

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS, AMBIENTALES Y
CONSTRUCTIVOS DE VIVIENDAS SOSTENIBLES
PARA LAS ZONAS ALTO ANDINAS, CAJAMARCA
2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

Autora:

Ángeles Rubí Sangay Flores

Asesor:

Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la oportunidad de vivir y acompañarme en cada paso que doy. A mis padres Rocío y Euler, por ser la base fundamental de mi formación y creer en mí en todo momento. A mi hermano Andreé, por ser mi motivación para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Utilizo este espacio para agradecer a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí. A los docentes de la Universidad Privada del Norte que compartieron su conocimiento conmigo para crecer académica y profesionalmente. A mis padres Rocío y Euler, mi hermano Andréé y demás familiares y amigos por el apoyo incondicional a lo largo de este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
RESUMEN	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática	9
1.2. Formulación del problema	21
1.2.1. Objetivo general	21
1.2.2. Objetivos específicos.....	21
1.3. Hipótesis	21
CAPÍTULO II. MÉTODO	22
2.1 Enfoque de la investigación	22
2.2 Tipo de investigación.....	22
2.3 Diseño de Investigación	22
2.4 Población y muestra.....	22
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
2.6. Técnicas e instrumentos de análisis de datos	24
2.6.1. Técnicas de análisis de datos	24
2.6.2. Instrumentos de análisis de datos.....	24
2.7. Procedimiento	24
2.8. Aspectos éticos.....	27
CAPÍTULO III. RESULTADOS	28
3 1. Descripción de los aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda sostenible	28
3.2. Confiabilidad de las investigaciones estudiadas	29
3.3. Parámetros de viviendas sostenibles en base a las investigaciones analizadas	30
3.4. Propuesta de vivienda sostenible:	38
3.4.1 Orientación de la vivienda:	38
3.3.2. Distribución arquitectónica:	39
3.3.3. Cálculo de la transmitancia térmica de la envolvente para la vivienda	47
3.3.4. Opciones para el manejo eficiente del consumo de agua.....	57
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	61
REFERENCIA	70
ANEXOS	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Elementos de la muestra.....	23
Tabla 2 Confiabilidad de las investigaciones estudiadas.....	29
Tabla 3 Parámetros de viviendas sostenibles a nivel arquitectónico.....	31
Tabla 4 Parámetros de viviendas sostenibles a nivel ambiental	33
Tabla 5 Parámetros de viviendas sostenibles a nivel constructivo	34
Tabla 6 Parámetros finales de viviendas sostenibles para zonas alto andinas a nivel arquitectónico.....	36
Tabla 7 Parámetros finales de viviendas sostenibles para zonas alto andinas a nivel ambiental.....	37
Tabla 8 Parámetros finales de viviendas sostenibles para zonas alto andinas a nivel constructivo.....	38
Tabla 9 Cuadro de vanos: Puertas	41
Tabla 10 Cuadro de vanos: Ventanas	41
Tabla 11 Cálculo de transmitancia térmica de ventanas.....	49
Tabla 12 Cálculo de transmitancia térmica de los tipos de Carpintería.....	49
Tabla 13 Cálculo de transmitancia térmica de las puertas	50
Tabla 14 Cálculo de transmitancia térmica de muros sin cámara de aire.....	50
Tabla 15 Cálculo de transmitancia térmica del puente térmico “Sobrecimientos”.....	51
Tabla 16 Cálculo de transmitancia térmica del puente térmico “Viga Solera”	52
Tabla 17 Cálculo de transmitancia térmica de techo(Tipo 3A)	53
Tabla 18 Cálculo de transmitancia térmica del piso (Tipo 4A).....	55
Tabla 19 Verificación de valores de transmitancia máxima.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa bioclimático del Perú	19
Figura 2 Características de las zonas bioclimáticas del Perú	26
Figura 3 Formato de ficha resumen.....	25
Figura 4 Orientación óptima de la vivienda	38
Figura 5 Distribución general de la propuesta.....	40
Figura 6 Distribución arquitectónica de los 4 ambientes principales	40
Figura 7 Corte A-A, detalles de la propuesta	41
Figura 8 Vista frontal de la propuesta, lado sur	42
Figura 9 Vista lateral de la propuesta, lado oeste.....	42
Figura 10 Detalles generales de la propuesta	43
Figura 11 Sistemas de refuerzo	44
Figura 12 Refuerzos horizontales y verticales de caña o similares	45
Figura 13 Ampliación de muros con contrafuertes	47
Figura 14 Valores máximos de transmitancia térmica según la zona bioclimática.....	48
Figura 15 Metodología para el cálculo de la transmitancia térmica del muro	48
Figura 16 Sección del techo	57
Figura 17 Sistema de recolección de aguas de lluvia.....	58
Figura 18 Detalles cámara compostera	59
Figura 19 Plano VS-01.....	59
Figura 20 Plano VS-02.....	60

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Transmitancia térmica del muro	51
Ecuación 2 Transmitancia térmica del sobrecimiento	52
Ecuación 3 Transmitancia térmica de la viga.....	52
Ecuación 4 Transmitancia térmica U final para muros tipo 1A	53
Ecuación 5 Transmitancia térmica del techo tipo 3A.....	54
Ecuación 6 Transmitancia térmica U final para techos tipo 3A	54
Ecuación 7 Transmitancia térmica del techo tipo 3A.....	55
Ecuación 8 Transmitancia térmica U final para techos tipo 4A	56

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de determinar cuáles son los principales aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda sostenible para las zonas alto andinas. Se aplicó un diseño de tipo documental, en donde se analizaron 9 investigaciones a cerca de viviendas sostenibles, las cuales fueron elegidas según criterios de inclusión y sirvieron como base para la presente tesis. Como instrumentos de recolección de datos, se utilizó una ficha resumen que permitió sintetizar y organizar la información relevante. Finalmente, se determinaron los parámetros arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda sostenible de las zonas alto andinas, pudiendo aplicarse en una propuesta final.

Palabras clave: Sostenibilidad, construcción sostenible, adobe, aislación térmica.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El constante crecimiento demográfico de la población alrededor del mundo, trae consigo una serie de necesidades y retos para las nuevas generaciones, que, con el afán de poder satisfacer, diversos agentes como la tecnología, la economía y los gobiernos de cada pueblo, región o país, unen sus esfuerzos para poder llegar a cubrir las demandas de las poblaciones.

Dentro de esas necesidades, o derechos, está el acceso a una vivienda de calidad en donde los habitantes puedan sentir confort dentro de sus casas, teniendo en cuenta una adecuada distribución arquitectónica que les permita desarrollar sus actividades cotidianas de la manera más óptima posible, además de sentirse seguros y puedan disfrutar de sus familias y espacios interiores.

Sin embargo, en la actualidad, aún existe una amplia brecha en cuanto a vivienda de calidad se refiere, sobre todo, en los sectores más vulnerables, donde la pobreza es el principal problema. De acuerdo a algunos datos de “Ciudades y Gobiernos Locales” (CGLU), en América Latina, alrededor del 30% de la población urbana vive en condiciones informales o asentamientos marginales. Si hacemos referencia a los pueblos más alejados o zonas rurales, la situación solo empeora, ya que las condiciones climatológicas como frío o calor extremo, falta de agua o recursos básicos, solo aumentan las carencias de la población (Michel, 2016).

Adicionalmente a lo antes mencionado, la constante extracción de recursos para las actividades industriales, comerciales, o de necesidades primarias para las comunidades han desgastado el equilibrio ecológico a lo largo de todos estos años. En el caso de las obras civiles, la ejecución de estas agota aproximadamente el 50% de recursos

naturales, el 40% de consumo energético anual, el 38% de emisiones globales por efecto invernadero y el 12% de agua potable global (Rodríguez, Villadiego, Padilla, & Osorio, 2018). Es por ello que, ahora se busca una interacción equilibrada entre el ambiente, la economía y las sociedades. A esto se le denomina Desarrollo Sostenible, y se convierte en una herramienta que, aplicada a los campos de la construcción o arquitectura, brinda una solución a los problemas de la necesidad de vivienda de calidad en sectores vulnerables.

El desarrollo sostenible es un término que ha ido extendiéndose a lo largo del tiempo a más campos a nivel mundial. Es así, que en la actualidad este concepto está presente en la arquitectura, el urbanismo y la construcción. Su fin principal es el bienestar y crecimiento de la población en general. Incluye los aspectos físicos, económicos y ambientales, así como también el cuidado de los recursos propios de cada localidad. Es necesaria una integración entre instituciones privadas, sociedad, calidad estética, cultural y equilibrio ecológico. No solo brinda valor a los recursos ambientales, también genera confort y disfrute a la población, para que así, la calidad de vida de las personas mejore a largo plazo (Vega & Ruiz, 2017).

El diseño arquitectónico, construcción y urbanismo son actores importantes en el desarrollo de los países. Si embargo, generan diversos impactos negativos durante el ciclo de vida de la edificación o servicio construido al ambiente, e incluso, a quienes usan el servicio, si no se cumplen con las exigencias mínimas de calidad. Además, la utilización desmedida de espacios y recursos naturales terminan por acabar con los paisajes propios de cada zona y generando vulnerabilidad en los sectores más pobres (Acosta, 2009).

En América Latina debido a las condiciones económicas y la informalidad, uno de los problemas más frecuentes es la falta de sostenibilidad en cuanto a confort y

habitabilidad de las viviendas (Guerra, et al., 2014). Es por ello que, está orientada principalmente, a sectores con altos niveles de pobreza como asentamientos humanos y al cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.

El Perú, no es ajeno a este problema, es por ello que, se materializó la vivienda social mediante dos programas: Nuevo Crédito mi Vivienda y Techo propio, elementos con los que el estado buscó enfrentar el déficit de vivienda (Calderón, 2015). Sin embargo, aún hay gran parte de la población que no cuenta con una vivienda digna que cumpla con los requisitos básicos de una vivienda sostenible, es decir, que le brinde confort, calidad y seguridad.

La razón principal por la que se propone como objetivo ir tras la sostenibilidad en los diseños arquitectónicos y la construcción se basa en los fundamentos de la propia sostenibilidad, resolver los problemas de ahora, pensando el mañana. En el marco de estudio, se han revisado investigaciones de diversas partes del mundo relacionadas al tema.

Molina y Fernández (2013), en su artículo científico “Evolución del comportamiento térmico en viviendas tradicionales de piedra y cubierta de paja. Puesta en valor de un modelo sostenible en el noroeste de España”, realizan un análisis comparativo de la envolvente térmica y demanda energética entre dos tipos de vivienda, la pazolla y la vivienda tradicional en una localidad de España. Además, referencia estas tipologías con las de otros países como Gran Bretaña. La metodología empleada está basada en el análisis del comportamiento energético de ambos modelos, mediante el uso de aplicaciones informáticas. El autor propone un modelo de estudio obteniendo conclusiones sobre la pazolla como ejemplo de arquitectura tradicional y su puesta en valor como modelo sostenible.

Guerra (2014), en su investigación científica “Vivienda Sostenible para la región sierra de Ecuador” indica que la falta de vivienda económica que vincule los principios de sostenibilidad con estándares de confort y habitabilidad es un problema presente en toda Latinoamérica. Es así, como, busca establecer la pertinencia de los materiales empleados y las soluciones arquitectónicas escogidas, sus usos y el respeto de los mismos hacia el entorno donde se emplaza la propuesta. La metodología que propone genera estudios de caso donde se adoptan soluciones tipo para la vivienda y sus posibilidades de crecimiento. Aquí, el autor brinda un prototipo que cumple con las condiciones de salubridad, seguridad y estructuras confiables. Finalmente, consigue un modelo con condiciones de diseño con carácter sostenible.

Salazar, Arroyave y Morenos (2014), en su investigación “Eco-Sustainable housing development for vulnerable population” (Desarrollo de vivienda ecosostenible para sectores vulnerables), plantean el montaje de un módulo habitacional para ser aplicado en zonas de vulnerabilidad. El material utilizado es el plástico y el tetrapack reciclado, proveniente de residuos en procesos de empaque de distintas empresas. El diseño incluye instalaciones de sistemas ecoeficientes como un panel fotovoltaico y un colector solar con el fin de satisfacer las demandas energéticas eléctrica y térmica respectivamente. La metodología consiste en diseño del módulo, materiales, construcción y ensayo del material utilizado. Como resultado se obtuvo que se logró diseñar un módulo de vivienda ambientalmente sostenible que contribuyó con el uso eficiente de recursos. Se concluye que el trabajo desarrollado es una importante referencia social y ambiental y puede ser replicados a nivel de gobierno.

Zalamea y García (2014), en su artículo científico “Diseño arquitectónico integrado de sistemas solares térmicos en techumbres de viviendas”, publicado en Chile, tuvo como objetivo proyectar de manera integrada la arquitectura y el comportamiento energético.

Realizando para ello un proyecto residencial utilizando la metodología BIM, para analizar el tamaño del sistema, inclinación de la techumbre y orientación de la vivienda, para luego evaluar el resultado espacial interior, sugiriendo estrategias pasivas compatibles y estimaciones económicas. Finalmente, se obtuvo que integrar las capacidades del diseño arquitectónico y análisis energético otorga relevantes posibilidades para la formulación de proyectos de edificación con un mejor comportamiento térmico, logrando así que estas sean más sostenibles.

Gámez (2017), en su tesis denominada “Eficiencia Constructiva aplicada a un modelo de vivienda sostenible para la población marginalizada y vulnerable en el clima frío tropical” tuvo como objetivo desarrollar un modelo de vivienda sostenible en clima tropical frío para personas marginalizadas y vulnerables de Bogotá. Para ello, identificó estrategias que ofrezcan confort, habitabilidad y equidad, teniendo en cuenta climatología, tecnología y arquitectura. Finalmente, la autora concluye que su modelamiento responde a la realidad social que se buscaba, se implementa una solución arquitectónica sencilla y flexible a las necesidades de la población, con adecuada eficiencia térmica, habitabilidad y equidad, incluyendo también la eficiencia constructiva, velocidad en la construcción y finalmente la relación costo beneficio.

Giraldo y Herrera (2017), en su artículo científico “Ventilación pasiva y confort térmico en viviendas de interés social en clima ecuatorial”, publicado en Colombia, propone una solución que ofrece confort y calidad del aire mediante el manejo de la carga térmica y la ventilación, a través de un prototipo experimental que simula una vivienda de interés social de Colombia. Concluyeron que en el clima ecuatorial no se alcanzan situaciones de confort. Sin embargo, mediante intervenciones arquitectónicas pasivas de bajo costo, mejoraron estas condiciones.

Bedoya (2017), en el artículo científico “Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material”; se plantea que el suelo producto de las excavaciones puede ser valorizado como material de construcción mediante diferentes técnicas, entre ellas la confección de bloques de suelo cemento (BSC), con el empleo de la Cinva-Ram (prensa manual para la elaboración de bloques). Se realizaron diferentes mediciones que arrojaron como resultado que el desempeño físico-mecánico cumple con los requerimientos del proyecto, y las normas y reglamentaciones existentes, lo que es un aspecto a favor para la viabilidad de proyectos de vivienda que aporten a la sostenibilidad ecológica del hábitat mediante el concepto de minería a la inversa.

Piña Hernández (2018), en su artículo científico “Prototipo de vivienda vertical social sustentable, enfoque en resistencia al cambio climático”, tiene como objetivo de estudio crear un prototipo de vivienda vertical pequeña a escala, como oposición al enfoque tradicional de vivienda social vertical masiva. A través de parámetros de diseño y normas locales de construcción que permitieron generar una propuesta final del prototipo. Se estableció el área mínima de terreno y se distribuyeron 4 niveles. Se utilizó el software DesignBuilder para hacer simulaciones de confort térmico durante un año. Se concluye que el prototipo muestra un desempeño energético diferenciado para cada nivel.

Para desarrollar la presente investigación es necesario definir conceptos que engloban y forman parte del tema y las variables de estudio como se presenta a continuación:

Sostenibilidad, es un concepto fundamental que debe ser manejado para el desarrollo de la presente investigación, y se define como “Aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las

generaciones futuras para atender sus propias necesidades” y está basada en tres pilares fundamentales (Maqueira , 2011).

El primero, es el pilar ambiental, se basa en la preservación de los ecosistemas locales, generando equilibrio entre lo que se extrae y se devuelve a la naturaleza. Luego está el pilar social, que busca mejorar el bienestar de una comunidad con una igualdad de oportunidades; garantizando educación, salud y trabajo. Por último, el pilar económico, es decir se crea riqueza para los inversionistas y trabajo para los miembros de la comunidad.

Construcción sustentable, dirigida hacia una reducción de los impactos ambientales causados por los procesos de construcción, uso y derribo de los edificios y por el ambiente urbanizado (Gaggino, 2014)

Vivienda Sustentable, se refiere a la consideración del medio ambiente, eficiencia de materiales, procesos constructivos e impacto de los edificios sobre el ambiente. Toma en cuenta el confort que presta la vivienda hacia sus habitantes, y las estrategias consideradas para la ecoeficiencia de la misma, todas planteadas hacia un modelo ambientalmente deseable, económicamente viable y socialmente aceptable (Asis et al., 2014).

Proceso constructivo sustentable, el “Manual de Vivienda Sustentable” perteneciente al Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda (Argentina), indica que una construcción sustentable, debe contar con un Plan de Manejo Ambiental (PMA). Este, debe diseñar procedimientos que aseguren la eficiencia, el ahorro energético y el uso racional de los recursos naturales a utilizar en la obra, reutilización de materiales, clasificador de residuos generados, reducción de uso de materiales tóxicos y asegurar la protección de la vida y salud de los trabajadores y pobladores locales.

Principios bioclimáticos dentro de la sostenibilidad, estos, deben aparecer como un hábito en la construcción y no como una rareza o una excepción. Por eso se debe hablar de buenas prácticas en la arquitectura. Estas, deben tener como objetivo la calidad del ambiente interior y la reducción de los efectos negativos sobre el entorno. Calidad del ambiente interior: condiciones adecuadas de temperatura, humedad, movimiento y calidad del aire, etc. Los efectos de los edificios sobre el entorno serán función de las sustancias que desprendan, del impacto que produzca el asentamiento y de los consumos que afecten al desarrollo sostenible del lugar. Sustancias desprendidas: sólidas (residuos sólidos urbanos), líquidas (aguas sucias) y gaseosas (gases de combustión vinculados fundamentalmente al acondicionamiento). Impacto del asentamiento: Exceso de población, vías de acceso, aparcamientos, destrucción de tejido vegetal, etc. (Neila, 2014).

En el Perú, uno de los sistemas tradicionales y que pueden considerarse sustentables desde tiempos muy antiguos es la construcción con adobe y tapial. Esta técnica se desarrolló principalmente en la costa norte y sierra del país, debiéndose su uso a la disponibilidad de materia prima y estabilidad de la estructura (Maqueira , 2011).

El adobe, es una unidad de albañilería formada por una masa de barro y algún aditivo, secada al sol y al aire; se caracteriza por ser un material que se emplea sin cocción previa. Es un antiquísimo sistema de construcción que se encuentra en muchas regiones del mundo. Funciona muy bien en zonas de clima seco (Maqueira , 2011).

Sistemas de aprovechamiento energético, los cuales exploran alternativas energéticas renovables como la captación solar, especialmente en las propias edificaciones, para disminuir redes de distribución y grandes instalaciones de explotación y/o generación que producen impactos ambientales. Se han desarrollado una variedad de equipos para captación solar activa, tanto paneles térmicos o fotovoltaicos, que se suman a

estrategias de aprovechamiento solar pasivo; también se ha analizado producción energética, especialmente fotovoltaica (Zalamea & García, 2014).

Sistemas de ahorro y reutilización de agua, innovaciones tecnológicas que van de la mano con el medio ambiente, que mitigan el riesgo de desabastecimiento del recurso hídrico mediante sistemas de ahorro de aguas grises, de lluvia, entre otras. Se enfoca a estimular el uso eficiente de lluvia (Cruz et al., 2014).

Energías renovables, se denomina así a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o por ser capaces de regenerarse por medios naturales (Osinergmin, 2013).

Habitabilidad, referida al nivel de adaptación que tienen los individuos a su medio ambiente, evidenciado en el confort espacial, térmico, lumínico, acústico y ventilación adecuada de sus construcciones para lograr la calidad de vida de las personas (Gamez, 2017)

A continuación, se presentan algunas estrategias de diseño basadas en el artículo de investigación “Declaraciones consensuadas del Seminario-Taller: Arquitectura Sostenible”. Es necesario comprender, que dichas estrategias se van a aplicar de acuerdo a la idea inicial de diseño, y dentro de los objetivos de sostenibilidad (Alvear, et al. 2016).

Captación solar: la captación solar consiste en optimizar las propiedades de captación de elementos estructurales y constructivos. Para ello, es importante la orientación y las características de los materiales (Neila, 2014).

Protección de la lluvia: por medio de cubiertas que permitan la rápida evacuación de las aguas (Alvear, et al. 2016).

Protección del viento: estrategia utilizada para impedir y controlar el ingreso del viento en los espacios habitables de la vivienda. Esta puede ser por la forma propia de la edificación o el entorno (Neila, 2014)

Aislamiento térmico: se basa en la utilización de materiales que proporcionan aislamiento entre las condiciones externas o de la envolvente y el espacio interior (Neila, 2014)

Materiales autóctonos: materiales provenientes del entorno inmediato en donde se encuentra la vivienda (Alvear, et al. 2016).

Forma adaptada a condicionantes (social, económica y cultural): describe la situación económica, la conformación de las comunidades, sus aspectos culturales determinantes y su forma de vida (Neila, 2014)

Orientación: la edificación se ubica hacia donde exista prevalencia del factor ambiental que desea captar, ya sea energía solar o viento (Neila, 2014).

Otro concepto importante a definir en la presente investigación, es acerca de las zonas alto andinas en el Perú. En el país, hay 9 zonas bioclimáticas establecidas, las mismas que se diferencian por parámetros como altura, radiación, inversión térmica, arquitectura tradicional, etc. Una de estas zonas bioclimáticas corresponde a las zonas alto andinas.

A continuación, se muestra el mapa bioclimático del Perú (Rayter, 2008)



Figura 1 Mapa Bioclimático del Perú

Características de cada zona bioclimática, de acuerdo a la EM.110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética.

Características climáticas	ZONAS BIOCLIMATICAS DEL PERU								
	1 Desértico Costero	2 Desértico	3 Interandino Bajo	4 Mesoandino	5 Alto Andino	6 Nevado	7 Ceja de Montaña	8 Subtropical Húmedo	9 Tropical Húmedo
1 Temperatura media anual	18 a 19°C	24°C	20°C	12°C	6°C	< 0°C	25 a 28°C	22°C	22 a 30°C
2 Humedad relativa media	> 70%	50 a 70%	30 a 50%	30 a 50%	30 a 50%	30 a 50%	70 a 100%	70 a 100%	70 a 100%
3 Velocidad de viento	Norte: 5-11 m/s Centro: 4-5 m/s Sur: 6-7 m/s	Norte: 5-11 m/s Centro: 4-5 m/s Sur: 6-7 m/s	Norte: 4 m/s Centro: 6 m/s Sur: 5-7 m/s	Norte: 10 m/s Centro: 7,5 m/s Sur: 4 m/s Sur-Este: 7 m/s	Centro: 6 m/s Sur: 7 m/s Sur Este: 9 m/s	Centro: 7 m/s Sur: 7 m/s	Norte: 4-6 m/s Centro: 4-5 m/s Sur: 6-7 m/s	Norte: 5-7 m/s Este: 5-7 m/s Centro: 5 m/s	Este: 5-6 m/s Centro: 5 m/s
4 Dirección predominante del viento	S - SO - SE	S - SO - SE	S	S - SO - SE	S - SO	S - SO	S - SO - SE	S - SO - SE	S - SO
5 Radiación solar	5 a 5,5 kWh/m ²	5 a 7 kWh/m ²	2 a 7,5 kWh/m ²	2 a 7,5 kWh/m ²	S kWh/m ²	s kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²
6 Horas de sol	Norte: 5 horas Centro: 4,5 horas Sur: 6 horas	Norte: 6 horas Centro: 5 horas Sur: 7 horas	Norte: 5-6 horas Centro: 7-8 horas Sur: 6 horas	Norte: 6 horas Centro: 8-10 horas Sur: 7-8 horas	Centro: 8 a 10 horas Sur: 8 a 10 horas	Centro: 8 a 10 horas Sur: 8 a 11 horas	Norte: 6-7 horas Centro: 8-11 horas Sur: 6 horas	Norte: 4-5 horas Sur-Este: 4-5 horas	Norte: 4-5 horas Este: 4-5 horas
7 Precipitación anual	< 150 mm	< 150 a 500 mm	< 150 a 1,500 mm	150 a 2,500 mm	< 150 a 2,500 mm	250 a 750 mm	150 a 6000 mm	150 a 3000 mm	150 a 4000 mm
8 Altitud	0 a 2000 msnm	400 a 2000 msnm	2000 a 3000 msnm	3000 a 4000 msnm	4000 a 4800 msnm	> 4800 msnm	1000 a 3000 msnm	400 a 2000 msnm	80 a 1000 msnm
Equivalente en la clasificación Köppen	BSs-BW, BW	Bw	BSw	Dwb	ETH	EFH	Cw	Aw	Af

Figura 2 Características de las zonas bioclimáticas del Perú

De las zonas bioclimáticas presentadas, 3 representan a las zonas más frías del país (zona 4: Meso andino, zona 5: Alto andino, zona 6: Nevado). La importancia de esto, radica en los parámetros de diseño adecuados a cada región bioclimática. Es así como, tal como indica el tema central de la actual investigación, Se trabajarán con las características de la zona bioclimática 5 (Alto andino). Sin embargo, de acuerdo con la bibliografía consultada, la zona bioclimática 4, trabaja con estrategias bioclimáticas pasivas similares (Ministerio de Educación, 2008).

Es de esta manera, como se pueden clasificar dentro de la zonas alto andinas a parte de las regiones de Pasco, Junín, Puno, Tacna, Cusco, Arequipa, etc.; y dentro de las zonas meso andinas a parte de las regiones de Cajamarca, La Libertad, Ancash, Huaraz, Apurímac, Cusco, Junín, entre otros; siempre que cumplan con las características principales que muestra la *Figura 2*, como rango de alturas, o condiciones climatológicas.

