales predominantes:

Muros: Adobe (45%) y Bloqueta (55%).

Techos: Calamina (68%) y teja (32%).

Pisos: Tierra (60%) y concreto (40%).

Problemas críticos:

100% de viviendas sin sistema de evacuación de aguas pluviales. Lo cual provoca el riesgo de humedades y deterioro estructural.

Enfermedades respiratorias en todos los hogares. Esto está relacionado con cocinas de fogón sin chimenea y humedades

Espacios reducidos

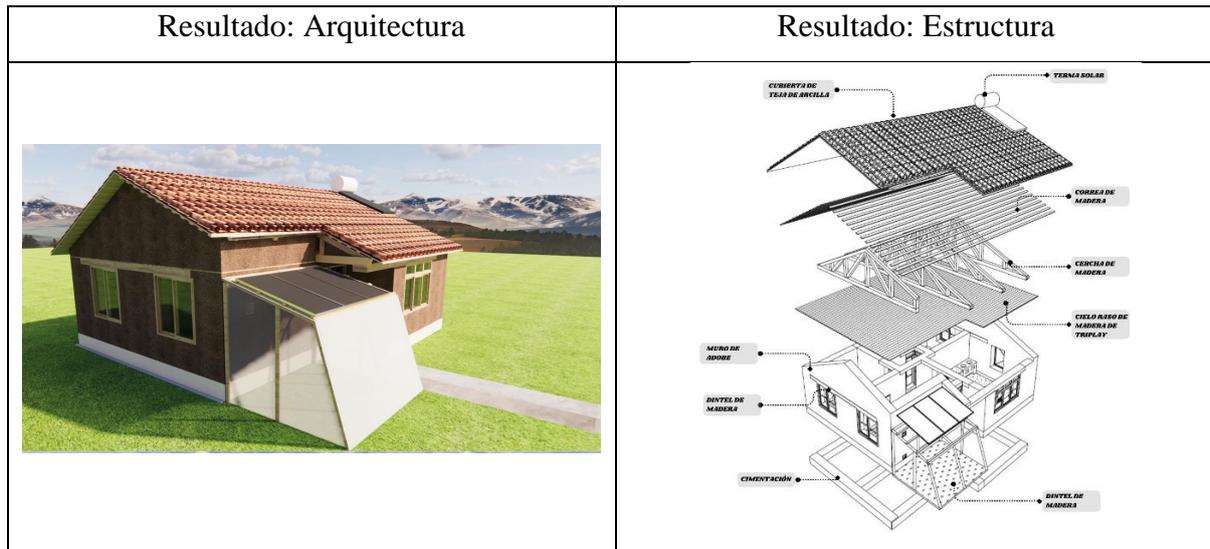
El uso predominante de adobe (vulnerable a humedades y sismos) y techos de calamina (pobre aislamiento térmico) explica los problemas de salud y durabilidad esto justifica un diseño con materiales estabilizados y sistemas pasivos de ventilación.

Las variables climáticas de Curahuasi también influenciaron en el diseño arquitectónico la radiación solar es alta el cual se encuentra entre 5.5-6.5 kWh/m²/día el cual es óptimo para la propuesta de energía fotovoltaica. Cuyo clima es de amplitud térmica diaria varia desde los 5°C (noche) a 26.8°C (día) con una humedad relativa alta (máx. 99%) y lluvias estacionales entere enero y marzo, la alta radiación solar permite generar 100% de la energía con paneles fotovoltaicos.

Para la propuesta del diseño arquitectónico tiene techos inclinados mayor a 30° y paneles solares, la estructura esta propuesta con pilares de madera de eucalipto, las cargas fotovoltaicas: paneles + terma solar 80L.

Figura 84

Resultado de la parte arquitectónica y estructural



Nota. Elaboración propia

La interacción suelo-estructura reduce un 15% las fuerzas sísmicas en los muros comparado con un modelo con base empotrada.

Los asentamientos son aceptables, pero cerca del límite normativo. Recomendable:

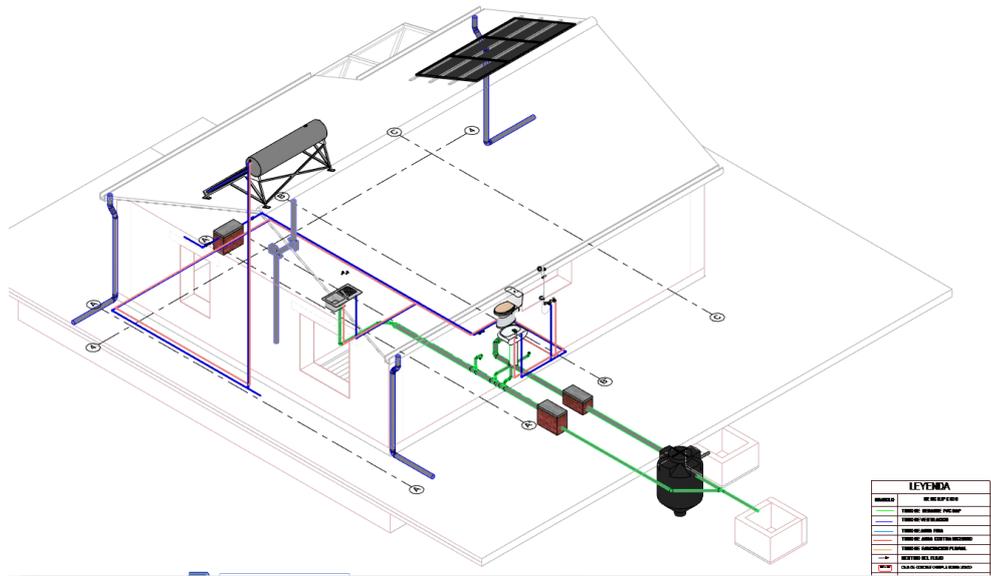
Aumentar el ancho de cimentación a 70 cm en zonas críticas.

Usar un suelo compactado con $k_{vertical} \geq 30,000 \text{ kN/m}^3$

- Las instalaciones sanitarias de la vivienda propuesta fueron diseñadas con un enfoque de sostenibilidad y autosuficiencia, incorporando un sistema autolimpiante y tecnologías pasivas. De acuerdo con los cálculos realizados, se determinó la necesidad de un biodigestor de 600 litros, adecuado para una familia de hasta 5 personas. Este componente no solo permite un tratamiento eficiente de aguas residuales, sino que también contribuye a la reducción del impacto ambiental y al reaprovechamiento de subproductos. Asimismo, se ha integrado una terma solar de 80L de capacidad, la cual garantiza el suministro de agua caliente sin depender de fuentes convencionales de energía. La combinación del biodigestor y la terma solar fortalece la resiliencia de la vivienda frente a la carencia de servicios básicos como desagüe y electricidad, común en zonas rurales altoandinas. La correcta implementación y optimización de estos sistemas permitirán alcanzar una solución habitacional eficiente, duradera y en concordancia con los objetivos de sostenibilidad planteados en el proyecto

Figura 85

Resultado de instalaciones sanitarias

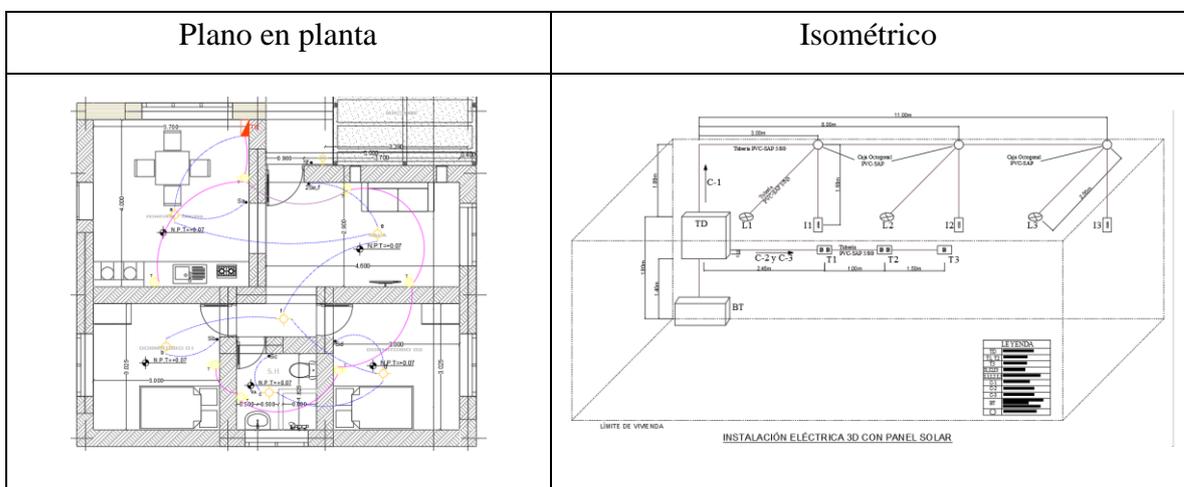


Nota. Elaboración propia

- Se estimó la demanda energética del módulo de vivienda, determinando un consumo promedio diario de 3.01 kWh. Este requerimiento energético es abastecido mediante un sistema fotovoltaico compuesto por 2 paneles solares con una potencia nominal total de 1170.6 W (2 × 610 W). El sistema incluye además un banco de 3 baterías de 250 Ah cada una, lo que garantiza una autonomía energética de aproximadamente 2 días sin generación solar.

Tabla 84

Instalación Sanitaria



Nota. Elaboración propia

- Se cuantificaron los costos directos e indirectos del proyecto utilizando herramientas como **Excel** y **Delphin Express**, lo cual permitió evidenciar que, a pesar de requerir una inversión inicial significativa, el proyecto presenta una rentabilidad favorable debido a los beneficios energéticos y sociales a largo plazo.

Tabla 85*Presupuesto por módulo de vivienda*

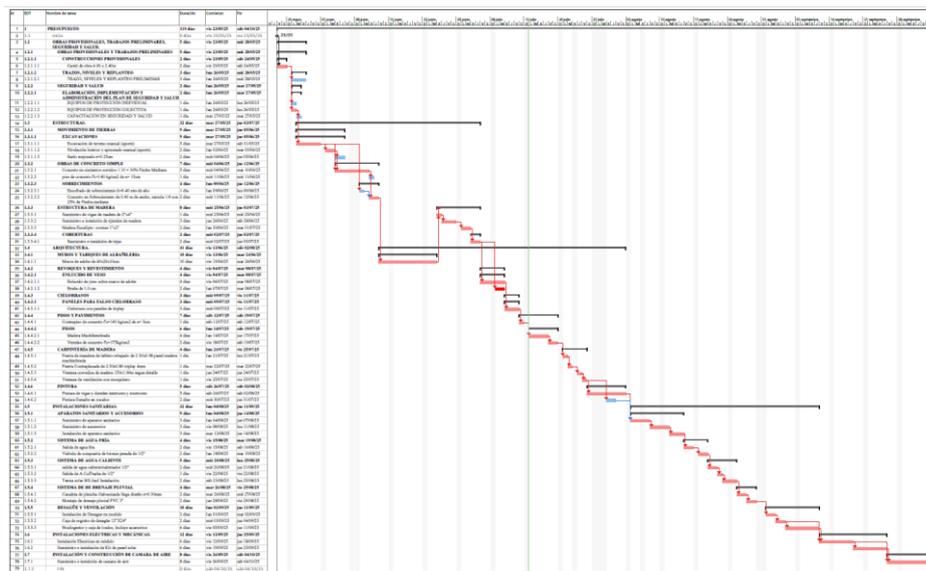
PRESUPUESTO				
Ítem	Descripción			Costo
I.	COSTO DIRECTO	CD	S/	3,984,628.49
II.	COSTO INDIRECTO TOTAL	CI	S/	625,167.34
	TOTAL DE VIVIENDAS	91.00		
	MONTO TOTAL DE VIVIENDA	CD+CI	S/	4,609,795.83
III.	MONTO TOTAL POR VIVIENDA		S/	50,657.10

Nota. Elaboración propia

- La programación de obra establecida, con una duración de 110 días calendario del 23 de mayo al 4 de octubre de 2025, fue diseñada considerando las condiciones geográficas y logísticas específicas del sector Cuncac. La planificación fue realizada con herramientas digitales como MS Project, lo cual facilitó la identificación de la ruta crítica, la secuencia de actividades y los recursos necesarios. Esta herramienta permitió anticipar posibles interferencias relacionadas con el clima, la accesibilidad y la disponibilidad de mano de obra local, elementos característicos del entorno rural. Como resultado, se planteó una ejecución ordenada y eficiente, orientada a reducir imprevistos y asegurar el cumplimiento de plazos, lo cual es esencial para garantizar la sostenibilidad y replicabilidad del proyecto en comunidades similares.

Figura 86

Resultado de cronograma de actividades

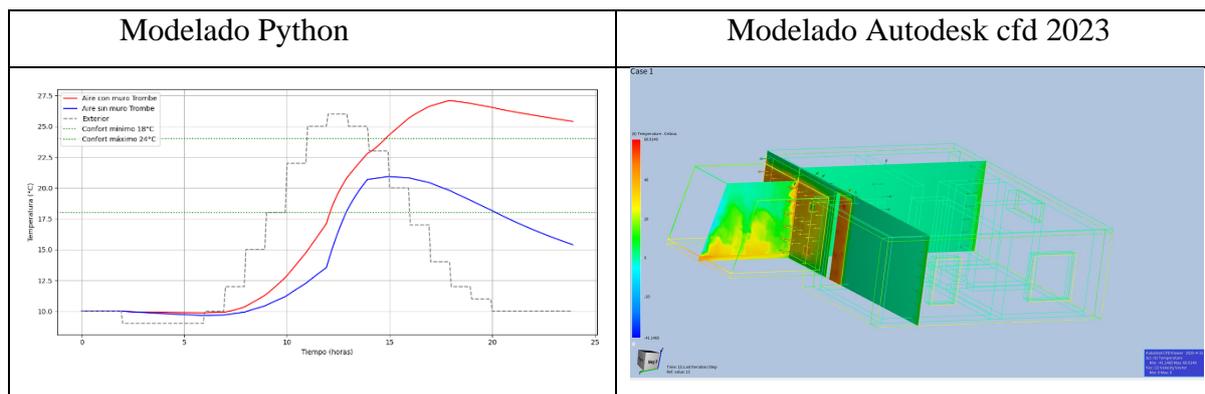


Nota. Elaboración propia

- Finalmente, se simuló el comportamiento térmico del muro Trombe mediante un modelo numérico transitorio desarrollado en Python, complementado con un modelo tridimensional en Autodesk CFD 2023. Los resultados obtenidos mostraron que la temperatura interior de la vivienda se incrementa en un promedio de 8 °C durante las horas nocturnas gracias a la ganancia térmica pasiva del sistema Trombe. Esta mejora térmica representa una reducción significativa en la necesidad de utilizar fuentes de calefacción adicionales, lo cual es especialmente relevante en zonas rurales altoandinas donde el acceso a energía convencional es limitado. Además, estos resultados confirman la viabilidad del muro Trombe como una solución sostenible y eficiente para mejorar el confort térmico en viviendas rurales.

Figura 87

Resultados del modelamiento térmico



Nota. Se muestra el resultado numérico de los softwares en Autodesk CDF 2023 y Python

6 CONCLUSIONES

6.1 Conclusión General

1. **Se logró diseñar un módulo de vivienda rural sostenible** adaptado a las condiciones climáticas y sociales de la comunidad campesina de Ccocha, en el sector de Cuncac, integrando estrategias pasivas y energía solar fotovoltaica, lo cual contribuye al mejoramiento de la calidad de vida y reduce la dependencia de fuentes energéticas convencionales.

6.2 Conclusiones Específicas.

2. El diseño arquitectónico y estructural incorpora materiales locales como el adobe, estrategias pasivas como el muro Trombe, y una orientación eficiente hacia el norte, generando una propuesta viable y adaptable al contexto rural andino.
3. Las instalaciones sanitarias de la vivienda proponen soluciones sostenibles y eficientes, como la incorporación de una **terma solar de 80 litros**, adecuada para atender a una familia de cinco personas, y un **biodigestor de 600 litros**, diseñado con medidas y velocidades de flujo acordes a los criterios establecidos en la **norma técnica peruana IS.010**. Estas soluciones garantizan un adecuado tratamiento de aguas residuales y el acceso a agua caliente sanitaria sin recurrir a energía no renovable, promoviendo el confort, la salubridad y la sostenibilidad ambiental en la vivienda rural.
4. Se determinó que la vivienda presenta una **demanda energética promedio de 3.01 kWh/día**, equivalente a una potencia requerida de **1,170.7 W**. Esta demanda se cubre eficientemente mediante la instalación de **dos paneles solares de 610 W** cada uno y **tres baterías de 250 Ah**, incluyendo 2 días de autonomía. lo que garantiza autonomía energética en condiciones rurales. El sistema presenta un **retorno de inversión estimado en 3.5 años**, lo que confirma su viabilidad económica y sostenibilidad a mediano plazo.
5. El **presupuesto total del proyecto** asciende a **S/ 4,609,795.83**, compuesto por **costos directos de S/ 3,984,628.49** y **costos indirectos de S/ 625,167.34**. Este monto considera la ejecución de **viviendas rurales sostenibles**, incluyendo materiales, mano de obra y sistemas energéticos renovables. El **costo estimado por unidad habitacional** es de **S/ 50,657.10**, lo que demuestra la **viabilidad financiera**

de la propuesta, con un enfoque social orientado a mejorar la calidad de vida en comunidades altoandinas.

6. Se elaboró una programación de obra de 110 días calendario, iniciando el viernes 23 de mayo de 2025 y culminando el sábado 4 de octubre de 2025. Este cronograma ha sido ajustado al contexto geográfico y logístico del sector Cuncac, permitiendo una ejecución planificada, ordenada y eficiente del módulo de vivienda rural sostenible.
7. Mediante la simulación térmica, se comprobó que el muro Trombe incrementa la temperatura interior en un promedio de 8 °C durante la noche, representando un avance significativo en el confort térmico pasivo en zonas altoandinas. Esta mejora contribuye a reducir la necesidad de calefacción convencional, reforzando la sostenibilidad de la propuesta.

7 RECOMENDACIONES

- Promover la implementación del muro Trombe en viviendas rurales altoandinas, especialmente en zonas con alta radiación solar, como Cuncac, debido a su eficacia comprobada para mejorar el confort térmico nocturno sin consumo energético.
- Fomentar el uso de energía fotovoltaica en comunidades rurales dispersas que no cuentan con acceso a la red eléctrica convencional, ya que con una demanda de solo 3.01 kWh/día, se logra autosuficiencia energética con una inversión recuperable en menos de 4 años.
- Diseñar e instalar sistemas sanitarios adaptados al contexto rural, considerando soluciones autónomas como biodigestores y termos solares, los cuales reducen el impacto ambiental y mejoran las condiciones de salubridad familiar.
- Establecer programas de capacitación local para el mantenimiento básico de sistemas solares, biodigestores y el manejo eficiente del agua, fortaleciendo la apropiación comunitaria y la sostenibilidad a largo plazo.
- Se recomienda que en futuras investigaciones se proceda con la construcción física del módulo de vivienda sostenible propuesto, a fin de realizar un estudio aplicado en condiciones reales. Para ello, se sugiere la instalación de sensores de medición térmica, solar y de consumo energético que permitan validar empíricamente los resultados de simulación.

8 BIBLIOGRAFÍA

- BBVA. (2023). *¿Que son los paneles Solares, cómo funcionan y cual es el futuro?*
<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-los-paneles-solares-como-funcionan-y-cual-es-su-futuro/>
- Borja Suárez, M. (2016). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Ccorisapra Casavilca, A. G., & Mora Cassiano, J. E. (21 de Octubre de 2019). *Propuesta de Construcción de una vivienda mododular rural con instalaciones sostenibles en el Distrito de Sondorillo-Piura* [tesis de pregrado] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Du Plessis, C. (2002). *Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries*. Pretoria, South Africa.: CSIR Building and Construction Technology.
- Cisneros Rios, L. A., & Jimenez Méndez , E. (2022, marzo). *Prototipo de viviendas de interés social en la comunidad de Padrecocha del Distrito de Punchuna en el año 2022*. [tesis de pregrado] Universidad Científica del Peru.
- DEGREN, Design & green engineering. (2019). *Guia para la selección de materiales de construcción sostenible*. España-Portugal: INTROMAC, Instituto Tecnológico de Rocas.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). México: McGraw-Hill.
- INEI. (2017). *Reporte de indicadores de desarrollo de inclusión social del centro poblado: Cuncac*. de <https://sdv.midis.gob.pe/RedInforma/Reporte/Reporte/14>
- Instituto Peruano De Economía. (2023, mayo 17). *Pobreza en Apurímac cayó a 24.7%, su nivel más bajo en 2022*. <https://www.ipe.org.pe/portal/pobreza-en-apurimac-cayo-a-24-7-su-nivel-mas-bajo-en-2022/>
- Latam Gestión. (2019, agosto 25). *¿Qué es una vivienda sostenible? Conoce sus características*. <http://www.latamgestion.com/2019/08/25/que-es-una-vivienda-sostenible-conoce-sus-caracteristicas/>
- Miranda, L.S. (2020). La Construcción Sostenible al Alcance de todos. *Revista Colegio de Ingenieros*, 10.
- Ministerio del ambiente (MINAN). (2011, Mayo 31). *compendio de la legislación ambiental peruana. aprovechamiento sostenible de los*.Lima, Perú: Impreso por Gráfica Técnica S.R.L.
- Ministerio de Vivienda. (2020). *Viviendas Rurales Sumaq Wasi*.

- Miranda, L. S., Neira, E., Torres, R., & Valdivia, R. (2014). *Foro Ciudades para la Vida: Perú hacia la construcción sostenible en escenario de cambio climático*. Lima, Perú.
- Osinergmin. (2019). *Energías renovables: Experiencia y perspectiva en la ruta del Perú hacia la transición energética*. Lima, Perú: Gráfica Biblos S.A.
- Palpa Bueno, A. I. (2019). *Integración arquitectónica de energía solar fotovoltaica para el mejoramiento de la eficiencia energética en establecimientos de salud de comunidades nativas* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Huancayo Perú
- Passos, M., Alarcon, A., & Wilhelm, D. (2018). *Guía práctica para la implementación de sistemas fotovoltaicos en proyectos de infraestructura social*. Brasil.
- Planas, O. (2021). *¿Que es el silicio? características y propiedades*. Energía Solar: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/panel-fotovoltaico/celula-fotovoltaica/silicio>
- Real Academia Española, (S.f), *Diccionario de la lengua española (Def. 1)*. <https://dle.rae.es>.
- Romero, A. C. (2013). *Metodología integral innovadora para planes y tesis*. (A. V. Orozco, Ed.) México: Cengage Learning.
- Rotoplas. (2020). *Rotoplas*. Obtenido de Rotoplas: <https://rotoplas.com.mx/productos/tratamiento/biodigestor/#:~:text=El%20Biodigestor%20Autolimpiable%20es%20un,la%20contaminaci%C3%B3n%20de%20mantos%20ofre%C3%A1ticos>.
- Sanchez Quintanar , C., & Jiménez Rosas, E. O. (2010). *La vivienda rural:Su complejidad*, Manizales, Colombia.

