



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño estructural sostenible de viviendas ecológicas de Bambú, en
la Provincia de Huancabamba- Piura. 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

García Vallejos, Johan Nael (orcid.org/0000-0002-9264-2494)

Talledo Guardado, Diego Alejandro (orcid.org/0000-0002-9066-9327)

ASESOR:

Mg. Marcelo Sanchez, Ary Garlyn (orcid.org/0000-0002-4805-3860)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA — PERÚ

2023

DEDICATORIA

A nuestras familias, amigos y personas especiales en nuestras vidas, quien son un conjunto de seres queridos de importancia inimaginable en nuestras circunstancias como seres humanos. No podríamos sentirnos más felices con la confianza puesta sobre nosotros, especialmente cuando he contado con sus apoyos incondicionales. Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes; hemos logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio parecía una tarea interminable.

Muchas gracias a aquellos seres queridos que siempre guardo en mi alma.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios que supo guiarnos con sabiduría por el buen camino, darnos fuerzas y aliento para seguir adelante, enseñándome a superar cada adversidad que se nos presentaba en el arduo camino sin darnos por vencido durante el intento.

A nuestros padres y familia que gracias a ellos pudimos iniciar en este camino profesional, agradecemos sus apoyos, consejos, comprensiones, amor y auxilio en los momentos más difíciles ya que si no fuera por ellos no estaríamos en esta nueva etapa para nuestras vidas. Quienes nos enseñaron a tener carácter para conseguir nuestros objetivos.

Gracias a la Universidad César Vallejos, quienes fueron nuestra alma mater para alcanzar con nuestros objetivos profesionales, con su eficiente nivel de enseñanza de los docentes de la escuela profesional de ingeniería civil, agradecemos también a nuestro asesor de tesis, el Mg. Ary Marcelo S. por habernos brindado la oportunidad de compartirnos sus conocimientos, con paciencia y optimismo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARCELO SANCHEZ ARY GARLYN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Diseño estructural sostenible de viviendas ecológicas de Bambú, en la Provincia de Huancabamba- Piura. 2023.", cuyos autores son GARCIA VALLEJOS JOHAN NAEL, TALLEDO GUARDADO DIEGO ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 12 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARY GARLYN MARCELO SANCHEZ DNI: 80225075 ORCID: 0000-0002-4805-3860	Firmado electrónicamente por: ARYMARCELOS el 17-04-2024 16:34:51

Código documento Trilce: TRI - 0737778



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, GARCIA VALLEJOS JOHAN NAEL, TALLEDO GUARDADO DIEGO ALEJANDRO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño estructural sostenible de viviendas ecológicas de Bambú, en la Provincia de Huancabamba- Piura. 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
DIEGO ALEJANDRO TALLEDO GUARDADO DNI: 72199190 ORCID: 0000-0002-9066-9327	Firmado electrónicamente por: DTALLEDOG el 12-02-2024 19:08:11
JOHAN NAEL GARCIA VALLEJOS DNI: 75725269 ORCID: 0000-0002-9264-2494	Firmado electrónicamente por: JGARCIAVA5 el 12-02-2024 11:32:14

Código documento Trilce: TRI - 0737779

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	IV
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR/ AUTORES	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	1
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	4
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGÍA	20
3.1. Tipo y diseño de la investigación	20
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo.....	21
3.3.1. Población	21
3.3.2. Muestra	22
3.3.3. Muestreo	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	23
3.4.1. Instrumentos.....	23
3.5. Procedimientos:	24
3.6. Métodos de análisis de datos:	25
3.7. Aspectos éticos:.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN.....	66
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS	73
ANEXOS	
Anexo 01: Tabla de operacionalización de variables	1
Anexo 02: Panel fotográfico de la Calicata 01.....	1
Anexo 03: Panel fotográfico de la Calicata 02.....	1
Anexo 03: Panel fotográfico de la Calicata 03.....	2