Con todo lo antes mencionado, en la presente investigación se busca determinar cuáles son los principales aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda sostenible para las zonas de climas fríos del Perú, como las zonas alto andinas; brindando una herramienta documental que pueda servir de fuente para mejorar las condiciones en cuanto a calidad de vivienda se refiere, aplicando medidas amigables con el ambiente; y de esta manera, brindarle confort, seguridad y disfrute a las poblaciones de estas zonas del Perú, sobre todo en los sectores más vulnerables, en donde la falta de recursos y desconocimiento por parte de la población y gobiernos locales permiten que aún en la actualidad, muchas familias carezcan una vivienda que satisfaga correctamente sus necesidades.

12. Formulación del problema

¿Cuáles son los aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos que definen a una vivienda de las zonas altoandinas como sostenible?

1.2.1. Objetivo general

Determinar cuáles son los aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda sostenible para las zonas alto andinas.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar la revisión documental de fuentes informáticas mediante la cual se seleccionará, sintetizará y organizará a las investigaciones tipo que serán la base para la presente investigación.
- Describir a nivel general a los aspecto arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda sostenible.
- Realizar la selección de parámetros de diseño sostenible, enfocados en los aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de acuerdo a las investigaciones que forman parte de la muestra.
- Evaluar los parámetros seleccionados de acuerdo a la normativa actual existente a cerca de construcción sostenible.
- Elaborar una propuesta de vivienda sostenible, aplicando los parámetros seleccionados y normativa revisada.

13. Hipótesis

De los principales aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos que definen a una vivienda sostenible, destacan: la orientación de la vivienda, aislamiento térmico, sistemas de ahorro y reutilización de agua, fuentes de energía renovable y los materiales usados en la construcción.

CAPÍTULO II. MÉTODO

2.1 Enfoque de la investigación:

La presente investigación se considera dentro del enfoque cualitativo, ya que se basa en la recolección de datos mediante técnicas que no involucran medición numérica; tales como las descripciones, revisión de documentos, evaluación de experiencias, entre otros (Borja, 2012).

2.2 Tipo de investigación

La investigación es de tipo no experimental - descriptiva, debido a que se investigan y determinan aspectos y características más representativas del tema en estudio (Borja, 2012).

2.3 Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es de tipo documental, ya que es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas; con el fin de aportar nuevos conocimientos (Arias, 2012).

2.4 Población y muestra

2.4.1. Población:

La población corresponde a los diversos estudios realizados acerca de vivienda sostenible, incluyendo investigaciones científicas y tesis.

2.4.2. Muestra:

La muestra fue elegida a criterio y conveniencia del investigador, tal como indica Borja (2012), teniendo en cuenta que estos cumplan con los siguientes criterios de inclusión:

- Han sido publicados durante la última década (2010-2020)
- Son realizados en ciudades de Latinoamérica
- Generan alguna propuesta de vivienda sostenible

Teniendo en cuenta los criterios de inclusión mostrados anteriormente, se seleccionaron 9 estudios, los cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Elementos de la muestra

Elementos de la muestra
1. “Vivienda económica sostenible para la región sierra del Ecuador”
2. “Desarrollo de vivienda ecosostenible para sectores vulnerables”
3. “Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material”
4. “Prototipo de vivienda de adobe con energías renovables: caso de estudio”
5. “Prototipo de vivienda vertical social sustentable, enfoque en resistencia al cambio climático”
6. “Eficiencia Constructiva aplicada a un modelo de vivienda sostenible para la población marginalizada y vulnerable en el clima frío tropical”
7. “Desarrollo de un proyecto inmobiliario de viviendas unifamiliares eco sostenibles en el marco de programa mi vivienda en la provincia de Huancavelica”
8. “Diseño General de un Módulo de Vivienda Sostenible con Materiales Eficientes”
9. “Ventilación pasiva y confort térmico en viviendas de interés social en clima ecuatorial”

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- La técnica utilizada para la recolección de datos es la revisión documental, basada en diversos estudios, antecedentes y propuestas a cerca de viviendas sostenibles para otras zonas de Latinoamérica, ya que estas realidades son similares al Perú.

- El instrumento de recolección de datos es una ficha resumen (ver **Anexo N°1**), mediante la cual se organizaron y mostraron los datos principales, metodologías utilizadas y resultados de otras investigaciones, de las cuales se obtuvo la información necesaria para cumplir con el objetivo actual de la investigación, es decir encontrar los criterios a nivel arquitectónico, ambiental y constructivo que hacen de una vivienda sostenible

2.6. Técnicas e instrumentos de análisis de datos

2.6.1. Técnicas de análisis de datos:

- La técnica utilizada para el análisis de datos será el análisis de textos, la síntesis de información, y la descripción.




2.6.2. Instrumentos de análisis de datos

- El instrumento utilizado para el análisis de datos son los softwares: Microsoft Word, Microsoft Excel, AutoCAD.

2.7. Procedimientos

La tesis se desarrollará de la manera que se muestra a continuación:

- a. Para empezar, se recolectaron y analizaron los estudios que serían parte de la investigación. Esto mediante la revisión documental de diversas fuentes informativas electrónicas. Se escogieron las investigaciones teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión mencionados en ítem 2.4.2. Este paso permitió determinar los elementos que forman parte de la muestra.
- b. Una vez determinadas las investigaciones base, se procedió a la organización de la información más relevante en fichas resumen (Anexo 1), las mismas que contiene los datos de importancia, metodologías aplicadas y resultados de cada una de las propuestas presentadas en las investigaciones. Esto sirvió para tener una visión general acerca de criterios que hacen a una vivienda sostenible.

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS "Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020"	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
	NOMBRE DEL TESISISTA Ángeles Rubí Sangay Flores	
	ASESOR Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	
<u>FICHA RESUMEN N°1</u>		
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN		
AUTORES		
UBICACION-FECHA		
OBJETIVO		
METODOLOGÍA UTILIZADA		
PROPUESTA /RESULTADOS		
CONCLUSIONES		
RESPONSABLE		ASESOR
		
NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores		NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
FECHA: 11-07-20		FECHA: 11-07-20

Figuran 3 Formato de ficha resumen

- c. Se procede a realizar la descripción general de los aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda sostenible, lo que permitirá tener los conceptos mucho más precisos.
- d. Organizada la información, se procedió a evaluar los distintos parámetros sostenibles que manejó cada propuesta, agrupándolos en los 3 aspectos

principales, es decir, arquitectónicos, ambientales y constructivos. Estos criterios se estructuraron en unas tablas comparativas que permitieron definir de qué forma cada una de las investigaciones los aplicaron.

- f. Teniendo los parámetros de sostenibilidad clasificados y organizados, y habiendo definido la zona de aplicación de la investigación actual, se procede a la revisión de normativa vigente, mediante la cual se concretará la selección de los criterios de sostenibilidad finales para las zonas alto andinas.

La propuesta fue realizada teniendo en cuenta las normas peruanas del Reglamento Nacional de edificaciones (RNE), guías bioclimáticas, manuales de construcción nacionales e internacionales como se detalla a continuación:

- ✓ RNE 2006_Norma A.010 Condiciones generales de diseño.
- ✓ RNE 2006_Norma A.020 Vivienda.
- ✓ RNE 2006_Norma E.080 Adobe.
- ✓ Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos (MINEDU 2008).
- ✓ Norma EM.110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética.
- ✓ Manual de construcción- Edificaciones antisísmicas de adobe (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento-2010)
- ✓ Manual popular para construcción de la vivienda de adobe sismo-resistente (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano-El Salvador)
- ✓ Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural.

*Es importante resaltar, que una vivienda sostenible, también debe ser segura y capaz de soportar la ocurrencia de algunos eventos naturales como sismos; es por

ello que, como se mostró en la lista anterior, también se ha evaluado normativa para edificaciones antisísmicas.

- g. De acuerdo a los parámetros obtenidos se elabora una propuesta de vivienda sostenible, detallándose cada uno de los aspectos principales de esta.

2.8.Aspectos éticos

La investigación cita todas las fuentes que se han utilizado, habiendo sido consultadas con fines estrictamente académicos y en bien de la investigación científica. Se reconoce también, que todas las investigaciones consultadas, así como las normas y manuales nacionales e internacionales revisados sirvieron de base para la presente tesis, dándoles el valor que requieren y con el único objetivo de plantear bienestar social, económico y ambiental para los sectores más desfavorables de la región y generaciones venideras.

Asumiendo la responsabilidad de lo que la presente investigación conlleva, se garantiza la veracidad de los resultados mostrados, cumpliendo con las normativas correspondientes que anteriormente se presentan.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Descripción de los aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda sostenible

3.1.1. Aspectos arquitectónicos:

Se basan en las condiciones climáticas y la utilización de materiales que se encuentren en la zona de implementación de la vivienda, para así reducir impactos ambientales. En este nivel, se tienen en cuenta diversas estrategias de diseño, dentro de las cuales se prioriza la orientación de la vivienda y el aislamiento térmico, este se basa en la planificación de la envolvente (elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, como muros, pisos y techos). Por otro lado, es necesario tener en cuenta la óptima iluminación y ventilación de la vivienda, lo que permitirá ahorrar en energía, pues disminuye la utilización de luminarias o ventiladores, además de brindar confort a los habitantes. Además, es necesario realizar una adecuada distribución de los espacios (sala, comedor, cocina, habitaciones, etc.), así como un diseño flexible para posibles ampliaciones futuras con el mínimo de demoliciones.

3.1.2. Aspectos ambientales:

Este nivel se enfoca en el adecuado uso de recursos hídricos, así como la disminución en el consumo de energía, mediante procesos o materiales que en la actualidad son más amigables con el medio ambiente como por ejemplo la reutilización de aguas grises en baños o lavaderos, la utilización de aguas de lluvia, el tipo de calefacción a utilizar en temporadas frías, si fuese necesario, sistemas de agua caliente eficientes o los métodos de obtención de energía mediante fuentes renovables.

3.1.3. Aspectos constructivos:

En este nivel, se tiene en cuenta los materiales a utilizar, los cuales, se puedan ser elaborados con el propio material excavado para la construcción, u otro tipo de materiales reutilizables en construcciones futuras. Así mismo, se debe pensar en que estos puedan ser de rápido proceso constructivo, permitiendo ahorro de tiempo y recursos, además de ser adaptables a diversos usos y de fácil acceso a los posibles beneficiarios. Es necesario definir un sistema estructural óptimo para la vivienda sea segura.

3.2. Confiabilidad de las investigaciones estudiadas

A continuación, se muestran las investigaciones que forman parte de la muestra y los principales procesos metodológicos que utilizaron, lo que permite valorar de antemano la confiabilidad de los resultados que cada investigación mostró.

Tabla 2

Confiabilidad de las investigaciones estudiadas

<i>Código</i>	<i>Investigaciones que forman parte de la muestra</i>	<i>Confiabilidad de la investigación</i>
1	Vivienda económica sostenible para la región sierra del Ecuador	Investigación teórica realizada a partir de estudios de caso que define criterios comunes de sostenibilidad, modelando la propuesta en softwares 2D y 3D.
2	Desarrollo de vivienda ecosostenible para sectores vulnerables	Investigación experimental donde se midieron las propiedades mecánicas de ladrillos y columnas de la vivienda propuesta (tracción, compresión y flexión). También se midió la transmisión térmica de la vivienda mediante un aparato de placa caliente aislado con un cojín de fibra de vidrio, basado en la norma ASTM C 177-10. Se realizaron pruebas acústicas mediante un medidor de nivel de sonido ubicado dentro y fuera de la vivienda.
3	Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material	Investigación experimental que realizó pruebas de laboratorio al elemento principal de la vivienda propuesta (bloques de suelo cemento - BSC). Las pruebas fueron: Resistencia mínima, resistencia al

		esfuerzo de compresión (28 días), pesos y densidades, contenido de cemento por unidad y comparación de costos.
4	Prototipo de vivienda de adobe con energías renovables: caso de estudio localidad de Raíces, Área Natural Protegida del Parque Nacional del Nevado de Toluca, Estado de México	La investigación se apoya en una metodología fundamentada por un estudio e investigación en campo de la localidad de Raíces. Además, se construyó a escala real y cumplió los objetivos planteados.
5	Prototipo de vivienda vertical social sustentable, enfoque en resistencia al cambio climático	Investigación teórica que evalúa en desempeño de estrategias de diseño bioclimático mediante el software Meteonorm. Se generaron futuros escenarios al cambio climático a través del software CCWorldWeatherGen. Y, por último, se compararon la efectividad de las estrategias climáticas ante el cambio climático mediante el software Climate Consultant.
6	“Eficiencia Constructiva aplicada a un modelo de vivienda sostenible para la población marginalizada y vulnerable en el clima frío tropical.”	Investigación realizada aplicando metodología BIM para la elaboración de la propuesta. El modelado de la propuesta (2D y 3D) se realizó mediante el programa Archicad. Utilizando el Software Desing Builder se pudo medir la eficiencia térmica, calidad del aire, iluminación.
7	Desarrollo de un proyecto inmobiliario de viviendas unifamiliares eco sostenibles en el marco de programa mi vivienda en la provincia de Huancavelica	Investigación que se basa en la revisión documental de bibliografía y normativa para desarrollar una propuesta inmobiliaria a través del modelamiento mediante el software AutoCAD. Por último, se evalúa económicamente el proyecto.
8	Diseño General de un Módulo de Vivienda Sostenible con Materiales Eficientes	La investigación es de tipo teórica, basándose en el diseño general y la verificación estructural de la vivienda sostenible. Comparando la propuesta planteada con investigaciones anteriores para ver si es habitable, sostenible y con un comportamiento sismo resistente.
9	Ventilación pasiva y confort térmico en viviendas de interés social en clima ecuatorial	La investigación evalúa un prototipo experimental. Se optó por el modelo PPD-PMV, para evaluar el confort y la calidad de aire, y de esa forma validar si el sistema es efectivo o no

33. Parámetros de viviendas sostenibles en base a las investigaciones analizadas

Se muestran los parámetros recogidos de todas las investigaciones estudiadas, agrupados en los 3 aspectos claves de la presente tesis: arquitectónicos, ambientales y constructivos.

Tabla 3

Parámetros de viviendas sostenibles a nivel arquitectónico

Código	Área techada	Orientación/Ventilación cruzada	Áreas de circulación acorde a las necesidades del habitante	Crecimiento futuro con bajo impacto	Diseño bioclimático/Aislación termoacústica
1	36m ²	Se toma en cuenta la orientación de la vivienda como inicial de la propuesta. Además, las condiciones de soleamiento, clima y características del terreno están presentes en el diseño	Planta tipo “T” de dos niveles con ambientes básicos, cocina/comedor, sala, baño, habitación, escalera.	Dos periodos, 63m ² y 72 m ² , adaptables a la planta tipo “T” inicial	Se basa en acabados arquitectónicos económicos que permitan dar confort a la vivienda como: - Alfombras en dormitorios. -Cerámicas económicas en baños. -Puertas de madera contrachapada tipo económica. - Ventanas con vidrio de 4mm.
2	10m ² por cada módulo	No se toma en cuenta	Diseño comunitario que consta de 4 módulos para ambientes básicos	Módulos no pensados para crecimiento futuro	Los materiales usados (plásticos reciclados) permitieron una adecuada aislación termo acústica, además de mejorar niveles de permeabilidad de la propuesta
3	90m ²	Contempla orientación de la vivienda según el recorrido del sol, para la iluminación natural y para permitir la entrada del sol a fin de generar un efecto invernadero a pequeña escala y mantener la temperatura interior.	La propuesta presenta áreas amplias en los ambientes, así como dos niveles	La propuesta es una vivienda de área techada considerable y dos niveles, por lo que no es pensada para crecimiento futuro	Diseño arquitectónico bioclimático para generar confort térmico
4	42m ²	Sistema de ventilación natural mediante la ubicación estratégica de vanos y orientación adecuada	Áreas mínimas de ambientes (cocina, comedor, habitación) y un sistema de doble altura para mejorar la ventilación	El fácil proceso autoconstructivo permitiría ampliar las áreas existentes	Los materiales y procesos constructivos (piezas de adobe) permitieron el aislamiento térmico y acústico necesarios
5	76.57 m ² por nivel	Adecuada orientación de la vivienda	Al ser una vivienda de 4 niveles, en cada uno se ha pensado en cumplir las necesidades de los usuarios, así como la normatividad de accesibilidad para personas con discapacidad	El primer piso fue diseñado accesible al uso de silla de ruedas, los siguientes fueron diseñados pensando en posibles variaciones futuras	Se tomó en cuenta el confort térmico mediante 6 variables: Actividad de usuario, tipo de vestimenta, temperatura del aire, temperatura radiante, velocidad del aire y humedad relativa

6	35.50m ²	Adecuada orientación de la vivienda y diseño de la envolvente	Planta inicial tipo T de dos niveles con medidas adecuadas a los ambientes básicos. Ideal para adaptarse a un diseño social	El diseño es sencillo y flexible, teniendo en cuenta las necesidades económicas de los habitantes	Ofrece confort térmico, acústico y lumínico. Ahorrando 35 % de recursos hídricos, 51.12 energéticos y 34.2 en materiales.
7	106.98m ²	Se tiene en cuenta la orientación del edificio. Ventanas orientadas hacia el sur, este y sureste para aprovechar la energía solar y el viento.	Se generan dos plantas, la primera tiene sala, comedor, cocina, patio lavandería, dormitorio y baño común, la segunda presenta: dormitorio principal, dos dormitorios secundarios, baño común, hall y estar TV	El diseño se centra en los dos niveles y ambientes planteados desde un inicio, los cuales pueden ir siendo construidos según la necesidad de los usuarios.	Además de las estrategias pasivas de arquitectura bioclimática como la orientación, se trabaja con vidrio insulated en ventanas para aislar ruido y temperatura
8	40.99 m ²	El diseño se enfoca más en la ventilación cruzada	Ambientes confortables de medidas mínimas y una sola planta tipo T que contiene cocina- comedor, sala, SS.HH. y 2 dormitorios	Es un único módulo de una planta pensado para ser sostenible, sismo resistente y estable, no está pensado para ampliaciones	El diseño bioclimático se enfoca en: <ul style="list-style-type: none"> - Ventilación cruzada - Voladizos en los techos - Techos ligeros, acordes al clima. - Ambientes amplios - Nuclear las instalaciones de agua y desagüe.
9	21.31m ²	Por objetivos de la investigación, los módulos se construyeron en azoteas libres de perturbaciones y sobras, con ventilación mínima	Tres módulos de planta geométrica y sensación térmica semejante	Los módulos no fueron construidos para ampliarse	Se propone estrategia pasiva para mejorar ventilación y confort térmico, como la utilización de: <ul style="list-style-type: none"> -Chimeneas solares -Aislamiento térmico con lana de vidrio. -Cámaras de aire. -Pintar la fachada de color blanco

Tabla 4

Parámetros de viviendas sostenibles a nivel ambiental

Código	Sistema de recolección de agua de lluvias	Ahorro de agua y reutilización de aguas grises	Sistema de agua caliente	Sistema de energías renovables	Iluminación controlada
1	Se ha diseñado un canal central en la cubierta para utilizar el agua de lluvias en el jardín				Mediante la utilización de focos ahorradores se disminuye el consumo energético
2			Se instaló un colector solar de tubos al vacío para tener agua caliente.	Para la electricidad, se contó generó un sistema fotovoltaico independiente	
3	Las cubiertas se pensaron para ser recolectoras de agua, con una terraza técnica con dos tanques de 1000l de capacidad		Calentador de agua con energía solar térmica	Se incluyó un panel fotovoltaico para la iluminación	Iluminación con bombillas LED
4		Baño con sistema de ahorro de agua y tina anaeróbica para el tratamiento de aguas grises y jabonosas		Utilización de celdas solares	Ventanas ubicadas estratégicamente para mejorar la iluminación y ventilación. Utilización de focos ahorradores
5			La azotea fue diseñada para alojar calentadores de agua	También se instalaron paneles fotovoltaicos para la energía eléctrica	
6	Sistema de recolección de agua de lluvias automatizada. Se cierra cuando el tanque está lleno	Duchas y grifos de bajo flujo. Sanitarios con doble descarga Reutilización de aguas grises			Iluminación natural adecuada, mediante estrategias pasivas. Utilización de bombillas ahorradoras en espacios interiores y comunes.
7		Llaves de agua temporizadas			Artefactos de iluminación tipo LED
8	La presente investigación solo considera estrategias arquitectónicas bioclimáticas pasivas				
9	La presente investigación solo considera estrategias arquitectónicas bioclimáticas pasivas				

Tabla 5

Parámetros de viviendas sustentables a nivel constructivo

Código	Sistema constructivo/ materiales utilizados	Reúso de materiales propios del proceso constructivo	Optimización de recursos (calidad/ahorro/tiempo)	Tecnologías innovadoras	Utilización de materiales propios de la zona
1	Se utiliza un sistema estructural de acero, considerando los posibles daños sísmicos. Materiales: Zapatas de hierro rellenas con material propio excavado, estructura de acero, piso de arena y cal. Muros y entresijos de planchas de fibrocemento	El relleno de las zapatas se realizará con el material excavado	Materiales con características adecuadas en cuanto a resistencia, durabilidad, versatilidad y disponibilidad.	Instalación de paneles tipo “sanduche” en la mampostería (panel de fibrocemento + panel OSB), lo que permite conservar el calor interior	
2	Muros y columnas hechos a base de materiales plásticos reciclados. Tejas a base de tetrapack reciclado. Juntas machihembradas para evitar uso de concreto		El bajo peso de los muros, hace posible que no se necesiten cimientos subterráneos. Solo se necesitan cimientos en las columnas	Uso de plástico como materia prima para la elaboración de ladrillos	
3	Los materiales principales utilizados en la vivienda son los bloques de suelo-cemento y madera.	Se empleó en principio de MINERÍA INVERSA, que establece un flujo no lineal de energía y materiales, por lo tanto, minimiza la extracción de materias primas no renovables como los residuos de la construcción.	Minimización del uso de acabados arquitectónicos y de producción de escombros mediante la coordinación dimensional.	Fabricación de eco materiales mediante la valorización del suelo residual (BSC y bahareque).	La materia prima para la elaboración de BSC, puede ser el suelo residual del corte de terreno. Y se pueden elaborar in situ, con bajo costo
4	El material principal es el adobe, con piezas acomodadas estratégicamente para evitar acabados. El techo puede ser tradicional (madera) o techo verde		Sistema de autoconstrucción, sistema de ahorro con mínima cantidad de desperdicio. El sistema no requiere acabados (yeso, pintura)	Lo más innovador de la propuesta, es la forma en la que se disponen los bloques de adobe y la utilización de la doble altura para mejorar la ventilación y aislamiento térmico	Los materiales en general son propios de la zona

	(una geomembrana cubierta con tierra fértil)					
5	La presente investigación se enfoca en estrategias de diseño bioclimático, buscando demostrar que se pueden cumplir objetivos sostenibles (sociales, urbanos, de confort térmico, resistencia al cambio climático, diseño solar pasivo, flexibilidad y accesibilidad) dentro de un mismo programa arquitectónico. A nivel constructiva, utiliza los procesos tradicionales (sistemas de concreto)					
6	La estructura principal estaría conformada por estructuras metálicas cubiertas con sistema constructivo de paneles unidos con anclajes. También se utilizan materiales aislantes como cartón corrugado, y estructura metálica aislante de poliuretano		Toda la propuesta ha sido analizada mediante metodología BIM, con el fin de medir su eficiencia en el proceso y consumo energético. Lo que ha permitido medir un ahorro bastante significativo en costo y tiempo	Se toma en cuenta la utilización del color en las fachadas, con tonos medios y oscuros para mejorar la absorción de calor		
7	Se utiliza sistema de muros de ductilidad limitada (albañilería-concreto armado)		Dentro de la vivienda se disponen de ambientes para el reciclaje, con planes concientización a los usuarios	La propuesta utiliza techos verdes para aprovechar las azoteas y mejorar la climatización		
8	Cimientos corridos de concreto ciclópeo, columnas y vigas principales de madera, viguetas para el techo de caña. Los muros se plantearon de quincha				Se utilizaron materiales propios de la zona como la caña, la quincha, madera, paja y barro	
9	Se utilizaron muros en panel-yeso y cubierta de fibrocemento. Se utiliza lana de vidrio en el entretecho			Se utilizaron estrategias pasivas, como pintar de blanco los techos para minimizar absorción de calor		

3.4. Parámetros finales de viviendas sostenibles en base a las investigaciones y normativa consultada

Habiendo analizado los parámetros mostrados en las tablas anteriores de acuerdo a las normas, manuales y guías correspondientes, se definen los aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos para una vivienda sostenible de las zonas alto andinas del Perú.

Tabla 6

Parámetros finales de viviendas sostenibles para zonas alto andinas a nivel arquitectónico

<i>Área techada</i>	<i>Orientación/Ventilación cruzada</i>	<i>Áreas de circulación acorde a las necesidades del habitante</i>	<i>Crecimiento futuro con bajo impacto</i>	<i>Diseño bioclimático/Aislación termoacústica</i>
Se considera la mínima capaz de brindar confort a los habitantes de acuerdo al sistema constructivo	<p>Orientación de la vivienda: El eje principal se ubica de norte a sur, lo que permite aprovechar la radiación solar, con las ventanas ubicadas en los lados este y oeste.</p> <p>Ventilación cruzada: Debido a la zona de investigación, la ventilación requerida es mínima.</p>	Se considerarán los ambientes mínimos necesarios: -Cocina -Comedor -Sala estar -Habitaciones -Servicios higiénicos	Muros que permitan construcciones adyacentes a la propiedad existente, con el mínimo de desperdicio de material o demoliciones. Por criterios de seguridad, a comparación de algunas de las investigaciones estudiadas, que manejan la planta tipo “T” como la más óptima pensando en ampliaciones y área mínimas. Se optará por una planta regular y dimensiones basadas en criterios antisísmicos de Perú.	<p>Estrategias bioclimáticas pasivas: Acordes a las zonas altoandinas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ubicación adecuada de ventanas (este, oeste) -Utilización de plantas de hoja caduca o frondosa en el lado sur- oeste, para disminuir efecto de los fuertes vientos -Pendiente de techos entre 40 y 70%, con aleros de min. 1m de distancia, para protección de lluvias. -Colores en la fachada adecuados (neutros como las gamas de grises, marrones, tierra). -Utilización de contraventanas para evitar la pérdida de calor dentro de la vivienda durante las noches. - Utilización de lana de vidrio para mejorar la capacidad de aislamiento térmico en muros y techos.