9 ANEXOS

9.1 Medrado y Presupuesto.

9.1.1 *Metrados*

9.1.2 *Desglose de costos indirectos*

9.1.3 *Presupuesto*

9.3 Análisis de precios unitarios

9.4 Cronograma de actividades

9.5 Fichas técnicas

9.6 Panel fotográfico

9.7 Encuesta realizada

9.8 Relación de planos

9.1.1 Mitrado

METRADOS

PROYECTO : DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE UN MÓDULO DE UNA VIVIENDA RURAL UNIFAMILIAR SOSTENIBLE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA EN EL SECTOR CUNCAC DE LA COMUNIDAD DE CCOCHA, CURAHUASI-ABANCAY-APURÍMAC 2024
 ETAPA 1.0 : PRESUPUESTO
 PROPIETARIO : DAVID ARREDONDO QUISPE
 UBICACION : DPTO:APURIMAC PROV:ABANCAY DIST:CURAHUASI LOC:CC. CCOCHA
 FECHA PROYECTO : 01/05/2025

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
1.6.1	SUMINISTRO E INSTALCIÓN DE CAMARA DE AIRE							91.00	und
1.7.1.1	FLETE TERRESTRE TRANSP. MATERIALES DEL PROVEEDOR AL ALMACEN (INCL. CARGA -DESCARGA)							724.36	t
a)	peso de la Teja (tn)		91.00	3.15	-	-	-	286.65	
b)	peso cemento (tn)		1.00	316.18	-	-	-	316.18	
c)	peso clavo		1.00	0.30	-	-	-	0.30	
d)	peso alambre		1.00	0.10	-	-	-	0.10	
e)	peso madera		1.00	80.00	-	-	-	80.00	
f)	panel solar		91.00	0.08	-	-	-	7.28	
g)	biodigesto		91.00	0.04	-	-	-	3.64	
h)	caja de registro de desague		91.00	0.04	-	-	-	3.64	
i)	canaleta		91.00	0.01	-	-	-	0.91	
j)	tubería		91.00	0.01	-	-	-	0.91	
k)	Terma solar		91.00	0.10	-	-	-	9.10	
m)	acesorios		91.00	0.15	-	-	-	13.65	
n)	agua		1.00	2.00	-	-	-	2.00	
1.7.1.2	FLETE TERRESTRE TRANSP. MATERIALES DE ALMACEN A PUNTA DE CARRETERA (INCL. CARGA-DESCARGA)							724.36	t
a)	peso de la Teja (tn)		91.00	3.15	-	-	-	286.65	
b)	peso cemento (tn)		1.00	316.18	-	-	-	316.18	
c)	peso clavo		1.00	0.30	-	-	-	0.30	
d)	peso alambre		1.00	0.10	-	-	-	0.10	
e)	peso madera		1.00	80.00	-	-	-	80.00	
f)	panel solar		91.00	0.08	-	-	-	7.28	
g)	biodigesto		91.00	0.04	-	-	-	3.64	
h)	caja de registro de desague		91.00	0.04	-	-	-	3.64	
i)	canaleta		91.00	0.01	-	-	-	0.91	
j)	tubería		91.00	0.01	-	-	-	0.91	
k)	Terma solar		91.00	0.10	-	-	-	9.10	
m)	acesorios		91.00	0.15	-	-	-	13.65	
n)	agua		1.00	2.00	-	-	-	2.00	
1.7.1.3	FLETE RURAL DE MATERIALES PUNTA DE CARRETERA A VIVIENDA (APORTE)							724.36	t
a)	peso de la Teja (tn)		91.00	3.15	-	-	-	286.65	
b)	peso cemento (tn)		1.00	316.18	-	-	-	316.18	
c)	peso clavo		1.00	0.30	-	-	-	0.30	
d)	peso alambre		1.00	0.10	-	-	-	0.10	
e)	peso madera		1.00	80.00	-	-	-	80.00	
f)	panel solar		91.00	0.08	-	-	-	7.28	
g)	biodigesto		91.00	0.04	-	-	-	3.64	
h)	caja de registro de desague		91.00	0.04	-	-	-	3.64	
i)	canaleta		91.00	0.01	-	-	-	0.91	
j)	tubería		91.00	0.01	-	-	-	0.91	
k)	Terma solar		91.00	0.10	-	-	-	9.10	
m)	acesorios		91.00	0.15	-	-	-	13.65	
n)	agua		1.00	2.00	-	-	-	2.00	
1.7.2.1	FLETE TERRESTRE TRANSP. HORMIGON DEL PROVEDOR A PUNTA DE CARRETERA							3.43	t
a)	PESO		1.00	3.43	-	-	-	3.43	

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
1.7.2.2	FLETE TERRESTRE TRANSP. PIEDRA DE CANTERA A PUNTA DE CARRETERA							1.69	t
a)	PESO		1.00	1.69	-	-	-	1.69	
1.7.2.3	FLETE TERRESTRE TRANSP. ARENA FINA DE PROVEEDORA A PUNTA DE CARRETERA							0.30	t
a)	PESO		1.00	0.30	-	-	-	0.30	
OE.1.1.1.1	CARTEL DE OBRA 4.00 X 2.40M							1.00	und
a)	Cartel de Obra		1.00	1.00	-	-	-	1.00	
OE.1.1.2.1	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR							5,414.50	m²
a)	Área		1.00	91.00	8.50	7.00	-	5,414.50	
OE.1.2.1.1	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL							20.00	und
a)	Por vivienda o usuario		1.00	20.00	-	-	-	20.00	
OE.1.2.1.2	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA							5.00	und
a)	por grupo de Vivienda		1.00	5.00	-	-	-	5.00	
OE.1.2.1.3	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD							15.00	und
a)	por vivienda o usuario		1.00	15.00	-	-	-	15.00	
OE.2.1.1.1	EXCAVACIÓN DE TERRENO MANUAL							1,118.62	m³
a)	Excavacion de cimiento Fie A		1.00	91.00	8.33	0.50	0.50	189.51	
b)	Excavación de cimiento Eje A'		1.00	91.00	2.18	0.50	0.50	49.60	
c)	Excavacion de cimiento Fie B		1.00	91.00	2.70	0.50	0.50	61.43	
d)	Excavación de cimiento Eje B'		1.00	91.00	2.18	0.50	0.50	49.60	
e)	Excavacion de cimiento Fie C		1.00	91.00	6.83	0.50	0.50	155.38	
f)	Excavacion de cimiento Fie 1		1.00	91.00	9.60	0.50	0.50	218.40	
g)	Excavación de cimiento Eje 1'		1.00	91.00	1.65	0.50	0.50	37.54	
h)	Excavacion de cimiento Fie 2		1.00	91.00	6.95	0.50	0.50	158.11	
i)	Excavacion de cimiento Fie 3		1.00	91.00	4.15	0.50	0.50	94.41	
j)	Excavacion de cimiento Fie 4		1.00	91.00	4.60	0.50	0.50	104.65	
OE.2.1.1.2	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO MANUAL							4,094.99	m²
a)	Sala		1.00	91.00	4.50	2.40	-	982.80	
b)	Comedor		1.00	91.00	3.90	3.60	-	1,277.64	
c)	Dormitorio 1		1.00	91.00	2.93	2.90	-	773.23	
d)	Dormitorio 2		1.00	91.00	2.93	2.90	-	773.23	
e)	Baño		1.00	91.00	1.83	1.73	-	288.10	
OE.2.1.1.3	SUELO MEJORADO E=0.25CM							1,023.75	m³
a)	Sala		1.00	91.00	4.50	2.40	0.25	245.70	
b)	Comedor		1.00	91.00	3.90	3.60	0.25	319.41	
c)	Dormitorio 1		1.00	91.00	2.93	2.90	0.25	193.31	
d)	Dormitorio 2		1.00	91.00	2.93	2.90	0.25	193.31	
e)	Baño		1.00	91.00	1.83	1.73	0.25	72.02	
OE.2.2.1	CONCRETO EN CIMIENTOS CORRIDOS 1.10 + 30% PIEDRA MEDIANA							1,118.62	m³
a)	Excavacion de cimiento Fie A		1.00	91.00	8.33	0.50	0.50	189.51	
b)	Excavación de cimiento Eje A'		1.00	91.00	2.18	0.50	0.50	49.60	
c)	Excavacion de cimiento Fie B		1.00	91.00	2.70	0.50	0.50	61.43	

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total	
					Largo	Ancho	Alto			
d)	Excavación de cimiento Eje B'		1.00	91.00	2.18	0.50	0.50	49.60		
e)	Excavación de cimiento Eje C		1.00	91.00	6.83	0.50	0.50	155.38		
f)	Excavación de cimiento Eje 1		1.00	91.00	9.60	0.50	0.50	218.40		
g)	Excavación de cimiento Eje 1'		1.00	91.00	1.65	0.50	0.50	37.54		
h)	Excavación de cimiento Eje 2		1.00	91.00	6.95	0.50	0.50	158.11		
i)	Excavación de cimiento Eje 3		1.00	91.00	4.15	0.50	0.50	94.41		
j)	Excavación de cimiento Eje 4		1.00	91.00	4.60	0.50	0.50	104.65		
OE.2.2.2	PISO DE CONCRETO F'C=140 KG/CM2 DE E= 15CM								246.98	m³
a)	Comedor		1.00	91.00	4.00	3.70	0.15	202.02		
b)	Baño		1.00	91.00	1.83	1.80	0.15	44.96		
OE.2.2.3.1	ENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO H=0.40 MTS DE ALTO								62.00	m²
a)	1		1.00	1.00	2.00	3.00	5.00	30.00		
b)	2		1.00	4.00	2.00	2.00	2.00	32.00		
OE.2.2.3.2	CONCRETO EN SOBRECIMIENTO DE 0.40 M DE ANCHO, MEZCLA 1:8 CON 25% DE PIEDRA MEDIANA								715.92	m³
a)	Excavación de cimiento Eje A		1.00	91.00	8.33	0.40	0.40	121.28		
b)	Excavación de cimiento Eje A'		1.00	91.00	2.18	0.40	0.40	31.74		
c)	Excavación de cimiento Eje B		1.00	91.00	2.70	0.40	0.40	39.31		
d)	Excavación de cimiento Eje B'		1.00	91.00	2.18	0.40	0.40	31.74		
e)	Excavación de cimiento Eje C		1.00	91.00	6.83	0.40	0.40	99.44		
f)	Excavación de cimiento Eje 1		1.00	91.00	9.60	0.40	0.40	139.78		
g)	Excavación de cimiento Eje 1'		1.00	91.00	1.65	0.40	0.40	24.02		
h)	Excavación de cimiento Eje 2		1.00	91.00	6.95	0.40	0.40	101.19		
i)	Excavación de cimiento Eje 3		1.00	91.00	4.15	0.40	0.40	60.42		
j)	Excavación de cimiento Eje 4		1.00	91.00	4.60	0.40	0.40	66.98		
OE.2.3.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE VIGAS DE MADERA DE 2"X4"								2,366.00	m
OE.2.3.2	SUMINISTRO E INSTALCIÓN DE TIJERALES DE MADERA								364.00	und
OE.2.3.3	MADERA EUCALIPTO: CORREAS 1"X2"								2,730.00	m
OE.2.3.4.1	SUMINISTRO E INSTALCIÓN DE TEJAS								238,875.00	und
OE.3.1.1	MUROS DE ADOBE DE 40X20X10CM								10,987.34	m²
a)	EJE A1		91.00	1.00	-	15.00	-	1,365.00		
b)	EJE A2		91.00	1.00	-	7.62	-	693.42		
c)	EJE B		91.00	1.00	-	9.58	-	871.78		
d)	EJE A' Y B'		91.00	2.00	-	5.35	-	973.70		
e)	EJE C1		91.00	1.00	-	12.19	-	1,109.29		
f)	EJE C2		91.00	1.00	-	7.19	-	654.29		
g)	EJE 1		91.00	1.00	22.38	-	-	2,036.58		
h)	EJE 1'		91.00	1.00	1.20	-	2.60	283.92		
i)	EJE 2		91.00	1.00	7.10	-	2.40	1,550.64		
j)	EJE 3		91.00	1.00	3.70	-	2.60	875.42		

Item	Descripción	Ref.	N° Elem.	Cant.	Dimensiones			Parcial	Total
					Largo	Ancho	Alto		
a)	Suministro de accesorios		91.00	1.00	-	-	-	91.00	
OE.4.1.3	LLAVE DE DUCHA CON SALIDA CROMADA							91.00	und
a)	Instalación de aparatos sanitarios		91.00	1.00	-	-	-	91.00	
OE.4.1.4	LLAVE DE LAVADERO DE COCINA							91.00	und
a)	cantidad		1.00	91.00	-	-	-	91.00	
OE.4.1.5	PORTA ROLLO METÁLICO							91.00	und
a)	cantidad		1.00	91.00	-	-	-	91.00	
OE.4.1.6	JABONERA DE LOSA CON AGARRADERA							91.00	und
a)	cantidad		1.00	91.00	-	-	-	91.00	
OE.4.2.1	SALIDA DE AGUA FRIA							91.00	pto
OE.4.2.2	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE PESADA DE 1/2"							91.00	und
OE.4.3.1	SALIDA DE AGUA CALIENTE/CALENTADOR 1/2"							91.00	pto
OE.4.3.2	SALIDA DE A.CC/DUCHA DE 1/2"							91.00	und
OE.4.3.3	TERMA SOLAR 80L/INCL INSTALACIÓN							91.00	und
a)	terma solar		1.00	91.00	-	-	-	91.00	
OE.4.4.1	CANALETA DE PLANCHA GALVANIZADA SEGU DISEÑO E=0.30MM							91.00	und
OE.4.4.2	MONTAJE DE DRENAJE PLUVIAL PVC 3"							91.00	und
OE.4.5.1	INSTALACIÓN DE DESAGUE EN MODULO							91.00	und
OE.4.5.2	CAJA DE REGISTRO DE DESAGÜE 12"X24"							91.00	pza
OE.4.5.3	BIODISGESTOR Y CAJA DE LOSDOS, INCLUYE ACCESORIOS							91.00	und
OE.5.1	INSTALACIÓN ELECTRICAS EN MÓDULO							91.00	pto
OE.5.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE KIT DE PANEL SOLAR							91.00	und

9.1.2 Desglose de costo indirecto

GASTOS GENERALES

DESAGREGADO DE GASTOS VARIABLES Y FIJOS

A) GASTOS GENERALES VARIABLES						S/.	60,421.00
A.1) Gastos de Dirección Técnica y Administrativa de obra						S/.	42,646.00
A.1.1) Personal Profesional y Técnico						S/.	21,000.00
DESCRIPCION	CANTIDAD	COEFICIENTE	TIEMPO	P.U.	PARCIAL		
MAESTRO DE OBRA	2.00	1.00	3.50	3,000.00	S/.	21,000.00	
TOTAL						S/.	21,000.00
A.1.2) Personal Administrativo y Auxiliar						S/.	7,700.00
DESCRIPCION	CANTIDAD	COEFICIENTE	TIEMPO	P.U.	PARCIAL		
ALMACENERO-GUARDIAN	1.00	1.00	3.50	2,200.00	S/.	7,700.00	
TOTAL						S/.	7,700.00
A.1.3) Equipos para el personal Técnico y Administrativo						S/.	13,946.00
DESCRIPCION	CANTIDAD	COEFICIENTE	TIEMPO	P.U.	PARCIAL		
CAMION 4 M3 VEHICULO TRANSPORTE PERSONAL	1.0	1.00	3.67	3,800.00	S/.	13,946.00	
TOTAL						S/.	13,946.00
A.2) Gastos Administrativos de Oficina						S/.	910.00
DESCRIPCION	CANTIDAD	COEFICIENTE	TIEMPO	P.U.	PARCIAL		
Adquisición de cuaderno de obra	4.00	0.50	3.50	50.00	S/.	350.00	
Legalización de cuaderno de obra	4.00	0.50	3.50	80.00	S/.	560.00	
TOTAL						S/.	910.00
A.3) Gastos Otros						S/.	16,865.00
DESCRIPCION	CANTIDAD	COEFICIENTE	TIEMPO	P.U.	PARCIAL		
Almacen de obra 5 x 10 mts	2.00	1.00	3.50	600.00	S/.	4,200.00	
Diseño de Mezcla	3.00	1.00	1.00	400.00	S/.	1,200.00	
Gastos por Alimentación (personal obrero)	1.00	1.00	3.50	900.00	S/.	3,150.00	
Alquiler de Campamentos (Incluye Agua, Luz)	3.00	1.00	3.50	350.00	S/.	3,675.00	
Prueba de Compresión de Concreto	20.00	1.00	1.00	30.00	S/.	600.00	
Ensayos para agregados y piedra	8.00	1.00	1.00	200.00	S/.	1,600.00	
COSTO TOTAL EPP TECNICO - ADMINISTRATIVO						S/.	2,440.00
CASCOS	8.00	1.00	1.00	40.00	S/.	320.00	
CHALECOS DE DRILL CON CINTA REFLECTIVA	8.00	1.00	1.00	45.00	S/.	360.00	
ZAPATOS SEGURIDAD	8.00	1.00	1.00	180.00	S/.	1,440.00	
LENTES DE PROTECCION	8.00	1.00	1.00	40.00	S/.	320.00	
TOTAL						S/.	16,865.00
B) GASTOS GENERALES FIJOS						S/.	463,591.34
B.1) SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO						S/.	452,994.17
PLAZO DE EJECUCION			3.50	Meses			
CATEGORIA PERSONAL	CANTIDAD DE HORASHOMBRE	COSTO S/.	UNIDAD	DIAS NECESARIOS	PROMEDIO PERSONAL POR MES	MONTO	
PEON	12,072.01	20.34	HH	1509.00	17.00	S/.	98,217.89
OFICIAL	8,572.74	22.44	HH	1071.59	12.00	S/.	76,948.94
OPERARIO	15,638.16	28.52	HH	1954.77	22.00	S/.	178,400.17
RESPONSABLE EN CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	91.00	30.00	HH	11.38	1.00	S/.	2,730.00
MAESTRO DE OBRA	2.00	3000.00	MES	3.50	2.00	S/.	21,000.00
ALMACENERO - GUARDIAN	1.00	2200.00	MES	3.50	1.00	S/.	7,700.00
ASISTENTE DE RESIDENTE	1.00	4000.00	MES	3.50	1.00	S/.	14,000.00
ASISTENTE ADMINISTRATIVO	1.00	4000.00	MES	3.50	1.00	S/.	14,000.00
RESIDENTE DE OBRA	1.00	8000.00	MES	3.50	1.00	S/.	28,000.00
ACTIVIDADES PREVIAS	1.00	1400.00	MES	1.00	1.00	S/.	1,400.00
TOTAL						S/.	442,397.00
SEGURO POR SALUD						MONTO	
Tasa para salud						S/.	4,423.97
IGV Salud						S/.	796.31
TOTAL SEGURO POR SALUD						S/.	5,220.28
SEGURO POR PENSION						MONTO	
Tasa para pensión						S/.	4,423.97
Impuestos adicional Pensión						S/.	952.92
TOTAL SEGURO POR PENSION						S/.	5,376.89
TOTAL						S/.	10,597.17
TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES Y FIJOS DEL PROYECTO						S/.	524,012.34

GASTOS GENERALES**RESIDENTE DE OBRA****DATOS GENERALES**

N°	DESCRIPCION	COSTO/N°	UNIDAD
1	HONORARIOS PROFESIONALES POR MES	8,000.00	Nuevos Soles
2	PLAZO DE EJECUCION DE LA OBRA	4.00	Meses
3	NÚMERO DE USUARIOS	91.00	Usuarios

COSTO PROGRAMADO

N°	DESCRIPCION	COEFICIENTE	CANT.	TIEMPO	P.U.	PARCIAL
1	ACTIVIDADES PREVIAS	10%	1.00	1.00	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00
2	MONTO DE EJECUCION DE OBRA	1.00	1.00	4.00	S/. 8,000.00	S/. 32,000.00
3	MOVILIDAD Y TRASLADOS	1.00	1.00	4.00	S/. 1,000.00	S/. 4,000.00
4	LIQUIDACION DE OBRA	18%	1.00	1.00	S/. 5,760.00	S/. 5,760.00

COSTO TOTAL RESIDENTE DE OBRA**S/. 44,960.00****GASTOS GENERALES****ASISTENTE DE RESIDENTE DE OBRA****DATOS GENERALES**

N°	DESCRIPCION	COSTO/N°	UNIDAD
1	HONORARIOS PROFESIONALES POR MES	4,000.00	Nuevos Soles
2	PLAZO DE EJECUCION DEL PROYECTO	4.00	Meses
3	NÚMERO DE BENEFICIARIOS	91.00	Usuarios

COSTO PROGRAMADO

N°	DESCRIPCION	COEFICIENTE	CANT.	TIEMPO	P.U.	PARCIAL
1	ASISTENTE DE RESIDENTE DEL PROYECTO	1.00	1.00	4.00	S/. 4,000.00	S/. 16,000.00

COSTO TOTAL ASISTENTE DE RESIDENTE**S/. 16,000.00****GASTOS GENERALES****ASISTENTE ADMINISTRATIVO****DATOS GENERALES**

N°	DESCRIPCION	COSTO/N°	UNIDAD
1	HONORARIOS PROFESIONALES POR MES	4,000.00	Nuevos Soles
2	PLAZO DE EJECUCION DEL PROYECTO	4.00	Meses
3	NÚMERO DE BENEFICIARIOS	91.00	Usuarios

COSTO PROGRAMADO

N°	DESCRIPCION	COEFICIENTE	CANT.	TIEMPO	P.U.	PARCIAL
1	ACTIVIDADES PREVIAS	10%	1.00	1.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00
2	MONTO DE EJECUCION DE OBRA	1.00	1.00	4.00	S/. 4,000.00	S/. 16,000.00
3	MOVILIDAD Y TRASLADOS	1.00	1.00	4.00	S/. 750.00	S/. 3,000.00
4	LIQUIDACION DE OBRA	18%	1.00	1.00	S/. 2,880.00	S/. 2,880.00