Anexo 04: Ensayo de contenido de humedad Calicata 01.....	2
Anexo 05: Ensayo de contenido de humedad, colocando muestras al horno.....	3
Anexo 06: Ensayo de Limites de Atterberg, Calicata 01.....	3
Anexo 07: Ensayo de Limites de Atterberg, Calicata 02.....	4
Anexo 08: Visita a los cultivos de bambú, tipos de especies.....	4
Anexo 09: Vista del diámetro del bambú, tipos de especies.....	5
Anexo 10: Muestra elegida de bambú.....	5
Anexo 11: Testigos de bambú.....	6
Anexo 12: Rotura de testigo de Bambú, P-1.....	6
Anexo 13: Falla del testigo de bambú.....	7
Anexo 14: Falla por dentro del testigo de bambú.....	7
Anexo 15: Falla del testigo de bambú, parte lateral.....	8
Anexo 16: Resumen de ensayos de calicatas.....	8
Anexo 17: Perfil estratigráfico Calicata 01.....	9
Anexo 18: Análisis Granulométrico.....	9
Anexo 19: Resultados de Resistencia a la compresión simple.....	10
Anexo 20: Ensayo de Limites de Atterberg.....	10
Anexo 21: Ensayo de Proctor Modificado.....	11
Anexo 22: Ensayo de Humedad Natural.....	11
Anexo 23: Planta Arquitectónica, distribución.....	1
Anexo 24: Plano de elevación.....	3
Anexo 25: Plano de cimentación.....	4
Anexo 26: Planos de estructuras.....	5
Anexo 27: Modelo estructural.....	1
Anexo 28: Visualización de la cortante.....	1
Anexo 29: Cargas axiales en las columnas.....	2
Anexo 30: Cargas distribuidas de muros y mamparas en las vigas.....	2
Anexo 31: Detalle de cimentación vista en planta y 3D.....	3
Anexo 32: Recibo digital de turnitin – Diego Alejandro Talledo Guardado.....	4
Anexo 33: Recibo digital de turnitin – Johan Nael Garcia Vallejos.....	4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Esfuerzos Admisibles del Bambú.....	17
Tabla 2.	Tabla de tipos de densidades	18
Tabla 3.	Propiedades mecánicas del Bambú.....	27
Tabla 4.	Ensayo de resistencia de testigos de Bambú a la compresión simple.	31
Tabla 5.	Resumen de ensayos de calicatas	33
Tabla 6.	Perfil estratigráfico Calicata 01	34
Tabla 7.	Perfil estratigráfico Calicata 02	34
Tabla 8.	Perfil estratigráfico Calicata 03.....	39
Tabla 9.	Tabla de distribución de áreas.	40
Tabla 10.	Cuadro de vanos de ventanas.	43
Tabla 11.	Cuadro de vanos de puerta	43
Tabla 12.	Cuadro del cálculo de barandas y muros bajos.....	51
Tabla 13.	Cuadro del cálculo de muros altos.	51
Tabla 14.	Cuadro del cálculo de Mamparas.....	52
Tabla 15.	Modales principales, radios de masa	56
Tabla 16.	Derivas en eje X-X.....	56
Tabla 17.	Derivas en el eje Y-Y.	57
Tabla 18.	Coefficiente Auto sísmica.	57
Tabla 19.	Reacciones básicas.	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1.	Cultivos de Bambú que crece 10 veces más rápido que cualquier árbol, Japan Japanese (2022).....	16
Figura 2.	Procesos de cosechas y constructivos del bambú	18
Figura 3.	Vista geográfica del mapa de Huancabamba	22
Figura 4.	Muestra geográfica de los puntos exactos en donde se realizó las calicatas.	23
Gráfico 1.	Diagrama de flujo de procedimientos.....	25
Figura 5.	Observación de sección transversal de culmo, corte fino y limpio de culmo maduro (04-06 Años). 29	
Figura 6.	Muestra de Bambú – Testigo 01	30
Figura 7.	Muestra de Bambú – Testigo 08	30
Figura 8.	Calicata 01 y panorama del terreno.....	32
Figura 9.	Calicata 01, se observa la medición, el tipo de material del suelo.	32
Figura 10.	Estratos del suelo se realizará la estructura.	33
Figura 11.	Capacidad portante Calicata 01	36
Figura 12.	Capacidad portante Calicata 02	37
Figura 13.	Capacidad portante Calicata 03	38
Figura 14.	Vista zona del proyecto.....	39
Figura 15.	Planta arquitectónica, distribución	41
Figura 16.	Planta Arquitectónica Segundo nivel, distribución.	42
Figura 17.	Elevación frontal.....	44
Figura 18.	Elevación posterior.....	44
Figura 19.	Juntas integradas enchufable por tornillo	45
Figura 20.	Diseño de juntas por tornillo en vista horizontal a detalle	46
Figura 21.	Modelado de columnas de 4 piezas.....	47
Figura 22.	Modelado de columnas de 3 piezas.....	48
Figura 23.	Modelado de columnas de 2 piezas.....	48
Figura 24.	Modelo estructural.....	49
Figura 25.	Visualización de Carga viva.....	52
Figura 26.	Visualización de la cortante	53
Figura 27.	Visualización de momento	54
Figura 28.	Estrategias de diseño resistentes a la intemperie.....	54
Figura 29.	Sismo dinamico en XX	55
Figura 30.	Sismo dinamico en YY.....	55