Tabla 7

Parámetros finales de viviendas sostenibles para zonas alto andinas a nivel ambiental

<i>Sistema de recolección de agua de lluvias</i>	<i>Ahorro de agua y reutilización de aguas grises</i>	<i>Sistema de agua caliente</i>	<i>Sistema de energías renovables</i>	<i>Iluminación controlada</i>
Utilizar cubierta a dos aguas que permita el recojo de agua de lluvia mediante canaletas hacia un tanque, el cuál debería cerrarse cuando esté lleno. Esto servirá para	Para el caso de los servicios higiénicos, se considera como mejor opción la utilización de baños tipo compostera, una manera orgánica de transformar las excretas en abono, y donde no se necesita agua, considerando la	No se planteará debido a que las investigaciones mostraron que estos sistemas son más complejos y representan aumento de costos	No se planteará debido a que las investigaciones mostraron que estos sistemas son más complejos y representan aumento de costos	Ventanas orientadas hacia el este y oeste captarán mejor la iluminación en los ambientes durante en día. Se utilizarán focos ahorradores durante la noche

actividades que no requieran de agua potable, como regar el jardín, lavar la ropa, entre otros.	propuesta para zonas rurales, donde hay amplia brecha en cuanto a sistemas de agua potable.			
---	---	--	--	--

Tabla 8

Parámetros finales de viviendas sostenibles para zonas alto andinas a nivel constructivo

<i>Sistema constructivo/ materiales utilizados</i>	<i>Reúso de materiales propios del proceso constructivo</i>	<i>Optimización de recursos (calidad/ahorro/tiempo)</i>	<i>Tecnologías innovadoras</i>	<i>Los materiales usados son propios de la zona</i>
<p>Sistema constructivo: Adobe reforzado.</p> <p>Materiales: Uno de los materiales considerados sostenibles desde épocas remotas, es el adobe; por ese motivo este es el material escogido para aplicarse en viviendas sostenibles, sobre todo por sus propiedades aislantes, y materia prima utilizada. Otro material fundamental será la madera, en techos o carpinterías. Para el caso de la cubierta se utilizarán tejas de arcilla cocida</p>	Utilización del material propio del proceso de corte de terreno y excavación para la fabricación de adobes, siempre que se cumpla con la calidad requerida.	Materiales con características adecuadas en cuanto a resistencia, durabilidad, versatilidad y disponibilidad.	Se buscará mejorar los sistemas de construcción tradicionales	Utilización de materiales propios como: -Arena propia de los procesos de excavación -Paja -Madera -Grava -Carrizo

3.4. Propuesta de vivienda sostenible

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de una propuesta de vivienda sostenible para zonas alto andinas aplicando los parámetros finales obtenidos anteriormente; para esto, se han seleccionado dos criterios importantes antes de iniciar la elaboración de la propuesta:

- Zona bioclimática Alto andino (zona 5): Para aplicar criterios de diseño bioclimático
- Zona sísmica (3): Para aplicar criterios estructurales y que la vivienda además de confortable, sea segura.

3.4.1 Orientación de la vivienda:

De acuerdo a las recomendaciones brindadas por la guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos (2008), se opta por la orientación del eje del edificio en sentido norte- sur, de tal manera que se aproveche la radiación solar. Las ventanas orientadas hacia el este y hacia el oeste captarán mejor la iluminación de los ambientes.

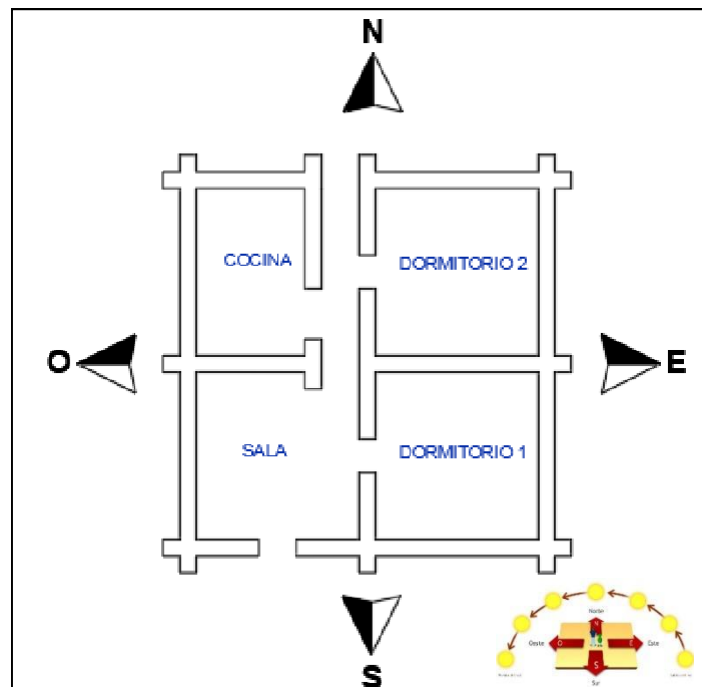


Figura 4 Orientación óptima de la vivienda

3.3.2. Distribución arquitectónica:

Las dimensiones totales en largo y ancho son de 10.00 m x 9,80 m. Ocupando un área total de 98 m². Se han distribuido los ambientes de tal manera que estos tengan iluminación y ventilación adecuada, y las dimensiones básicas para que los habitantes se desplacen de manera óptima dentro de la vivienda. Las medidas de los vanos y su material están pensadas de tal manera que cumplan con los criterios de la Norma E.080 Adobe y además cumplan con los criterios de aislación térmica.

Descripción de la distribución

- **Área interior:** 68.88 m²
- **Ocupantes:** Hasta 4 personas
- **Distribución de espacios:**
 - ✓ 1 cocina- comedor (10.40 m²)
 - ✓ 1 sala (15.44 m²)
 - ✓ 2 habitaciones (15.60 m cada una)
 - ✓ Pasadizo (4.68 m²)
- **Altura libre muro:** 2.40 m
- **Espesor del muro:** 0.40 m
- **Servicios higiénicos:** Sistema tipo compostera, por tal motivo se decidió ubicarla a unos metros de la estructura principal

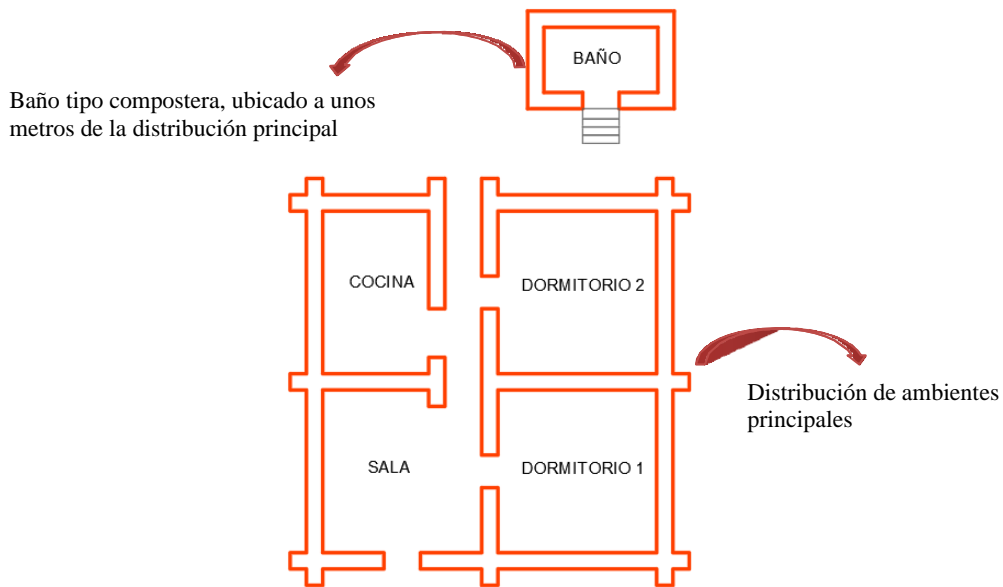


Figura 5 Distribución general de la propuesta. Elaboración mediante AutoCAD

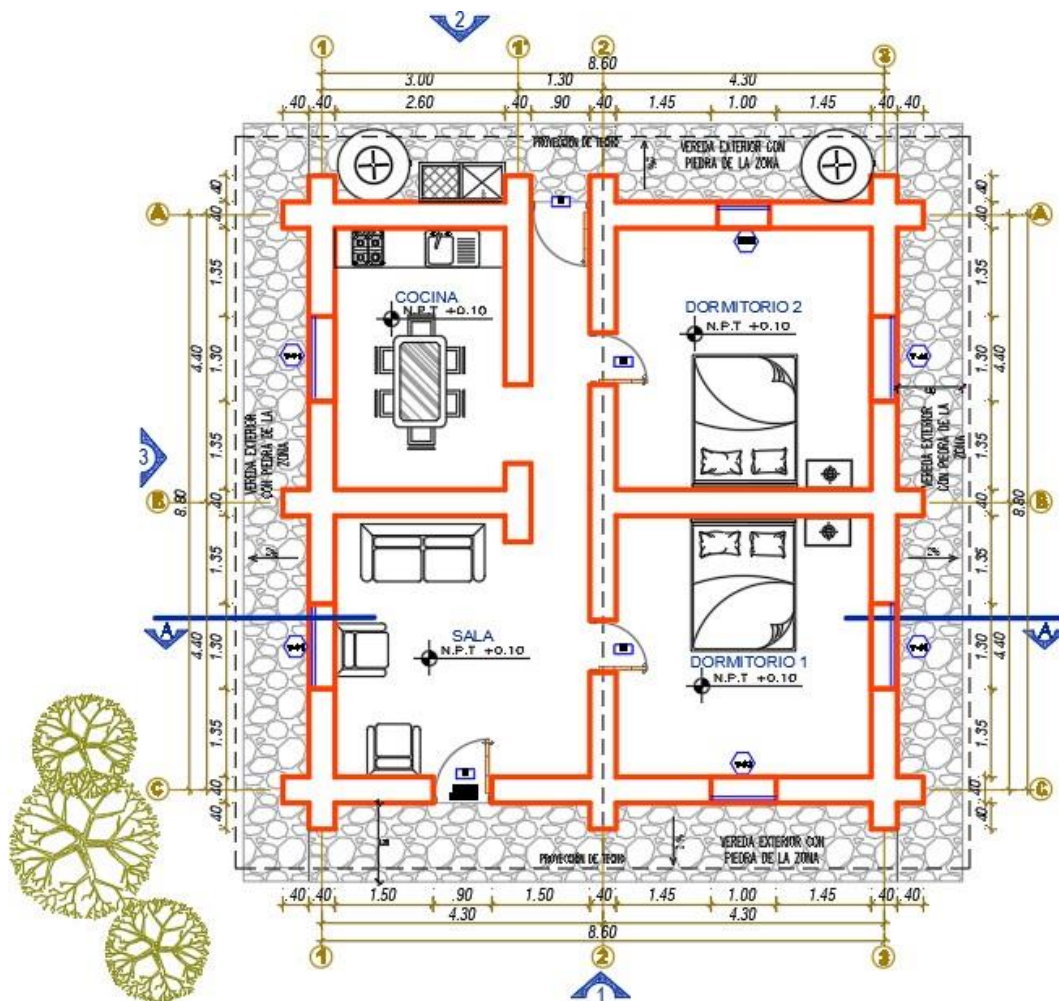


Figura 6 Distribución arquitectónica de los 4 ambientes principales. Elaboración mediante AutoCAD

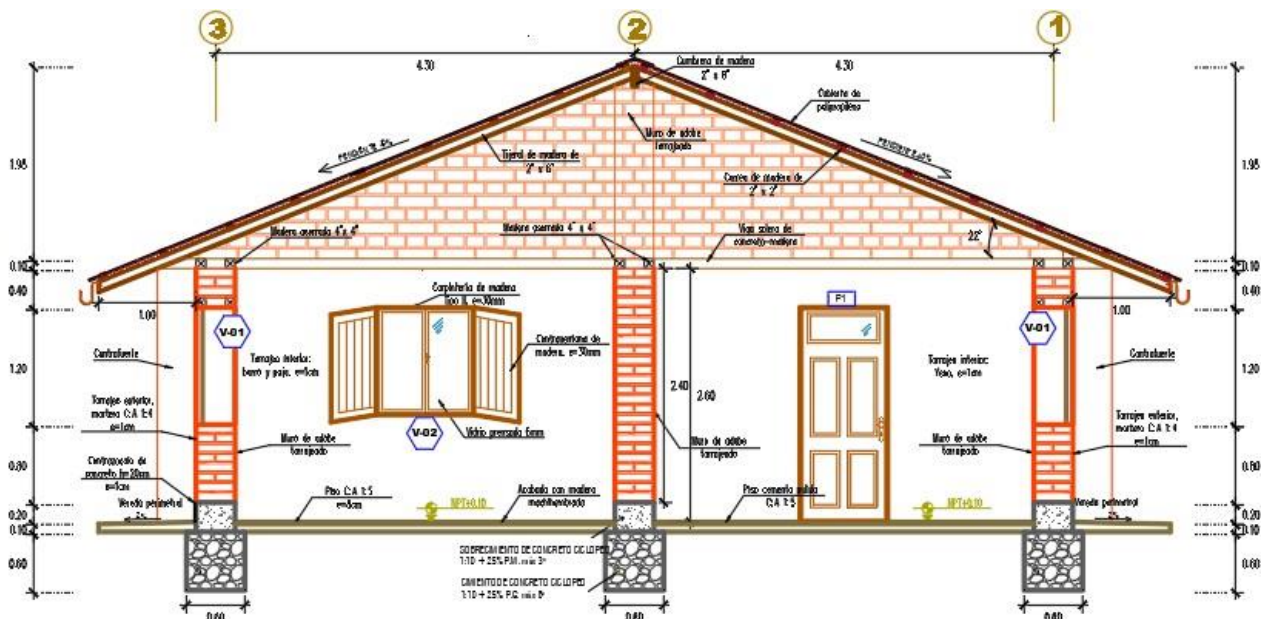


Figura 7 Corte A-A, detalles de la propuesta

Tabla 9

Cuadro de Vanos: Puertas

CUADRO DE VANOS: PUERTAS					
TIPO	ANCHO (m)	ALTO (m)	ALFEIZAR (m)	CANT.	DESCRIPCIÓN
P-01	0.90	2.20	---	02	HOJA MACIZA DE MADERA TORNILLO CON VIDRIO SIMPLE <30%
P-02	0.80	2.20	---	02	HOJA MACIZA DE MADERA TORNILLO CON VIDRIO SIMPLE <30%
P-03	0.90	2.10	---	02	HOJA MACIZA DE MADERA TORNILLO CON VIDRIO SIMPLE <30%

Tabla 10

Cuadro de Vanos: Ventanas

CUADRO DE VANOS: VENTANAS					
TIPO	ANCHO (m)	ALTO (m)	ALFEIZAR (m)	CANT.	DESCRIPCIÓN
V-01	1.30	1.20	1.00	04	CARPINTERÍA DE MADERA TIPO 2, e=30mm VIDRIO Prensado 6mm
V-02	1.00	1.20	1.20	02	CARPINTERÍA DE MADERA TIPO 2, e=30mm VIDRIO Prensado 6mm
V-03	0.90	0.50	1.60	01	CARPINTERÍA DE MADERA TIPO 2, e=30mm VIDRIO Prensado 6mm

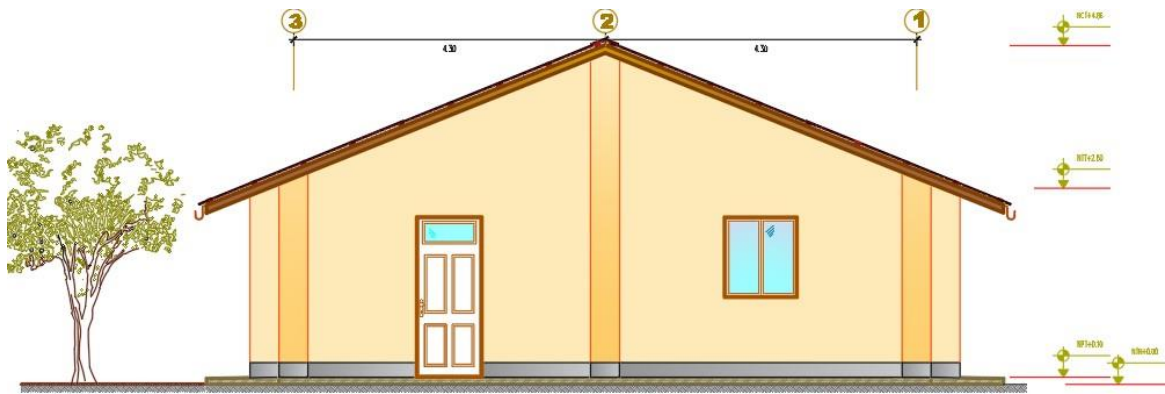


Figura 8 Vista frontal de la propuesta, lado Sur

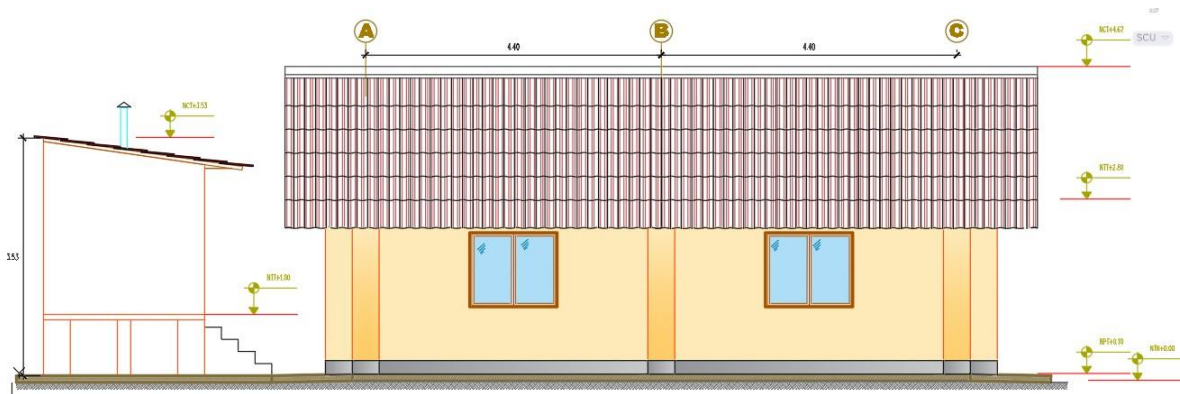


Figura 9 Vista lateral de la propuesta, lado oeste

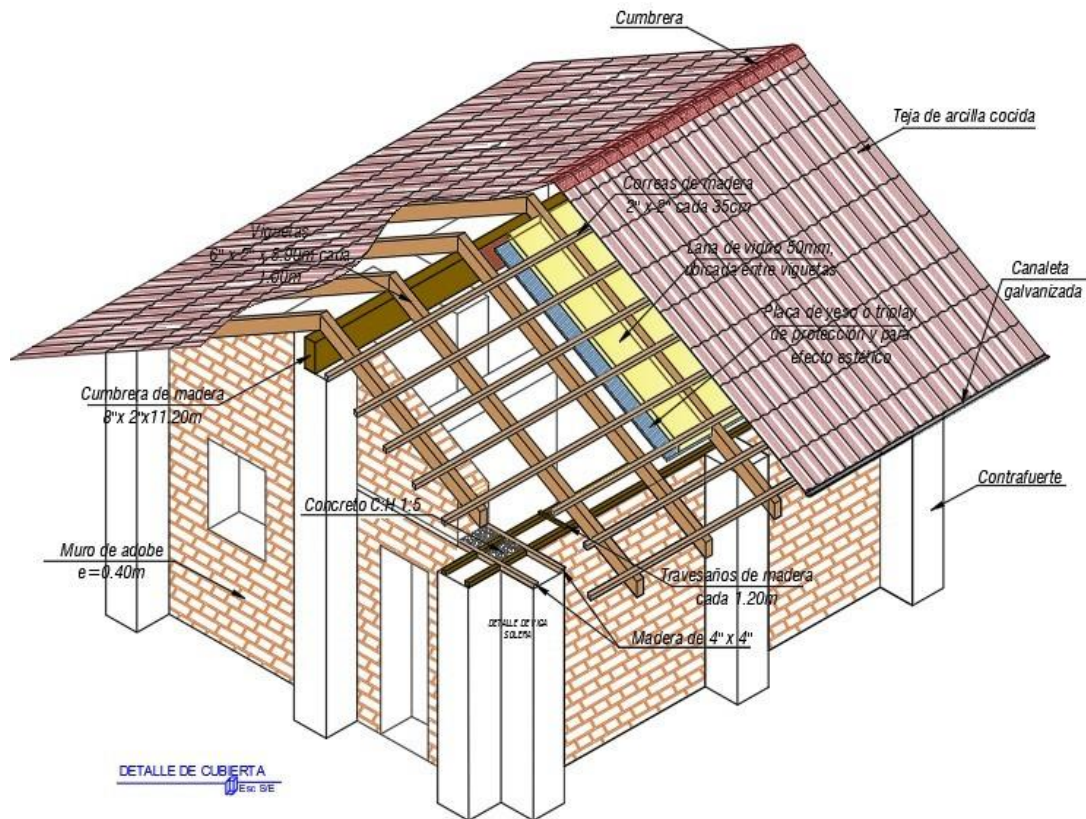


Figura 10 Detalles generales de la propuesta

- El material principal para la vivienda será el adobe, material sostenible y con propiedades termoaislantes. Para que estos cumplan con la calidad requerida, a gradación del suelo para elaborar bloques de adobe debe contener las siguientes proporciones: arcilla 10-20%, limo 15-25% y arena 55-70%, en ningún caso se utilizarán suelos orgánicos (E.080 Adobe, 2017).

Teniendo en cuenta las recomendaciones de la norma E.80 y el manual del adobe del ministerio de vivienda, se determina que las dimensiones escogidas para los adobes de esta propuesta serán de dos tipos: 40cm x 38cm x 10cm y de 18cm x 38cm x 10cm, de tal manera que permitan un adecuado anclaje de arriostres verticales y horizontales entre muros, y así, tener una estructura más estable y segura. Con todo lo antes mencionado, y habiendo escogido una altura libre de 2.40 m (altura mínima

recomendada para la zona en estudio). De acuerdo al artículo 6.4. de la NTE 0.80

(2006), a nivel estructural se optaron por los siguientes refuerzos:

Esbeltez	Arriostres y Refuerzos Obligatorios	Espesor mín. Muro (m)	Altura mín. Muro (m)
$\lambda \leq 6$	Solera	0,4 – 0,5	2,4 – 3,0
$6 \leq \lambda \leq 8$	Solera + elementos de refuerzos horizontal y vertical en los encuentros de muros	0,3 – 0,5	2,4 – 4,0
$8 \leq \lambda \leq 9$	Solera + elementos de refuerzos horizontal y vertical en toda la longitud de los muros	0,3 – 0,5	2,7 – 4,5

Figura 11 Sistemas de refuerzo (N.080 Adobe).

* Cabe resaltar que, de acuerdo a la norma peruana de adobe E.080 (2017), se buscó cumplir con los criterios de esbeltez brindados en el capítulo II, artículo 6 de la norma en cuestión, adicionalmente, se complementó el diseño con las recomendaciones de la norma E.080 (2008), con los refuerzos mostrados en la tabla anterior. Se describe a continuación:

- ✓ Solera: Se utilizan vigas collarín, madera de 4"x4" con travesaños cada 1.20m, relleno de concreto mezcla cemento arena (1:5), para mejorar los esfuerzos de los muros frente a un sismo (Manual del adobe, 2010).
- ✓ Refuerzos verticales: Se utilizarán muros transversales y contrafuertes en los encuentros para mejorar transmitir fuerzas cortantes a la cimentación (Norma E.080).
- ✓ Para mejorar la respuesta de la estructura a los sismos, se utilizarán refuerzos de caña horizontal y vertical. Los refuerzos horizontales irán cada cuatro hiladas y amarradas con fierro galvanizado N° 16.

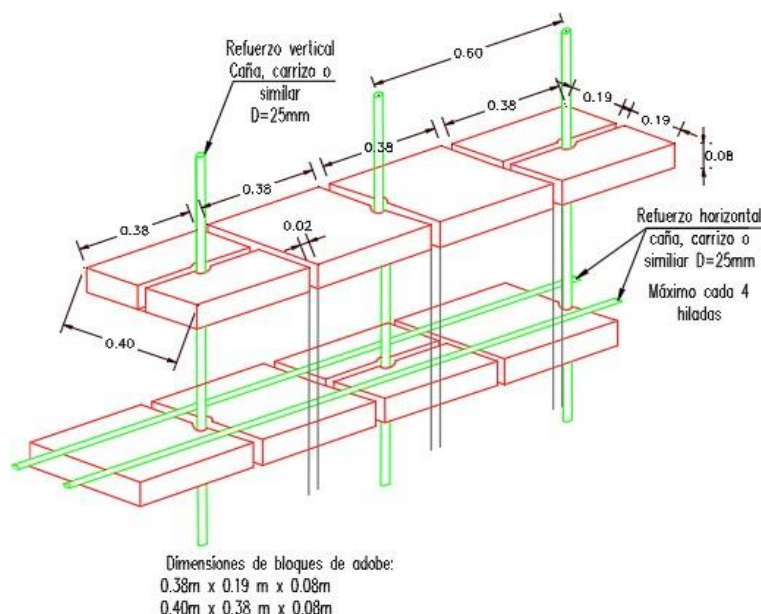


Figura 12. Refuerzos horizontales y verticales de caña o similares (E.80 Adobe)

- Para el acabado de los muros exteriores, se utilizará una mezcla de cemento-arena en proporciones 1:4 (arena gruesa) para el primer pañeteo y 1.4 (arena fina) para el acabado final, el espesor no excederá de 1 cm. En el caso del tarrajeo interior, se utilizará mezcla de barro con paja de espesor 2cm, debido a las propiedades termoaislantes de esta clase de revestimiento.
- Se utilizará piso de Cemento pulido, espesor 8 cm. Para la base se usará cemento con arena gruesa mezcla 1:4. Para el acabado se recomienda madera machihembrada, especialmente en las habitaciones, en la sala o cocina se puede considerar un acabado de cemento pulido con las mismas proporciones.
- Los pisos exteriores (veredas) serán de piedras de la zona, con mezcla de cemento y arena de las mismas características que para la parte interior, También podría considerarse cemento pulido. Es importante considerar una pendiente ligera de 2% para evitar empozamiento de agua debido a las lluvias

- La madera para la carpintería de los vanos podrá considerarse de densidad media como caoba, nogal, roble, fresno, machinga, castaño, laurel. En el caso de las superficies vidriadas en puertas y ventanas se utilizará vidrio prensado 6mm.
- El material utilizado para la cubierta será la teja, debido a que es el más común en estas zonas del Perú, debido a su resistencia y durabilidad para las condiciones climáticas frías. Este se apoyará sobre viguetas de madera de sección 2” x 6” y correas de madera de sección 2” x 2”. Se determina una pendiente de techo mínima de 40% y aleros de mínimo 1m de distancia horizontal. Entre las viguetas se instalará lana de vidrio de 50mm de espesor con el objetivo de mantener el calor dentro de la vivienda, se podrá usar también para recubrir este material placas de yeso o triplay.
- Con el fin de proteger los sobrecimientos de lluvia se consideran contra zócalos exteriores de mezcla cemento arena, o piedra, con espesor de 1 a 1.5cm y altura de 0.20m
- Para los refuerzos verticales de los muros, se ha optado por la utilización de contra fuertes de adobe, estos, para que puedan considerarse como arriostres, deben tener una longitud mínima en la base de 3 veces el espesor del muro ($3 \times 0.40 = 1.20$ m) en dirección contraria al muro que se desea arriostrar. Además, la longitud máxima entre refuerzos es de 12 veces el espesor del muro ($12 \times 0.40 = 4.80$ m). Por otra parte, en caso de desearse hacer ampliaciones, se pueden sacar las mitades de los adobes, de la parte colindante a la zona de ampliación, y así continuar con la construcción.