COSTO TOTAL ASISTENTE ADMINISTRATIVO**S/. 23,480.00**

GASTOS DE GESTIÓN

DESAGREGADO DE GASTOS DE GESTION DEL PROYECTO

DATOS GENERALES		RUTA	COSTO
TIEMPO DE EJECUCION		TRAMO DE RECORRIDO	
4.0	MESES	TRAMO	A TRAMO
			S/. 10.00

1) MOVILIDAD Y VIÁTICOS NÚCLEO EJECUTOR

DESCRIPCION	COSTO POR COMISIÓN	VECES POR MES	PLAZO DE EJECUCIÓN	PARCIAL	SUB TOTAL
PRESIDENTE(a) NE					
Movilidad *	S/. 10.00	1	4.0	S/. 40.00	
Viáticos	S/. 50.00	1	4.0	S/. 200.00	S/. 240.00
SECRETARIO(a) NE					
Movilidad *	S/. 10.00	1	4.0	S/. 40.00	
Viáticos	S/. 50.00	1	4.0	S/. 200.00	S/. 240.00
TESORERO(a) NE					
Movilidad *	S/. 10.00	3	4.0	S/. 120.00	
Viáticos	S/. 50.00	3	4.0	S/. 600.00	S/. 720.00
FISCAL NE					
Movilidad *	S/. 10.00	1	4.0	S/. 40.00	
Viáticos	S/. 50.00	1	4.0	S/. 200.00	S/. 240.00
TOTAL					S/. 1,440.00

2) CUADERNO DE ACTAS - LEGALIZACIONES - SELLOS - MURAL INFORMATIVO - IMPRESIONES DIVERSAS

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
Libro de actas	Unidad	1.00	S/. 24.00	S/. 24.00
Legalizaciones de Libro de Actas	Unidad	1.00	S/. 30.00	S/. 30.00
Sellos de los representantes del nucleo ejecutor	Unidad	4.00	S/. 25.00	S/. 100.00
Mural informativo	Global	1.00	S/. 100.00	S/. 100.00
Impresiones varias	Millar	1.00	S/. 100.00	S/. 100.00
Pagos Juez de Paz - gastos notariales	Unidad	2.00	S/. 110.00	S/. 220.00
TOTAL				S/. 574.00

3) ÚTILES DE ESCRITORIO

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Papel Bond 75 grs.	Millar	3.00	S/. 25.50	76.50
Lapiceros, cuadernos y otros	Global	2.00	S/. 10.00	20.00
Fotocopias	Millar	1.00	S/. 100.00	100.00
Impresiones informes y otros	Millar	1.00	S/. 100.00	S/. 100.00
Servicio de Courier/Encomienda	Global	10.00	S/. 20.00	S/. 200.00
COSTO MENSUAL				S/. 496.50
PLAZO DE EJECUCIÓN NÚCLEO EJECUTOR				4.50
TOTAL				S/. 2,234.25

4) GASTOS DE INDUCCION TECNICA - SOCIAL

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Papel Bond 75 grs.	Millar	3.00	S/. 22.00	66.00
Lapiceros, papelografos, cuadernos y otros	Global	1.00	20.0	20.00
Fotocopias	Millar	1.00	S/. 100.00	100.00
Refrigerios	Benef	91.00	S/. 4.00	364.00
Banner de difusion	Unidad	4.00	S/. 70.00	280.00
COSTO MENSUAL				S/. 830.00
PLAZO DE EJECUCIÓN NÚCLEO EJECUTOR				4.00
TOTAL				S/. 3,320.00

TOTAL DE GASTOS DE GESTIÓN DEL NÚCLEO EJECUTOR

S/. 7,568.25

9.1.3 Presupuesto

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE UN MÓDULO DE UNA VIVIENDA RURAL UNIFAMILIAR SOSTENIBLE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA EN EL SECTOR CUNCAC DE LA COMUNIDAD DE CCOCHA, CURAHUASI-ABANCAY-APURÍMAC 2024

ETAPA 1.0 : PRESUPUESTO

PROPIETARIO : DAVID ARREDONDO QUISPE

UBICACION : DPTO:APURIMAC PROV:ABANCAY DIST:CURAHUASI LOC:CC. CCOCHA

FECHA PROYECTO : 01/05/2025

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
1.0	PRESUPUESTO					3,984,628.49
OE.1	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD.					16,163.55
OE.1.1	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES					10,088.30
OE.1.1.1	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES					612.92
OE.1.1.1.1	Cartel de obra 4.00 x 2.40m	und	1.00	612.92	612.92	
OE.1.1.2	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO					9,475.38
OE.1.1.2.1	Trazo, niveles y replanteo preliminar	m²	5,414.50	1.75	9,475.38	
OE.1.2	SEGURIDAD Y SALUD					6,075.25
OE.1.2.1	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO					6,075.25
OE.1.2.1.1	Equipos de protección individual	und	20.00	140.00	2,800.00	
OE.1.2.1.2	Equipos de protección colectiva	und	5.00	195.00	975.00	
OE.1.2.1.3	Capacitación en seguridad y salud	und	15.00	153.35	2,300.25	
OE.2	ESTRUCTURAS.					1,465,495.72
OE.2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS					167,607.32
OE.2.1.1	EXCAVACIONES					167,607.32
OE.2.1.1.1	Excavación de terreno manual	m³	1,118.62	55.78	62,396.62	
OE.2.1.1.2	Nivelación Interior y apisonado manual	m²	4,094.99	8.81	36,076.86	
OE.2.1.1.3	Suelo mejorado e=0.25cm	m³	1,023.75	67.53	69,133.84	
OE.2.2	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					533,783.24
OE.2.2.1	Concreto en cimientos corridos 1.10 + 30% Piedra Mediana	m³	1,118.62	281.50	314,891.53	
OE.2.2.2	piso de concreto f'c=140 kg/cm2 de e= 15cm	m³	246.98	85.92	21,220.52	
OE.2.2.3	SOBRECIMENTOS					197,671.19
OE.2.2.3.1	Encofrado de sobrecimiento h=0.40 mts de alto	m²	62.00	59.79	3,706.98	
OE.2.2.3.2	Concreto en Sobrecimiento de 0.40 m de ancho, mezcla 1:8 con 25% de Piedra mediana	m³	715.92	270.93	193,964.21	
OE.2.3	ESTRUCTURA DE MADERA					764,105.16
OE.2.3.1	Suministro e instalacion de vigas de madera de 2"x4"	m	2,366.00	14.56	34,448.96	
OE.2.3.2	Suministro e instalación de tijerales de madera	und	364.00	473.95	172,517.80	
OE.2.3.3	Madera Eucalipto: correas 1"x2"	m	2,730.00	20.33	55,500.90	
OE.2.3.4	COBERTURAS					501,637.50
OE.2.3.4.1	Suministro e instalción de tejas	und	238,875.00	2.10	501,637.50	
OE.3	ARQUITECTURA.					1,177,588.03
OE.3.1	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA					216,999.97
OE.3.1.1	Muros de adobe de 40x20x10cm	m²	10,987.34	19.75	216,999.97	
OE.3.2	REVOQUES Y REVESTIMIENTO					247,143.21
OE.3.2.1	ENLUCIDO DE YESO					247,143.21
OE.3.2.1.1	Enlucido de yeso sobre muros de adobe	und	19,653.27	12.54	246,452.01	
OE.3.2.1.2	Bruña de 1.0 cm	m	120.00	5.76	691.20	
OE.3.3	CIELORRASOS					83,920.06
OE.3.3.1	PANELES PARA FALSO CIELORRASO					83,920.06
OE.3.3.1.1	Cielorraso con paneles de triplay	m²	4,631.35	18.12	83,920.06	
OE.3.4	PISOS Y PAVIMENTOS					131,168.04
OE.3.4.1	Contrapiso de concreto f'c=140 kg/cm2 de e= 5cm	m²	1,646.55	10.45	17,206.45	
OE.3.4.2	PISOS					113,961.59
OE.3.4.2.1	Madera Machihembrada	m²	3,044.86	37.18	113,207.89	
OE.3.4.2.2	Veredas de concreto f'c=175kg/cm2	m³	42.51	17.73	753.70	
OE.3.5	CARPINTERÍA DE MADERA					232,979.11
OE.3.5.1	Puerta de mandera de tablero rebajado de 2.30x0.98 panel madera machimbrada	und	91.00	660.00	60,060.00	
OE.3.5.2	Puerta Contraplacada de 2.30x0.80 triplay 4mm	m²	91.00	1,161.00	105,651.00	
OE.3.5.3	Ventana corrediza de madera 150x1.00m segun detalle	und	91.00	653.12	59,433.92	
OE.3.5.4	Ventana de ventilación con mosquitero	und	91.00	86.09	7,834.19	
OE.3.6	PINTURA					265,377.64
OE.3.6.1	Pintura de vigas y dinteles interiores y exteriores	m²	19,653.27	12.74	250,382.66	
OE.3.6.2	Pintura Esmalte en zocalos	m²	1,015.92	14.76	14,994.98	

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Parcial	Sub Total
OE.4	INSTALACIONES SANITARIAS.					602,108.78
OE.4.1	APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS					78,843.31
OE.4.1.1	Suministro e instalación de Inodoro losa blanco	und	91.00	300.29	27,326.39	
OE.4.1.2	Lavatorio de losa tipo ovalin c/griferia Incluyendo Accesorio	und	91.00	177.42	16,145.22	
OE.4.1.3	Llave de ducha con salida cromada	und	91.00	145.59	13,248.69	
OE.4.1.4	Llave de lavadero de cocina	und	91.00	180.59	16,433.69	
OE.4.1.5	Porta Rollo Metálico	und	91.00	20.16	1,834.56	
OE.4.1.6	Jabonera de losa con agarradera	und	91.00	42.36	3,854.76	
OE.4.2	SISTEMA DE AGUA FRÍA					17,310.93
OE.4.2.1	Salida de agua fría	pto	91.00	102.96	9,369.36	
OE.4.2.2	Valvula de compuerta de bronce pesada de 1/2"	und	91.00	87.27	7,941.57	
OE.4.3	SISTEMA DE AGUA CALIENTE					171,930.85
OE.4.3.1	salida de agua caliente/calentador 1/2"	pto	91.00	261.71	23,815.61	
OE.4.3.2	Salida de A.Cc/Ducha de 1/2"	und	91.00	127.64	11,615.24	
OE.4.3.3	Terma solar 80L/incl Instalación	und	91.00	1,500.00	136,500.00	
OE.4.4	SISTEMA DE DE DRENAJE PLUVIAL					36,604.75
OE.4.4.1	Canaleta de plancha Galvanizada Segu diseño e=0.30mm	und	91.00	229.91	20,921.81	
OE.4.4.2	Montaje de drenaje pluvial PVC 3"	und	91.00	172.34	15,682.94	
OE.4.5	DESAGÜE Y VENTILACIÓN					297,418.94
OE.4.5.1	Instalación de Desague en modulo	und	91.00	597.46	54,368.86	
OE.4.5.2	Caja de registro de desagüe 12"X24"	pza	91.00	190.55	17,340.05	
OE.4.5.3	Biodisgestor y caja de losdos, Incluye accesorios	und	91.00	2,480.33	225,710.03	
OE.5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS.					520,034.06
OE.5.1	Instalación Eléctricas en módulo	pto	91.00	1,214.66	110,534.06	
OE.5.2	Suministro e instalación de Kit de panel solar	und	91.00	4,500.00	409,500.00	
1.6	INSTALACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE CAMARA DE AIRE					118,765.01
1.6.1	Suministro e instalción de camara de aire	und	91.00	1,305.11	118,765.01	
1.7	FLETES					84,473.34
1.7.1	FLETE Y TRANSPORTE DE MATERIALES					83,822.94
1.7.1.1	Flete terrestre transp. materiales del proveedor al almacen (incl. carga-descarga)	t	724.36	40.52	29,351.07	
1.7.1.2	Flete terrestre transp. materiales de almacen a punta de carretera (incl. carga-descarga)	t	724.36	50.20	36,362.87	
1.7.1.3	Flete rural de materiales punta de carretera a vivienda (aporte)	t	724.36	25.00	18,109.00	
1.7.2	FLETE Y TRANSPORTE DE AGREGADOS Y PIEDRA					650.40
1.7.2.1	Flete terrestre transp. hormigon del proveedor a punta de carretera	t	3.43	120.00	411.60	
1.7.2.2	Flete terrestre transp. piedra de cantera a punta de carretera	t	1.69	120.00	202.80	
1.7.2.3	Flete terrestre transp. arena fina de proveedora a punta de carretera	t	0.30	120.00	36.00	

Costo Directo		3,984,628.49
Gastos Generales	12%	478,155.42
Parcial		4,462,783.91
I.G.V.	18.00%	803,301.10
TOTAL :		5,266,085.01

[Son: cinco millones doscientos sesenta y seis mil ochenta y cinco Nuevos Soles con un céntimo]

9.1.4 Análisis de precios unitarios

Análisis de Costos Unitarios

PROYECTO : DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE UN MÓDULO DE UNA VIVIENDA RURAL UNIFAMILIAR SOSTENIBLE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA EN EL SECTOR CUNCAC DE LA COMUNIDAD DE CCOCHA, CURAHUASI-ABANCAY-APURÍMAC 2024
 ETAPA 1.0 : PRESUPUESTO
 PROPIETARIO : DAVID ARREDONDO QUISPE
 UBICACION : DPTO:APURIMAC PROV:ABANCAY DIST:CURAHUASI LOC:CC. CCOCHA
 FECHA PROYECTO : 01/05/2025

Partida: 1.6.1 Suministro e instalación de cámara de aire

Rendimiento: 5 und/Día

Costo unitario por und **1,305.11**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							78.13
471060003		Operario	hh	1.0000	1.6000	28.52	45.63
471060004		Peón	hh	1.0000	1.6000	20.31	32.50
MATERIALES							1,224.64
210010009		Concreto Fc=175kg/cm2 e=0.20cm	m ²	-	10.0000	20.00	200.00
440010001		Rollizo de madera de 2"	p ²	-	27.0000	1.50	40.50
450010004		Clavo de 2"	kg	-	0.5000	5.00	2.50
210010010		Policarbonato	m ²	-	28.1400	26.00	731.64
210010011		perno con tuercas 5/8"x1 1/2"	und	-	20.0000	0.50	10.00
210010012		PERFIL DE ALUMINIO TIPO HCP DE UNION	m	-	20.0000	12.00	240.00
EQUIPO							2.34
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	78.13	2.34

Partida: 1.7.1.1 Flete terrestre transp. materiales del proveedor al almacén (incl. carga-descarga)

Rendimiento: 1 t/Día

Costo unitario por t **40.52**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							40.52
200010002		Flete terrestre transp. materiales del proveedor al almacén (inc carga y descarga)	kg	-	1.0000	40.52	40.52

Partida: 1.7.1.2 Flete terrestre transp. materiales de almacén a punta de carretera (incl. carga-descarga)

Rendimiento: 1 t/Día

Costo unitario por t **50.20**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							50.20
200010003		Flete terrestre transp. materiales de almacén a punta de carretera (Inc. carga -descarga)	kg	-	1.0000	50.20	50.20

Partida: 1.7.1.3 Flete rural de materiales punta de carretera a vivienda (aporte)

Rendimiento: 1 t/Día

Costo unitario por t **25.00**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							25.00
200010004		Flete rural para transporte de materiales punta de carretera a vivienda	kg	-	1,000.0000	0.03	25.00

Partida: 1.7.2.1 Flete terrestre transp. hormigón del proveedor a punta de carretera

Rendimiento: 1 t/Día

Costo unitario por t **120.00**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							120.00
200010008		Flete terrestre de transp. piedra de cantera a punta de carretera (Inc. carga-descarga) aporte	t	-	1.0000	120.00	120.00

Partida: 1.7.2.2 Flete terrestre transp. piedra de cantera a punta de carretera

Rendimiento:1 t/Día

Costo unitario por t **120.00**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							120.00
200010007		Flete terrestre trans. piedra de cantera a punta de carretera (inc. carga descarga)	t	-	1.0000	120.00	120.00

Partida: 1.7.2.3 Flete terrestre transp. arena fina de proveedora a punta de carretera

Rendimiento:1 t/Día

Costo unitario por t **120.00**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							120.00
200010008		Flete terrestre de transp. piedra de cantera a punta de carretera (Inc. carga-descarga) aporte	t	-	1.0000	120.00	120.00

Partida: OE.1.1.1.1 Cartel de obra 4.00 x 2.40m

Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und **612.92**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							390.64
471060003		Operario	hh	1.0000	8.0000	28.52	228.16
471060004		Peón	hh	1.0000	8.0000	20.31	162.48
MATERIALES							210.56
021060021		Clavos de 4"	kg	-	0.0500	5.50	0.28
021060018		Clavos de 3"	kg	-	0.0500	5.50	0.28
431060084		Madera cedro	p ²	-	10.0000	1.00	10.00
810010001		Gigantografía 4.00x2.40m	und	-	1.0000	200.00	200.00
EQUIPO							11.72
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	390.64	11.72

Partida: OE.1.1.2.1 Trazo, niveles y replanteo preliminar

Rendimiento:250 m²/Día

Costo unitario por m² **1.75**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							1.57
471060003		Operario	hh	1.0040	0.0321	28.52	0.92
471060004		Peón	hh	1.0040	0.0321	20.31	0.65
MATERIALES							0.13
301060041		Yeso (bolsa de 28 kg)	bol	-	0.0050	18.00	0.09
021060018		Clavos de 3"	kg	-	0.0030	5.50	0.02
430010001		Madera para encofrado	p ²	-	0.0050	3.50	0.02
EQUIPO							0.05
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	1.57	0.05

Partida: OE.1.2.1.1 Equipos de protección individual

Rendimiento:0 und/Día

Costo unitario por und **140.00**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							140.00
290010001		Casco de seguridad	und	-	1.0000	7.00	7.00
290010002		Lentes de policarbonato luna Oscura	und	-	1.0000	4.00	4.00
290010003		Guantes de cuero	und	-	2.0000	7.00	14.00
290010004		Chalecos reflectivo	und	-	1.0000	10.00	10.00
290010005		botas de jebe	par	-	1.5000	25.00	37.50
290010006		Zapatos de seguridad	par	-	1.5000	45.00	67.50

Partida: OE.1.2.1.2 Equipos de protección colectiva

Rendimiento:0 und/Día

Costo unitario por und **195.00**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							105.00
200010001		Alcohol etílico 96 100ml	und	-	1.0000	12.00	12.00
290010007		Soga de nylon 3/8"	m	-	6.0000	3.50	21.00
290010008		Botiquin de primeros auxilios equipado	und	-	0.4000	30.00	12.00
290010009		Extintor de polvo químico seco (pqs) 6kg	und	-	1.0000	60.00	60.00
EQUIPO							90.00
300010002		Arnes de seguridad	und	0.0000	0.6000	150.00	90.00

Partida: OE.1.2.1.3 Capacitación en seguridad y salud

Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und **153.35**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							150.00
100010001		Responsable de capacitación	dia	0.0000	1.0000	150.00	150.00
MATERIALES							3.35
290010010		Utiles y materiales para capacitación	gbl	-	0.0670	50.00	3.35

Partida: OE.2.1.1.1 Excavación de terreno manual

Rendimiento:3 m³/Día

Costo unitario por m³ **55.78**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							54.16
471060004		Peón	hh	1.0000	2.6667	20.31	54.16
EQUIPO							1.62
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	54.16	1.62

Partida: OE.2.1.1.2 Nivelación Interior y apisonado manual

Rendimiento:40 m²/Día

Costo unitario por m² **8.81**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							8.55
471060002		Oficial	hh	1.0000	0.2000	22.44	4.49
471060004		Peón	hh	1.0000	0.2000	20.31	4.06
EQUIPO							0.26
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	8.55	0.26

Partida: OE.2.1.1.3 Suelo mejorado e=0.25cm

Rendimiento:18 m³/Día

Costo unitario por m³ **67.53**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							30.72
471060003		Operario	hh	1.0000	0.4444	28.52	12.67
471060004		Peón	hh	2.0000	0.8889	20.31	18.05
MATERIALES							35.00
040010001		Graba 3/4"	m³	-	1.0000	35.00	35.00
EQUIPO							1.81
270010002		Pison manual 25kg	hm	0.1000	0.0444	20.00	0.89
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	30.72	0.92

Partida: OE.2.2.1 Concreto en cimientos corridos 1.10 + 30% Piedra Mediana

Rendimiento:20 m³/Día

Costo unitario por m³ 281.50

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							65.49
471060003		Operario	hh	1.0000	0.4000	28.52	11.41
471060002		Oficial	hh	1.5000	0.6000	22.44	13.46
471060004		Peón	hh	5.0000	2.0000	20.31	40.62
MATERIALES							198.05
051060016		Piedra mediana de cantera o de río	m³	-	0.4200	35.00	14.70
381060017		Hormigón	m³	-	0.8500	35.00	29.75
211060012		Cemento Portland Tipo IP (42.5 Kg)	bol	-	3.7000	28.00	103.60
290010011		Agua puesta en obra	m³	-	1.0000	50.00	50.00
EQUIPO							17.96
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	65.49	1.96
481060001		Mezcladora de 9-11 p3	hm	0.8000	0.3200	50.00	16.00

Partida: OE.2.2.2 piso de concreto fc=140 kg/cm2 de e= 15cm

Rendimiento:20 m³/Día

Costo unitario por m³ 85.92

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							54.08
471060002		Oficial	hh	1.5000	0.6000	22.44	13.46
471060004		Peón	hh	5.0000	2.0000	20.31	40.62
MATERIALES							14.22
211060012		Cemento Portland Tipo IP (42.5 Kg)	bol	-	0.2400	28.00	6.72
041060001		Arena gruesa	m³	-	0.2000	35.00	7.00
290010011		Agua puesta en obra	m³	-	0.0100	50.00	0.50
EQUIPO							17.62
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	54.08	1.62
481060001		Mezcladora de 9-11 p3	hm	0.8000	0.3200	50.00	16.00

Partida: OE.2.2.3.1 Encofrado de sobrecimiento h=0.40 mts de alto

Rendimiento:12 m²/Día

Costo unitario por m² 59.79

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							31.24
471060003		Operario	hh	0.5000	0.3333	28.52	9.51
471060002		Oficial	hh	1.0000	0.6667	22.44	14.96
471060004		Peón	hh	0.5000	0.3333	20.31	6.77
MATERIALES							27.61
021060018		Clavos de 3"	kg	-	0.2000	5.50	1.10
430010001		Madera para encofrado	p²	-	7.4300	3.50	26.01
021060019		Alambre negro N° 8	kg	-	0.5000	1.00	0.50
EQUIPO							0.94
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	31.24	0.94

Partida: OE.2.2.3.2 Concreto en Sobrecimiento de 0.40 m de ancho, mezcla 1:8 con 25% de Piedra mediana Rendimiento:20 m³/Día