Figura 31.	Conexión cruzada ortogonal.	58
Figura 32.	Cargas axiales en las columnas.	59
Figura 33.	Momentos flectores en las columnas.	59
Figura 34.	Tipo de unión de vigas, de 2 secciones	60
Figura 35.	Cargas distribuidas de muros y mamparas en las vigas	60
Figura 36.	Diseño simple de zapata aislada	61
Figura 37.	Cálculo del área de la cimentación (Az)	62
Figura 38.	Material de cimentación de columnas.....	62
Figura 39.	Detalle de cimentación vista en planta y 3D.....	63
Figura 40.	Juntas enchufables	64
Figura 41.	Unión diagonal con pernos y varillas de acero.....	64
Figura 42.	Vista lateral, corte eje 3 en el SAP 2000.....	65

RESUMEN

La presente investigación tuvo como lugar de origen en el distrito de Huancabamba en la provincia de Huancabamba, Región Piura. En esta parte del país la mayoría de las viviendas estas construidas de manera informal, es decir sin el criterio de un profesional, los materiales más usados son el adobe, madera rolliza y en algunos casos material noble, por otro lado podemos agregar a esta problemática el aumento de los costos de los materiales de construcción en el último año, esto conlleva a que la calidad de vida de la población sea precaria, una alternativa para poder salir de esta situación es aprovechar los materiales que nos brinda la naturaleza y obtener beneficios económicos, sociales, etc., para ello se propone el uso del bambú en las construcciones de la zona, además usar este material también conllevaría al cultivo masivo de esta planta muy beneficiosa para el medio ambiente.

Esta investigación fue de tipo aplicada – no experimental, ya que el objetivo general fue diseñar una vivienda sostenible con estructura de bambú cumpliendo con la operatividad y los parámetros sismo resistentes en la provincia de Huancabamba; y para lograr este objetivo general nos apoyamos de los siguientes objetivos específicos; realizar ensayos mecánicos de suelos para una vivienda sismorresistente a base de Bambú en la provincia de Huancabamba; evaluar nuevos procesos constructivos de China, y aplicarlo en la provincia de Huancabamba; realizar un análisis estructural de la edificación de bambú, considerando aspectos de estabilidad, resistencia y seguridad en la provincia de Huancabamba.

Para realizar esta investigación nos apoyamos de los software Excel (hojas de cálculo), AutoCAD (planos), SAP2000 (diseño estructural y análisis sísmico), finalmente se pudo diseñar una vivienda ecológica de 120 m² incluida su área libre, el suelo fue adecuado para la construcción el factor $Z= 0.35$, el tipo de suelo fue S2, la categoría de la vivienda fue de tipo C, es así que cumple los parámetros sísmicos establecidos en la norma E.030 se analizó y diseño la estructura, dando como resultado una edificación de la vivienda sismorresistente que podría construirse en la zona.

Palabras clave: Bambú, Vivienda, Diseño estructural.

ABSTRACT

This research was carried out in the district of Huancabamba in the province of Huancabamba, Piura Region. In this part of the country most of the houses are built in an informal way, that is to say without the criteria of a professional, the most used materials are adobe, round wood and in some cases noble material, on the other hand we can add to this problem the increase of the costs of the construction materials in the last year, this leads to that the quality of life of the population is precarious, an alternative to be able to leave this situation is to take advantage of the materials that the nature offers us and to obtain economic, social benefits, etc..., To this end, the use of bamboo is proposed in the constructions of the area, and the use of this material would also lead to the massive cultivation of this plant, which is very beneficial for the environment.