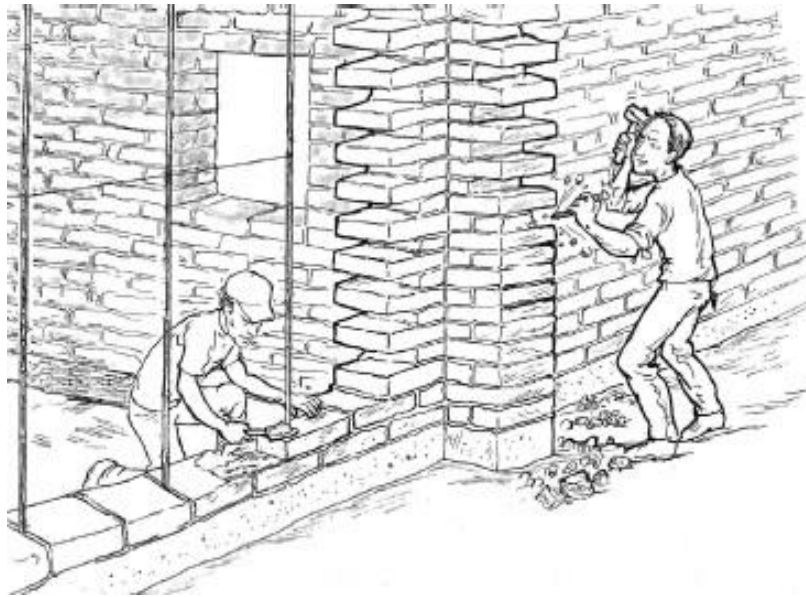


Figura 13 Ampliación de muros con contrafuertes (Fundasal, 2012)

3.3.3. Cálculo de la transmitancia térmica de la envolvente para la vivienda

La transmitancia térmica (U) se define como el flujo de calor, según régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas a ambos lados del elemento estructural en estudio (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2014). En otras palabras, es la cantidad de energía que fluye a través de un elemento constructivo (muro, piso, techo, etc.) y las capas que forman parte de dicho elemento, en una unidad de tiempo determinada cuando hay variaciones de temperatura.

Identificada la zona donde se quiere implementar el proyecto (Zona 5: Alto Andino), en base a la norma EM. 110, se procede a la identificación de los valores máximos permitidos, como se muestra a continuación:

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

Figura 14 Valores máximos de transmitancia térmica según la zona bioclimática

Una vez encontrados los valores máximos de transmitancia térmica, se realiza el análisis de cada elemento de la envolvente (muros, techo, piso), de acuerdo a los procedimientos de cálculo señalados por la norma correspondiente.

➤ **Cálculo de la transmitancia térmica del muro:**

Se analizará de acuerdo a la metodología aplicada para las envolventes Tipo 1 (en contacto con el ambiente exterior).

<p>Para el cálculo de la transmitancia térmica de muros tipo 1A, se puede aplicar el procedimiento incluido a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ventanas o mamparas 2. Puertas 3. Muros (1A) 4. Columnas 5. Sobrecimientos 6. Vigas 7. Vestidura de derrame (en caso el proyecto lo incluya) 8. Caja de persianas (en caso el proyecto lo incluya)
--

Figura 15 Metodología para el cálculo de la transmitancia térmica del muro

1. Transmitancia térmica (U) de las ventanas:

Tabla 11

Cálculo de transmitancia térmica de ventanas

Ventanas	Espesor (m)	Cant.	Perímetro (m)	RST/RCA (m ² °C/W)	Coef. T.T. K(W/m °C)	S 1	U 1	S1 X U1
Tipo de Vidrio								
Vidrio Prensado	0.006					5.52	1.2	6.62

S 1: Suma de todas las superficies vidriadas de un mismo tipo, excluyendo todo material opaco (marcos, molduras, cerrajerías, etc.)

U 1: Transmitancia térmica del material en W/m²K (Para el caso de vidrio prensado: 1.2 W/m²k)

S 1 x U 1: Producto de la superficie total, por la transmitancia. La unidad es W/k

2. Transmitancia térmica (U) del tipo de marco o carpintería de las ventanas

Tabla 12

Cálculo de transmitancia térmica de los tipos de Carpintería

Tipo de carpintería	Espesor (m)	Cant.	Perímetro (m)	RST/RCA (m ² °C/W)	Coef. T.T. K (W/m °C)	S 1	U 1	S1 X U1
Carpintería 1	0.05	4	4			2.21	2.2	4.86
Carpintería 2	0.05	2	2			0.98	2.2	2.16

Espesor: Ancho de la carpintería fijada al muro

Perímetro: Suma del perímetro total de todos los marcos de un mismo tipo.

S 1: Espesor x perímetro (m²)

U 1: Transmitancia térmica del material en W/m²K (Se considera la utilización de madera de densidad media alta: 700 kg/cm²: 2.2 W/m²k)

S 1 x U 1: Producto de la superficie total, por la transmitancia. La unidad es W/k

3. Transmitancia térmica de las puertas que separan el interior de la edificación con el ambiente exterior.

Tabla 13

Cálculo de transmitancia térmica de las puertas

Puertas	Espesor (m)	Cant.	Perímetro (m)	RST/RCA (m ² °C/W)	Coef. T.T. K(W/m °C)	S 1	U 1	S 1 X U 1
Puerta P1: Hoja maciza de madera tornillo con vidrio simple < 30%, marco de madera tornillo						3.96	4.00	15.84

S 1: Suma de las superficies de las puertas del mismo tipo, de acuerdo al diseño del proyecto. (m²)

U 1: Transmitancia térmica de la hoja de acuerdo al material en W/m²K

S 1 x U 1: Producto de la superficie total, por la transmitancia. La unidad es W/k

4. Transmitancia térmica de los Muros tipo 1A sin cámara de aire

Tabla 14

Cálculo de transmitancia térmica de muros sin cámara de aire

Muro sin cámara de Aire	Espesor (m)	Cant.	Perímetro (m)	RST/RCA (m ² °C/W)	Coef. T.T. K(W/m °C)	S 1	U 1	S 1 X U 1
Resistencias superficiales								
Resistencia superficial externa (Rse)				0.11				
Resistencia superficial interna (Rsi)				0.06				
Muro sin cámara de Aire						95.14	0.71	67.93
Adobe tradicional (barro con adiciones de paja) 0.40 x 0.40 x 0.08	0.4				0.40		1.00	
Tarrajeo exterior Mortero Cemento-Arena 1:4, e= 1cm	0.01				1.2		0.01	
Tarrajeo interior de barro con paja e=2cm	0.02				0.09		0.22	

Resistencias superficiales: En la celda ubicada entre la columna RST/RSA y la fila

Resistencia Superficial Externa (Rse), se coloca el valor 0.11 W/m²k. En la celda

ubicada entre la intersección de la columna RST/RSA y la fila Resistencia Superficial Interna (Rsi), se coloca el valor 0.06 W/m²k

Coef. T.T.: Se indica el Coeficiente de transmisión térmica (k) de cada material

S 1: Superficie total o área total del muro sin cámara de aire

Finalmente, en la intersección de la columna U 1 y la celda que agrupa a todas las filas en las que se ha caracterizado cada material componente del muro, se coloca la transmitancia térmica de todo el muro, usando la siguiente fórmula:

Ecuación 1 Transmitancia térmica del muro

$$U_{1-\text{muro sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{e_{\text{material 1}}}{k_{\text{material 1}}} + \frac{e_{\text{material 2}}}{k_{\text{material 2}}} + \frac{e_{\text{material 3}}}{k_{\text{material 3}}} + \dots + R_{\text{si}} + R_{\text{se}} \right)}$$

5. Transmitancia térmica del puente térmico “Sobrecimientos”

Tabla 15

Cálculo de transmitancia térmica del puente térmico “Sobrecimientos”

Puente térmico: Sobrecimiento	Espesor (m)	Cant.	Perímetro (m)	RST/RCA (m² °C/W)	Coef. T.T. K(W/m °C)	S 1	U 1	S 1 X U 1
Puente térmico: Sobrecimiento						6.92	2.02	13.97
Composición:								
Mortero Cemento-Arena 1:4, e= 1cm	0.01				1.2		0.01	
Sobrecimiento de concreto ciclópeo 1:10 +25% P.M. máx. 3"	0.4				1.51		0.26	
Tarrajeo interior de barro con paja e=2cm	0.01				0.09		0.22	

Coef. T.T.: Se indica el Coeficiente de transmisión térmica (k) de cada material

S 1: Superficie total de la cara del sobrecimiento de la envolvente (en contacto con el ambiente exterior).

U 1: Transmitancia térmica de cada material en W/m²K

Finalmente, en la intersección de la columna U 1 y la celda que agrupa a todas las filas en las que se ha caracterizado cada material componente del muro, se coloca la transmitancia térmica del sobrecimiento, usando la siguiente fórmula:

Ecuación 2 Transmitancia térmica del sobrecimiento

$$U_{\text{sobrecimiento}} = \frac{1}{\frac{e_{\text{material 1}}}{k_{\text{material 1}}} + \frac{e_{\text{material 2}}}{k_{\text{material 2}}} + \frac{e_{\text{material 3}}}{k_{\text{material 3}}} + \dots}$$

6. Transmitancia térmica del puente térmico “Viga Solera”

Tabla 16

Cálculo de transmitancia térmica del puente térmico “Viga Solera”

Puente térmico: Viga Solera	Espesor (m)	Cant.	Perímetro (m)	RST/RCA (m² °C/W)	Coef. T.T. K(W/m °C)	S 1	U 1	S 1 X U 1
Puente térmico: Viga Solera N°1						3.46	2.02	6.98
Composición:								
Mortero Cemento-Arena 1:4, e= 1cm	0.01				1.2		0.01	
Concreto ciclópeo 1:10	0.04				1.51		0.26	
Mortero Cemento-Arena 1:4, e= 1cm	0.01				0.09		0.22	

Coef. T.T.: Se indica el Coeficiente de transmisión térmica (k) de cada material

S 1: Superficie total de la cara de la viga (en contacto con el ambiente exterior)

U 1: Transmitancia térmica de cada material en W/m²K

Finalmente, en la intersección de la columna U 1 y la celda que agrupa a todas las filas en las que se ha caracterizado cada material componente del muro, se coloca la transmitancia térmica de toda la viga, usando la siguiente fórmula:

Ecuación 3 Transmitancia térmica de la viga

$$U_{1-viga} = \frac{1}{\frac{e_{\text{material 1}}}{k_{\text{material 1}}} + \frac{e_{\text{material 2}}}{k_{\text{material 2}}} + \frac{e_{\text{material 3}}}{k_{\text{material 3}}} + \dots}$$

Una vez calculados todos los elementos parciales descritos anteriormente, tomando en cuenta las superficies totales, se calculará la transmitancia térmica U final para muros tipo 1A, a través de la siguiente fórmula:

Ecuación 4 Transmitancia térmica U final para muros tipo 1A

$$U^{final} = \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = \frac{S_1 \times U_1 + S_2 \times U_2 + S_3 \times U_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots}$$

Donde:

Σ S 1: Suma total de las superficies de cada tipo de elemento de la envolvente

Σ S 1 x U 1: Suma total de todos los productos “S 1 x U 1” encontrados:

S x U de los tipos de ventanas

S x U de los tipos de carpintería de los marcos

S x U de los tipos de puertas

S x U de los muros sin cámara de aire

S x U de los puentes térmicos “Vigas”

S x U de los puentes térmicos “Sobrecimientos”

TRANSMITANCIA (U1 FINAL) = Σ S X U / Σ S	1.84
--	------

➤ **Cálculo de la Transmitancia térmica del techo:**

Se analizará de acuerdo a la metodología aplicada para techos inclinados (Tipo 3A)

Tabla 17

Cálculo de transmitancia térmica de techo (Tipo 3A)

Techo (3A)	Espesor (m)	Cant.	Perímetro (m)	RST/RCA (m ² °C/W)	Coef. T.T. K(W/m °C)	S1	U1	S1 X U1
Resistencias superficiales								
Resistencia superficial externa (Rse)				0.05				
Resistencia superficial interna (Rsi)				0.09				
Techo sin cámara de Aire N°1						112.22	0.76	85.16
Teja de arcilla cocida 16cm x 35cm x 5cm	0.01				1.00		0.01	
Aislante térmico - Lana de vidrio 50mm (Baja densidad 12 kg/m ³)	0.05				0.043		1.163	
Panel de yeso	0.0013				0.25		0.05	
TRANSMITANCIA (U3 FINAL) = Σ S X U / Σ S							0.76	

Resistencias superficiales: En la celda ubicada entre la columna RST/RSA y la fila Resistencia Superficial Externa (Rse), se coloca el valor 0.05 W/m²k (Para cualquier zona bioclimática). En la celda ubicada entre la intersección de la columna RST/RSA y la fila Resistencia Superficial Interna (Rsi), se coloca el valor 0.09 W/m²k (Para las zonas bioclimáticas 4, 5 y 6)

Coef. T.T.: Se indica el Coeficiente de transmisión térmica (k) de cada material

S 1: Superficie total o área total del muro sin cámara de aire

En la intersección de la columna U 1 y la celda que agrupa a todas las filas en las que se ha caracterizado cada material componente del muro, se coloca la transmitancia térmica de todo el muro, usando la siguiente fórmula:

Ecuación 5 Transmitancia térmica del techo tipo 3A

$$U_{1-techo} = \frac{1}{\left(\frac{e_{material\ 1}}{k_{material\ 1}} + \frac{e_{material\ 2}}{k_{material\ 2}} + \frac{e_{material\ 3}}{k_{material\ 3}} + \dots + R_{si} + R_{se} \right)}$$

Finalmente, para el caso de la envolvente Tipo 3, el coeficiente de transmitancia térmica promedio (U3) se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 6 Transmitancia térmica U final para techos tipo 3A

$$U_{3A}^{final} = \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = \frac{S_1 \times U_1 + S_2 \times U_2 + S_3 \times U_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots}$$

Donde:

Σ S 1: Suma total de las superficies de cada tipo de elemento de la envolvente

Σ S 1 x U 1: Suma total de todos los productos “S 1 x U 1” encontrados:

➤ Cálculo de la transmitancia térmica del piso

Se utilizará la metodología aplicada para el cálculo de transmitancia térmica de losas o pisos Tipo 4 A, horizontales o ligeramente inclinados para separación entre el interior de la edificación con el terreno natural, sin cámara de aire.

Tabla 18

Cálculo de transmitancia térmica del piso (Tipo 4A)

Piso (4A)	Espesor (m)	Cant.	Perímetro (m)	RST/RCA (m ² °C/W)	Coef. T.T. K(W/m °C)	S1	U1	S1 X U1
Resistencia superficial externa (Rse)				0.09				
Resistencia superficial interna (Rsi)				0.09				
Piso sin cámara de Aire N°1						62.12	2.21	136.93
Piso de cemento pulido, e=10cm	0.1				0.53		0.377	
Madera machihembrada(tornillo)	0.01				0.12		0.083	
TRANSMITANCIA (U4 FINAL) = $\Sigma S \times U / \Sigma S$							2.20	

Resistencias superficiales: En la celda ubicada entre la columna RST/RSA y la fila Resistencia Superficial Externa (Rse), se coloca el valor 0.09 W/m²k (Para zonas bioclimáticas 4, 5 y 6). En la celda ubicada entre la intersección de la columna RST/RSA y la fila Resistencia Superficial Interna (Rsi), se coloca el valor 0.09 W/m²k (Para las zonas bioclimáticas 4, 5 y 6)

Coef. T.T.: Se indica el Coeficiente de transmisión térmica (k) de cada material

S 1: Superficie total o área total del muro sin cámara de aire

En la intersección de la columna U 1 y la celda que agrupa a todas las filas en las que se ha caracterizado cada material componente del muro, se coloca la transmitancia térmica de todo el muro, usando la siguiente fórmula:

Ecuación 7 Transmitancia térmica del techo tipo 3A

$$U_{4A-\text{piso sin cámara}} = \frac{1}{\left(\frac{e_{\text{material 1}}}{k_{\text{material 1}}} + \frac{e_{\text{material 2}}}{k_{\text{material 2}}} + \frac{e_{\text{material 3}}}{k_{\text{material 3}}} + \dots + R_{\text{si}} + R_{\text{se}} \right)}$$

Finalmente, para el caso de la envolvente Tipo 4A, 4B Y 4C, el coeficiente de transmitancia térmica promedio (U4 Final) se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 8 Transmitancia térmica U final para techos tipo 4A

$$U^{final} = \frac{\sum S_i \times U_i}{\sum S_i} = \frac{S_1 \times U_1 + S_2 \times U_2 + S_3 \times U_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots}$$

Donde:

Σ S 1: Suma total de las superficies de cada tipo de piso

Σ S 1 x U 1: Suma total de todos los productos “S 1 x U 1” encontrado.

➤ **Verificación:**

Una vez encontrados los valores de transmitancia térmica de cada elemento de la envolvente (muros, techos y pisos), de la propuesta generada, se compara con los valores máximos para la zona bioclimática. Si los valores encontrados no exceden, entonces la propuesta cumple con brindar confort térmico a los habitantes y se tendrían que buscar otras soluciones

Tabla 19

Verificación de valores de transmitancia máxima

Transmitancia térmica	Valor máximo	Propuesta generada	Verificación
Del muro (U muro)	1.00	1.00	CUMPLE
Del techo (U techo)	0.83	0.76	CUMPLE
Del piso (U piso)	3.26	2.20	CUMPLE

Para llegar a cumplir con los valores máximos que la norma recomienda, fue necesario evaluar distintas veces los elementos constructivos y arquitectónicos. En el caso de los techos, donde se produce pérdida de calor en cantidad considerable, fue necesario plantear la colocación de aislantes térmicos, teniendo en cuenta diversas variables, como facilidad de compra, precio y dificultad de instalación e impacto ecológico, se decidió optar por la lana de vidrio; tal como muestra la siguiente imagen.

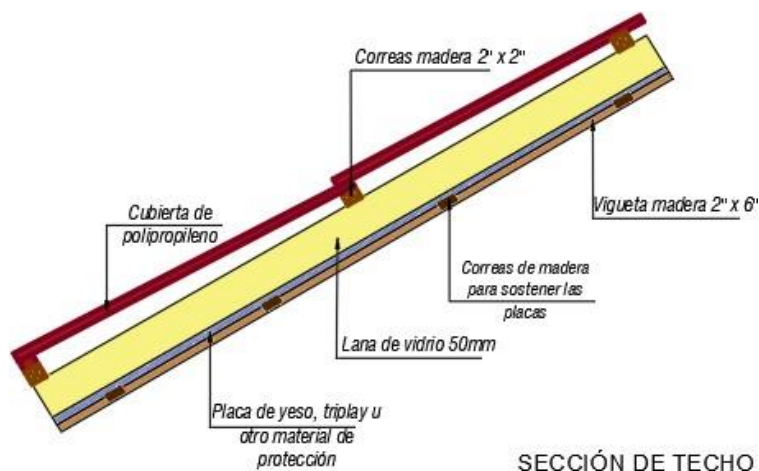


Figura 16 Sección del techo

Para efectos estéticos, la lana de vidrio puede cubrirse interiormente con placas de yeso, triplay u otro material conveniente, sosteniéndose sobre correas de madera. Los materiales son livianos.

3.3.4. Opciones para el manejo eficiente del consumo de agua

En la parte baja de los aleros, se instalarán canaletas para recoger el agua proveniente de las lluvias, mediante un sistema simple de tuberías para luego llevar líquido a un tanque de almacenaje, Después, esta podrá ser utilizada para lavar, regadío de huertos u otras actividades.

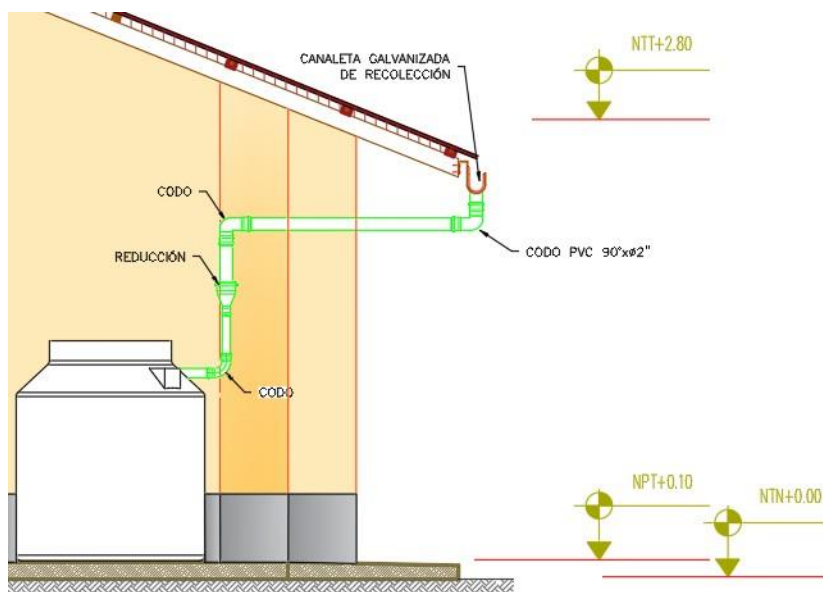


Figura 17 Sistema de recolección de aguas de lluvia

➤ Servicios higiénicos:

Para el caso de los servicios higiénicos, se planteó la utilización de baños ecológicos en forma de cámara compostera, cuya ventaja principal es que almacena las excretas para deshidratarlas y no necesita la utilización de agua, es una opción innovadora y que se implementa principalmente en las zonas rurales o aquellas en las que hay bajo acceso a agua. Su tiempo de uso es de 1 o 2 años, antes de que tengan que limpiarse para volver a utilizarse. Los residuos pueden utilizarse como abono (Opciones Tecnológicas de Saneamiento para el Ámbito Rural, 2018).

A diferencia de una letrina, este es un baño definitivo, el cual no tendremos que construir cada cierto periodo, al contrario, solo requiere mantenimiento cada 6 meses y al cabo de un año, los residuos están listos para ser utilizados como abono (Instituto de Desarrollo Urbano).

Este tipo de eco baños, pueden construirse dentro o muy cerca de nuestra vivienda, para efectos de la propuesta se creyó conveniente ubicarla en la parte trasera.

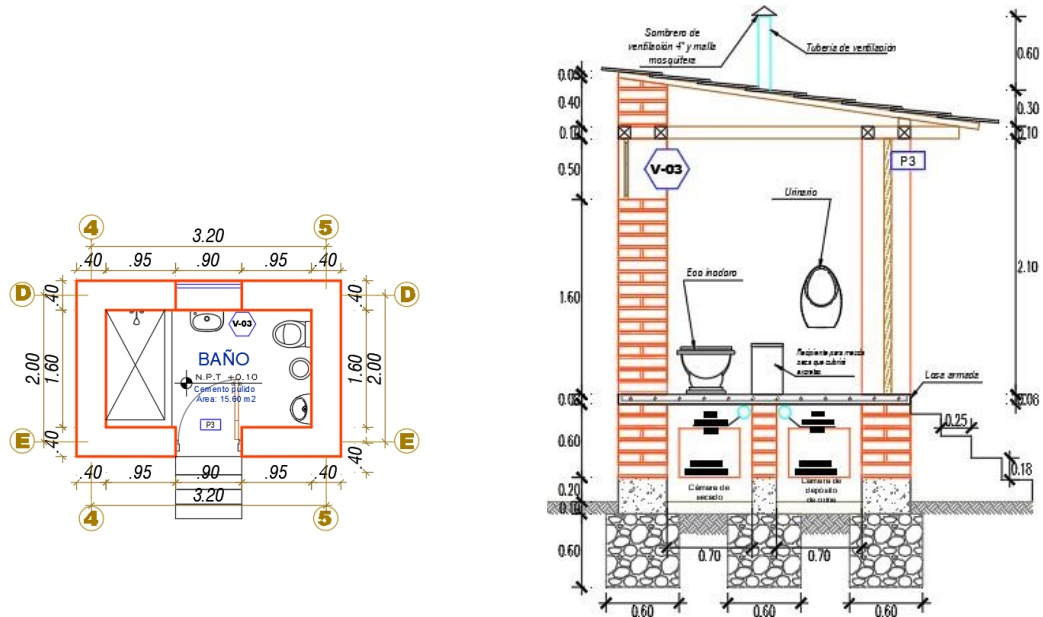


Figura 18 Detalles cámara compostera

- Organización de la propuesta en planos realizados en el programa AutoCAD

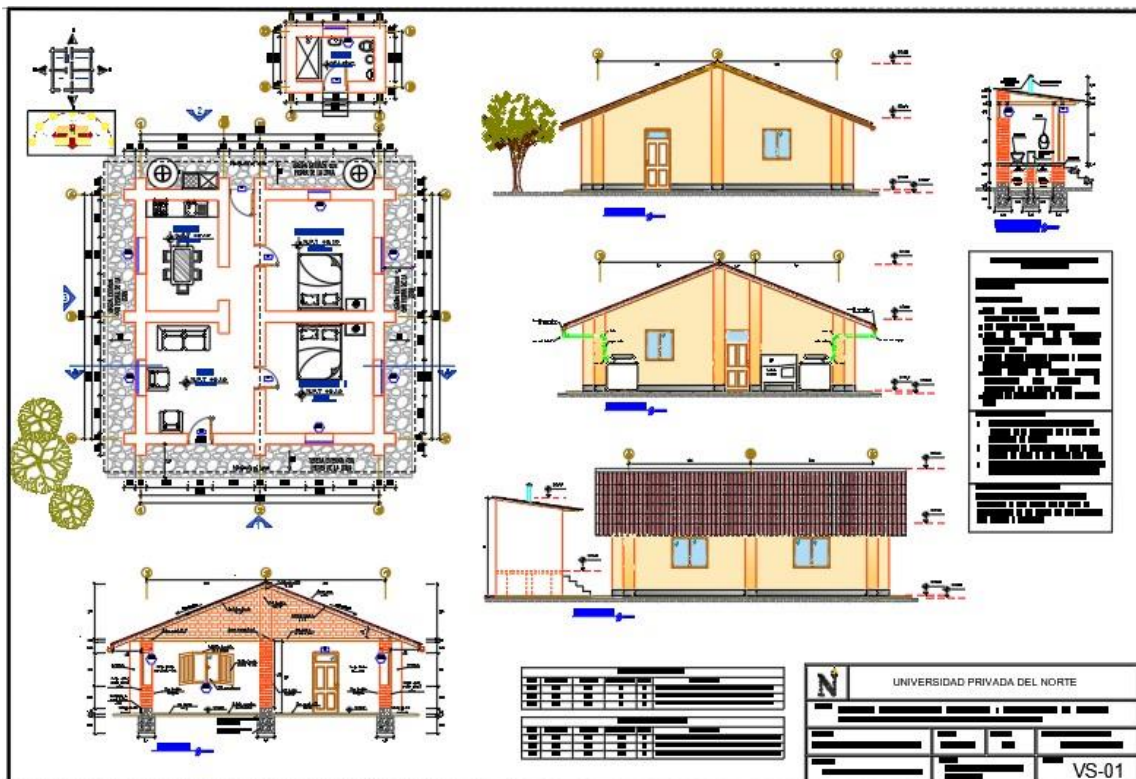


Figura 19 Plano VS-01

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Los resultados mostraron que cuando se desea hablar de vivienda sostenibles, es necesario evaluar la ubicación geográfica y condiciones climáticas de la zona donde se desea implementar la edificación. Sin embargo, las diversas investigaciones que fueron analizadas mostraron diversos tipos de estrategias bioclimáticas que pueden ser replicadas al momento de querer elaborar un proyecto de vivienda sostenible. Evaluando por supuesto, las condiciones de costo y accesibilidad de cada beneficiario.