Costo unitario por m³ **270.93**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							55.22
471060003		Operario	hh	0.1000	0.0400	28.52	1.14
471060002		Oficial	hh	1.5000	0.6000	22.44	13.46
471060004		Peón	hh	5.0000	2.0000	20.31	40.62
MATERIALES							198.05
051060016		Piedra mediana de cantera o de río	m³	-	0.4200	35.00	14.70
381060017		Hormigón	m³	-	0.8500	35.00	29.75
211060012		Cemento Portland Tipo IP (42.5 Kg)	bol	-	3.7000	28.00	103.60
290010011		Agua puesta en obra	m³	-	1.0000	50.00	50.00
EQUIPO							17.66
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	55.22	1.66
481060001		Mezcladora de 9-11 p3	hm	0.8000	0.3200	50.00	16.00

Partida: OE.2.3.1 Suministro e instalacion de vigas de madera de 2"x4"

Rendimiento:60 m/Día

Costo unitario por m **14.56**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							6.51
471060003		Operario	hh	1.0000	0.1333	28.52	3.80
471060004		Peón	hh	1.0000	0.1333	20.31	2.71
MATERIALES							6.78
240010001		Madera 2"x4"	m	-	1.0000	6.78	6.78
EQUIPO							1.27
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	6.51	0.20
340010001		Escalera y sogá	hm	1.0000	0.1333	8.00	1.07

Partida: OE.2.3.2 Suministro e instalción de tijerales de madera

Rendimiento:1.7 und/Día

Costo unitario por und **473.95**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							335.39
471060003		Operario	hh	1.0000	4.7059	28.52	134.21
471060002		Oficial	hh	1.0000	4.7059	22.44	105.60
471060004		Peón	hh	1.0000	4.7059	20.31	95.58
MATERIALES							128.50
021060025		Alambre negro N° 16	kg	-	6.0000	5.50	33.00
021060021		Clavos de 4"	kg	-	1.0000	5.50	5.50
180010001		Madera Eucalipto: Bidas Superiores de 4"x4"	pza	-	3.0000	30.00	90.00
EQUIPO							10.06
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	335.39	10.06

Partida: OE.2.3.3 Madera Eucalipto: correas 1"x2"

Rendimiento:40 m/Día

Costo unitario por m **20.33**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							13.82
471060003		Operario	hh	1.0000	0.2000	28.52	5.70
471060004		Peón	hh	2.0000	0.4000	20.31	8.12
MATERIALES							6.10
180010002		Madera eucalipto: Correas de 1"x2"	m	-	1.0000	5.00	5.00
021060068		Clavos de 1 1/2"	kg	-	0.2000	5.50	1.10
EQUIPO							0.41
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	13.82	0.41

Partida: OE.2.3.4.1 Suministro e instalación de tejas

Rendimiento:450 und/Día

Costo unitario por und **2.10**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							0.87
471060003		Operario	hh	1.0000	0.0178	28.52	0.51
471060004		Peón	hh	1.0000	0.0178	20.31	0.36
MATERIALES							1.20
220010001		Teja andina de arcilla	und	-	1.0000	1.20	1.20
EQUIPO							0.03
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	0.87	0.03

Partida: OE.3.1.1 Muros de adobe de 40x20x10cm

Rendimiento:25 m²/Día

Costo unitario por m² **19.75**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							12.38
471060003		Operario	hh	1.0000	0.3200	28.52	9.13
471060004		Peón	hh	0.5000	0.1600	20.31	3.25
MATERIALES							7.00
270010004		Refuerzo de paja	und	-	0.5000	0.20	0.10
270010003		Adobe de 40x20x10cm	und	-	23.0000	0.30	6.90
EQUIPO							0.37
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	12.38	0.37

Partida: OE.3.2.1.1 Enlucido de yeso sobre muros de adobe

Rendimiento:6 und/Día

Costo unitario por und **12.54**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							6.45
471060002		Oficial	hh	0.1250	0.1667	22.44	3.74
471060004		Peón	hh	0.1000	0.1333	20.31	2.71
MATERIALES							5.90
301060041		Yeso (bolsa de 28 kg)	bol	-	0.3000	18.00	5.40
290010011		Agua puesta en obra	m³	-	0.0100	50.00	0.50
EQUIPO							0.19
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	6.45	0.19

Partida: OE.3.2.1.2 Bruña de 1.0 cm

Rendimiento:30 m/Día

Costo unitario por m **5.76**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							5.59
471060003		Operario	hh	0.5000	0.1333	28.52	3.80
471060004		Peón	hh	0.3300	0.0880	20.31	1.79
EQUIPO							0.17
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	5.59	0.17

Partida: OE.3.3.1.1 Cielorraso con paneles de triplay

Rendimiento:15 m²/DíaCosto unitario por m² 18.12

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							0.92
471060002		Oficial	hh	0.0500	0.0267	22.44	0.60
471060004		Peón	hh	0.0300	0.0160	20.31	0.32
MATERIALES							17.17
450010002		Correa de madera 1/2"x2" (eucalipto)	m	-	1.5000	4.00	6.00
021060068		Clavos de 1 1/2"	kg	-	0.0500	5.50	0.28
450010001		Triplay 4mm (1.22x2.44)	und	-	0.3300	33.00	10.89
EQUIPO							0.03
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	0.92	0.03

Partida: OE.3.4.1 Contrapiso de concreto f'c=140 kg/cm2 de e= 5cm

Rendimiento:20 m²/DíaCosto unitario por m² 10.45

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							1.71
471060002		Oficial	hh	0.1000	0.0400	22.44	0.90
471060004		Peón	hh	0.1000	0.0400	20.31	0.81
MATERIALES							8.69
211060012		Cemento Portland Tipo IP (42.5 Kg)	bol	-	0.2400	28.00	6.72
041060013		Arena fina	m ³	-	0.0420	35.00	1.47
290010011		Agua puesta en obra	m ³	-	0.0100	50.00	0.50
EQUIPO							0.05
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	1.71	0.05

Partida: OE.3.4.2.1 Madera Machihembrada

Rendimiento:8 m²/DíaCosto unitario por m² 37.18

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							5.40
471060002		Oficial	hh	0.1500	0.1500	22.44	3.37
471060004		Peón	hh	0.1000	0.1000	20.31	2.03
MATERIALES							31.62
450010003		Madera machimbrado	pza	-	2.6700	11.00	29.37
450010005		Rollizo de madera de 4"	und	-	0.1000	20.00	2.00
450010004		Clavo de 2"	kg	-	0.0500	5.00	0.25
EQUIPO							0.16
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	5.40	0.16

Partida: OE.3.4.2.2 Veredas de concreto f'c=175kg/cm2

Rendimiento:20 m³/DíaCosto unitario por m³ 17.73

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							1.71
471060002		Oficial	hh	0.1000	0.0400	22.44	0.90
471060004		Peón	hh	0.1000	0.0400	20.31	0.81
MATERIALES							15.97
211060012		Cemento Portland Tipo IP (42.5 Kg)	bol	-	0.3400	28.00	9.52
041060013		Arena fina	m ³	-	0.0600	35.00	2.10
290010011		Agua puesta en obra	m ³	-	0.0150	50.00	0.75
051060015		Piedra chancada 3/4"	m ³	-	0.0900	40.00	3.60
EQUIPO							0.05
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	1.71	0.05

Partida: OE.3.5.1 Puerta de mandera de tablero rebajado de 2.30x0.98 panel madera machimbrada

Rendimiento:2 und/Día

Costo unitario por und **660.00**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							660.00
450010006		pueta de madera de tablejoro rebajado 2.30x0.98 panel de madera machihembrada incluye acabado e instalación	und	-	1.0000	600.00	600.00
020010002		Cerradura para puerta principal	und	-	1.0000	40.00	40.00
020010001		Manija de 4" para puerta	und	-	1.0000	20.00	20.00

Partida: OE.3.5.2 Puerta Contraplacada de 2.30x0.80 triplay 4mm

Rendimiento:2 m²/Día

Costo unitario por m² **1,161.00**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							1,161.00
180010003		Puerta contraplacada 2.30x0.85 triplay 4mm Inc. accesorios e instalación	und	-	3.0000	350.00	1,050.00
230010001		Picaporte de 3"	und	-	3.0000	17.00	51.00
020010001		Manija de 4" para puerta	und	-	3.0000	20.00	60.00

Partida: OE.3.5.3 Ventana corrediza de madera 150x1.00m segun detalle

Rendimiento:5 und/Día

Costo unitario por und **653.12**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							39.92
471060003		Operario	hh	0.5000	0.8000	28.52	22.82
471060002		Oficial	hh	0.2500	0.4000	22.44	8.98
471060004		Peón	hh	0.2500	0.4000	20.31	8.12
MATERIALES							612.00
210010001		Ventana Corrediza de madera 1.5x1.0m segun detalle	und	-	4.0000	150.00	600.00
230010002		Pestilo	und	-	4.0000	3.00	12.00
EQUIPO							1.20
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	39.92	1.20

Partida: OE.3.5.4 Ventana de ventilación con mosquitero

Rendimiento:12 und/Día

Costo unitario por und **86.09**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							35.04
471060003		Operario	hh	1.0000	0.6667	28.52	19.01
471060002		Oficial	hh	0.8000	0.5333	22.44	11.97
471060004		Peón	hh	0.3000	0.2000	20.31	4.06
MATERIALES							50.00
210010002		Ventan de ventilación con mosquitero	und	-	1.0000	50.00	50.00
EQUIPO							1.05
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	35.04	1.05

Partida: OE.3.6.1 Pintura de vigas y dinteles interiores y exteriores

Rendimiento:25 m²/DíaCosto unitario por m² 12.74

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							9.13
471060003		Operario	hh	1.0000	0.3200	28.52	9.13
MATERIALES							3.33
390010002		Lija para pared	pln	-	0.2500	2.00	0.50
540010001		Pintura latex	und	-	0.0833	28.00	2.33
300010003		Imprimante	kg	-	0.2500	2.00	0.50
EQUIPO							0.28
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	9.13	0.27
370010002		Andamio de fachada	dia	0.0320	0.0013	8.00	0.01

Partida: OE.3.6.2 Pintura Esmalte en zocalos

Rendimiento:20 m²/DíaCosto unitario por m² 14.76

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							11.41
471060003		Operario	hh	1.0000	0.4000	28.52	11.41
MATERIALES							3.01
390010002		Lija para pared	pln	-	0.2500	2.00	0.50
541060001		Pintura Esmalte Sintético	gln	-	0.0400	47.00	1.88
541060080		Thinner	gln	-	0.0300	21.00	0.63
EQUIPO							0.34
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	11.41	0.34

Partida: OE.4.1.1 Suministro e instalación de Inodoro losa blanco

Rendimiento:8 und/Día

Costo unitario por und 300.29

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							48.83
471060003		Operario	hh	1.0000	1.0000	28.52	28.52
471060004		Peón	hh	1.0000	1.0000	20.31	20.31
MATERIALES							250.00
210010003		Inodoro one piece blanco	und	-	1.0000	250.00	250.00
EQUIPO							1.46
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	48.83	1.46

Partida: OE.4.1.2 Lavatorio de losa tipo ovalin c/griferia Incluyendo Accesorio

Rendimiento:3 und/Día

Costo unitario por und 177.42

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							114.00
471060002		Oficial	hh	1.0000	2.6667	22.44	59.84
471060004		Peón	hh	1.0000	2.6667	20.31	54.16
MATERIALES							60.00
210010013		Lavatorio de losa tipo ovalin c/griferia incluyendo accesorios	und	-	1.0000	30.00	30.00
230010005		Llave de lavatorio Temperizado	und	-	1.0000	30.00	30.00
EQUIPO							3.42
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	114.00	3.42

Partida: OE.4.1.3 Llave de ducha con salida cromada

Rendimiento:4 und/Día

Costo unitario por und **145.59**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							97.66
471060003		Operario	hh	1.0000	2.0000	28.52	57.04
471060004		Peón	hh	1.0000	2.0000	20.31	40.62
MATERIALES							45.00
210010016		Ducha de bronce con salida de mar inc. llave	und	-	1.0000	45.00	45.00
EQUIPO							2.93
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	97.66	2.93

Partida: OE.4.1.4 Llave de lavadero de cocina

Rendimiento:4 und/Día

Costo unitario por und **180.59**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							97.66
471060003		Operario	hh	1.0000	2.0000	28.52	57.04
471060004		Peón	hh	1.0000	2.0000	20.31	40.62
MATERIALES							80.00
100010002		Llave de lavadero a la pared punta sal	und	-	1.0000	80.00	80.00
EQUIPO							2.93
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	97.66	2.93

Partida: OE.4.1.5 Porta Rollo Metálico

Rendimiento:10 und/Día

Costo unitario por und **20.16**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							19.57
471060002		Oficial	hh	1.0000	0.8000	22.44	17.95
471060004		Peón	hh	0.1000	0.0800	20.31	1.62
EQUIPO							0.59
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	19.57	0.59

Partida: OE.4.1.6 Jabonera de losa con agarradera

Rendimiento:15 und/Día

Costo unitario por und **42.36**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							26.04
471060003		Operario	hh	1.0000	0.5333	28.52	15.21
471060004		Peón	hh	1.0000	0.5333	20.31	10.83
MATERIALES							15.54
210010018		Jabonera Funky blanco Sensea	und	-	1.0000	15.00	15.00
210010019		Cemento Portland tipo IP	und	-	0.0200	27.00	0.54
EQUIPO							0.78
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	26.04	0.78

Partida: OE.4.2.1 Salida de agua fría

Rendimiento:4 pto/Día

Costo unitario por pto **102.96**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							77.35
471060003		Operario	hh	1.0000	2.0000	28.52	57.04
471060004		Peón	hh	0.5000	1.0000	20.31	20.31
MATERIALES							23.29
230010003		Cinta teflon	und	-	1.8000	1.50	2.70
301060045		Pegamento	gln	-	0.0312	35.00	1.09
660010001		Tubería PVC-CLASE 10 1/2" X 5M Roscado	m	-	1.0000	5.00	5.00
660010002		Codo PVC-SAP-CLASE 10R-1/2"X90	und	-	5.0000	2.00	10.00
660010003		Tee PVC-SAP-CLASE 10 R -1/2"	und	-	3.0000	1.50	4.50
EQUIPO							2.32
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	77.35	2.32

Partida: OE.4.2.2 Valvula de compuerta de bronce pesada de 1/2"

Rendimiento:15 und/Día

Costo unitario por und **87.27**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							26.04
471060003		Operario	hh	1.0000	0.5333	28.52	15.21
471060004		Peón	hh	1.0000	0.5333	20.31	10.83
MATERIALES							60.45
230010003		Cinta teflon	und	-	0.3000	1.50	0.45
660010004		Niple F°G° 1/2"x1 1/4"	und	-	4.0000	1.50	6.00
660010005		Valvula de compuerta de Bronce pesada de 1/2"	und	-	2.0000	22.00	44.00
660010006		Unión universal F°G° 1/2"	und	-	2.0000	5.00	10.00
EQUIPO							0.78
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	26.04	0.78

Partida: OE.4.3.1 salida de agua caliente/calentador 1/2"

Rendimiento:4 pto/Día

Costo unitario por pto **261.71**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							102.15
471060002		Oficial	hh	0.1000	0.2000	22.44	4.49
471060003		Operario	hh	1.0000	2.0000	28.52	57.04
471060004		Peón	hh	1.0000	2.0000	20.31	40.62
MATERIALES							156.50
301060045		Pegamento	gln	-	0.5000	35.00	17.50
230010003		Cinta teflon	und	-	1.0000	1.50	1.50
660010007		Tubo CPVC - 1/2"x5m	m	-	25.0000	3.50	87.50
660010008		Codo CPVC 1/2"x90	und	-	15.0000	3.00	45.00
660010009		Tee CPVC 1/2" x 90	und	-	5.0000	1.00	5.00
EQUIPO							3.06
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	102.15	3.06

Partida: OE.4.3.2 Salida de A.Cc/Ducha de 1/2"

Rendimiento:4 und/Día

Costo unitario por und 127.64

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							97.66
471060003		Operario	hh	1.0000	2.0000	28.52	57.04
471060004		Peón	hh	1.0000	2.0000	20.31	40.62
MATERIALES							27.05
301060045		Pegamento	gln	-	0.0300	35.00	1.05
230010003		Cinta teflon	und	-	1.0000	1.50	1.50
660010007		Tubo CPVC - 1/2"x5m	m	-	5.0000	3.50	17.50
660010008		Codo CPVC 1/2"x90	und	-	2.0000	3.00	6.00
660010009		Tee CPVC 1/2" x 90	und	-	1.0000	1.00	1.00
EQUIPO							2.93
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	97.66	2.93

Partida: OE.4.3.3 Terma solar 80L./incl Instalación

Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und 1,500.00

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							1,500.00
660010010		Terma solar 80L. /inc. instalacióm	und	-	1.0000	1,500.00	1,500.00

Partida: OE.4.4.1 Canaleta de plancha Galvanizada Segu diseño e=0.30mm

Rendimiento:12 und/Día

Costo unitario por und 229.91

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							54.28
471060003		Operario	hh	1.0000	0.6667	28.52	19.01
471060002		Oficial	hh	1.0000	0.6667	22.44	14.96
471060004		Peón	hh	1.5000	1.0000	20.31	20.31
MATERIALES							174.00
200010010		Soporte de platina de fierro 1"x1/8"	und	-	18.0000	5.00	90.00
210010006		Remaches de 5/8	cnt	-	0.1000	40.00	4.00
230010007		Canaleta de plancha galvanizada según diseño de e=0.30mm	m	-	15.0000	5.00	75.00
230010008		Tarugo de plastico de 2"x1/2"	und	-	4.0000	0.25	1.00
250010001		Tornillo autorrocante hexagonañ de 10x1" con arandela mas neopreno	cnt	-	0.2000	20.00	4.00
EQUIPO							1.63
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	54.28	1.63

Partida: OE.4.4.2 Montaje de drenaje pluvial PVC 3"

Rendimiento:4 und/Día

Costo unitario por und 172.34

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							97.66
471060003		Operario	hh	1.0000	2.0000	28.52	57.04
471060004		Peón	hh	1.0000	2.0000	20.31	40.62
MATERIALES							71.75
200010011		Abrazadera tipica platina de F°G° 1"x2mm de orejas de 3"	und	-	4.0000	5.00	20.00
200010012		Tubería PVC - SAP 3"x 3m	m	-	4.0000	10.00	40.00
200010013		Codo PVC-SAP 3"x 3m	und	-	2.0000	3.00	6.00
301060045		Pegamento	gln	-	0.0100	35.00	0.35
230010009		Tirafon de 1/4"x3	und	-	12.0000	0.20	2.40
230010008		Tarugo de plastico de 2"x1/2"	und	-	12.0000	0.25	3.00
EQUIPO							2.93
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	97.66	2.93

Partida: OE.4.5.1 Instalación de Desague en modulo

Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und **597.46**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							390.64
471060003		Operario	hh	1.0000	8.0000	28.52	228.16
471060004		Peón	hh	1.0000	8.0000	20.31	162.48
MATERIALES							195.10
301060045		Pegamento	gln	-	0.5000	35.00	17.50
270010009		Tubería PVC sal para desagüe de 4"	m	-	15.0000	5.20	78.00
270010008		Tubería PVC sal para desagüe de 2"	m	-	15.0000	2.80	42.00
270010010		Codo pvc sal de 2"x90°	und	-	2.0000	2.00	4.00
270010011		trampa p pvc sal de 2"	und	-	3.0000	4.20	12.60
270010012		Reducción PVC sal para desagüe de 4" a 2"	und	-	4.0000	4.00	16.00
270010013		Yee PVC sal de 4"x2"	und	-	3.0000	5.00	15.00
270010014		Yee PVC sal de 4"x4"	und	-	2.0000	5.00	10.00
EQUIPO							11.72
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	390.64	11.72

Partida: OE.4.5.2 Caja de registro de desagüe 12"X24"

Rendimiento:5 pza/Día

Costo unitario por pza **190.55**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							78.13
471060003		Operario	hh	1.0000	1.6000	28.52	45.63
471060004		Peón	hh	1.0000	1.6000	20.31	32.50
MATERIALES							110.08
041060013		Arena fina	m³	-	0.0300	35.00	1.05
041060001		Arena gruesa	m³	-	0.2500	35.00	8.75
171060036		Ladrillo de arcilla de kk 24 x 13 x 9 cm	und	-	50.0000	1.00	50.00
211060012		Cemento Portland Tipo IP (42.5 Kg)	bol	-	0.0100	28.00	0.28
230010011		Marco y tapa de concreto reforzado	und	-	1.0000	50.00	50.00
EQUIPO							2.34
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	78.13	2.34

Partida: OE.4.5.3 Biodigestor y caja de losdos, Incluye accesorios

Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und **2,480.33**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							570.16
471060003		Operario	hh	1.0000	8.0000	28.52	228.16
471060002		Oficial	hh	1.0000	8.0000	22.44	179.52
471060004		Peón	hh	1.0000	8.0000	20.31	162.48
MATERIALES							1,893.07
210010007		Biodigestor autolimpiable, cap=600L Inc. Acces.	gbl	-	1.0000	1,100.00	1,100.00
041060001		Arena gruesa	m³	-	0.4000	35.00	14.00
041060013		Arena fina	m³	-	0.6000	35.00	21.00
211060012		Cemento Portland Tipo IP (42.5 Kg)	bol	-	2.0000	28.00	56.00
021060018		Clavos de 3"	kg	-	0.1250	5.50	0.69
021060021		Clavos de 4"	kg	-	0.1250	5.50	0.69
021060001		Clavos 2 1/2"	kg	-	0.1250	5.50	0.69
171060036		Ladrillo de arcilla de kk 24 x 13 x 9 cm	und	-	200.0000	1.00	200.00
210010008		Caja de losdos prefabricado	und	-	1.0000	500.00	500.00
EQUIPO							17.10
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	570.16	17.10