Es así que, al haber agrupado los diversos parámetros de las investigaciones estudiadas en aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos, fue mucho más fácil determinar cuáles de estos criterios podrían ser utilizados en una vivienda sostenible de las zonas alto andinas, considerando que estos deben ser lo más accesibles posible a las personas de más bajos recursos, permitiendo hacer una revisión general de posible ubicación de vanos, ambientes mínimos que podrían albergar a una familia cómodamente, materiales utilizados para la construcción, y sistemas de ahorro de agua y energía. Fue necesario evaluar estos criterios en base a normas, guías o manuales, para elevar el grado de confiabilidad de la investigación.

A nivel arquitectónico, se pudo ver mediante las tablas comparativas de parámetros de viviendas sustentables que las áreas techadas y de los ambientes en cada propuesta son las mínimas posibles capaces de brindar confort a los habitantes, viéndose que el área mínima encontrada fue en la investigación “Desarrollo de vivienda eco sostenible para sectores vulnerables”, donde se presentan módulos de 10m². Cabe resaltar, que cada propuesta está pensada en distintos números de habitantes. Lo que es un factor importante a tener en cuenta. También fue posible ver que esa fue la única investigación que no tuvo en cuenta criterios de orientación o ventilación, a comparación de las demás investigaciones, que toman ese

aspecto como punto de partida para el diseño. Es de ese modo como la orientación de la vivienda se convierte en aspecto principal dentro de los aspectos arquitectónicos al momento de implementar una propuesta de vivienda sostenible en zonas alto andinas y demás zonas bioclimáticas.

Fue interesante notar como 3 de las investigaciones plantean la planta tipo “T” como la forma más adaptable a variaciones futuras, con el mínimo de impacto sobre la construcción existente. Sin embargo, las normas de construcción demuestran que las plantas más seguras son las de forma simétrica; una vez definido el sistema estructural, es mejor optar por un fácil proceso constructivo, con plantas cuadradas o rectangulares, evaluando otro tipo de estrategias que permitan un fácil crecimiento futuro.

Además de la orientación de la vivienda, como punto de partida del diseño bioclimático, existen otro tipo de estrategias que permiten contar con una vivienda sostenible, tal es el caso de la correcta elección de acabados arquitectónicos, como alfombras, carpinterías y cerámicas económicas, color de las fachadas o vidrios de características especiales. Se considera para la presente investigación que algunos de estos aspectos podrían elevar los costos de la construcción total de la vivienda, por lo que podrían considerarse solo en casos muy necesarios y siempre que sean accesibles al usuario.

En relación a los aspectos ambientales, teniendo en cuenta que aquí se manejan los sistemas de ahorro de agua y energía eléctrica. Las investigaciones han sido más flexibles, ya que no todas implementan estrategias en uno u en otro caso. Solo 3 de las investigaciones estudiadas implementan alguna forma de recolección de agua de lluvias; la investigación “Prototipo de vivienda de adobe con energías renovables: caso de estudio localidad de Raíces, Área Natural Protegida del Parque Nacional del Nevado de Toluca, Estado de México”, es la única que presenta un sistema de tratamiento de aguas grises o jabonosas. Algunas de las investigaciones plantean la utilización de llaves temporizadas o de bajos flujos en lavatorios

e inodoros. Para tener agua caliente en las viviendas, las investigaciones usan colectores solares y calentadores de agua en las azoteas.

La revisión documental permitió entender que implementar este tipo de estrategias suele ser un poco más complejo y presentar un costo elevado, es por este motivo que la estrategia más económica es contar con un sistema de recolección de agua de lluvias mediante canaletas y tanques, para poder utilizar esta agua en actividades donde no se requiere agua potable. En el caso de los servicios higiénicos, evaluando las alternativas presentadas y normativa correspondiente, se considera que la utilización de baños tipo compostera, es una herramienta eficaz y amigable con el medio ambiente, ya que no se requiere de agua para evacuar, y las excretas se convierten en abono después de cierto periodo de tiempo. Esta es una alternativa ideal, especialmente para comunidades rurales donde ni siquiera se cuenta con sistemas de agua potable.

Por otro lado, al hablar de sistemas de energías renovables, las investigaciones estudiadas plantean la utilización de paneles fotovoltaicos para generar energía eléctrica, sin embargo, como se detallaba en el párrafo anterior, estos sistemas son más complejos de implementar, sobre todo si se piensa en sistemas autoconstructivos. No obstante, es más factible ubicar estratégicamente las ventanas, y de esa forma conseguir iluminación y ventilación natural durante el día, y durante la noche, utilizar focos ahorradores.

En cuanto a los aspectos constructivos, pudo verse que la mayoría de investigaciones utilizan materiales que puedan ser realizados a partir del material excavado en las cimentaciones, tanto para rellenar zapatas o elaborar adobes o bloques “suelo cemento”. En situaciones más innovadoras, se construyeron muros y columnas a base de material reciclado como plásticos. En cuanto al sistema estructural de algunas propuestas, se opta por la utilización de acero, ya que es un material duradero, que puede reutilizarse en el futuro. Otras en cambio,

prefieren la utilización de madera, ya que el impacto ambiental y costo de producción es mucho menor.

Teniendo en cuenta esto, para la presente investigación, se considera que la mejor opción es el uso de adobe como material principal para la vivienda sostenible, debido a su menor impacto y facilidad de elaborar con materia prima tomada del proceso de excavaciones y corte de terreno; además, como elemento principal de vanos o cubiertas, se utilizará madera. Las investigaciones estudiadas, evitan la utilización de materiales comunes en la actualidad como el concreto o ladrillos, esto debido a que el proceso de producción de estos, suele ser muy poco amigable con el medio ambiente.

Las cubiertas planteadas en las investigaciones, en algunos de los casos son realizados con doble objetivo, como la implementación de paneles solares, o techos verdes, adicionalmente, algunos estudios consideraron este elemento como el adecuado para implementar materiales termo aislantes como el poliuretano, o la lana de vidrio. Y de esa forma mantener la vivienda a una temperatura adecuada para los ocupantes, aun cuando la temperatura exterior se encuentre muy elevada, o muy baja. Considerando que las zonas alto andinas son principalmente frías, la utilización de materiales termoaislantes es viable, para brindarle confort térmico a los habitantes.

Un aspecto a tener en cuenta, es que la investigación “Diseño general de un módulo de vivienda sostenible con materiales eficientes”, es la única que de manera explícita define como uno de sus objetivos y presenta la evaluación sismorresistente de la propuesta mostrada. Se considera que este es un criterio fundamental, ya que una vivienda sostenible no solo debe ser confortable, amigable ambientalmente y económica; también debe ser lo más segura posible en caso ocurran eventos naturales como sismos.

La necesidad de viviendas que brinden las condiciones mínimas necesarias para que los ocupantes encuentren confort en sus hogares, aun acarrea una amplia brecha en el Perú,

especialmente en las zonas más pobres del país, como zonas rurales. Es por ello que, mediante la revisión documental realizada, se pudieron revisar los principales criterios que hacen de una vivienda sostenible. Y habiendo hecho la revisión normativa correspondiente, pudieron definirse los aspectos más adecuados para aplicarse a una vivienda sostenible de las zonas alto andinas del Perú.

Finalmente, se realizó una propuesta que reúne todos los aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda sostenible. Teniendo en cuenta para ello, que dicha propuesta estaría ubicada en la zona bioclimática 5 - alto andina, para definir los criterios bioclimáticos, y en la zona sísmica 3, para tener en cuenta criterios sismo resistentes. Sin embargo, al realizar la revisión de normativa, se pudo ver que los criterios bioclimáticos para la zona bioclimática 4 – meso andino, son similares, los que permite hacer una extensión de la investigación; ya que los criterios seleccionados y la propuesta elaborada es viable para ambas zonas bioclimáticas.

La propuesta fue pensada hasta para 4 ocupantes, con un área total de 68.88 m², con los ambientes básicos de cocina, sala, habitaciones, y servicios higiénicos, el sistema constructivo será el adobe reforzado, para brindar seguridad a la estructura con materiales típicos en el Perú.

Las dimensiones de puertas y ventanas fueron realizadas teniendo en cuenta las recomendaciones de las normas correspondientes para el adecuado comportamiento de los muros. Los vidrios y tipos de carpintería, según las características climáticas de la zona, para mejorar el confort térmico de los habitantes.

En cuanto a los materiales a utilizar, se optó por adobes tradicionales con adiciones de paja para evitar que el bloque se raje. Otras propuestas de vivienda sostenible como “Vivienda económica Sostenible para la región sierra de Ecuador” (Guerra, et al., 2014) o “Eficiencia Constructiva aplicada a un modelo de vivienda sostenible para la población marginalizada y

vulnerable en el clima frío tropical” (Gamez, 2017) incluyen la utilización de paneles prefabricados o sistemas industrializados. Sin embargo, debido a la realidad de la zona de implementación, el adobe es un material fácil de elaborar, con proceso amigable con el medio ambiente que no implica la utilización de energías, además puede realizarse con el propio material excavado para las cimentaciones, in situ. Lo que disminuye a su vez los costos de transporte de materiales.

En el caso de la cubierta, se plantea un techo a dos aguas de tejas de arcilla, un material muy utilizado debido a que al considerarse “pesado” soporta las acciones del viento y es más duradero. Para sostener la cubierta se pensó en tijerales de madera y correas del mismo material, por ser un material de fácil acceso, la misma que con un adecuado proceso constructivo es resistente y duradera. Fue necesaria la inclusión de tecnologías como la lana de vidrio, un material termoaislante que permita al ambiente interior guardar calor en invierno y mantenerse fresco en verano.

Con respecto a los cimientos y sobrecimientos, se realizan con concreto ciclópeo y piedra, de tal manera que la edificación tenga una adecuada distribución de cargas hacia el suelo. Y para mejorar el comportamiento sísmico, la viga solera será de madera de sección cuadrada longitudinalmente en los costados, con travesaños cada 1.20m y rellena con concreto de mezcla c:a 1:5 haciendo que la edificación actúe como un solo elemento estructural simétrico, distribuyendo así los esfuerzos cortantes.

Con todos los parámetros que se han ido mencionando anteriormente, se hizo un énfasis en el cálculo de las transmitancias térmicas de la envolvente (muros, techos, pisos), para evaluar si estos cumplen con los valores máximos establecidos por la normativa peruana, y determinar de esta manera si la sensación de calor dentro la vivienda va a ser la adecuada para la sensación de bienestar de cada uno de los habitantes. Se siguió la metodología indicada en la norma EM.110 Confort térmico y lumínico. Finalmente se obtuvo que la

propuesta y los materiales utilizados cumplen con los valores máximos permitidos de transmitancia térmica en los muros, el techo y el piso.

Para el adecuado manejo de consumo de aguas, la presente investigación muestra una alternativa que no ha sido incluida en ninguno de los antecedentes estudiados, la utilización de servicios higiénicos con compostera, este sistema no necesita la utilización de agua, y los residuos pueden utilizarse como abono. Además, considerando los problemas actuales por la falta de agua en distintas regiones, y que la vivienda no necesariamente se aplicará en lugares que cuenten con sistema de alcantarillado, es una opción bastante eficaz para reducir el consumo de agua. Por otra parte, se considera la instalación de canaletas para el recojo de aguas pluviales, las mismas que se podrán almacenar en un tanque en la parte trasera de la vivienda, para utilizarse cuando sea conveniente.

La eficiencia energética de la vivienda está basada en la adecuada orientación de la vivienda para captar la luz solar y tener un consumo energético controlado de los focos durante el día. Y durante la noche se utilizarán focos ahorradores o focos led.

Limitaciones:

Las limitaciones que la investigación presentó, es la imposibilidad de hacer un diagnóstico en un lugar determinado para el determinar la situación real actual de las viviendas de las zonas alto andinas, y de esa forma evaluar los parámetros mencionados a lo largo de este informe a escala real, como por ejemplo distribución arquitectónica, materiales utilizados, procesos constructivos y los sistemas de manejo adecuado de agua y sistemas energéticos. Por otro lado, el presente estudio está limitado a un enfoque teórico, basándose en investigaciones anteriores y la normativa peruana vigente. Por lo que se sugiere que, en estudios posteriores, se pueda implementar la parte experimental, tal como muestran algunos de los antecedentes presentados.

La arquitectura sostenible es un término muy amplio que abarca diversos parámetros, por lo que la investigación presentada se ha basado en analizar solo algunos de ellos, a nivel arquitectónico, ambiental y proceso constructivo. Otras investigaciones podrían abarcar más campos de la arquitectura sostenible o bioclimática, que brinde o mejore las condiciones de confort de la población.

Implicancia:

La implicancia de esta investigación fue la de determinar los principales aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de una vivienda de las zonas altoandinas, especialmente que puedan ser utilizados por personas de bajos recursos en la zonas rurales del Perú, ya que allí es donde se ve el mayor déficit de vivienda digna para la población, contribuyendo también con estrategias que disminuyan el impacto ambiental que en la actualidad el constante crecimiento demográfico y la industria de la construcción generan el planeta. Brindando así, estrategias pasivas y de bajo costo, mediante las cuales las familias se puedan sentir cómodas, y sobre todo seguras dentro de sus hogares.

Recomendaciones:

Se sugiere realizar este tipo de investigaciones a nivel experimental, de modo que la confiabilidad de los parámetros aquí mostrados aumente, y sea factible pensar en proyectos de mayor envergadura, mediante los cuales se pueda cumplir con el objetivo de brindarles a las personas de bajos recursos confort y seguridad en sus viviendas, con procesos económicos y amigables con el ambiente.

4.2 Conclusiones

Se pudo realizar adecuadamente la revisión de fuentes informáticas, mediante la cual, se seleccionaron 9 estudios como parte de la muestra de la presente investigación, los cuales son la base para la selección de criterios que hacen de una vivienda sostenible, a nivel

arquitectónico, ambiental y constructivo. Esto permitió hacer una descripción general de lo que se busca en cada uno de los aspectos mencionados.

Se seleccionaron los parámetros de diseño sostenible adecuados a las zonas alto andinas del Perú, teniendo en cuenta también, la revisión de normativa correspondiente; determinando así, que, a nivel de aspectos arquitectónicos, los principales parámetros son: orientación de la vivienda, pendientes adecuadas en los techos, sistemas de aislamiento térmico, y distribución adecuada de los ambientes. A nivel ambiental, se maneja la recolección de agua de lluvias para usos no potables, mediante sistemas sencillos, que no involucren costos elevados. Para el caso de los servicios higiénicos, se plantea la utilización de sistemas innovadores, como los baños tipos compostera. Por otro lado, en cuando a sistemas de energía renovable, estos involucran costos más elevados, por lo que con ventanas ubicadas estratégicamente se permite una buena iluminación natural en el día, y en la noche la utilización de focos ahorradores. Por último, a nivel constructivo, es fundamental una buena elección de materiales y sistema constructivo, considerándose el adobe reforzado, el sistema más óptimo.

Finalmente, aplicándose los criterios sostenibles anteriormente mencionados, fue posible elaborar una propuesta de vivienda sostenible para las zonas alto andinas del Perú, la misma, que tal como se ha mencionado a lo largo de la presente tesis, se puede hacer extensiva hacia las zonas menos andinas del país.

REFERENCIA

- Acosta, D. (2009). *Arquitectura y construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias*. DEARQ-Revista de Arquitectura(4), 14-23. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=341630313002>
- Alvear, A., Sánchez, H., Tapia, E., & Ordóñez, G. (2016). *Declaraciones consensuadas del Seminario-Taller: "Arquitectura sostenible" Un enfoque sobre estrategias de diseño bioclimático*. *Estoa*, 5(9), 133-149.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*, 6ta edición. Episteme. Recuperado el 09 de 06 de 2020
- Asis, S., Stivale, S., & Falabella, T. (2014). *Mejoramiento de las condiciones medioambientales de la vivienda social de Mar de Plata a partir de la implementación de metodologías de ACV*. *Investigación y acción*(16), 91-116.
- Bedoya, C. (2017). *Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material*. *Revista de arquitectura*, 20(1), 62-70.
- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica*. Chiclayo.
- Boza, A., & Meza, J. (2018). *Desarrollo de un proyecto inmobiliario de viviendas unifamiliares eco sostenibles en el marco de programa mi vivienda en la provincia de Huancavelica*. Tesis, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.
- Calderón, J. (2015). *Programas de vivienda social nueva y mercados de suelo urbano en el Perú*. *EURE*, 41(122), 27-47.
- Cruz, J., Gómez, D., Sánchez, Luz, & Cuervo, Juan. (2014). *Aplicación electrónica para el ahorro de agua en una vivienda familiar*. *Ingeniería y tecnología*, 10(2), 322-335.
- FUNDASAL. (2012). *Mejoramiento de la Tecnología para la Construcción y Difusión de la Vivienda Popular Sismo Resistente*. El Salvador.
- Gaggino, R. (2014). *Salubridad, sustentabilidad ecológica y costo de tecnologías constructivas para la vivienda de interés social*. *Cuaderno Urbano, espacio, cultura y sociedad*, 17(17), 113-144.
- Gamez, B. (2017). *Eficiencia Constructiva aplicada a un modelo de vivienda sostenible para la población marginalizada y vulnerable en el clima frío tropical*. Tesis, Bogotá.
- Giraldo, W., & Herrera, C. (2017). *Ventilación pasiva y confort térmico en vivienda de interés social en clima ecuatorial*. *Ingeniería y desarrollo*, 35(1), 77-101.
- Guerra, J., Parra, A., Ordóñez, F., Mendez, X., Navas, V., & Cordero, X. (2014). *Vivienda económica sostenible para la región Sierra del Ecuador*. *Estoa*(4), 7-19.
- Instituto de Desarrollo Urbano. (s.f.). *Manual de construcción de baño ecológico seco*. Manual, Perú. Recuperado el 2021
- Lárraga, R., Aguilar, M., Reyes, H., & Fornateli, J. (2014). *La sostenibilidad de la vivienda tradicional: una revisión del estado de la cuestión del mundo*. *Revista de arquitectura*, 16(14), 126-133.
- Maqueira, Á. (2011). *Sostenibilidad y ecoeficiencia en arquitectura*. *Ingeniería industrial*(29), 125-152.
- Michel, N. (2016). *Construcciones Sostenibles: Incentivos para su desarrollo en la ciudad Autónoma de Buenos Aires*. 20(20), 119-138.
- Ministerio de Educación. (2008). *Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos*. Guía, Ministerio de Educación, Lima.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2014). Norma EM. 110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética. Norma .
- Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. (2018). Opciones tecnológicas para el sistema de saneamiento en el ámbito rural.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). E.080 Adobe. Norma técnica.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). Manual de construcción- Edificaciones antisísmicas de adobe.

- Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento. (2018). NTE.0.30 Diseño Sismo resistente. Norma Técnica.
- Ministerio del Interior, O. P. (s.f.). Manual de vivienda sustentable. Argentina.
- Molina, H., & Fernández, A. (2013). *Evolución del comportamiento térmico en viviendas tradicionales de piedra y cubierta de paja*. Puesta en valor de un modelo sostenible en el noroeste de España. *Revista de la construcción*, 12(12), 102-105.
- Neila, J. (2014). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*.: 89-99.
- Osinermin. (2013). Introducción a las Energías renovables. Obtenido de <http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/IntroduccionEnergiasRenovables.html>
- Piña Hernández. (2018). *Prototipo de vivienda vertical social sustentable, enfoque en resistencia al cambio climático*. *Invi*, 33(92), 213-237.
- Ramírez, M., Aguiluz, J., & Gutiérrez, R. (2013). *Prototipo de vivienda de adobe con energías renovables: caso de estudio localidad de Raíces, Área Natural Protegida del Parque Nacional del Nevado de Toluca, Estado de México*. *Ciencia Ergo Sum*, 20(3), 231-237.
- Rodríguez, L., Villadiego, K., Padilla, S., & Osorio, H. (2018). *Arquitectura y Urbanismo sostenible en Colombia*. Una mirada al marco reglamentario. *Bitacora*, 28(3), 19-26.
- Salazar, E., Arroyave, J., & Moreno, I. (2014). *Eco-Sustainable housing development for vulnerable population* [Desarrollo de vivienda ecosostenible para sectores vulnerables]. *Ingeniería y competitividad*, 16(1), 249-259.
- Vega, V., & Ruiz, R. (2017). *Desarrollo sostenible y vivienda digna como punto de progreso social*. *GO.USB*, 17(1), 245-254.
- Zalamea, E., & García, A. (2014). *Diseño arquitectónico integrado de sistemas solares térmicos*. *Arquitectura y urbanismo*, 35(3), 19-36.

ANEXOS

Anexo 1. Fichas resumen para recolección de datos

Anexo 2. Propuesta de vivienda sostenible



TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

FICHA RESUMEN N°1

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	Vivienda económica sostenible para la región sierra del Ecuador
AUTORES	Jaime Guerra Galán, Andrea Parra, Fernanda Ordóñez, Xavier Méndez, Vanessa Navas
UBICACIÓN-FECHA	Ecuador- 2014
OBJETIVO	Generar un modelo de vivienda que satisfaga las necesidades de una familia tipo, que otorgue confort y calidad de vida a sus miembros, como respuesta a los problemas que el cambio climático genera.
METODOLOGÍA UTILIZADA	<p>La metodología consiste en adoptar soluciones tipo para la vivienda y sus posibilidades de crecimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El prototipo planteado considera en un área mínima: recursos económicos limitados y posibilidades de ampliación. Sea cual fuere el lugar de implantación las condiciones de soleamiento, clima y características del terreno están presentes. 1. Para empezar, se genera una planta tipo T, de dos niveles, que a su vez permitirá ampliaciones futuras, este a su vez, permite aglutinar las funciones de la vivienda en módulos de 2,70 m x 2,70 m libres. Se destina un módulo central de 2,70 m x 1,80 m para el sistema de circulación y zonas húmedas. 2. Con los sistemas estructurales definidos, se determinan adicionalmente tres períodos de ampliación, formalmente ordenados que permiten una consolidación a nivel urbano de los diferentes sectores escogidos. 2. Se proyecta la vivienda por etapas, planteando tres períodos de crecimiento que van desde los 36 m², 63 m² y 72 m² como máximo. 4. Las técnicas constructivas a utilizarse buscan la estandarización. De esta manera reducimos al mínimo el posible desperdicio de materiales que genera este proyecto. <p>En cuanto a las características de la vivienda, se tuvieron los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Zapatas de 80 x 80 x 80 cm, con una estructura de hierro donde se fundirá una placa de anclaje. El relleno se realizará con el material propio excavado. -La estructura se realizará en base a acero, debido a su ligereza y bajo costo. -El piso se ha realizado mezclando arena con cal en una proporción de 10:0.5, con capas de 3 a 4 cm apisonadas. - Para el entepiso se ha optado por planchas de fibrocemento sobre una estructura de metal de C80 X 40 X 3mm cada 0.61 cm, sobre ellas se coloca una Malla R-84 y una chapa de hormigón de 5cm, con el fin de obtener una superficie rígida y con aislamiento acústico. Se utiliza lo mismo para la cubierta, pero utilizando una membrana asfáltica impermeabilizante. -Se ha diseñado un canal central en la cubierta para el tratamiento de agua de lluvias para utilizar en el jardín de la vivienda. -La escalera se ha diseñado en estructura metálica como viga central y utilizando pasos de eucalipto y un espesor de 4 cm de empernados a la viga central. Como pasamano se coloca tubo metálico. Los elementos determinados como acabados servirán para darle confort a la vivienda. Y con materiales de bajo precio. -Se opta por estructuras metálicas, debido a su rápido proceso constructivo, y puede reutilizarse, además es una buena alternativa para enfrentar el peligro sísmico.

RESPONSABLE	ASESOR
NOMBRE: Angeles Rubí Sangay Flores	NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
FECHA: 11-07-20	FECHA: 11-07-20



TESIS	"Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020"
NOMBRE DEL TESISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

CÓDIGO DEL ESTUDIANTE:
N00034190

**PROPUESTA/
RESULTADOS**



Imagen 1 Esquema de la vivienda



Imagen 2 Vista frontal completa

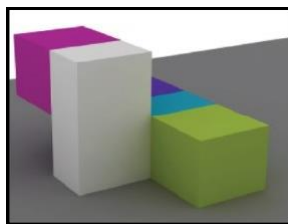


Imagen 3 Vivienda de 36 m2

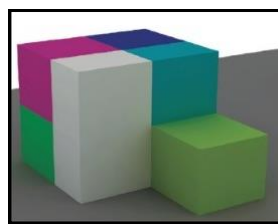


Imagen 4 Vivienda de 63 m2

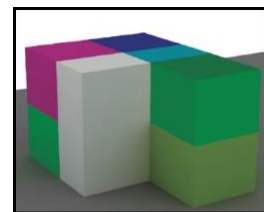


Imagen 5 Vivienda de 72 m2

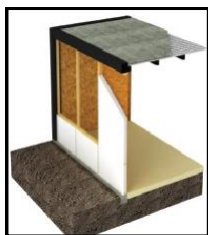


Imagen 6 Panel prefabricado



Imagen 7 Solución en conjunto

CONCLUSIONES

El prototipo de vivienda contiene condiciones de diseño que le otorgan el carácter sostenible a la edificación.
 Todas estas opciones adoptadas buscan generar una vivienda confortable y sostenible, donde el individuo se sienta conforme y comprometido con su vivienda, su manzana y su barrio.
 El conjunto arquitectónico logrado presenta una imagen coherente y demostrará que con recursos económicos y técnicos óptimos se puede obtener una vivienda económica digna, sostenible y de alta calidad formal

RESPONSABLE

ASESOR

NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores

NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

FECHA: 11-07-20

FECHA: 11-07-20



TESIS

"Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020"

CÓDIGO DEL ESTUDIANTE:

NOMBRE DEL TESISTA

Ángeles Rubí Sangay Flores

N00034190

ASESOR

Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

FICHA RESUMEN N°2

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	Desarrollo de vivienda ecosostenible para sectores vulnerables
AUTORES	Edgar A. Salazar, Juan F. Arroyave, Iván Y. Moreno
UBICACIÓN-FECHA	Colombia-2014
OBJETIVO	Elaborar un módulo habitacional ecosostenible para sectores vulnerables, mediante la utilización de plástico y tetrapack reciclado, proveniente de residuos en procesos de empaque de diferentes empresas; con la instalación de sistemas ecoeficientes, para satisfacer demandas energéticas eléctricas respectivamente.
METODOLOGÍA UTILIZADA	<p>La metodología consistió en los siguientes aspectos:</p> <p>"1. Módulo de la vivienda: Diseñado para 2 personas, proporcionando dimensiones mínimas de habitabilidad y confort. La construcción se basa en criterios bioclimáticos y bio constructivos que optimizan los recursos energéticos en su construcción, conservación y mantenimiento. "</p> <p>2. Materiales: Se utilizaron principalmente materiales plásticos para las paredes y columnas, para las tejas se utilizaron tetrapack reciclados.</p> <p>"3. Construcción del módulo: El proceso de ensamblaje del módulo comienza con la preparación del terreno (malla soldada y cimientos de grava) para la base de concreto, y levantando los encofrados necesarios que soportarán las columnas. En el caso del mortero para ladrillos, se utilizaron juntas de machihembrado, para evitar el uso de mezclas de concreto."</p> <p>4. Pruebas de propiedades mecánicas: los ladrillos y las columnas mostraron valores promedio de resistencia máxima de 38 Mpa para las pruebas de compresión y 15.5MPa para las pruebas de tracción.</p> <p>5. Pruebas de transmisión térmica: La prueba realizada muestra una conductividad de $k=0.24$ W/mk, menos que los materiales de construcción comunes, estos valores más bajos, garantizan condiciones de aislamiento térmico aceptables.</p> <p>6. Pruebas de aislamiento acústico: Se realizó utilizando un medidor de nivel de sonido ubicado dentro y fuera del módulo construido. Se detectó una disminución promedio de 23.7%. Sin embargo, no se logra un aislamiento completo debido a espacios libres entre paredes y tejas.</p> <p>7. Pruebas de impermeabilidad: Los porcentajes de absorción promediaron un 3,8%, muy por debajo del valor máximo permitido por la Norma Técnica Colombiana 4017, por lo que los ladrillos de estudio presentan una permeabilidad muy baja, generando un módulo con buena protección contra la intemperie.</p> <p>8. Sistemas de energía térmica y eléctrica: Se instaló un colector solar de tubos al vacío para agua caliente en pocas proporciones. Para mayores cantidades se conectó un colector solar de placa plana. En el caso de la electricidad, se generó un sistema fotovoltaico independiente que entregaba 13.2 kW-h/mes.</p> <p>9. Costo: El costo del área construida resulta más económico que el costo de una construcción común por m², sin embargo, la instalación de sistemas eléctricos y térmicos, presentan costos relativamente altos, no obstante, el ahorro a largo plazo, compensa los costos iniciales.</p>

RESPONSABLE

ASESOR

LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO
INGENIERO CIVIL
REG. DEL COLEGIO DE INGENIEROS N° 86753

NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores

NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

FECHA: 11-07-20

FECHA: 11-07-20



TESIS	"Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020"	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

PROPUESTA/
RESULTADOS

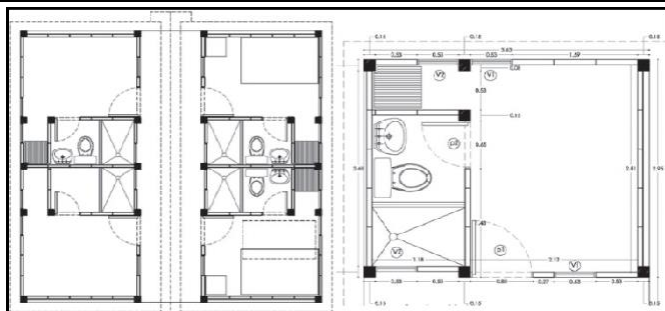


Imagen 1 Diseño comunitario que consta de 4 módulos



Imagen 2 Colector solar de tubos al vacío



Imagen 2 Montaje de columnas, módulo terminado



Imagen 4 Gráfico 3D

CONCLUSIONES

Se logró construir un módulo de vivienda ambientalmente sostenible, mediante la utilización de plástico reciclado, uso de energías renovables, generación térmica y colector de agua de lluvia, para satisfacer las necesidades de 2 habitantes.

El uso de materiales reutilizables y energía renovable en la operación resultó en ahorros en las facturas de servicios públicos y el retorno de la inversión en un tiempo razonable en comparación con la construcción convencional.

Las pruebas de resistencia mecánica, térmica, de impermeabilidad y de sonido han demostrado que estos ladrillos superaron a otros materiales de construcción en algunas características importantes (aislamiento térmico y acústico y resistencia a la intemperie, relativa). Sin embargo, se necesitan algunos ajustes en su producción.

La construcción de viviendas sociales con plástico es completamente factible desde el punto de vista económico. El costo de construcción por metro cuadrado es competitivo con los costos actuales en el país, especialmente cuando hay evidencia de una tendencia al alza en el costo de la vivienda por parte del gobierno.

RESPONSABLE


ASESOR

NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores

NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo



FECHA: 11-07-20

FECHA: 11-07-20

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	FICHA RESUMEN		
	TESIS	"Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020"	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE : N00034190
	NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo		

FICHA RESUMEN N°3

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material
AUTORES	Carlos Mauricio Bedoya Montoya
UBICACIÓN-FECHA	Colombia-2018
OBJETIVO	Valorizar del suelo residual como material de óptimo desempeño y costo asequible para la construcción de vivienda sostenible, para una zona con clima fresco, con alto nivel de precipitaciones. Para así mostrar un aspecto a favor de la viabilidad de proyectos de vivienda que aporten a la sostenibilidad ecológica del hábitat mediante el concepto de la minería inversa.
METODOLOGÍA UTILIZADA	<p>La estrategia de diseño concibió un proyecto de vivienda sostenible a lo largo de su ciclo de vida, teniendo en cuenta la ecoeficiencia en las etapas del diseño, la ejecución, la operación y el fin de la vida útil del inmueble</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El diseño arquitectónico contempló la orientación de la vivienda en función del recorrido del sol para la iluminación natural durante gran parte del día y para permitir la entrada de sol a fin de generar un efecto invernadero artificial a pequeña escala y mantener una temperatura igual o mayor que la del exterior 2. Las cubiertas de la casa se pensaron como recolectoras de agua y se planteó una terraza técnica en la cual se ubicaron dos tanques de 1000 litros de capacidad cada uno para el almacenamiento de las aguas lluvia. 3. Se incluyó un panel fotovoltaico para el sistema de iluminación y un calentador de agua de energía solar térmica, además se consideró iluminación con bombillas LED. 4. Fabricación de eco materiales mediante la valorización del suelo residual (BSC y bahareque). Para la fabricación de los mismos, se consideró una proporción S:C 9:1, y una prensa que comprime el material húmedo hasta obtener el bloque que podrá ser usado a los 14 días 5. Se empleó en principio de MINERÍA INVERSA, que establece un flujo no lineal de energía y materiales, por lo tanto, minimiza la extracción de materias primas no renovables como los residuos de la construcción. 6. Minimización del uso de acabados arquitectónicos y de producción de escombros mediante la coordinación dimensional. <p>Al disponer de una planta de producción de materiales in situ (Figuras 4 y 5) se busca valorizar el suelo residual como material de construcción acorde con la norma técnica NTC 5324 (2005) del Icontec, y con el código de sismo-resistencia NSR-10 (Decreto 926 de 2010)</p>

RESPONSABLE	ASESOR
	
NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores	NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
FECHA: 11-07-20	FECHA: 11-07-20



TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

**PROPUESTA/
RESULTADOS**



Imagen 1 Planta de producción in situ BSC



Imagen 2 Proceso constructivo BSC



Imagen 3 Fachada en BSC, bahareque y guadua

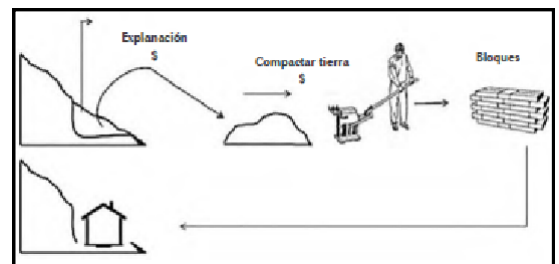


Imagen 4 Flujo no lineal: Minería inversa-eco materiales

Muestra	Huella de carbono (kg CO2-eq)
Ladrillo cerámico	0,320
BSC	0,001 34

Imagen 5 Huella de carbono BSC

CONCLUSIONES

*Los BSC producidos manualmente en el proyecto El Carmen de Viboral cumplen con las exigencias de la NTC 5324, ya que se ubican en el rango BSC 40; se observa que ninguna de las muestras está por debajo de 0,8 veces el valor de la resistencia exigida, que sería igual a 3,2 MPa.
 *La implementación de técnicas y sistemas de recolección de aguas lluvia –en lugares con esta ventaja pluviométrica– permitirá desarrollar actividades diarias de alto consumo como el vaciado de aparatos sanitarios, trapeado, lavado de ropas, entre otros, que no requieren de agua potable.
 *La confección de materiales de construcción bajo el enfoque de minería a la inversa representa una opción válida para la construcción de viviendas desde los aspectos técnicos, económicos, ambientales y estéticos.

RESPONSABLE

ASESOR

NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores

NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

FECHA:11-07-20

FECHA:11-07-20



TESIS

"Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020"

CÓDIGO DEL ESTUDIANTE:

NOMBRE DEL TESISISTA

Ángeles Rubí Sangay Flores

N00034190

ASESOR

Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

FICHA RESUMEN N°4

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	Prototipo de vivienda de adobe con energías renovables: caso de estudio localidad de Raíces, Área Natural Protegida del Parque Nacional del Nevado de Toluca, Estado de México
AUTORES	Mercedes Ramírez Rodríguez*, Jesús Aguiluz León* y Ramón Gutiérrez Martínez*
UBICACIÓN-FECHA	México 2013

OBJETIVO

Presenta un nuevo sistema tecnológico para la construcción de un prototipo de vivienda de adobe con energías renovables. El diseño se apoya en una metodología fundamentada por un estudio de la población marginal de Raíces, que se ubica con asentamientos irregulares en el Parque Nacional del Nevado de Toluca.

METODOLOGÍA UTILIZADA

1. La primera parte de la investigación consistió en el análisis de las características de la vivienda de Raíces para el posterior diseño del prototipo, con la evidencia recogida de las características que muestran las viviendas se obtuvieron los siguientes indicadores:

- 42.04% de las viviendas cuenta con pisos de tierra
- 80% carece de excusados y drenaje
- 65% no tiene energía eléctrica
- 71% presenta algún nivel de hacinamiento



Por otro lado, se encontró que las ventanas no están colocadas correctamente, lo que genera viviendas frías, además no se usan los materiales adecuados para frenar los cambios climáticos.

2. El desarrollo del prototipo contempla: un sistema de autoconstrucción, sistema de ahorro con mínima cantidad de desperdicio, sistema de ventilación natural y sistemas mixtos de calefacción, ductos climatizados. A nivel energético, se cuida la orientación, ventilación, aislamiento térmico y acústico.

3. Sistema de auto construcción: Para los muros, las piezas de adobe se acomodan estratégicamente para evitar acabados, para el techo se muestran dos opciones (tradicional y techo verde, con fin de nivelar la temperatura y recolectar agua.

4. Ventilación natural: La vivienda cuenta con una doble altura, lo que permite ubicar ventanas superiores e interiores que faciliten la ventilación natural, ya generan una ventilación cruzada.

5. Para las instalaciones eléctricas se consideran celdas solares y focos ahorradores, en el caso de las instalaciones sanitarias, se considera un baño con sistema de ahorro de agua, así como una tina anaeróbica para el tratamiento de aguas negras y jabonosas.

RESPONSABLE**ASESOR**

NOMBRE: Angeles Rubí Sangay Flores

NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

FECHA: 11-07-20

FECHA: 11-07-20



TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

PROPUESTA/ RESULTADOS	<p><i>Imagen 1 Planta arquitectónica baja</i></p>	<p><i>Imagen 2 Planta arquitectónica alta</i></p>
	<p><i>Imagen 3 Fachada de prototipo de vivienda de adobe</i></p>	<p><i>Imagen 4 Grafico 3D, superficie total 40m2</i></p>
	<p><i>Imagen 5 Sistema de ensamblaje de muros</i></p>	
CONCLUSIONES	<p>La pobreza y la marginación social comprenden aspectos latentes que se reflejan en las 295 viviendas ubicadas en la localidad de Raíces, que pertenece al polígono del Área Natural Protegida del Parque Nacional del Nevado de Toluca</p> <p>El prototipo de vivienda ecológica de tierra presentado cuenta con un diseño adecuado para brindar confort a esa población.</p> <p>Fue necesario que la propuesta de bajos costos, por lo que se idearon sistemas de ahorro y técnicas alternativas para obtener energías.</p>	

RESPONSABLE	ASESOR
NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores	NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
FECHA: 11-07-20	FECHA: 11-07-20

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

FICHA RESUMEN



TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

FICHA RESUMEN N°5

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	Prototipo de vivienda vertical social sustentable, enfoque en resistencia al cambio climático
AUTORES	Edgar Hilario Piña Fernández
UBICACIÓN-FECHA	México-2018
OBJETIVO	Crear un prototipo de vivienda vertical a pequeña escala (únicamente 4 niveles), en oposición al enfoque convencional de vivienda social vertical masiva.
METODOLOGÍA UTILIZADA	<p>Se diseñaron 4 departamentos, los cuales fueron diseñados siguiendo la normatividad de accesibilidad, principalmente en la planta baja, en respuesta a la necesidad de personas con alguna discapacidad motriz.</p> <p>Se tomó en cuenta el confort térmico, que depende de 6 factores: nivel de actividad del usuario, tipo de vestimenta, temperatura del aire, temperatura radiante, velocidad del aire y humedad relativa, los mismos que son simulados mediante el software Meteonorm.</p> <p>Se estableció un tamaño de lote mínimo de 15x15 metros capaz de albergar al prototipo de vivienda y sus áreas complementarias (circulaciones, áreas, verdes y de estacionamiento, etc.) en cumplimiento con el código de construcción local.</p> <p>En cuanto a los materiales utilizados, se optó por comparar el desempeño del ladrillo rojo convencional y del tabique hueco de concreto en muros a través de software DesingBuilder; manteniendo el resto de los elementos constructivos sin cambios.</p> <p>Cada departamento cuenta con una superficie interna de 76.57m², y una altura libre de piso a techo de 2.40m, la fachada principal se encuentra orientada al sur.</p> <p>El departamento A (parte baja), es accesible al uso de silla de ruedas, el mobiliario en la cocina está en forma de L, para facilitar el movimiento. Los pisos superiores, fueron diseñados para posibles variaciones futuras.</p> <p>La azotea fue diseñada para alojar paneles fotovoltaicos y/o calentadores solares de agua, por ello, la altura máxima de los pretilos es de 0,50m</p>

RESPONSABLE	ASESOR
NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores	NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
FECHA: 11-07-20	FECHA: 11-07-20



TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

**PROPUESTA/
RESULTADOS**

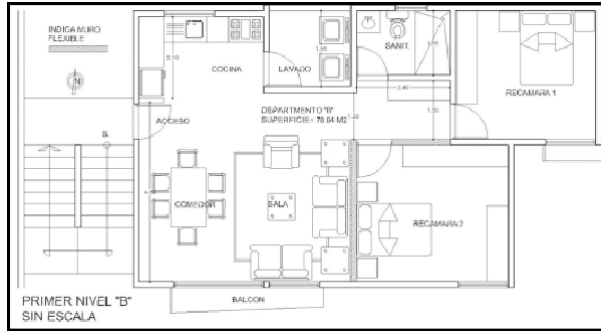


Imagen 1 Primer Nivel “B”, incluye una superficie de 78.64 m2. Incluye muros flexibles para extensión de ambientes.



Imagen 2 Segundo Nivel “C”. Incluye mayor número de sub divisiones internas con 3 habitaciones, sin embargo, se reducen las áreas de la sala y el comedor.

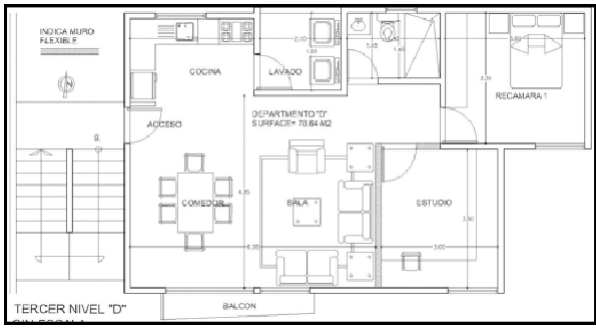


Imagen 3 Tercer Nivel “D” Pensado como un hogar unipersonal, por lo que una habitación se ha convertido en estudio o habitación de huéspedes.

CONCLUSIONES

- Es necesario realizar una investigación localizada para determinar las estrategias bioclimáticas adecuadas a cada lugar.
- En el caso específico de estudio (San Luis de Potosí), el sombreado de ventanas (orientación sur) es contraproducente y puede crear condiciones de bajas temperaturas.
- Un diseño cuidadoso, empleando estrategias bioclimáticas puede ser suficiente para resistir al cambio climático hasta el 2080.
- El uso de materiales locales como estrategia de diseño sustentable, es factible siempre que estos sean de calidad y tengan un sistema de producción ambientalmente responsable.

RESPONSABLE	ASESOR
NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores	NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
FECHA: 11-07-20	FECHA: 11-07-20

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

FICHA RESUMEN



TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

FICHA RESUMEN N°6

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	“Eficiencia Constructiva aplicada a un modelo de vivienda sostenible para la población marginalizada y vulnerable en el clima frío tropical.”
AUTORES	Brigitte Magally Gamez Meneses
UBICACIÓN-FECHA	Bogotá-2017

OBJETIVO	Desarrollar un modelo de vivienda sostenible, aplicando principios de la construcción industrializada a una unidad de vivienda de interés prioritario en clima tropical frío para personas marginalizadas y vulnerables.
METODOLOGÍA UTILIZADA	<p>Se plantea reinterpretar la vivienda popular campesina a través de técnicas constructivas industrializadas y sostenibles, adaptada a la zona de estudio.</p> <p>Se comienza haciendo una revisión del estado del arte referido al objeto de estudio, buscando bibliografía acerca del estado tipológico de las viviendas de interés prioritario, proyectos de referencia o proyectos internacionales de viviendas modulares.</p> <p>Luego, se procede a la caracterización del lugar, teniendo en cuenta la localización, dimensión ambiental, dimensión social, población y caracterización de la vivienda actual. También se tiene en cuenta la dimensión económica, movilidad y accesibilidad.</p> <p>Con la información anterior, se realiza el modelo de vivienda, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Imagen -Función: -Materiales usados: -Anclajes -Estructura <p>Una vez que se tiene el modelo de vivienda, se procede al análisis de su eficiencia térmica, teniendo en cuenta la evaluación de la mejor orientación y diseño de la envolvente.</p> <p>Se evalúa también la habitabilidad de la vivienda, para esto se analiza la calidad del aire, iluminación, diseño colectivo y el diseño inclusivo y universal. También se tiene en cuenta la captación y recolección de agua de lluvia.</p> <p>Es necesario tener en cuenta la eficiencia constructiva, esto a través de metodología BIM, la flexibilidad y adaptabilidad del diseño y el desarrollo progresivo.</p> <p>Por último, se realiza un análisis costo beneficio, mediante una evaluación cuantitativa y cualitativa de los módulos de primer y segundo piso.</p>

RESPONSABLE	ASESOR
NOMBRE: Angeles Rubí Sangay Flores	NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
FECHA: 11-07-20	FECHA: 11-07-20



TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

**PROPUESTA/
RESULTADOS**



Imagen 1 Planta primer piso



Imagen 2 Planta segundo piso



Imagen 3 Cubierta



Imagen 4 Materiales de la envolvente



Imagen 5 Diseño para la sociabilidad

CONCLUSIONES

El modelo propuesto responde a la realidad social de los desplazados que habitan en el Barrio Tocaimita. Se implementa una solución arquitectónica sencilla y flexible acorde con las necesidades espaciales de la población y teniendo en cuenta las limitaciones económicas de los habitantes. El adecuado manejo de la térmica por radiación y por conducción, permite al proyecto ofrecer una temperatura de confort (19.5°C y 24.5°C.)

El diseño del proyecto responde al concepto de etnodiseño, teniendo en cuenta el imaginario colectivo. El diseño es inclusivo, universal y accesible porque satisface las necesidades de la mayor parte de la población, en especial a las personas con movilidad reducida.

Ofrece confort térmico, acústico y lumínico y ahorrando recursos hídricos en un 35%, energéticos 51.12% y materialidad 34.2% según Edge.

Menor costo y tiempo y mejor calidad y habitabilidad, siendo sostenible y competitivo, como un aporte a la eficiencia de la construcción en el siglo XXI.

RESPONSABLE


ASESOR

NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores

NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo



FECHA:11-07-20

FECHA:11-07-20

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	FICHA RESUMEN		
	TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
	NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo		

FICHA RESUMEN N°7

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	Desarrollo de un proyecto inmobiliario de viviendas unifamiliares eco sostenibles en el marco de programa mi vivienda en la provincia de Huancavelica
AUTORES	Américo Boza Huayra, Juan Mesa Castillo
UBICACIÓN-FECHA	Huancavelica 2018
OBJETIVO	Desarrollar un proyecto inmobiliario de viviendas unifamiliares eco - sostenibles dentro del marco establecido por el programa Mi Vivienda para familias de escasos recursos económicos en la provincia de Huancavelica.
METODOLOGÍA UTILIZADA	<p>Se identifica el déficit habitacional de acuerdo a los datos del 2007 del INEI de población y vivienda, elaborando cuestionarios y análisis documental.</p> <p>Se procede a evaluar la localización del proyecto: Comunidad San Jerónimo, provincia de Huancavelica, región Huancavelica.</p> <p>Se define el entorno del lugar, es decir el entorno físico urbano, usos, tráfico vehicular, accesibilidad e infraestructura urbana y por último seguridad y vigilancia.</p> <p>Se verifican las características del terreno (dimensiones y áreas), servicios públicos, valor comercial y los parámetros urbanísticos según la norma.</p> <p>Una vez que se cuenta con la información necesaria, se procede a realizar el modelamiento mediante software como AutoCAD.</p> <p>Con el modelo realizado, se realiza el diseño estructural del proyecto, basándose en la normativa actual de Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma E.020 Cargas, Norma E.030 Diseño Sismorresistente, Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, Norma E.060 Concreto Armado, Norma E.070 Albañilería.</p> <p>Para el diseño estructural, se escogió el sistema: Muros de ductilidad limitada.</p> <p>A nivel arquitectónico, se generan dos plantas, la primera tiene sala, comedor, cocina, patio lavandería, dormitorio y baño común, la segunda presenta: dormitorio principal, dos dormitorios secundarios, baño común, hall y estar TV.</p> <p>Por último, los recursos que hacen eco sostenible al proyecto son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Artefactos de iluminación tipo LED. - Sensores de movimiento conectados a zonas comunes - Llaves de agua temporizadas. - Barandas de madera en terrazas y escaleras. - Vidrio insulado en ventanas para aislar ruido y temperatura. - Pinturas ecológicas. - Se realiza la instalación de un techo verde. - Se tiene en cuenta la orientación del edificio. Ventanas orientadas hacia el sur, este y sureste para aprovechar la energía solar y el viento. - Se incluyó dentro de la vivienda ambientes para el reciclaje, donde se acumularán los desperdicios que pudieran reutilizarse. <p>Finalmente, se evalúa el económica y financieramente el proyecto</p>

RESPONSABLE	ASESOR
	 <small>LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO INGENIERO CIVIL REG. DEL CONSEJO DE INGENIEROS N° 58703</small>
NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores	NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
FECHA: 11-07-20	FECHA: 11-07-20

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

FICHA RESUMEN



TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”
NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

CÓDIGO DEL ESTUDIANTE:
N00034190

**PROPUESTA/
RESULTADOS**

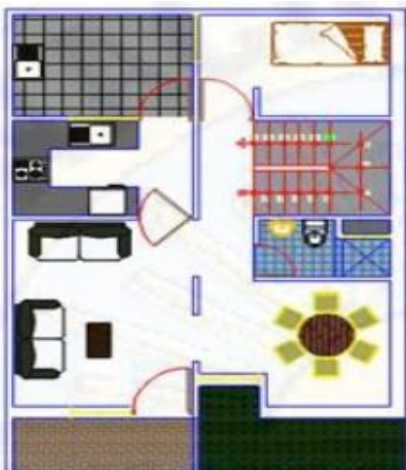


Imagen 1 Módulo básico primer nivel

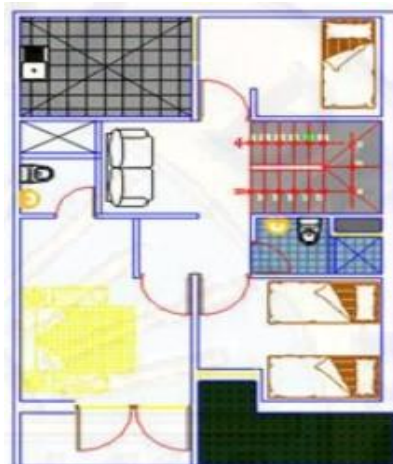


Imagen 2 Módulo básico segundo nivel

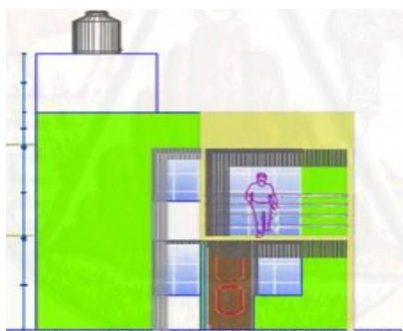


Imagen 3 Elevación principal

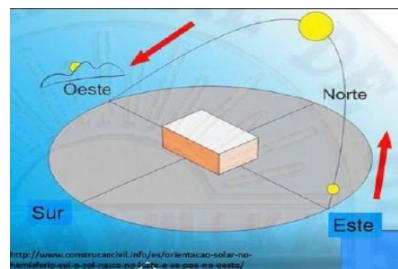


Imagen 4 Orientación de la vivienda

CONCLUSIONES

La vivienda unifamiliar mantiene un carácter eco – sostenible durante su diseño con materiales amigables con el medio ambiente y un plan de concientización para el uso adecuado de la vivienda durante su funcionamiento.