Partida: OE.5.1 Instalación Electricas en módulo

Rendimiento:1 pto/Día

Costo unitario por pto **1,214.66**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MANO DE OBRA							480.40
471060003		Operario	hh	1.0000	8.0000	28.52	228.16
471060002		Oficial	hh	0.5000	4.0000	22.44	89.76
471060004		Peón	hh	1.0000	8.0000	20.31	162.48
MATERIALES							719.85
200010014		Tuberia PVC Sel de 3/4" X 3m	und	-	30.0000	5.00	150.00
200010015		Curva PVC-SEL de 3/4" x 90°	und	-	40.0000	0.50	20.00
301060045		Pegamento	gln	-	0.0100	35.00	0.35
240010002		Cinta Aislante	rl	-	1.0000	5.00	5.00
260010001		Interruptor termomagnetico tiel DIN 32 AMP	und	-	1.0000	32.00	32.00
260010002		Interruptor termomagnético riel Din 25 AMP	und	-	1.0000	32.00	32.00
260010003		Interruptor simple	und	-	3.0000	7.50	22.50
260010004		Interruptor doble	und	-	1.0000	10.50	10.50
260010005		Tomacorriente doble	und	-	7.0000	10.00	70.00
260010006		Caja octogonal liviana de 4"	und	-	5.0000	1.00	5.00
260010007		Caja rectangular PVC	und	-	7.0000	1.00	7.00
260010008		Caja para tablero de distribución de 6 polos en PVC	und	-	1.0000	40.00	40.00
270010005		Cable TW #14 AWG	m	-	130.0000	1.85	240.50
270010006		Foco ahorrador	und	-	5.0000	10.00	50.00
270010007		Socket salida Foco	und	-	5.0000	7.00	35.00
EQUIPO							14.41
370010001		Herramientas	%mo	-	3.0000	480.40	14.41

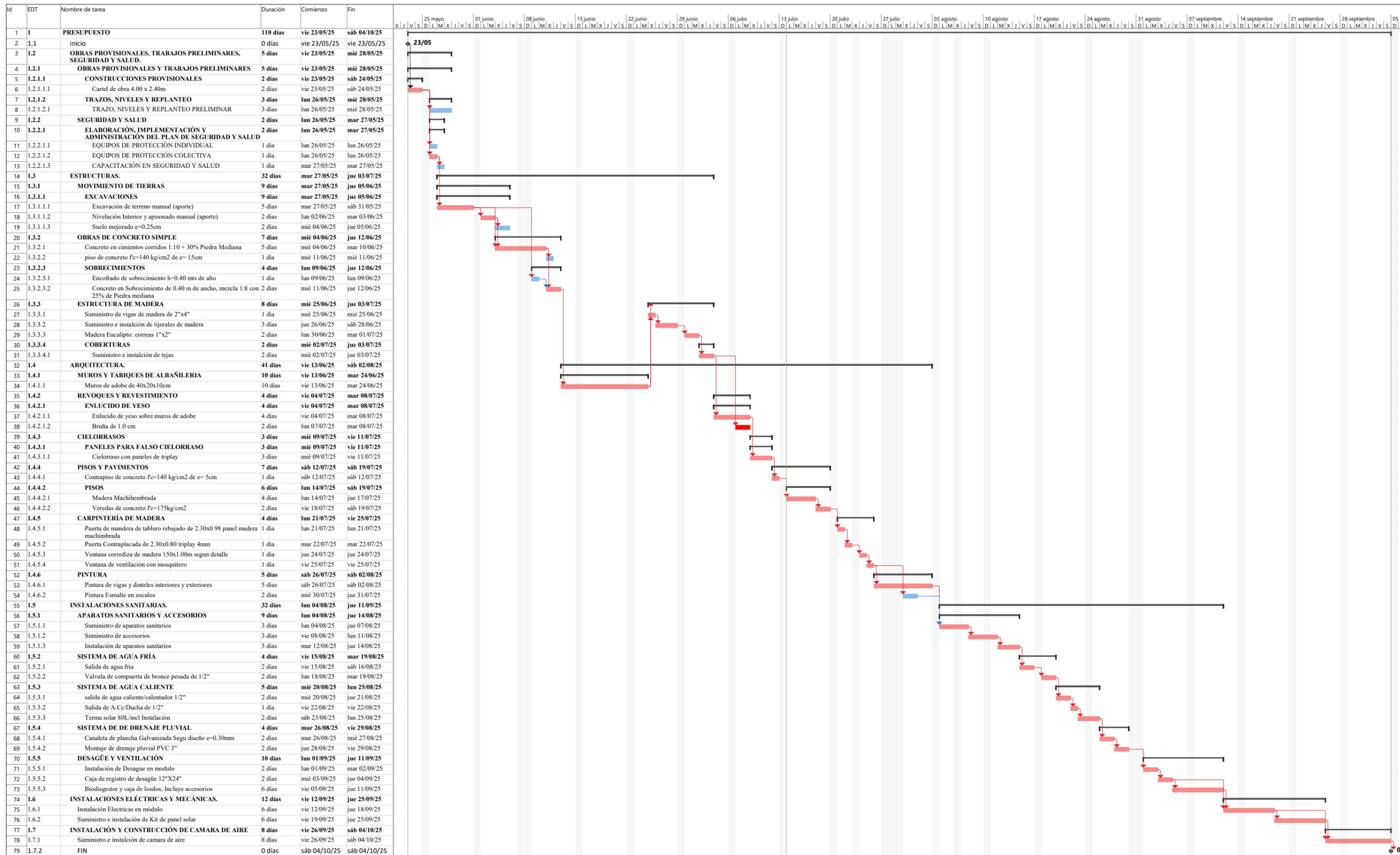
Partida: OE.5.2 Suministro e instalación de Kit de panel solar

Rendimiento:1 und/Día

Costo unitario por und **4,500.00**

Código	Cod. Elect.	Descripción	Unid.	Recursos	Cantidad	Precio	Parcial
MATERIALES							4,500.00
230010010		Suministro e instalación de Kit de panel solar	und	-	1.0000	4,500.00	4,500.00

9.1.5 Cronograma de actividades



Proyecto: DISEÑO Y ESTRUCTURA Fecha: lun 14/07/25	Tarea	Resumen del proyecto	Tarea manual	solo el comienzo	Fecha límite	Tarea de resumen de sucesor controlado de ruta de a	Progreso
	División	Tarea inactiva	solo duración	solo fin	Tarea hito de predecesor controlador de ruta de acc	Tarea normal de sucesor controlado de ruta de acces	Progreso manual
	Hito	Hito inactivo	Informe de resumen manual	Tareas externas	Tarea de resumen de predecesor controlador de ruta	Tareas críticas	División crítica
	Resumen	Resumen inactivo	Resumen manual	Hito externo	Tarea normal de predecesor controlador de ruta de a		

9.2 Ficha técnica.

Figura 88

Ficha técnica de cobertura teja colonial o teja ceramica

FICHA TÉCNICA

Actualizado el 2020

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO				
		TEJA COLONIAL		
USO:		Ladrillo para cobertura de techos.		
MATERIAS PRIMAS:		Unidad		Requisitos Normados:
Mezcla de arcillas.				NTP 399.613 NTP 331.041 Esp. Int.
PROPIEDADES FÍSICAS:				
PESO: Mínimo - Máximo		Kg	1.300 - 1.400	-
DIMENSIONES	Largo	cm	35.0	± 2% Máx. Min.
	Ancho Mayor	cm	17.0	± 3% Máx. Min.
	Ancho Menor		13.5	
	Alto Mayor	cm	6.0	± 4% Máx. Min.
	Alto Menor		4.0	
Espesor	cm	1.0	± 20% Máx. Min.	
ABSORCIÓN DE AGUA		%	< 12.0	Máx. 12.0
ALABEO		mm	< 3.0	Máx. 3.0
EFLORESCENCIA		-	No presenta	No presenta
RENDIMIENTO		Und/m ²	30	30
PROPIEDADES MECÁNICAS:				
RESISTENCIA A LA FLEJO-TRACCIÓN		Kg/cm ²	-	-

Figura 89

Especificaciones técnicas de una licuadora

PROMART
HOMECENTER

Catálogo Licuadoras



Licuadora Imaco 450w BLS509
Imaco 149973



- Diseño de acero inoxidable con partes antideslizantes.
- Vaso de vidrio de 1.5 litros de capacidad.
- Cuchillas de 6 aspas en acero inoxidable para un triturado eficiente.
- Dial de 5 velocidades continuas para un control preciso.
- Función de triturador de hielo para preparar bebidas refrescantes.
- Sistema de protección contra sobrecalentamiento.
- Interruptor de bloqueo de seguridad.



FICHA TÉCNICA

Características Cuchillas de 6 aspas en acero inox. Dial 5 velocidades continuas más triturador de hielo.	Garantía 2 Años
Profundidad Del Producto 23.3 cm	Recomendaciones De Uso Lavar muy bien luego de cada uso. Asegurarse de ajustar correctamente el vaso a la base.
Altura Del Producto 24 cm	Tipo de energía Eléctrica
Modelo BLS509	Tipo de Producto Licuadora
Ancho Del Producto 36 cm	Material Acero Inoxidable
Color Gris	Tipo de conexión Alámbrico
Número de aspas 6	Marca Imaco
Potencia 500 W	Peso Del Producto 3.1 kg
Ventajas Última tecnología.	Tipo de Panel Analógico
Advertencia de uso Cuando agregue los alimentos que desee licuar, nunca exceda la capacidad indicada en el vaso de vidrio para no generar esfuerzo excesivo en el motor.	Tipo de uso Doméstico/Interior

Figura 90

Especificaciones técnicas del televisor en propuesta



Televisor Hyundai 32" Led Digital HD Smart
Android TV Hyled3251aim
Hyundai 1000300078



FICHA TÉCNICA

Versión Sistema Operativo Android 11	Año de Fabricación 2022
Tecnología TV LED	Conexión Wi Fi Si
SKU 2080796	Alto (Cm) 434.7
Ancho (Cm) 732.5	Profundidad (Cm) 80.4
Peso 3.6	Funcionalidad Básico
Funcionalidad Smart TV	Sistema Operativo Android TV
Características ANDROID TV 11.0 , Almacenamiento 8 GB - 1 GB RAM , Audio Dolby incluido ,HDR, acceso directo en el control remoto de youtube , netflix y play store	Garantía 12 meses
Observaciones La foto de este producto ha sido ambientada, por lo cual no incluye ningún adorno, ni accesorios, ni piezas adicionales ni ningún otro elemento que lo acompañan. El color presentado en la fotografía es una aproximación al color real.	Conexión Bluetooth Si
Tamaño de la pantalla 32"	Puertos HDMI 2
Smart TV Si	Número de entrada RCA 1

Figura 91

Especificaciones técnicas del reproductor de DVD y CDs



Reproductor de DVD y CDs Dioré SL-099 con
USB y HDMI
DIORE 1000529187



FICHA TÉCNICA

Peso 0.8 kg	Garantía 12 meses
Modelo SL-099	Marca Dioré
Potencia no aplica	Alto 3.5 cm
Ancho 22.3 cm	Largo 22.3 cm
Incluye control remoto	

Figura 92

Especificación general técnicas del teléfono en uso

PROMART
HOMECENTER

Catálogo Celulares y smartphones

Celular Xiaomi Redmi A3 3GB RAM 64GB
ROM EU Forest Green
Xiaomi 1000559267



FICHA TÉCNICA

Tecnología celular 4G	Tamaño pantalla celulares 6.71'
Radio No	Resolución De Pantalla 1650x720
Cámara Principal 8MP	Sistema Operativo Android
Garantía 1 Año	Resistente al agua No
Núcleos del procesador 8	Conexión Wi Fi Sí
Color Verde	Marca Xiaomi
Batería 5000 mAh	Alto 168.4mm
Ancho 76.3mm	Compatibilidad Smartphones
Conexión Bluetooth Sí	Tipo De Pantalla Dot Drop display de 6,71'
Procesador y generación MediaTek Helio G36	Memoria RAM 3GB

Figura 93

Especificaciones técnicas de la batidora propuesta

PROMART
HOMECENTER

Catálogo Batidoras

Batidora de mano Imaco HM505A 150W
Imaco 145599



FICHA TÉCNICA

Características De fácil manejo. De 5 velocidades. Excelente calidad. Resistencia y durabilidad.	Garantía 2 Años
Profundidad Del Producto 9.70 cm	Recomendaciones De Uso Lavar muy bien luego de cada uso.
Altura Del Producto 13.50 cm	Modelo HM505A Aqua
Tipo de Producto Batidora	Ancho Del Producto 14 cm
Sub Tipo de Producto Mano	Material Otros
Color Aleatorio	Tipo de conexión Alámbrico
Depósito de agua desmontable No	Marca Imaco
Potencia 150 W	Peso Del Producto 0.84 kg
Ventajas De fácil uso.	Timer No
Advertencia de uso Evitar el uso de detergentes abrasivos al momento de su limpieza.	Apagado Automático No

Figura 94

Especificaciones técnicas de la refrigeradora en propuesta.



**Refrigeradora Indurama RI-289D Top Freezer
177L Gris**
Indurama 148753



- ✓ Acabado en color titanio.
- ✓ Capacidad de 177 litros para almacenar alimentos y bebidas.
- ✓ Sistema de enfriamiento rápido para mantener los alimentos frescos.
- ✓ Sistema Autofrost.
- ✓ Compartimento para frutas y verduras.
- ✓ Iluminación LED.
- ✓ Compresor de alta eficiencia para un menor consumo de energía.
- ✓ Dispensador de agua de 2ltts.



FICHA TÉCNICA

Diseño de Refrigeradora Top Freezer	Consumo de energía 161 kWh/año
Características Sistema Autofrost. Dispensador de agua (2 l). Manija integrada. Ruedas y patas ajustables. Control de temperatura interno. Compartimiento congelador. Bandejas regulables de vidrio templado. Cajón de frutas y verduras. Balcones transparentes. Iluminación LED.	Garantía 1 Año
Profundidad Del Producto 51.5 cm	Recomendaciones De Uso Para un correcto funcionamiento de su equipo, es recomendable ubicarlo a unos 15 cm de la pared y procure revisar que esté bien nivelado para evitar que la puerta no cierre bien, que los motores se deterioren y que el interior del refrigerador se condense. Si se transporta el refrigerador hágalo en posición vertical, no lo acueste ni le dé vuelta, puede golpear el gabinete y derramarse el aceite del compresor al sistema de refrigeración. Espere 24 h para conectarlo nuevamente. Mínimo cada 4 meses debe realizarle una limpieza profunda al refrigerador para mantener sus compartimientos en buen estado. Al mover el refrigerador de lugar, sujételo de la base inferior. Asegúrese de que la puerta cierre perfectamente.
Altura Del Producto 122.9 cm	Tipo de energía Eléctrica
Tipo de tirador Integrado	Material de acabado Laminado
Modelo RI-289D	Tipo de Producto Refrigeradora
Ancho Del Producto 51.4 cm	Material Acero Galvanizado
Color Gris	Capacidad total útil 177 l
Eficiencia energética A	Gas refrigerante R600a
Despacho a Domicilio Marca Indurama Financiamiento	Potencia 75 W

9.3 Panel fotográfico.

Figura 95

Referencia de vivienda actual usuario: Hilario Cano



Nota. Vivienda rural de adobe con techo de teja y puerta de calamina, ubicada en zona de ladera.

Figura 96

Referencia de vivienda usuario Federico Cano



Nota. La imagen muestra una vivienda rural construida con materiales básicos, como madera y palma, destacando una estructura simple y precaria.

Figura 97

Referencia de cocina típica de la vivida



Nota: Se observa un área de cocción rústica con pared de barro y un fogón.

Figura 98

Cocina típica de los usuarios de la comunidad



Nota. Un hombre sonriente, vestido con una camiseta del Real Madrid y un sombrero, se encuentra en una cocina sencilla.

Figura 99

Vivienda típica de la comunidad



Nota. Una persona sostiene a un niño frente a una pequeña casa de piedra con una puerta abierta.

Figura 100

Vivienda típica existente en la comunidad



Nota. Se observa una construcción con materiales de bloqueta, con un techo de calamina.

Figura 101

Vivienda típica existente en la comunidad



Nota. La imagen muestra una vivienda rural construida con materiales de adobe, rodeada de escombros y vegetación

Figura 102

Vivienda típica existente en la comunidad



Nota. La imagen muestra una vivienda rural precaria, construida con bloques de cemento y materiales reciclados

Figura 103

Vivienda rural construida con caña



Nota. Vivienda rural construida con caña, madera y techos de calamina, en estado precario. Presenta materiales rústicos e infraestructura mínima.

Figura 104

Vivienda existente en la comunidad



Nota. Vivienda rural construida con muros de adobe y techos de teja, en evidente estado de deterioro y sin servicios básicos visibles.

Figura 105

Cocina y dispensa típica existente en la comunidad



Nota. La imagen muestra el interior de una vivienda rural, con una cocina rústica equipada con utensilios y recipientes diversos

9.4 Relación de encuestados

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA:

A.- DATOS DE LA LOCALIDAD

Departamento Apurimac Provincia Abancay Distrito Corahuasi Comunidad Cocha

Fecha de Aplicación de Encuesta 05/05/2024 N° vivienda 1

B.- CARACTERÍSTICAS DEL ENTREVISTADO

1.- Nombre: (Opcional) Saul Arredondo Quispe

2.- Género: M F

3.- Integrantes en su familia: 5

3.1.- N° de familias: 1

4.- Edad:

- Niño 10, 14, 16
 Adolescente
 Joven
 Adulto 39, 40
 Adulto mayor

5.- Nivel educativo alcanzado

- Sin estudio
 Primario
 Secundaria
 Superior no universitario
 Superior universitario

6.- Actividad a la que se dedica:

- Ganadería
 Agricultura
 Comerciante
 Otro (Especifique) _____

7.- Ingreso Económico mensual

- S/. 0-930
 S/. 931-1500
 S/. 1501 a más

8.- Actividad a la que se dedica:

- filtración de Seguro
 SIS
 ESSALUD
 Ninguno
 Otro (Especifique) _____

9.- Ingreso Económico mensual

- Enfermedes Respiratorias
 Enfermedades diarreicas
 Otro (Especifique) _____

C.- SERVICIOS BÁSICOS

1.- ¿Cual es el tipo de alumbrado que tiene su vivienda?

- Electricidad
 Kerosene
 Petroleo/Gas
 Vela
 Otro (Especifique) Panel

2.- ¿Cual es el tipo de alumbrado que tiene su vivienda?
 ¿Que aparatos eléctricos se tienen?

- Celular 2
 Radio 1 (pilas)
 Focos 2
 Vela
 Otro (Especifique) _____

3.- ¿Cual es el tipo de alumbrado que tiene su vivienda?
 ¿Que tipo de artefacto le gustaria tener?

- Refrigeradora
 Licuadora
 Radio
 TV
 Otro (Especifique) _____

4.- ¿Cuánto tiempo permanece en casa?/ (horario de actividad)

- | | | |
|---|----------------|----------------|
| <input type="checkbox"/> Celular | <u>Mañana</u> | <u>Tarad</u> |
| <input type="checkbox"/> Radio | <u>5 horas</u> | <u>3 horas</u> |
| <input type="checkbox"/> Focos | | |
| <input type="checkbox"/> Vela | | |
| <input type="checkbox"/> Otro (Especifique) | | |

5.- El abastecimiento de agua en su vivienda procede de:

- Red pública dentro de la vivienda

6.- El servicio higiénico que tiene su vivienda esta conectado a

- Red pública

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA:

- Pilon de uso público
- Camión - cisterna u otro similar
- pozo
- Otro (Especifique) Manantial

- pozo séptico
- Pozo ciego o negro/letrina
- Rio acequia o canal
- Otro (Especifique) _____

D.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

1.- Sistema constructivo de la vivienda:

- Albañilería
- Concreto armado
- Adobe
- Madera
- Otro bloqueter.

2.- Número de pisos de la vivienda

- 1 piso
- 2 pisos

3.- El material predominante en los pisos es:

- Tierra
- Cemento
- Madera (entablados)
- Otro _____

4.- El material predominante en los techos es:

- Tejas
- Planchas de calamina
- Paja / (Fibras vegetales)
- Otro _____

5.- Tipo de evacuación de aguas pluviales

- Canaletas
- No tiene
- Otro _____

E.- CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

1.- Ambientes con la que cuenta la vivienda:

Ambiente	m2
<input checked="" type="checkbox"/> Cocina	4
<input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio	6
<input checked="" type="checkbox"/> Almacen	6
<input type="checkbox"/> Galpon de animales	
<input type="checkbox"/> Otro _____	

2.- Número de pisos de la vivienda

- 1 piso
- 2 pisos

3.- Cuantas camas cuenta en el dormitorio

N° de Camas	tam.
<input type="checkbox"/> 1 Cama	1 plaza
<input checked="" type="checkbox"/> 2 Camas	2plaza ✓
<input type="checkbox"/> Otros _____	

4.- Tipo de cocina

- Gas
- Fogon
- Ambos

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA:

A.- DATOS DE LA LOCALIDAD

Departamento Apeninos Provincia Abancay Distrito Curahuasi Comunidad Cocha

Fecha de Aplicación de Encuesta 05/05/2024 N° vivienda 2

B.- CARACTERÍSTICAS DEL ENTREVISTADO

1.- Nombre: (Opcional) Hilario Cano Pedraza

2.- Género: M F

3.- Integrantes en su familia: 1

3.1.- N° de familias: 1

4.- Edad:

- Niño
- Adolescente
- Joven
- Adulto 70
- Adulto mayor

5.- Nivel educativo alcanzado

- Sin estudio
- Primario
- Secundaria
- Superior no universitario
- Superior universitario

6.- Actividad a la que se dedica:

- Ganadería
- Agricultura
- Comerciante
- Otro (Especifique) _____

7.- Ingreso Económico mensual

- S/. 0-930
- S/. 931-1500
- S/. 1501 a más

8.- Actividad a la que se dedica:

- SIS Activación de seguro?
- ESSALUD
- Ninguno
- Otro (Especifique) _____

9.- Ingreso Económico mensual

- Enfermedades respiratorias
- Enfermedades diarreicas
- Otro (Especifique) _____

C.- SERVICIOS BÁSICOS

1.- ¿Cual es el tipo de alumbrado que tiene su vivienda?

- Electricidad
- Kerosene
- Petroleo/Gas
- Vela
- Otro (Especifique) Linterna pilas

2.- ¿Cual es el tipo de alumbrado que tiene su vivienda?

- Celular N° de aparatos eléctricos se tiene?
- Radio
- Focos
- Vela
- Otro (Especifique) _____

3.- ¿Cual es el tipo de alumbrado que tiene su vivienda?

- Refrigeradora ¿Que tipo de artefacto le gustaria tener?
- Licuadora
- Radio
- TV
- Otro (Especifique) _____

4.- ¿Cuánto tiempo permanece en casa?/ (horario de actividad)

- Celular
- Radio
- Focos
- Vela
- Otro (Especifique) _____

Mañana	Tarde
3 horas.	3 horas.