El costo de la vivienda unifamiliar eco – sostenibles es de 75,042.89 soles de las cuales por cumplir los parámetros del programa mi vivienda tanto del Bono Familiar Habitacional Y Bono de Vivienda eco – sostenibles llega a costar 33,017.89 SOLES

RESPONSABLE

NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores

FECHA:11-07-20

ASESOR

NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

FECHA:11-07-20



TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

FICHA RESUMEN N°8

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	Diseño General de un Módulo de Vivienda Sostenible con Materiales Eficientes
AUTORES	Marcela Herrena Navas, Carlos Oyola Matta
UBICACIÓN-FECHA	Lima-2019
OBJETIVO	Realizar el diseño general y verificación estructural de una vivienda modular sostenible con un proceso constructivo eficiente basado en la construcción vernácula a través del uso de materiales eficientes como caña, madera, fibra de paja y barro, para planes de reconstrucción después de desastres y según parámetros de las normas nacionales.
METODOLOGÍA UTILIZADA	<p>La construcción vernácula considera: Factores bioclimáticos como factores sísmicos definiendo una cimentación adecuada según las condiciones geotécnicas y sísmicas, a partir del mapa de zonificación sísmica de Perú.</p> <p>Para garantizar la resistencia sísmica de la vivienda, se consideran principios de resistencia como: mejorar las conexiones entre los elementos estructurales para formar contornos y así transmitir las fuerzas de un componente a otro, estabilizar elementos estructurales impartiendo resistencia de deformación a las paredes de tierra para mejor la acción del diafragma.</p> <p>En cuanto a los materiales utilizados, se optó por utilizar la caña, elemento liviano pero resistente, y además posee propiedades similares al acero como resistencia a la tracción paralela de 160 kg/cm² y flexión de 50kg/cm².</p> <p>Se optó también por utilizar madera, de acuerdo a las consideraciones que presenta la norma E.010.</p> <p>En cuanto al diseño estructural, se plantearon paneles de quincha, los cuales son los que transmitirán las cargas a la cimentación.</p> <p>La cimentación está conformada por cimientos corridos de concreto ciclópeo de 0.40 m de ancho y 0.50 m de altura y sobrecimientos de 0.30m.</p> <p>Las vigas son de dimensiones 4” x 4” y la longitud máxima es de 6.25m, las columnas son de dimensiones 4” x 4” y 2.5 m de altura.</p> <p>Los techos se apoyan en viguetas de caña que se distribuyen en el mismo sentido de la caída de agua.</p> <p>En cuanto al diseño bioclimático y la distribución, se consideran los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventilación cruzada - Voladizos en los techos - Techos ligeros - Ambientes amplios - Nuclear las instalaciones de agua y desagüe. <p>El módulo tiene un área construida techada 40.99m² y se distribuye en 5 ambientes que tienen las medidas apropiadas para garantizar un espacio flexible y cómodo.</p> <p>Finalmente, se realizó el análisis estático y dinámico del diseño propuesto, basándose en lo indicado por Norma E.030 Diseño Sismorresistente.</p>

RESPONSABLE**ASESOR**

NOMBRE: Angeles Rubí Sangay Flores

NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

FECHA: 11-07-20

FECHA: 11-07-20



TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

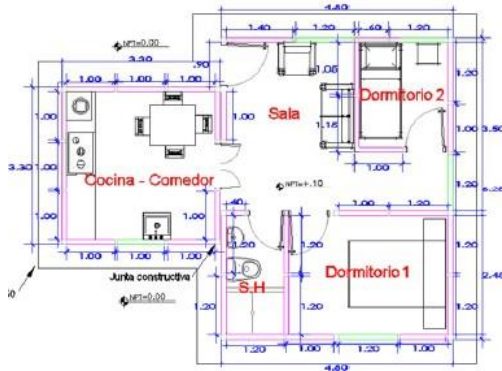


Imagen 1 Distribución de ambientes del proyecto

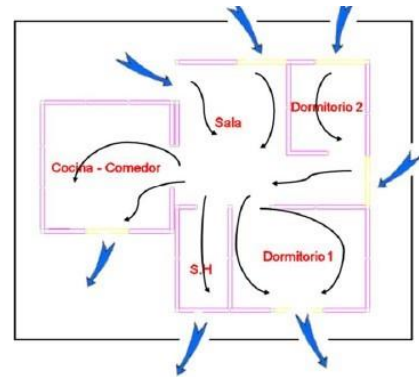


Imagen 2 Distribución de flujos de aire

**PROPUESTA/
RESULTADOS**

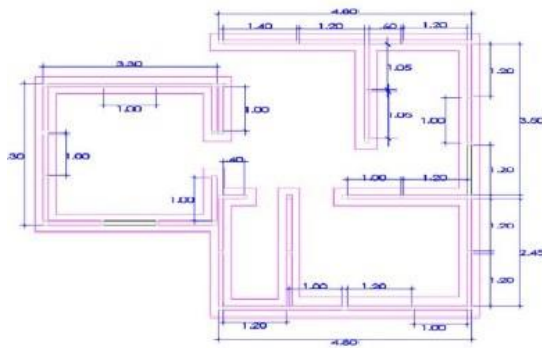


Imagen 3 Dimensiones de Cimientos corridos

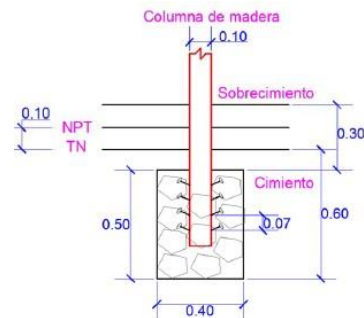


Imagen 4 Sección de cimiento corrido



Imagen 5 Dimensiones de los techos en una sola vertiente

CONCLUSIONES

Sobre el diseño estructural, este posee dimensiones que pueden implementarse en la construcción de un módulo de vivienda de quincha: cimiento corrido de concreto ciclópeo de 0.40 m ancho de base, 0.50 m de altura y sobrecimiento de 0.30 m, paneles de 1.20m x 2.50m x 0.10m, vigas soleras de sección de 4” x 4” y columnas de 4” x 4”, y viguetas transversales del techo de sección 2” x 4”.

Después de analizar los resultados, y compararlos con investigaciones anteriores, verificamos que se cumplen las condiciones para hacerlo habitable, por lo que se concluye que el diseño general del módulo de vivienda propuesto sostenible, garantiza la resistencia, estabilidad, comportamiento sismorresistente, así como la sostenibilidad de ello.

RESPONSABLE

ASESOR

LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO
INGENIERA CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 58703

NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores

NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo

FECHA: 11-07-20

FECHA: 11-07-20

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA

FICHA RESUMEN



TESIS	“Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020”	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

FICHA RESUMEN N°9



NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN	Ventilación pasiva y confort térmico en viviendas de interés social en clima ecuatorial
AUTORES	Walter Giraldo, Carlos Herrera
UBICACIÓN-FECHA	
OBJETIVO	Proponer una solución que ofrece confort y calidad de aire a través de manejo de ventilación y carga térmica; su desempeño y efectividad se evaluó en un prototipo experimental que simula una habitación de viviendas de interés social (VIS) en Cali (Colombia)
METODOLOGÍA UTILIZADA	<p>Encontrar una estrategia pasiva de ventilación y confort térmico que se proyecte en el diseño de una estación experimental. La composición de dichas estaciones consiste en tres módulos con planta geométrica y sensación térmica semejante</p> <p>Mejoras en el confort y la calidad del aire:</p> <p>Existen diversos métodos para evaluar el confort y la calidad del aire, esta investigación optó por el modelo PPD-PMV (Predicted Percentage Dissatisfied – Predicted Mean Vote), el mismo que es ampliamente usado para evaluar las condiciones de confort. Por otro lado, una buena calidad del aire se obtiene si las renovaciones mínimas exceden 4ACH o 7.51 l/s-persona. Con estos parámetros, se puede validar si el sistema es efectivo o no.</p> <p>Módulos de prueba:</p> <p>Se construyeron en una azotea abierta libre de perturbaciones y sombras, se utilizaron muros en panel-yeso y cubierta de fibrocemento (2.44 x 2.44 x 3.58 m). Considerando que las habitaciones de una VIS se caracterizan por tener mínima ventilación (una cara con vanos muy pequeños), los espacios se hicieron con una sola ventana (vano 0.6 x 0.6 m) y una puerta de acceso (madera, 0.8 x 2.10 m).</p> <p>Diseño y configuración de estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Pintar de blanco la cubierta para disminuir la absortividad de radiación (fibrocemento original $\alpha = 0.9$, pintura blanca $\alpha = 0.4$, con lo cual se refleja mayor cantidad de carga que de otra manera entraría al sistema). -Instalación de barrera radiante con película (foil) de aluminio (emisividad E fibrocemento = 0.95, E aluminio = 0.05 —casi eliminando— la transmisión de calor por radiación). -Disposición de entretecho con cielo falso en panel-yeso, con aislamiento de lana de vidrio, dejando espacio para circulación con levantamiento de la cumbre para salida de aire (control de la carga convectiva).

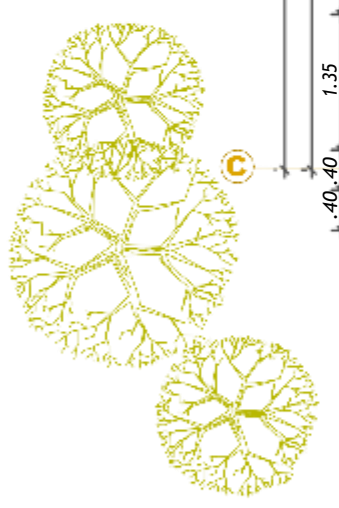
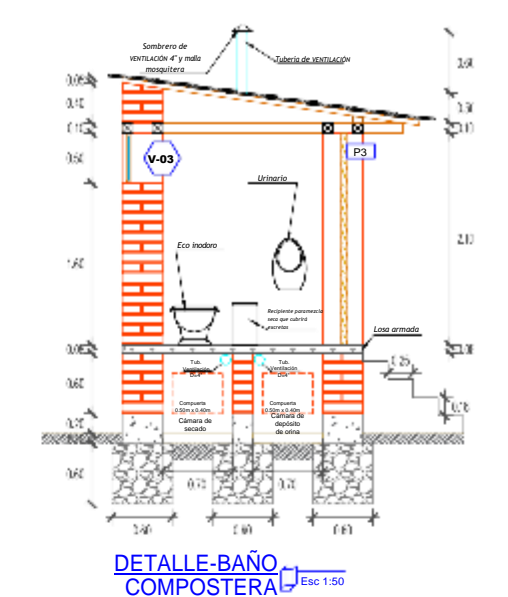
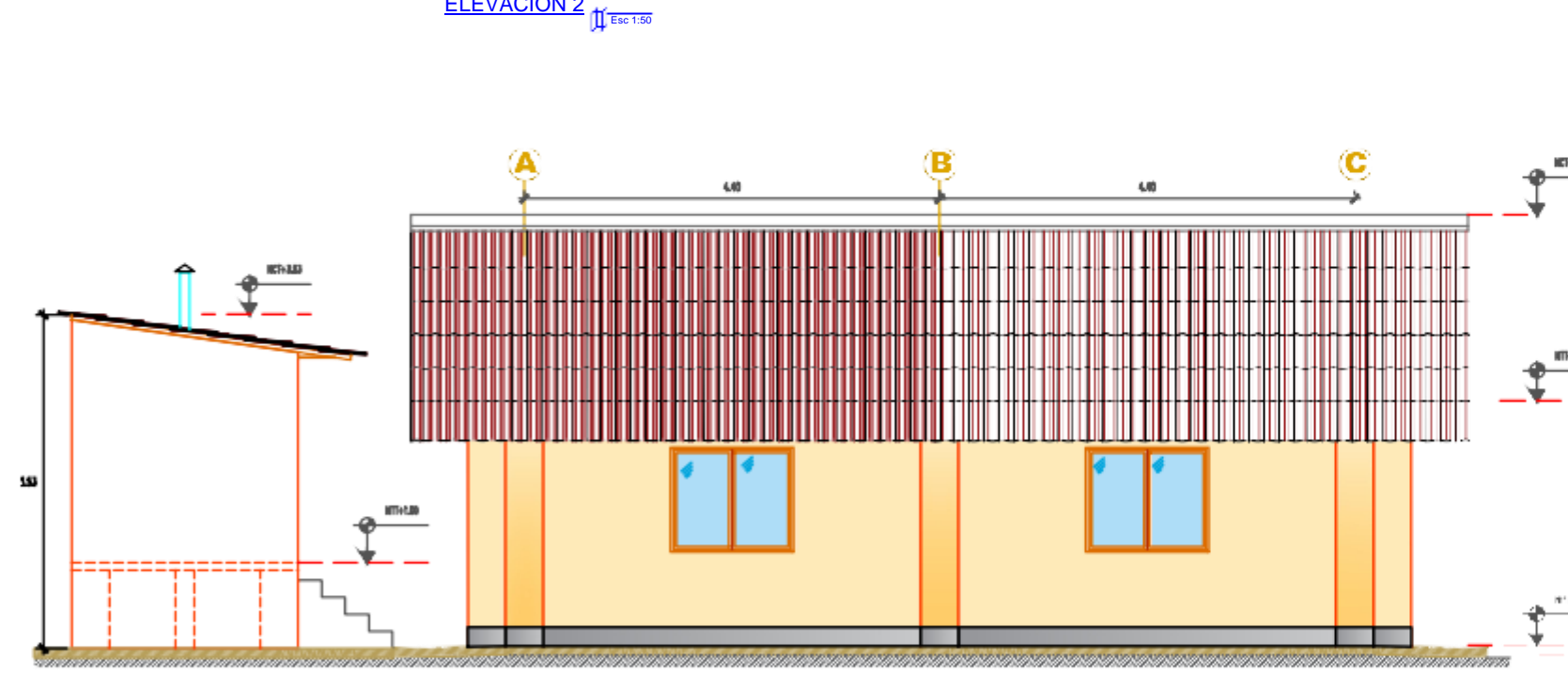
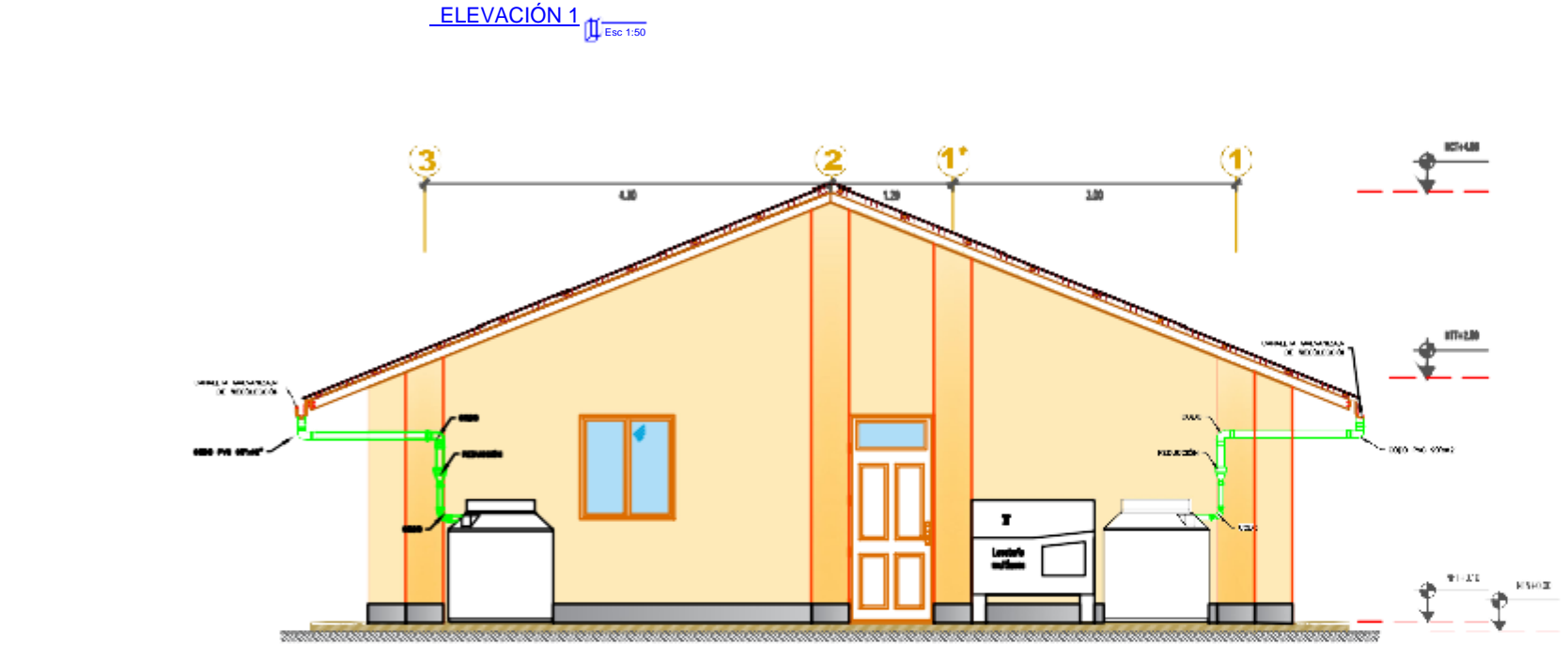
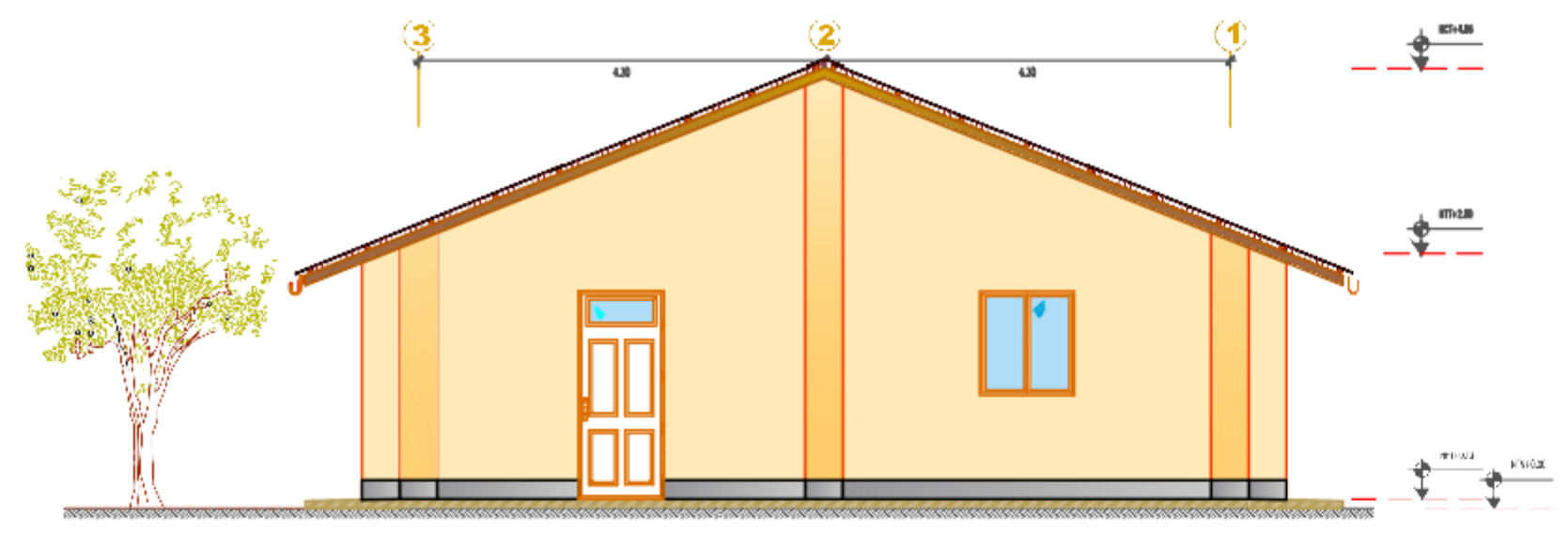
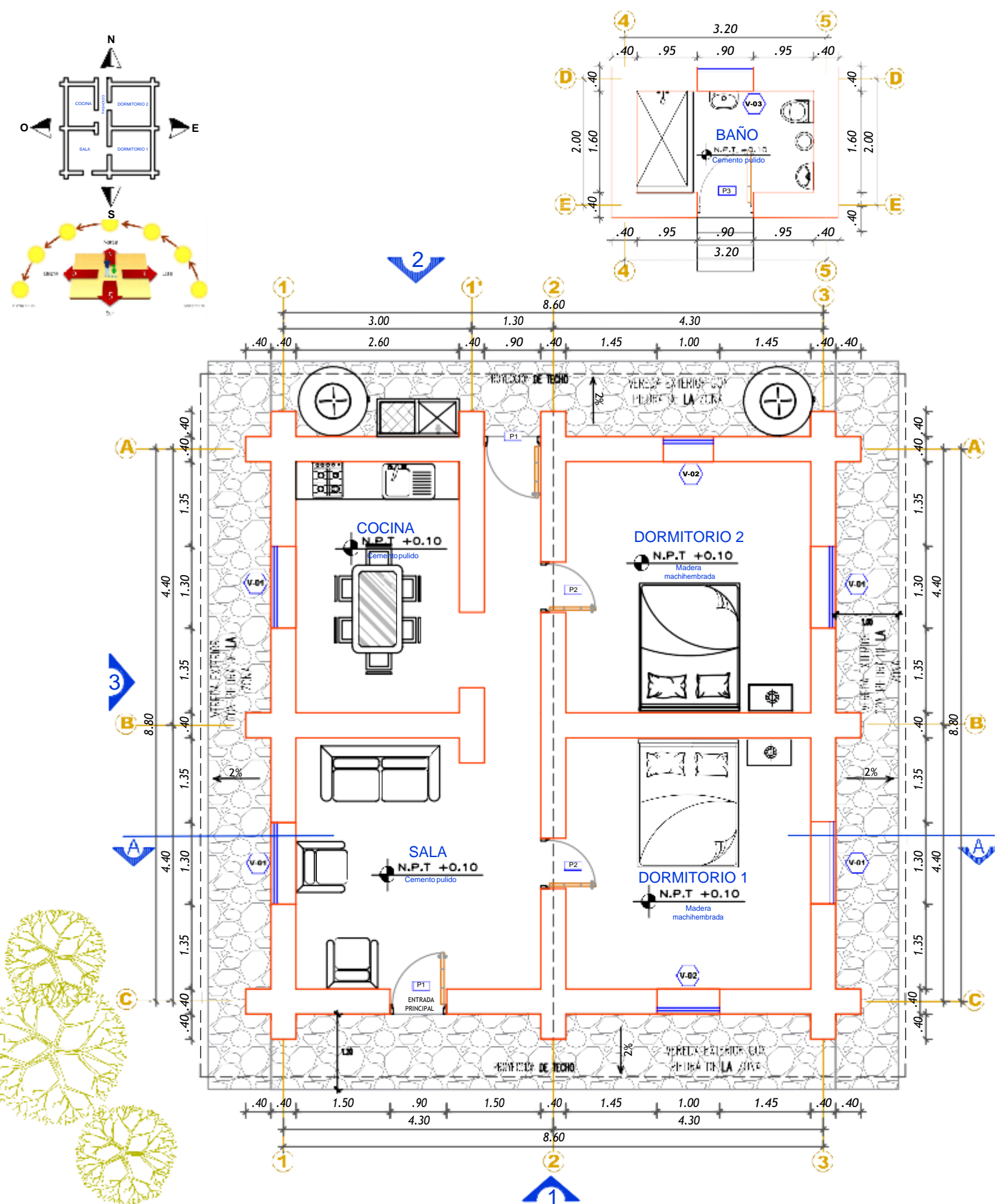
RESPONSABLE	ASESOR
NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores	NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
FECHA: 11-07-20	FECHA: 11-07-20



TESIS	"Aspectos arquitectónicos, ambientales y constructivos de viviendas sostenibles para zonas alto andinas, Cajamarca 2020"	CÓDIGO DEL ESTUDIANTE: N00034190
NOMBRE DEL TESISTA	Ángeles Rubí Sangay Flores	
ASESOR	Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo	

PROPUESTA/ RESULTADOS	 <p>Imagen 1 Módulos de prueba</p>	 <p>Imagen 2 Espacio externo</p>	 <p>Imagen 3 Espacio interno</p>
	 <p>Imagen 4 Diseño y dimensionamiento de chimeneas</p>	 <p>Imagen 5 Implementación de chimeneas</p>	
CONCLUSIONES	<p>-A través de la simulación experimental de una habitación típica de vivienda de interés social VIS, se determinó que el clima ecuatorial no alcanza las condiciones de confort.</p> <p>-A partir de intervenciones arquitectónicas pasivas, susceptibles de implementarse a bajo costo en este tipo de vivienda, fue posible mejorar la condición de confortabilidad hasta valores aceptables.</p> <p>-La adaptación de chimeneas solares al sistema constructivo de cubierta de fibrocemento fue completamente viable, Además, el flujo de aire inducido garantiza una renovación que brinda calidad de aire y remoción significativa de la carga térmica.</p> <p>-De acuerdo con el análisis de costos, las intervenciones bioclimáticas propuestas están económicamente al alcance de la comunidad de bajos ingresos que normalmente ocupan estas VIS.</p>		

RESPONSABLE	ASESOR
	
NOMBRE: Ángeles Rubí Sangay Flores	NOMBRE: Mg. Ing. Lizbeth Milagros Merma Gallardo
FECHA:11-07-20	FECHA:11-07-20



PROPUESTA DE VIVIENDA SUSTENTABLE

Zona Bioclimática: Alto andino (4000 a 4800 m.s.n.m.)
Zona sísmica : 3

Normativa utilizada:

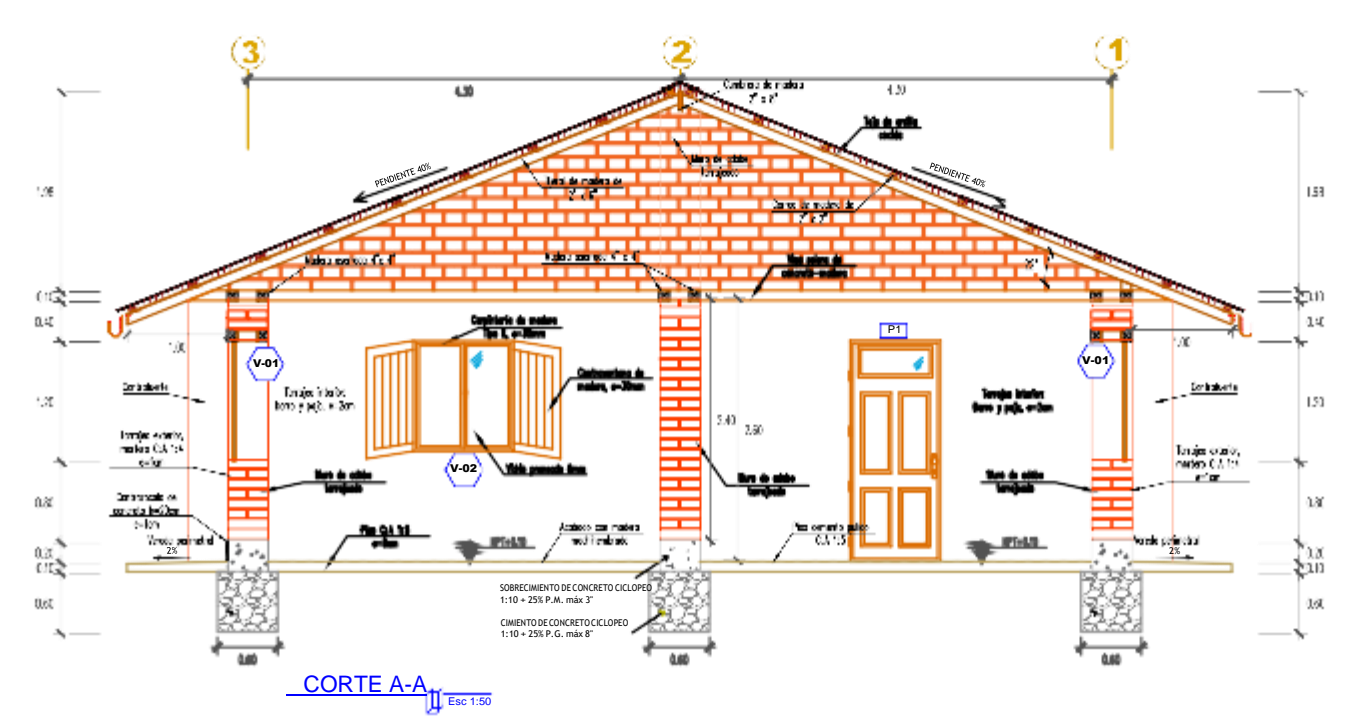
- ✓ RNE 2005 Norma A.010 Condiciones generales de diseño.
- ✓ RNE 2006 Norma A.020 Vivienda.
- ✓ Guía de aplicación de arquitectura bioclimática en locales educativos (MINEDU, 2006)
- ✓ Norma FM 110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética.
- ✓ Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el ámbito Rural.
- ✓ Manual de construcción de baño ecológico socio.

Recomendaciones generales:

- **Utilización de árboles de hoja caduca o frondosa en la dirección sur - oeste, para protección de vientos**
- **Utilización de contraventanas para evitar pérdida de calor en las noches (ver plano)**
- **La madera utilizada en las estructuras debe estar seca y visualmente en buen estado.**

Instalaciones eléctricas y sanitarias:

En el caso de las instalaciones eléctricas y sanitarias, se debe contar con la ayuda de especialistas, de tal manera que las conexiones sean seguras y confiables



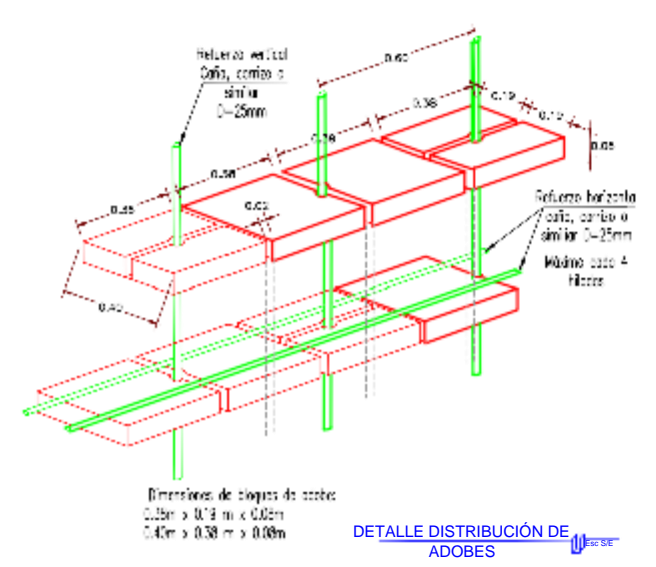
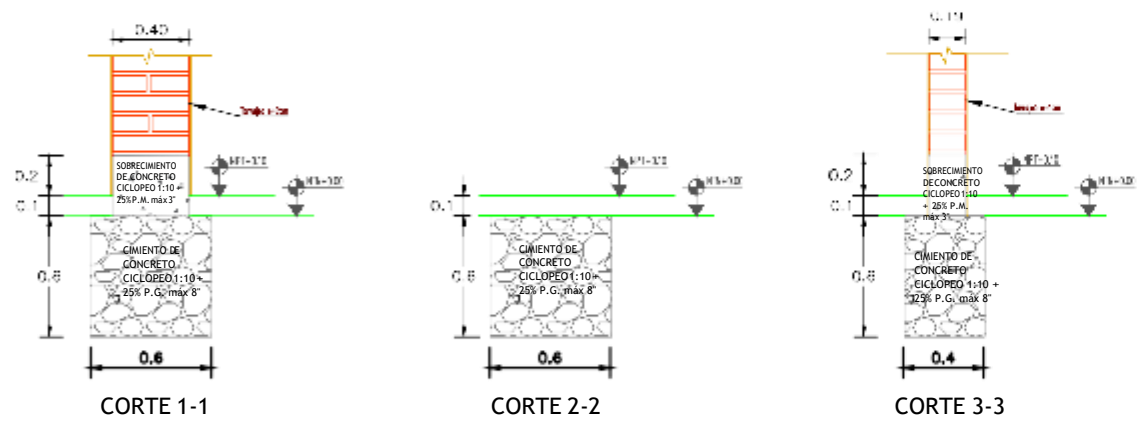
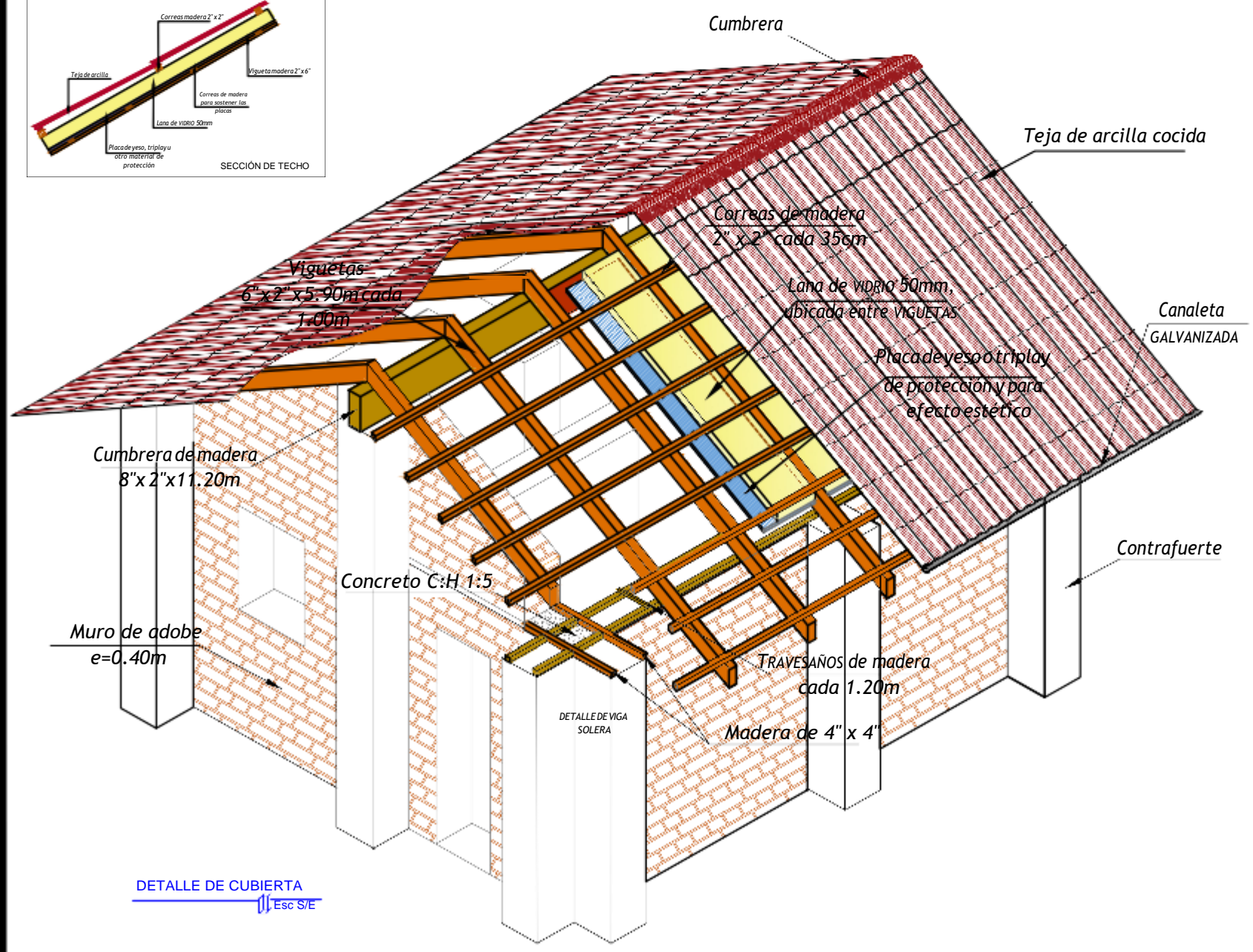
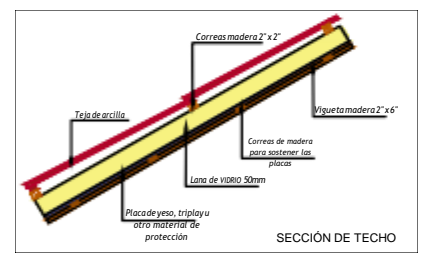
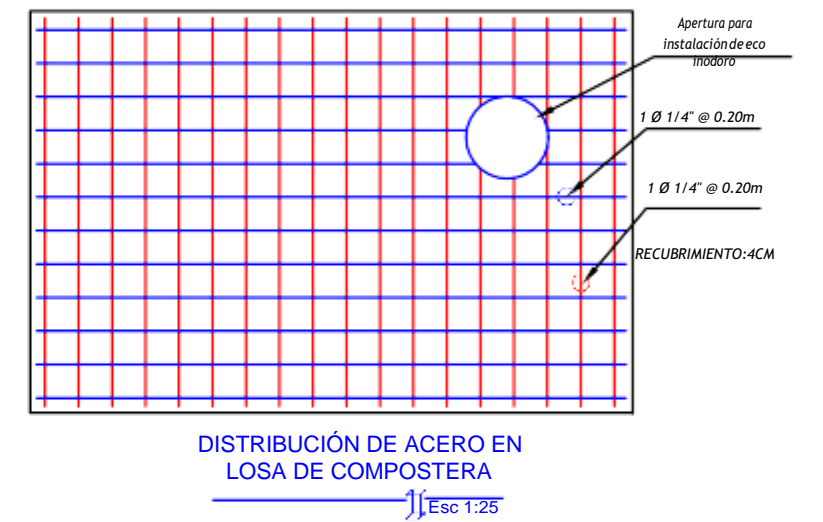
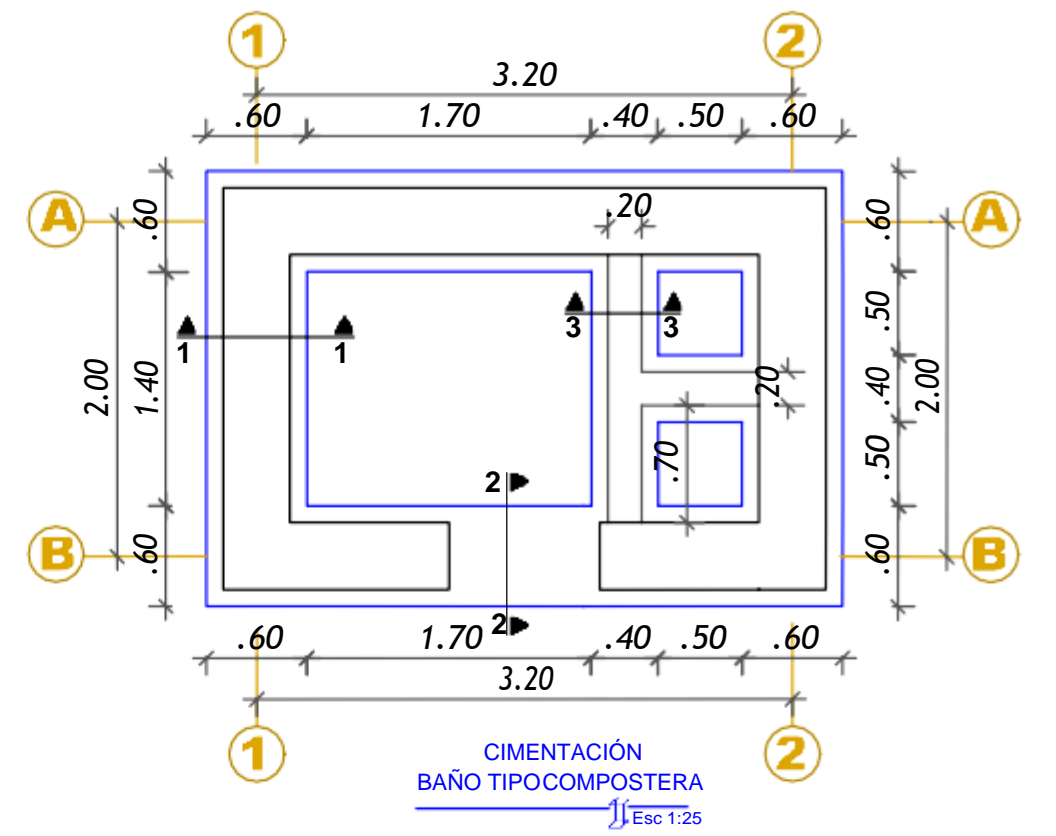
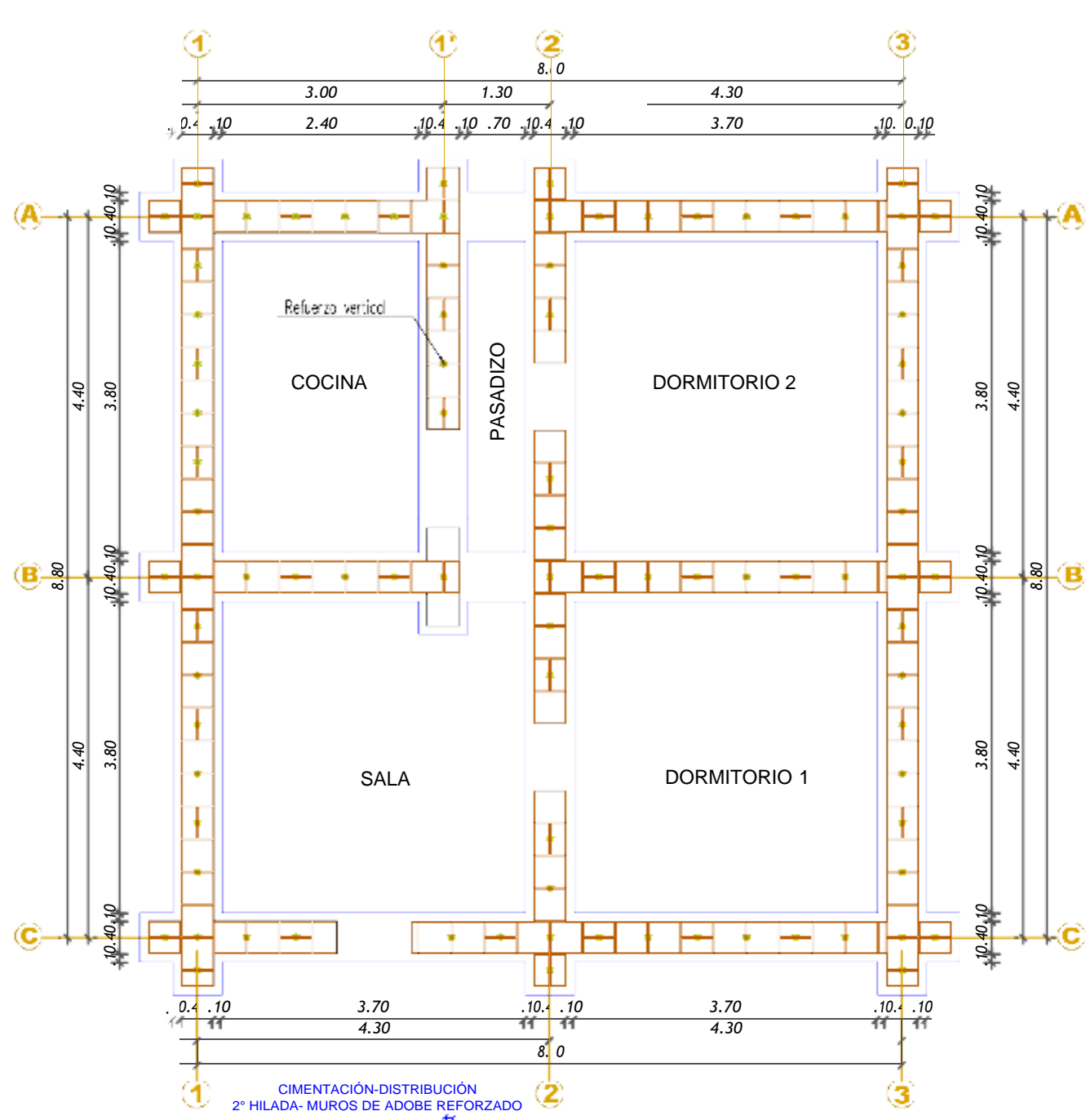
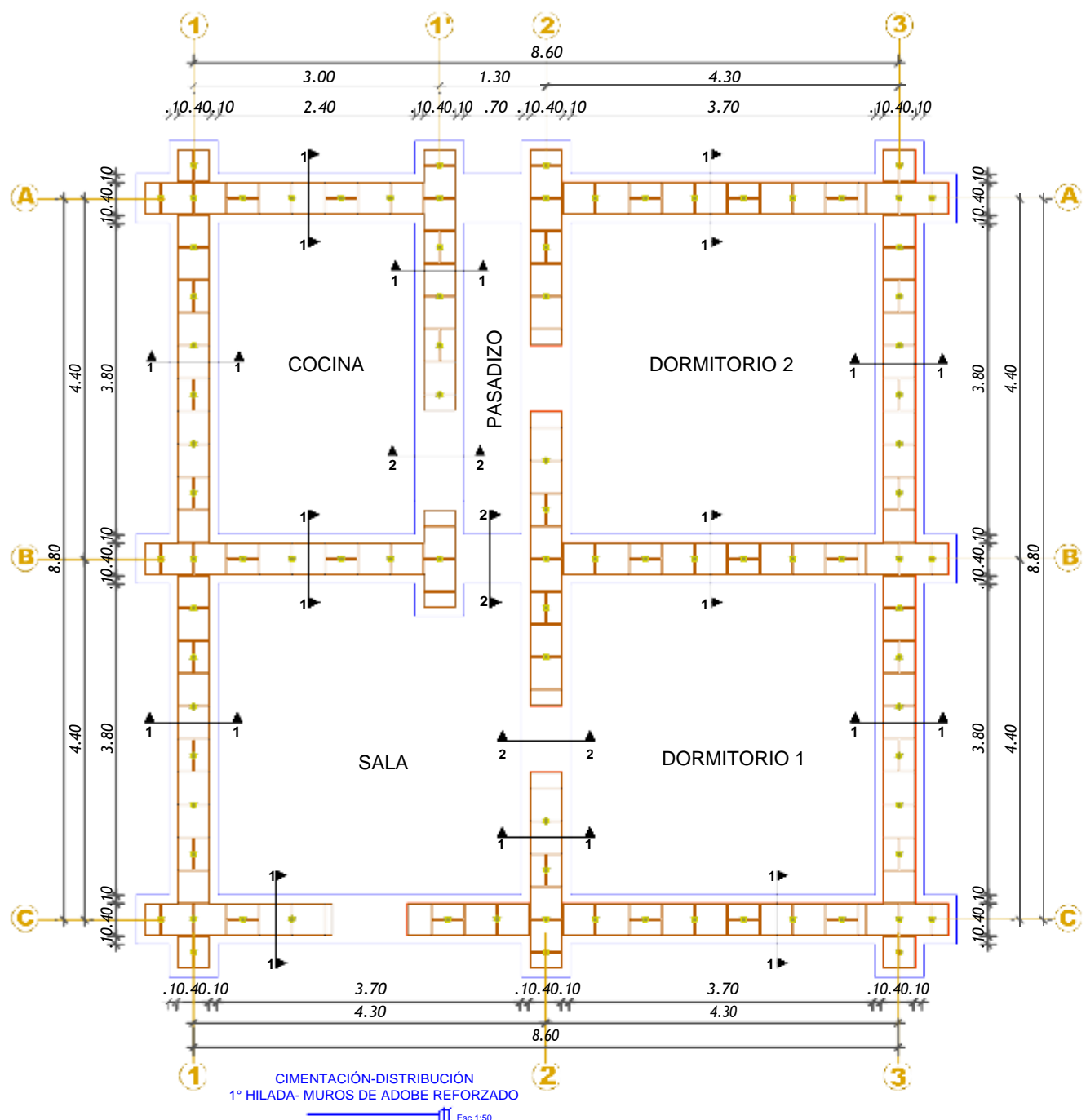
CUADRO DE VANOS: PUERTAS					
TIPO	ANCHO (m)	ALTO (m)	ALFEIZAR (m)	CANT.	DESCRIPCIÓN
P-01	0.90	2.20	---	02	HOJA MACIZA DE MADERA TORNILLO CON VIDRIO SIMPLE < 30%
P-02	0.80	2.20	---	02	HOJA MACIZA DE MADERA TORNILLO CON VIDRIO SIMPLE < 30%
P-03	0.90	2.10	---	02	HOJA MACIZA DE MADERA TORNILLO CON VIDRIO SIMPLE < 30%

CUADRO DE VANOS: VENTANAS					
TIPO	ANCHO (m)	ALTO (m)	ALFEIZAR (m)	CANT.	DESCRIPCIÓN
V-01	1.30	1.20	1.00	04	CARPINTERÍA DE MADERA TIPO 2, e=30mm, VIDRIO Prensado 6mm
V-02	1.00	1.20	1.20	02	CARPINTERÍA DE MADERA TIPO 2, e=30mm, VIDRIO Prensado 6mm
V-03	0.90	0.50	1.60	01	CARPINTERÍA DE MADERA TIPO 2, e=30mm, VIDRIO Prensado 6mm

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

TESIS: "ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS, AMBIENTALES Y CONSTRUCTIVOS DE VIVIENDAS SOSTENIBLES PARA LAS ZONAS ALTO ANDINAS, CAJAMARCA 2020"

ASESOR Mg. Ing. LIZBETH MERMA GALLARDO	FECHA: JUNIO-2021	ESCALA: 1/50	SISTEMA CONSTRUCTIVO: ADOBE REFORZADO
TESISTA: ÁNGELES RUBÍ SANGAY FLORES	PLANO: PROPUESTA DE VIVIENDA SOSTENIBLE	LAMINA: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: right;">VS-01</div>	



- PROPUESTA DE VIVIENDA SUSTENTABLE
- ✓ RNE E.080 Diseño y construcción con tierra reforzada (2006-2017)
 - ✓ Manual de construcción- Edificaciones antisísmicas de adobe (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010)
 - ✓ Manual popular para construcción de la vivienda de adobe sísmo-resistente (Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano El Salvador)

DETALLE DE CUBIERTA
Esc 5/8"

		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
		TESIS: "ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS, AMBIENTALES Y CONSTRUCTIVOS DE VIVIENDAS SOSTENIBLES PARA LAS ZONAS ALTO ANDINAS, CAJAMARCA 2020"	
ASESOR Mg. Ing. LIZBETH MERMA GALLARDO	FECHA: JUNIO-2021	ESCALA: INDICADA	SISTEMA CONSTRUCTIVO: ADOBE REFORZADO
TESISISTA: ÁNGELES RUBÍ SANGAY FLORES	PLANO: PROPUESTA DE VIVIENDA SOSTENIBLE	LÁMINA: VS-02	