5.- El abastecimiento de agua en su vivienda procede de:

- Red pública dentro de la vivienda

6.- El servicio higiénico que tiene su vivienda esta conectado a

- Red pública

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA:

- Pilon de uso público
- Camión - cisterna u otro similar
- pozo
- Otro (Especifique) Manantio

- pozo séptico
- Pozo ciego o negro/letrina
- Rio acequia o canal
- Otro (Especifique) _____

D.- CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

1.- Sistema constructivo de la vivienda:

- Albañileria
- Concreto armado
- Adobe
- Madera
- Otro _____

2.- Número de pisos de la vivienda

- 1 piso
- 2 pisos

3.- El material predominante en los pisos es:

- Tierra
- Cemento
- Madera (entablados)
- Otro _____

4.- El material predominante en los techos es:

- Tejas
- Planchas de calamina
- Paja / (Fibras vegetales)
- Otro _____

5.- Tipo de evacuación de aguas pluviales

- Canaletas
- No tiene
- Otro _____

E.- CARACTERISTICAS FUNCIONALES

1.- Ambientes con la que cuenta la vivienda:

Ambiente	m2
<input checked="" type="checkbox"/> Cocina - comedor	12
<input checked="" type="checkbox"/> Dormitorio	12
<input checked="" type="checkbox"/> Almacen	12
<input type="checkbox"/> Galpon de animales	
<input checked="" type="checkbox"/> Otro <u>Bañ</u>	4.5

2.- Número de pisos de la vivienda

- 1 piso
- 2 pisos

3.- Cuantas camas cuenta en el dormitorio

N° de Camas	tam.
<input checked="" type="checkbox"/> 1 Cama	1 plaza
<input type="checkbox"/> 2 Camas	2plaza
<input type="checkbox"/> Otros _____	

4.- Tipo de cocina

- Gas
- Fogon
- Ambos

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA:

A.- DATOS DE LA LOCALIDAD

Departamento Apurímac Provincia Abancay Distrito Curohuan Comunidad Cocha

Fecha de Aplicación de Encuesta 05/05/2024 N° vivienda 3

B.- CARACTERÍSTICAS DEL ENTREVISTADO

1.- Nombre: (Opcional) Morleni Cano Pedraza

2.- Género: M F

3.- Integrantes en su familia: 4

3.1.- N° de familias: 1

4.- Edad:

- Niño 11
 Adolescente 17
 Joven
 Adulto 45,40
 Adulto mayor

5.- Nivel educativo alcanzado

- Sin estudio
 Primario
 Secundaria
 Superior no universitario
 Superior universitario

6.- Actividad a la que se dedica:

- Ganadería
 Agricultura
 Comerciante
 Otro (Especifique) _____

7.- Ingreso Económico mensual

- S/. 0-930
 S/. 931-1500
 S/. 1501 a más

8.- Actividad a la que se dedica:

- SIS de afiliación de seguro?
 ESSALUD
 Ninguno
 Otro (Especifique) _____

9.- Ingreso Económico mensual

- Enfermedades Frenéticas
 Enfermedades Respiratorias
 Enfermedades diarreicas
 Otro (Especifique) _____

C.- SERVICIOS BÁSICOS

1.- ¿Cual es el tipo de alumbrado que tiene su vivienda?

- Electricidad
 Kerosene
 Petroleo/Gas
 Vela
 Otro (Especifique) Linterna

2.- ¿Cual es el tipo de alumbrado que tiene su vivienda?
¿Que aparatos N° eléctricos se tiene?

- Celular
 Radio
 Focos
 Vela
 Otro (Especifique) _____

3.- ¿Cual es el tipo de alumbrado que tiene su vivienda?
¿Que tipo de artefacto le gustaria tener?

- Refrigeradora
 Licuadora
 Radio
 TV
 Otro (Especifique) _____

4.- ¿Cuánto tiempo permanece en casa?/ (horario de actividad)

- Celular Mañana | Tarde
 Radio 4 horas | 3 horas
 Focos
 Vela
 Otro (Especifique) _____

5.- El abastecimiento de agua en su vivienda procede de:

- Red pública dentro de la vivienda

6.- El servicio higiénico que tiene su vivienda esta conectado a

- Red pública

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA:

- Pilon de uso público
- Camión - cisterna u otro similar
- pozo
- Otro (Especifique) Manantiales

- pozo séptico
- Pozo ciego o negro/letrina
- Rio acequia o canal
- Otro (Especifique) _____

D.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

1.- Sistema constructivo de la vivienda:

- Albañilería
- Concreto armado
- Adobe
- Madera
- Otro Huqueta

2.- Número de pisos de la vivienda

- 1 piso
- 2 pisos

3.- El material predominante en los pisos es:

- Tierra
- Cemento
- Madera (entablados)
- Otro _____

4.- El material predominante en los techos es:

- Tejas
- Planchas de calamina
- Paja / (Fibras vegetales)
- Otro _____

5.- Tipo de evacuación de aguas pluviales

- Canaletas
- No tiene
- Otro _____

E.- CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

1.- Ambientes con la que cuenta la vivienda:

Ambiente	m2
<input type="checkbox"/> Cocina - comedor	13 m ²
<input type="checkbox"/> Dormitorio	6 m ²
<input type="checkbox"/> Almacén	
<input type="checkbox"/> Galpon de animales	
<input type="checkbox"/> Otro <u>baño</u>	4.5

2.- Número de pisos de la vivienda

- 1 piso
- 2 pisos

3.- Cuantas camas cuenta en el dormitorio

N° de Camas	tam.
<input checked="" type="checkbox"/> 1 Cama	1 plaza
<input type="checkbox"/> 2 Camas	2 plaza
<input type="checkbox"/> Otros _____	

4.- Tipo de cocina

- Gas
- Fogón
- Ambos

9.5 Relación de planos.

9.5.1 *Arquitectura*

1. AR-01 Planta.
2. AR-02 Corte.

9.5.2 *Estructura.*

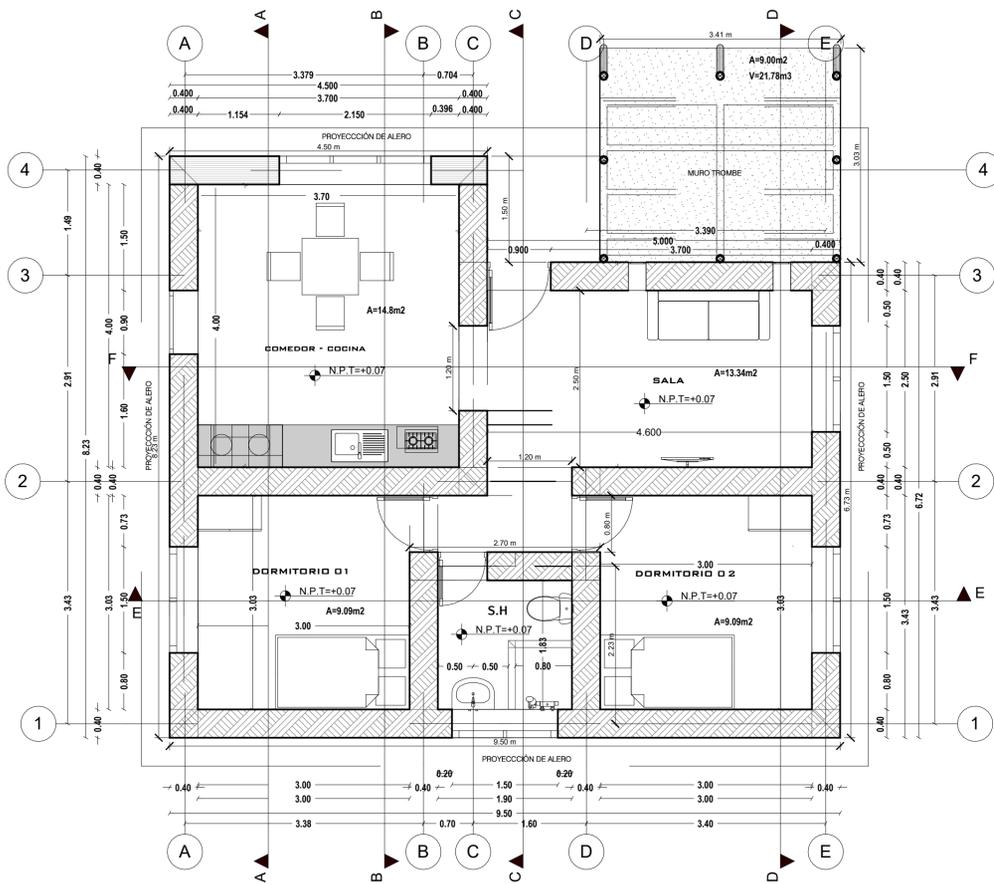
1. ES-01 Cimentación
2. ES-02 Cubierta y tijerales

9.5.3 *Instalaciones Sanitaria*

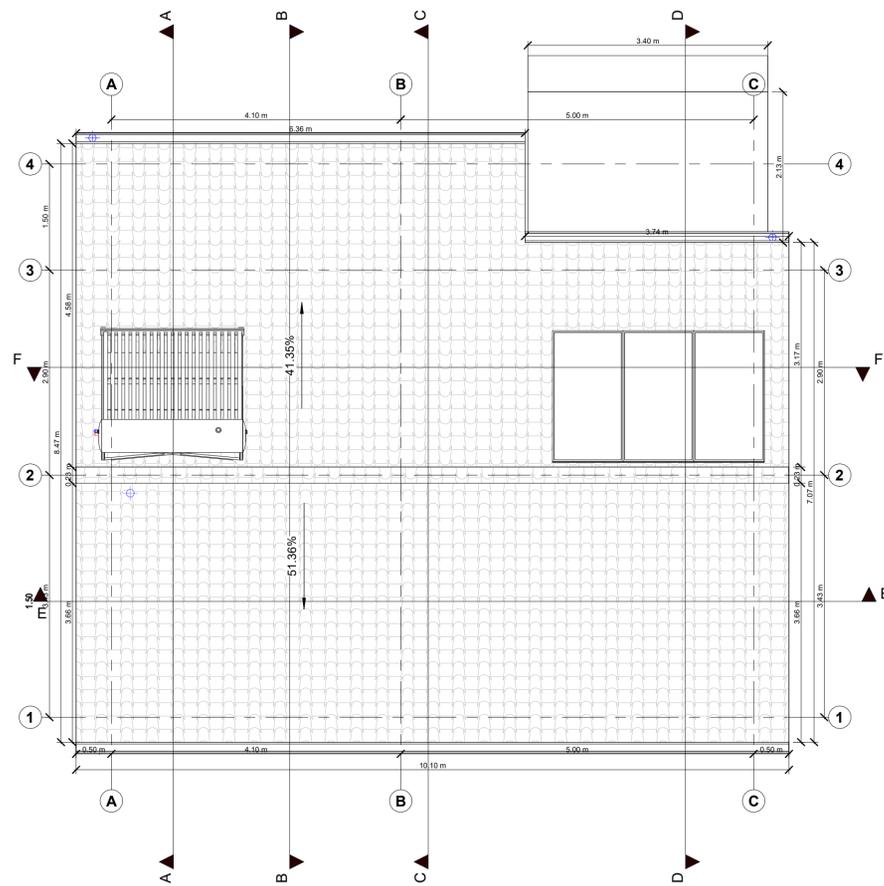
1. IS-01

9.5.4 *Instalaciones Eléctricas.*

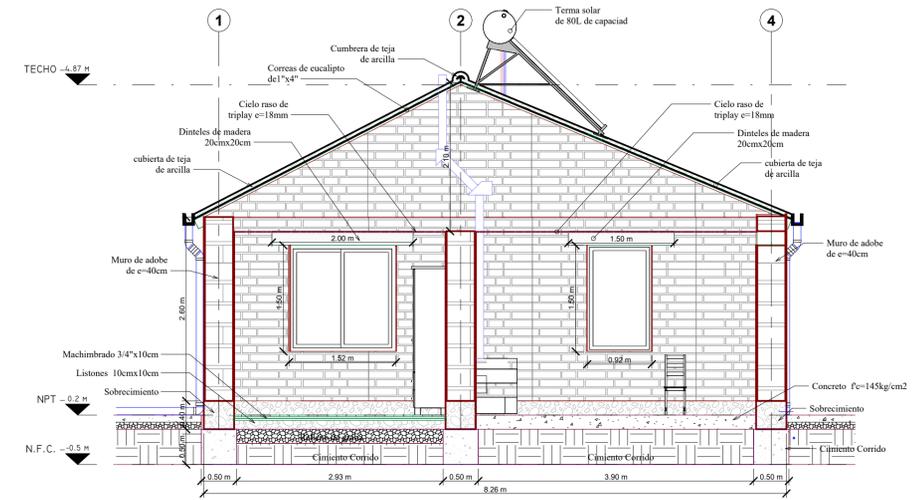
1. IE-01



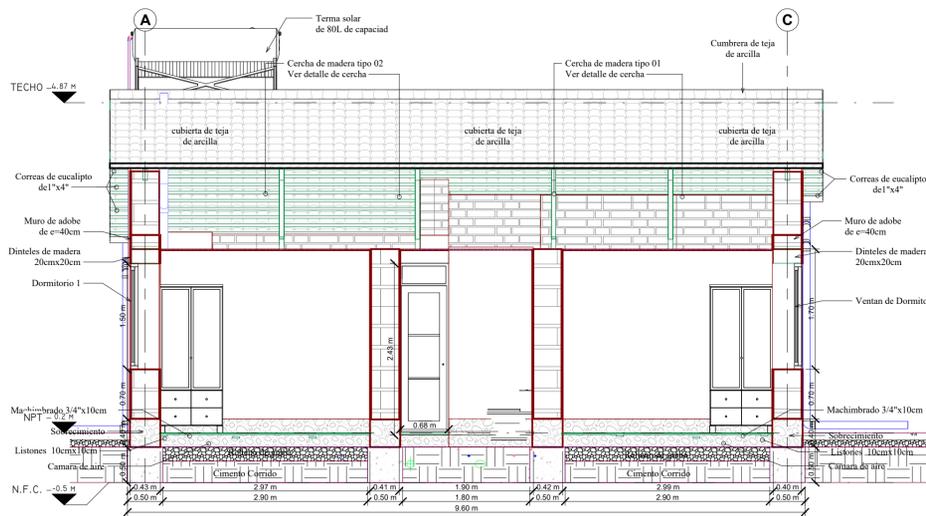
1 PLANO DE PLANTA - PRIMER NIVEL
ESCALA 1 : 50



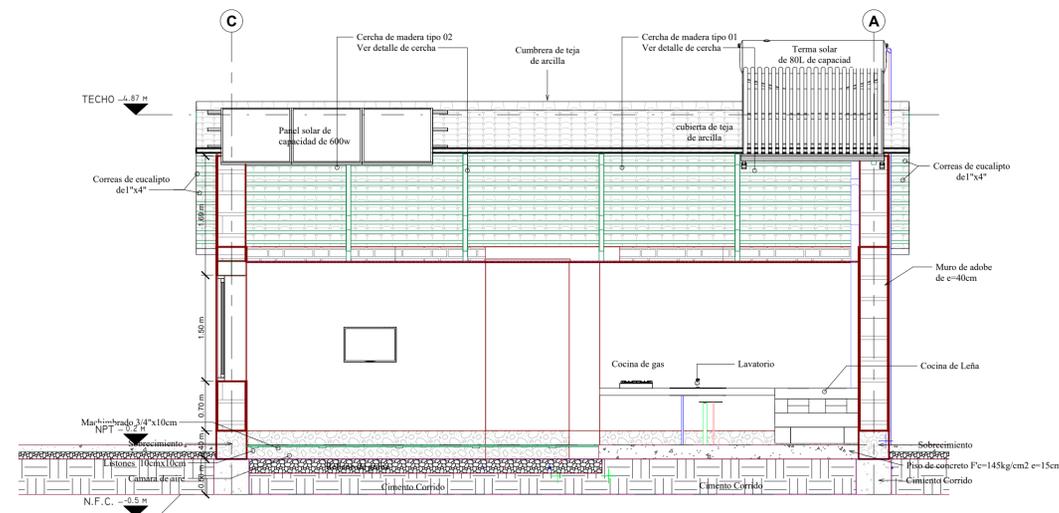
8 PLANO DE TECHO
ESCALA 1 : 50



3 Elevación Corte A-A
ESCALA 1 : 50



6 PLANO DE CORTE E-E
ESCALA 1 : 50



7 PLANO DE CORTE F-F
ESCALA 1 : 50



PROYECTO:
Diseño y estructuración de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible en el sector Cunac de la comunidad de Cocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024

UBICACION

DIRECCION:
C.C. de Cocha
REGION: APURIMAC
PROVINCIA: ABANCAY
DISTRITO: CURAHUASI

ALUMNO / ESTUDIANTE

: BACH: ARREDONDO QUISEPÉ DAVID

PROPIETARIO:
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO

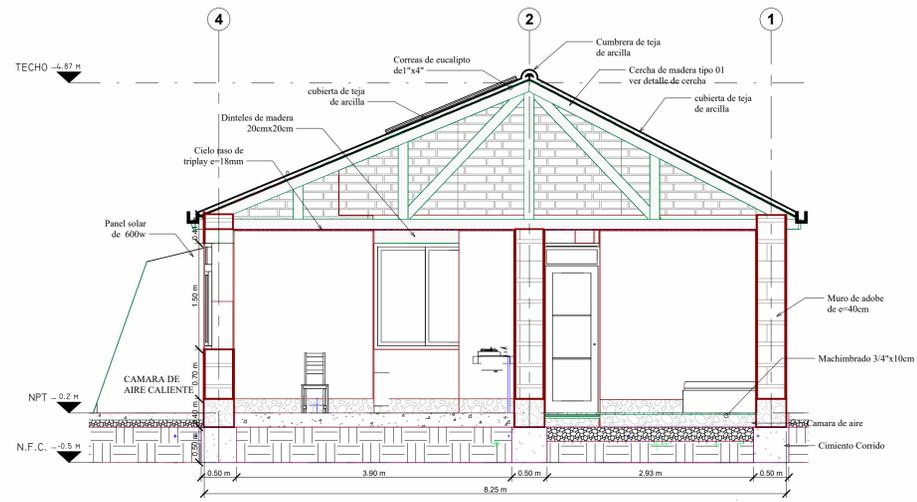
PLANO:

LAMINA:

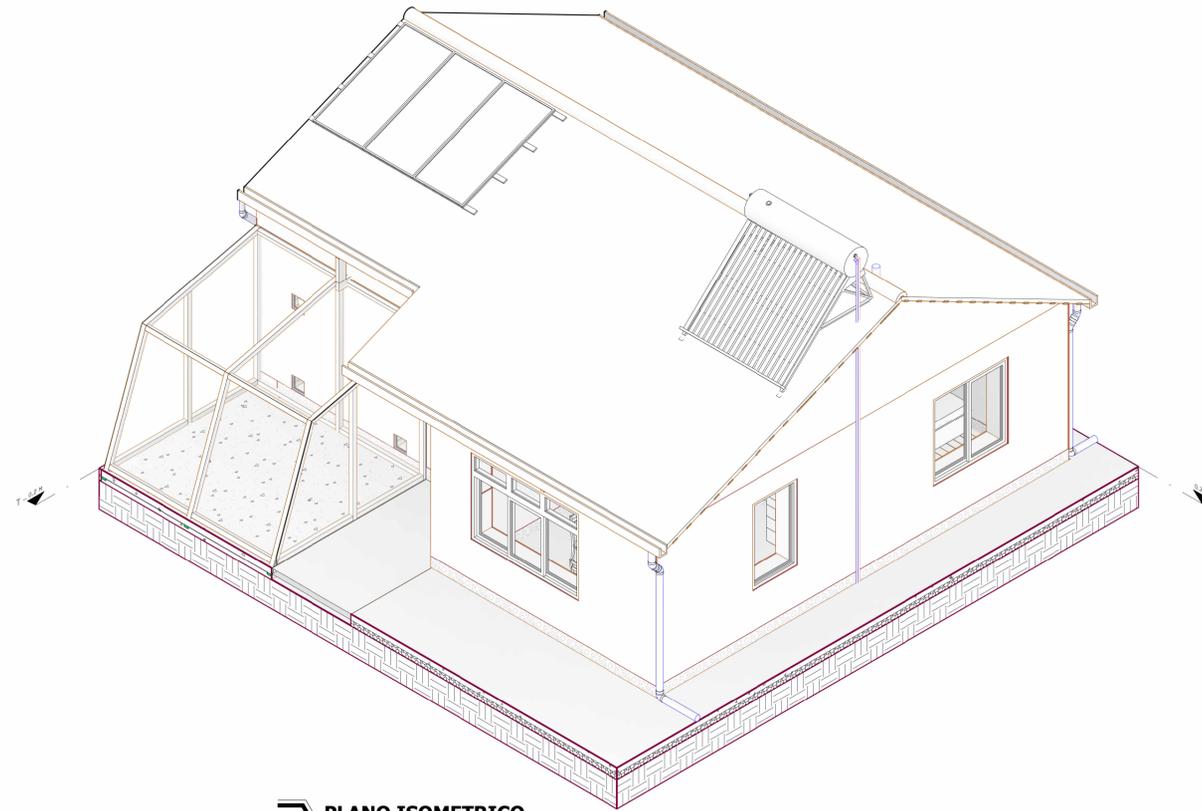
AR-01

FECHA:
ENERO 2025

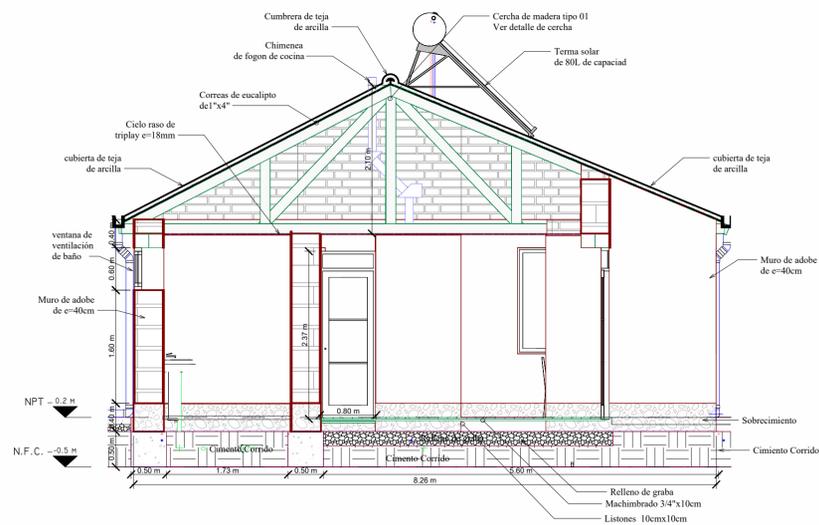
ESCALA:
INDICADAS



1 PLANO DE CORTE B-B
ESCALA 1 : 50



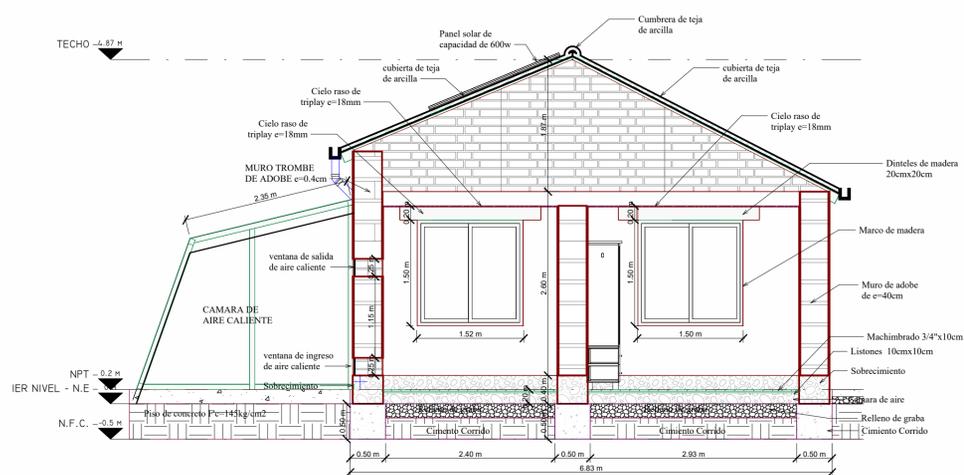
5 PLANO ISOMETRICO
ESCALA



2 PLANO DE CORTE C-C
ESCALA 1 : 50



4 PLANO ISOMETRICO.
ESCALA



3 PLANO DE CORTE D-D
ESCALA 1 : 50



PROYECTO
Diseño y estructuración de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible en el sector Cunzac de la comunidad de Cocha, Curahuasi-Abancay-Apurimac 2024

UBICACION

DIRECCION:
C.C. de Cocha
REGION: APURIMAC
PROVINCIA: ABANCAY
DISTRITO: CURAHUASI

ALUMNO / ESTUDIANTE

: BACH: ARREDONDO QUISPE DAVID

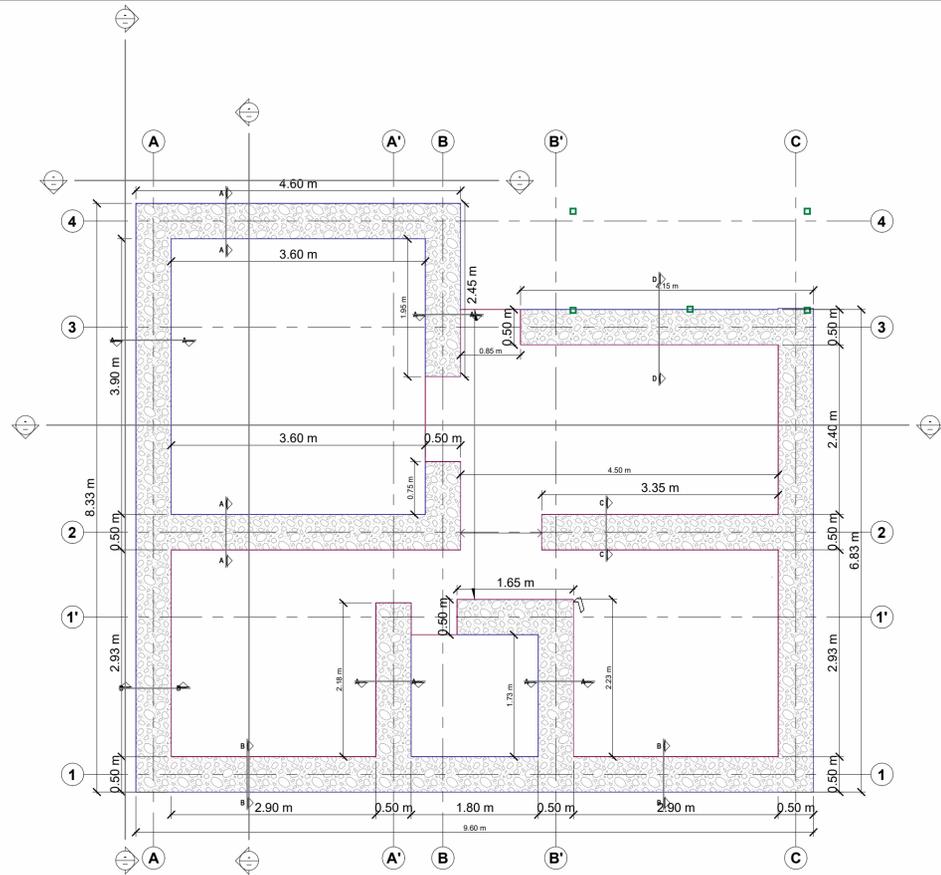
PROPIETARIO:
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO

PLANO:

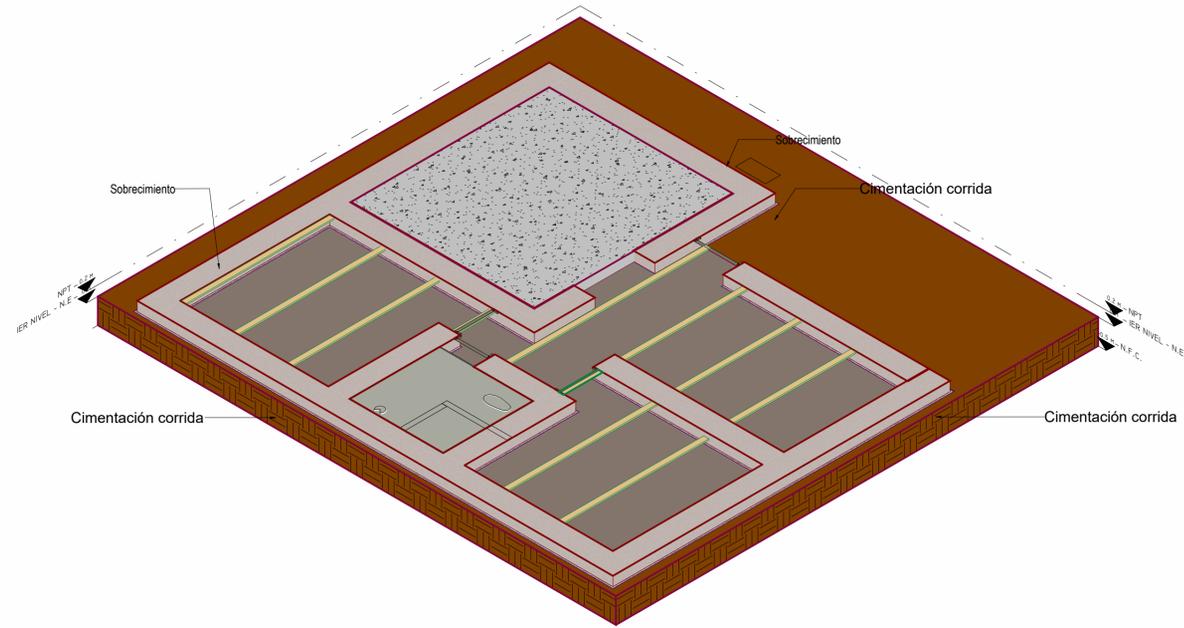
LAMINA:
AR-02

FECHA:
ENERO 2025

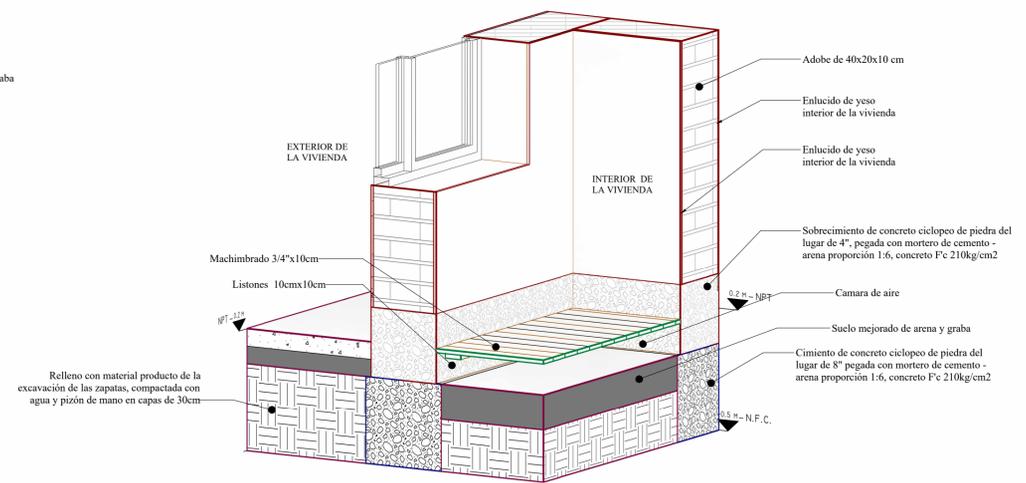
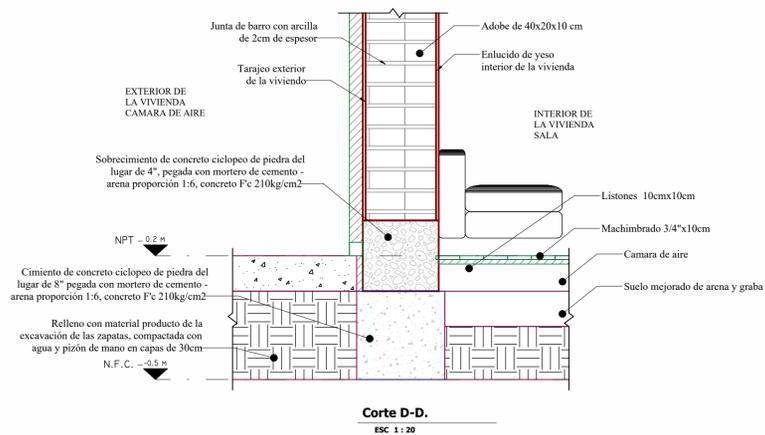
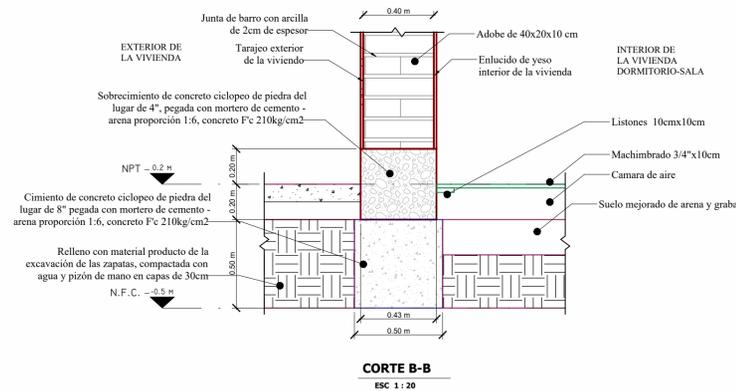
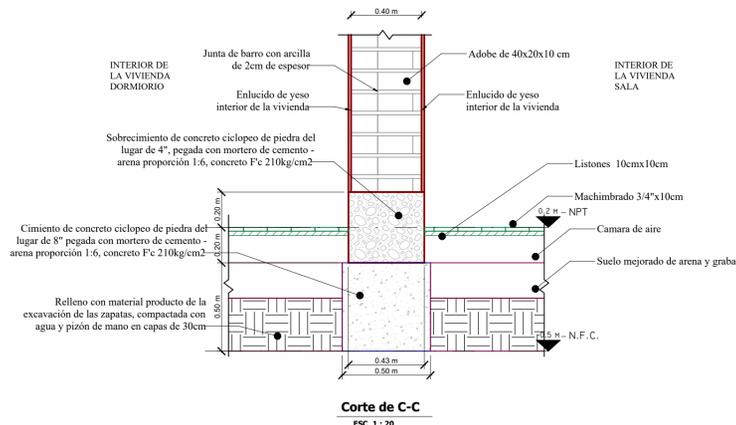
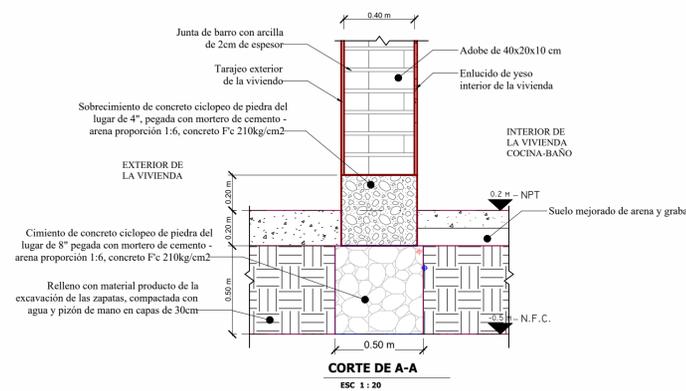
ESCALA:
INDICADAS



1 CIMENTACIÓN EN PLANTA
ESCALA 1 : 50



3 ISOMETRICO CIMIENTOS
ISOMÉTRICO



2 DETALLE DE CIMIENTACIÓN
ISOMÉTRICO



PROYECTO
Diseño y estructuración de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible para mejorar la calidad de vida en el sector Cunca de la comunidad de Cocha, Curahusi-Abancay-Apurímac 2024

UBICACION

DIRECCION:
C.C. de Cocha
REGION: APURIMAC
PROVINCIA: ABANCAY
DISTRITO: CURAHUSI

ALUMNO / ESTUDIANTE

: BACH: ARREDONDO QUISEPÉ DAVID

PROPIETARIO:
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO

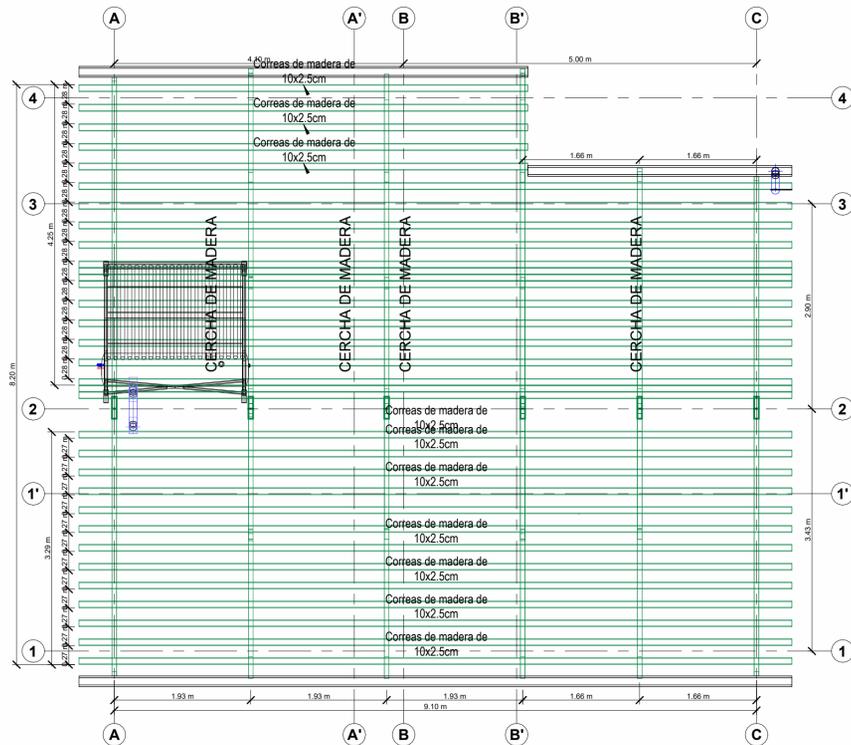
PLANO:

LAMINA:

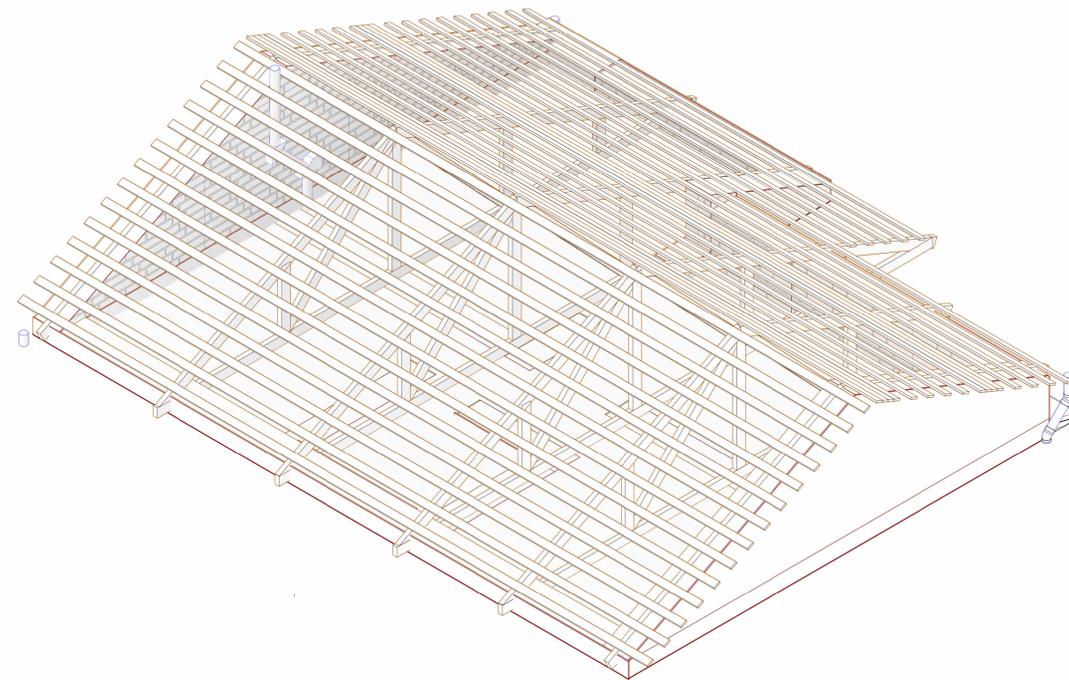
ES-01

FECHA:
ENERO 2025

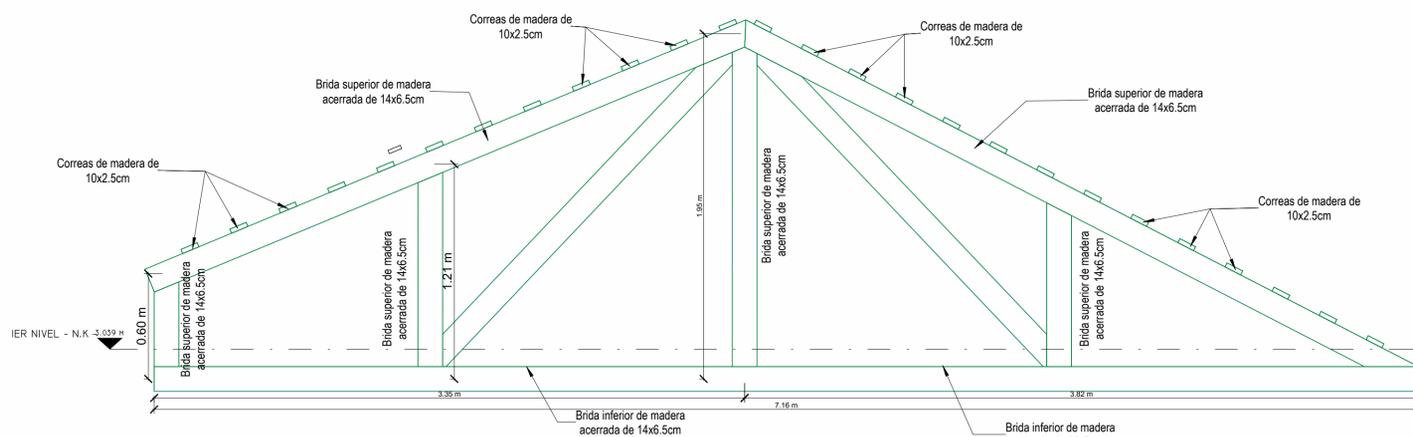
ESCALA:
INDICADAS



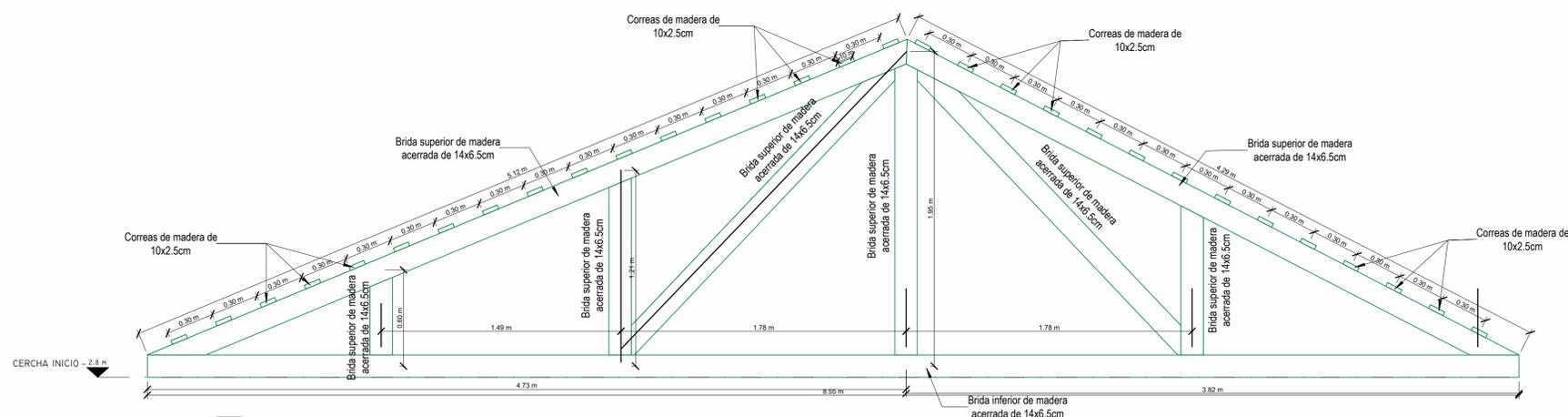
2 PLANTA DE TECHO Copia 1
ISOMÉTRICO



1 ISOMETRICO TECHOS
ESCALA

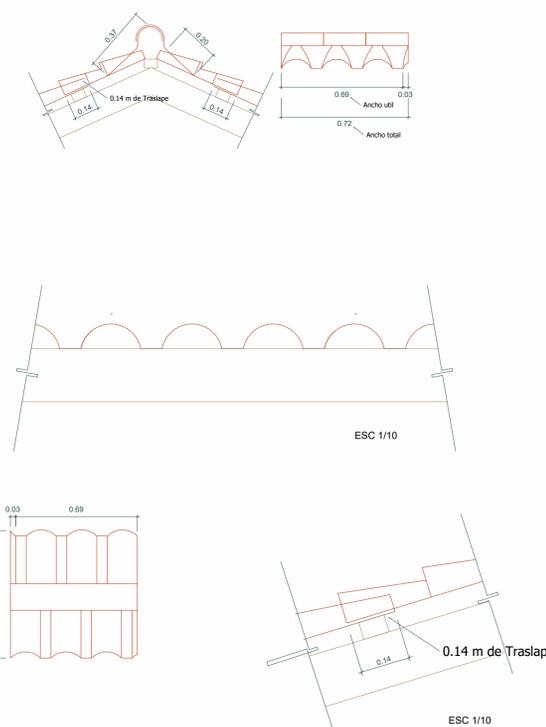


3 Cercha Tipo 2
ESCALA 1 : 20



4 Cercha tipo 1
ESCALA 1 : 20

DETALLES DE INSTALACION DE TEJA CERÁMICA



PROYECTO
Diseño y estructuración de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible para mejorar la calidad de vida en el sector Cunca de la comunidad de Cocha, Curahusi-Abancay-Apurimac 2024

UBICACION

DIRECCION:
C.C. de Cocha
REGION: APURIMAC
PROVINCIA: ABANCAY
DISTRITO: CURAHUSI

ALUMNO / ESTUDIANTE

: BACH: ARREDONDO QUISPE DAVID

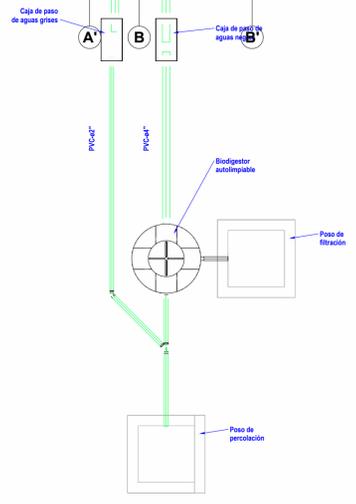
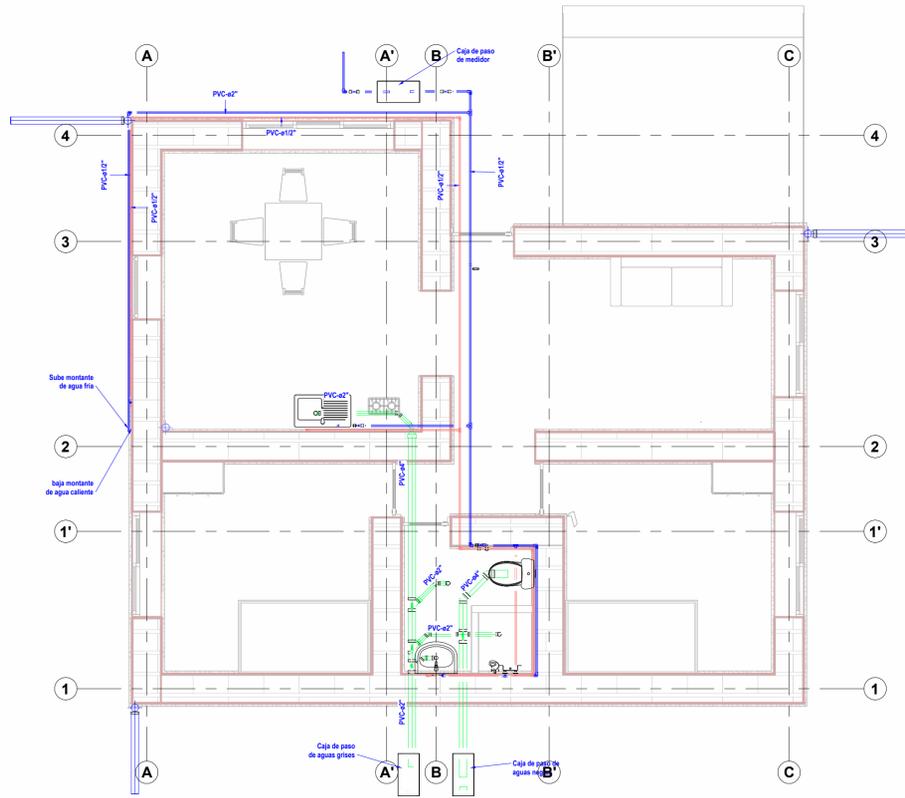
PROPIETARIO:
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO

PLANO:

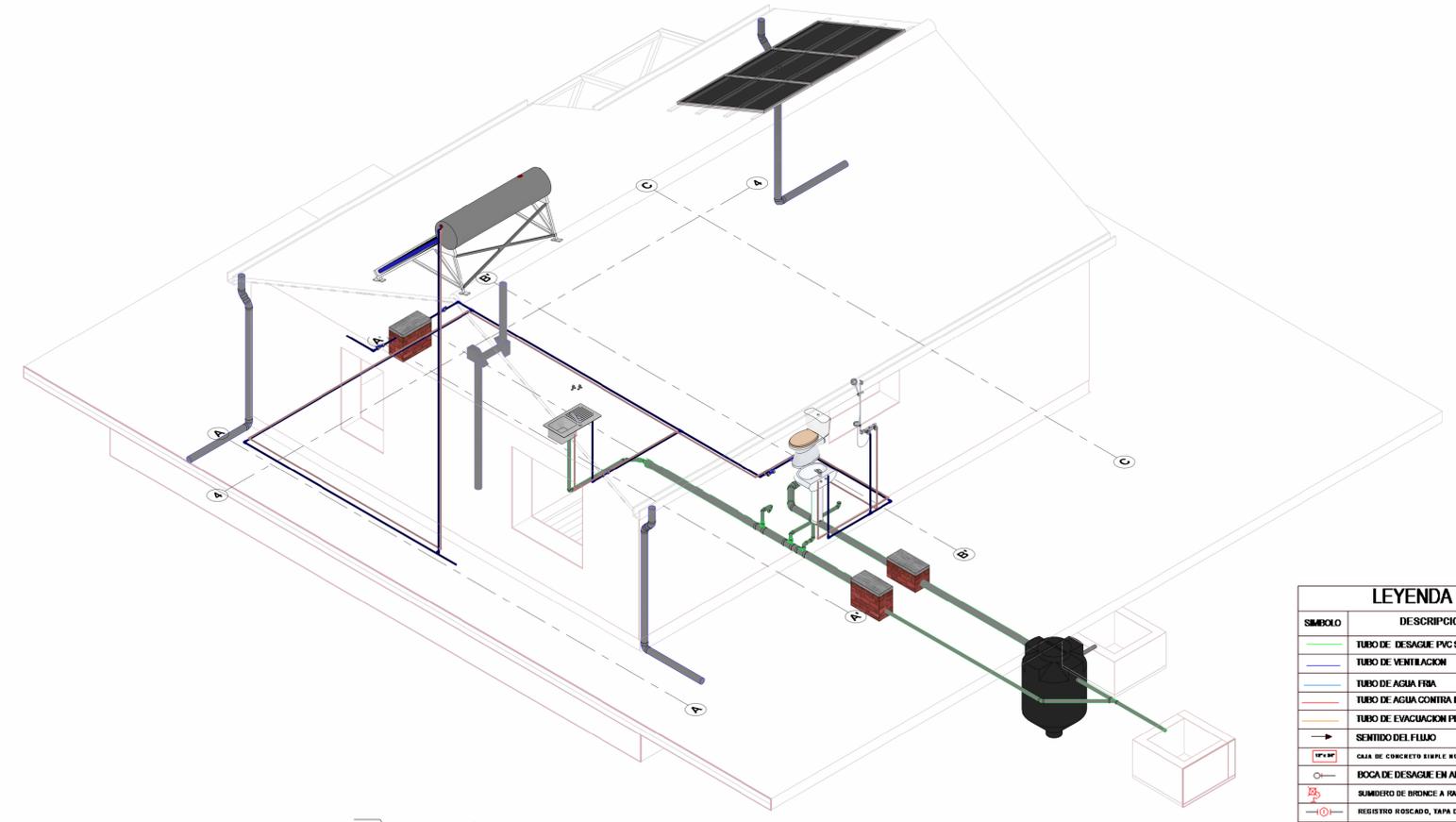
LAMINA:
ES-02

FECHA:
ENERO 2025

ESCALA:
INDICADAS



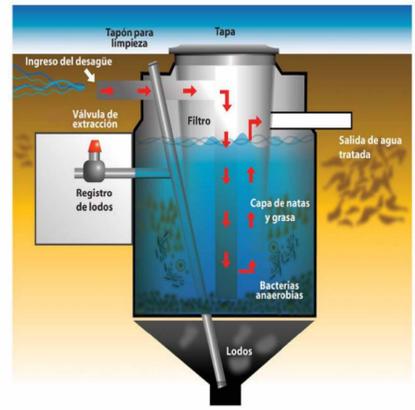
1 PLANO DE SANITARIAS
ESCALA 1 : 50



2 Isometría sanitarias
ISOMÉTRICO

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBO DE DESAGUE PVC SAP
	TUBO DE VENTILACION
	TUBO DE AGUA FRIA
	TUBO DE AGUA CONTRA INCENDIO
	TUBO DE EVACUACION PLUVIAL
	SENTIDO DEL FLUJO
	CAJA DE CONCRETO SIMPLE NORMALIZADO
	BOCA DE DESAGUE EN APARATOS
	SUMIDERO DE BRONCE A RAS DE PISO
	REGISTRO ROSCADO, TAPA DE BRONCE
	BAMALLEGA TUBERIA DE SAGUE
	MEJORADOR DE AGUA
	SUBELEGARIAJA TUBERIA DE AGUA
	BOCA DE SALIDA EN APARATOS
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA CHECK
	SUMIDERO DE PARRILLA
	TEE
	TEE SIMPLE CON O SIN REDUCCION
	CODO 90°
	CODO 45°
	TRIESSA
	CRUCE DE TUBERIAS SIN CONECCION

DETALLE DE APARATOS SANITARIOS



ESPECIFICACIONES TECNICAS

TUBERIAS DE AGUA:

- Las tuberías de agua fría y caliente serán de PVC clase 10 y se usará pegamento especial para PVC.
- Los puntos de salida para los accesorios serán con codo de bronce de 1/2"x90°.
- Las tuberías de agua caliente llevarán forro de fibra de vidrio con forro exterior de papel de aluminio. Se usará pegamento especial para sus uniones o zunchos especiales de plástico que soporten cambios de temperatura.
- Las tuberías de agua caliente pasaran por debajo de las tuberías de agua fría en caso de cruces.
- Todas las salidas se taponaran provisionalmente hasta colocar los aparatos sanitarios o grifos.
- En las uniones se emplearan cinta teflon (para las rosas) o pegamento especial.

VALVULAS DE INTERRUPCION:

- Para los lavaderos se colocaran válvulas angulares de bronce cromado antes del tubo de abasto.
- Para los baños se colocaran válvulas esféricas de bronce cromado. Ver detalle.
- Las válvulas que se ubiquen en la pared colocadas entre dos uniones universales con asiento de bronce y alojadas en nichos de mampostería con marco y puerta de acero inoxidable.

PRUEBAS HIDRAULICAS:

- Las pruebas en las tuberías serán a 100 PSI durante 60 minutos, utilizando bomba manual, antes de la colocación del aislamiento y llenado de elementos estructurales.

- NOTAS GENERALES:**
1. TODAS LAS MEDIDAS Y NIVELES ESTÁN EN METROS. SALVO INDICACION EXPRESA EN PLANOS. EL RESPONSABLE DE LA EJECUCION DE OBRA DEBERÁ VERIFICAR DICHAS MEDIDAS Y NIVELES.
 2. NO PODRÁ EJECUTARSE NINGUNA MODIFICACIÓN SIN AUTORIZACIÓN DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO.
 3. ANTES DE LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS, EL CONTRATISTA DEBERÁ TENER EN CUENTA LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS Y PLANOS.
 4. DE EXISTIR DISCREPANCIAS, SE DEBERÁ CONSULTAR NECESARIAMENTE CON EL PROYECTISTA.
 5. SE PROCEDERA HACER UNA ULTIMA PRUEBA HIDRAULICA ANTES DE EMPOTRAR LAS TUBERIAS EN PAREDES Y PISOS E INCLUSIVE DESPUES DE LOS ACABADOS PARA VERIFICAR QUE NO EXISTA FUGAS DE AGUA Y/O ATOROS.

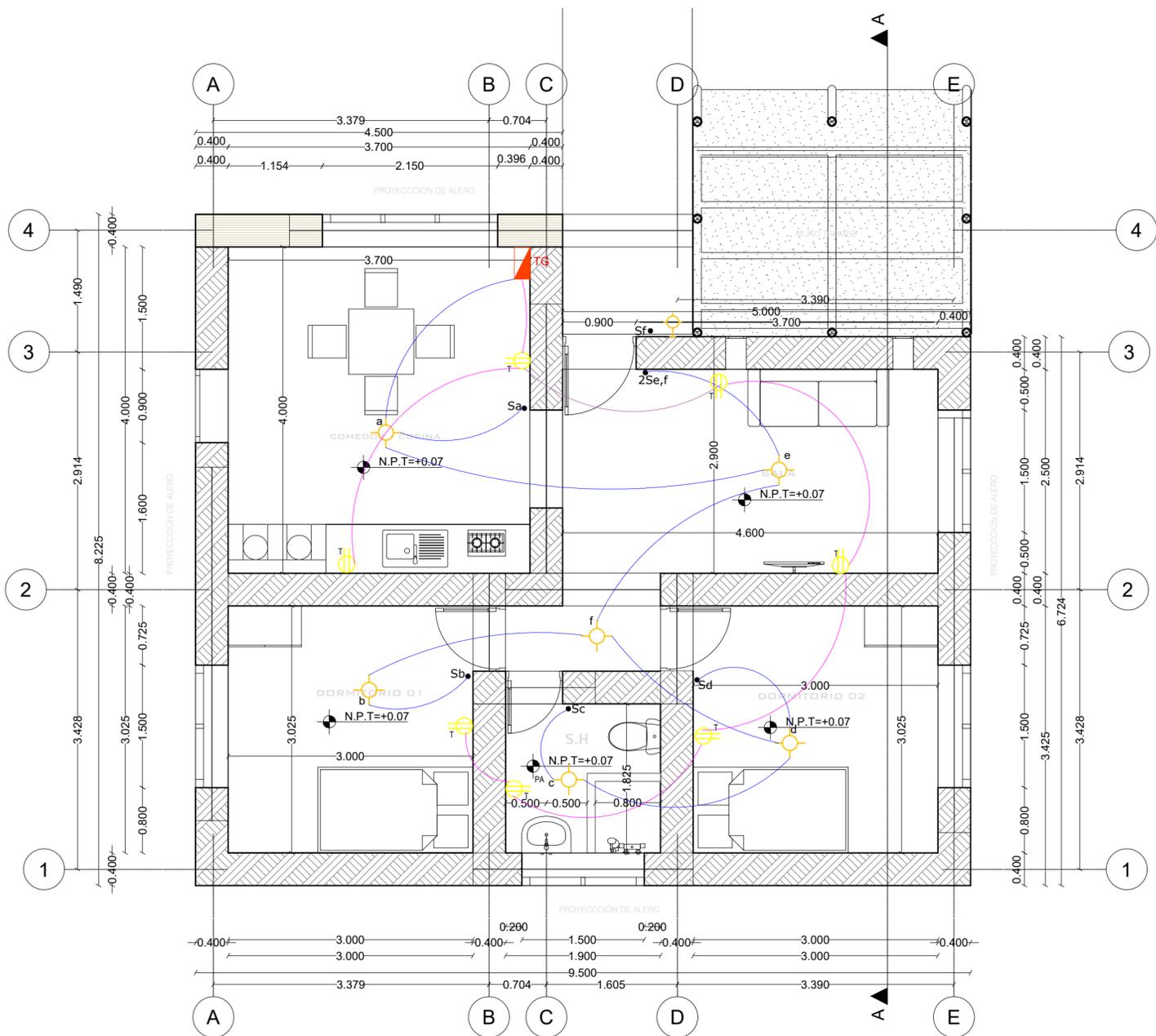
PROYECTO
Diseño y estructuración de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible para mejorar la calidad de vida en el sector Cunca de la comunidad de Cocha, Curahusi-Abancay-Apurimac 2024

UBICACION
DIRECCION:
C.C. de Cocha
REGION: APURIMAC
PROVINCIA: ABANCAY
DISTRITO: CURAHUSI

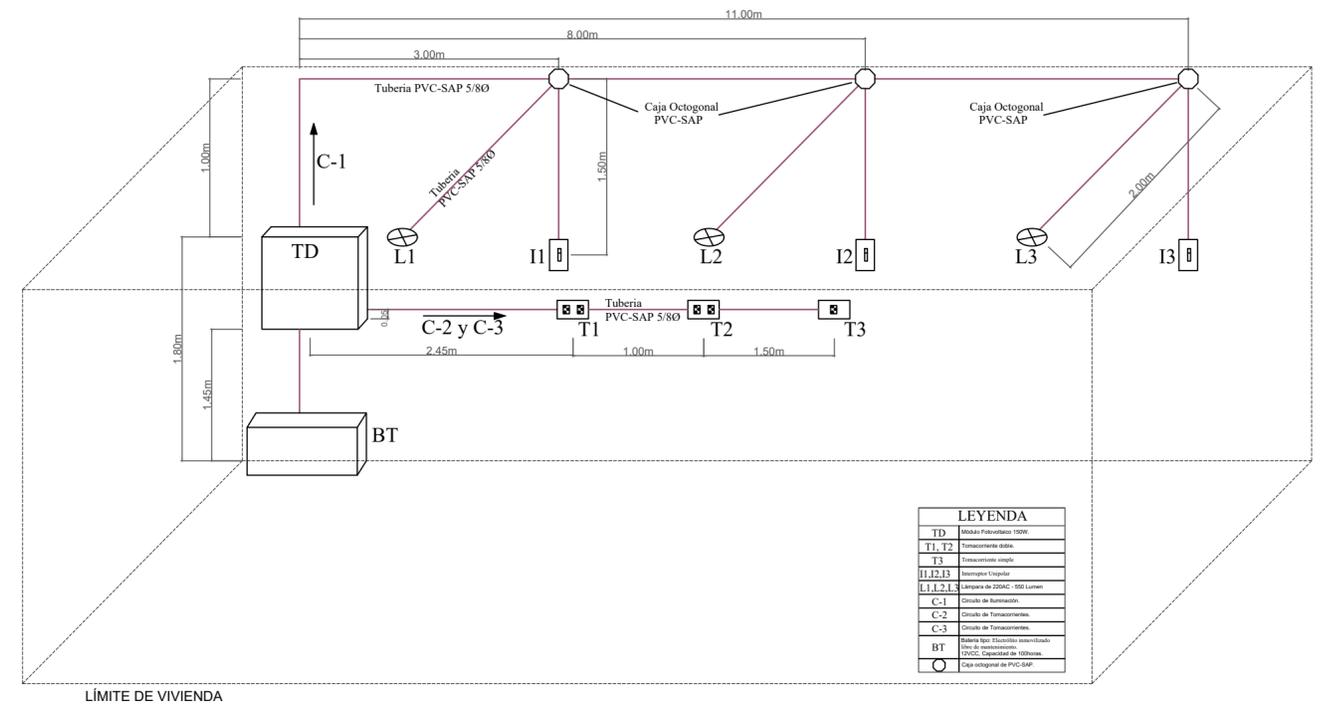
ALUMNO / ESTUDIANTE
: BACH: ARREDONDO QUISEP DAVID

PROPIETARIO:
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO

PLANO:
LAMINA:
IS-01
FECHA:
ENERO 2025
ESCALA:
INDICADAS



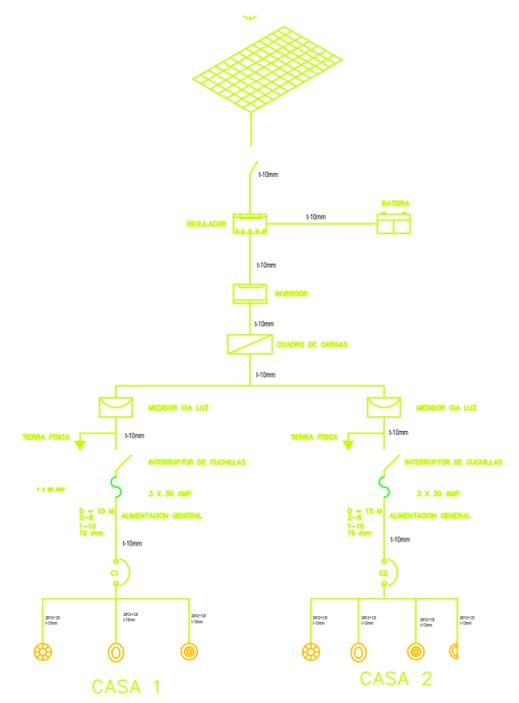
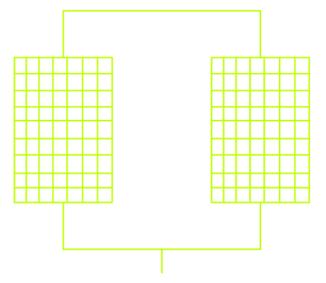
PLANTA INSTALACIONES ELÉCTRICAS



INSTALACIÓN ELÉCTRICA 3D CON PANEL SOLAR

LEYENDA		
SIMBOLO	DESCRIPCION	ALTURA (m)
Wh	Contador de Energía	1.00 NI
□	Tablero de Distribución	1.80 NS
○	Centro de Luz en caja F. G. 100 mm Ø	
⊕	Braquete - Pared	2.10 Eje
⊕	Salida Tomacorriente c/L.T. en caja F°G° 100 x 55 mm.,	
⊕ PA	Salida Tomacorriente c/L.T. Prueba de Agua.	
—	Tubería PVC SAP Ø 20 mm empotrado en techo.	
—	Tubería PVC SAP Ø 20 mm empotrado en Piso o Pared	

CONEXION DE LOS PANELES EN PARALELO



PROYECTO
 Diseño y estructuración de un módulo de una vivienda rural unifamiliar sostenible para mejorar la calidad de vida en el sector Cuncac de la comunidad de Cocha, Curahuasi-Abancay-Apurímac 2024

UBICACION
 DIRECCION: Lote N°01 de la Mz."A" PASAJE SIN NOMBRE, A.P.V. SR. DE HUANCA

REGION:
 PROVINCIA:
 DISTRITO:

ALUMNO / ESTUDIANTE
 : BACH: ARREDONDO QUISPE DAVID

PROPIETARIO:
 UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

PLANO:
 LAMINA:
IE-01

FECHA: ENERO 2025
 ESCALA: INDICADAS