This research was applied - not experimental, since the general objective was to design a sustainable housing with bamboo structure complying with the operability and seismic resistant parameters in the province of Huancabamba; and to achieve this general objective we rely on the following specific objectives; to carry out mechanical soil tests for a seismic-resistant housing based on bamboo in the province of Huancabamba; to evaluate new construction processes in China, and to apply them in the province of Huancabamba; to carry out a structural analysis of the bamboo building, considering aspects of stability, resistance and safety in the province of Huancabamba.

To carry out this research we used Excel software (spreadsheets), AutoCAD (plans), SAP2000 (structural design and seismic analysis), finally we were able to design an ecological house of 120 m² including its free area, the soil was suitable for construction, the Z factor = 0.35, the soil type was S2, the category of the house was type C, so it meets the seismic parameters established in the E.030 standard. the structure was analysed and designed, resulting in a seismic-resistant housing construction that could be built in the area.

Keywords: Bamboo, housing, structural design.

I. INTRODUCCIÓN

Es preocupante que en la actualidad el uso excesivo de materiales no renovables, el impacto ambiental generado y la gran demanda de los materiales primos, ocasione que, en primer lugar el aumento excesivo que se tiene al obtener los recursos primos para su elaboración de materiales de construcción y, en segundo lugar, el agotamiento de los recursos naturales que genera un aumento de la emisión de contaminantes provenientes de la industria de la construcción, este hecho desmedido agota los recursos naturales, lo cual podría generar consecuencias negativas para la economía y medio ambiente.

En el Perú, es lamentable el uso excesivo de construcción con materiales no renovables, métodos de construcciones comunes y métodos negativos para el medio ambiente, como lo es la construcción de concreto y acero, esto generalmente es una de las principales actividades industriales más contaminantes, debido a que generan grandes contenido de gases de efecto invernadero, contaminaciones de suelos y contaminación de agua; Además pueden llegar a ser muy costosas, debido a sus múltiples procesos de extracción, transporte y mano de obra, llegando a impactar significativamente en la economía y el desarrollo social del país.

El bambú ha llegado a ser identificado como un instrumento potencial para el desarrollo socioeconómico debido a su rápido crecimiento, beneficios ambientales percibidos, propiedades materiales prometedoras, innumerables aplicaciones y relativo subdesarrollo como producto industrial global. Se han llevado a cabo muchos proyectos e intervenciones que tienen como objetivo utilizar el potencial social y ambiental del bambú en el desarrollo social. Sin embargo, las evaluaciones críticas que demuestran este efecto utilizando evidencia y resultados del mundo real son raras, y los estudios de casos existentes no se han recopilado ni analizado de manera sistemática. El mapa sistemático propuesto tiene como objetivo resumir y evaluar la evidencia del impacto socioeconómico y ambiental de las iniciativas de desarrollo de la industria del bambú en las comunidades y ecosistemas beneficiarios, e identificar áreas prioritarias para futuras investigaciones y financiamiento. (Binfield, L; et al 2022).

Coincidentemente, las cañas de bambú son un recurso sostenible y abundante con el potencial de ser utilizado como elemento estructural en esas regiones, sin embargo, su naturaleza orgánica y su incompatibilidad inherente con el diseño

moderno y los procedimientos de construcción han dificultado su utilización formal (Mimendi et al., 2022).

Este material fue utilizado durante siglos en la arquitectura popular más humilde de Asia y América Latina. Durante las últimas décadas, debido a los problemas que enfrenta la humanidad, el foco está en los materiales de construcción naturales, siendo el bambú el más eficiente. Es por ello que cada vez se desarrolla más tecnología en torno a este material, pudiendo crear grandes cubiertas con estructuras únicas utilizando muy pocos recursos. (Reig Navarro, E. 2019).

Como bien sabemos los materiales ecológicos son los más sostenibles, ya que son recursos renovables y a la vez minimiza el impacto ambiental, promoviendo la vida humana y vegetal. El bambú es uno de los materiales de recursos primas extraída de la corteza terrestre, es un material natural y renovable que se viene utilizando desde siglos en la construcción rural, múltiples países han desarrollado la habilidad de construir con este material como lo son de los continentes de Asia, América Latina, China y África. Recientemente, el uso de este material se ve requerido debido a su sostenibilidad y eficiencia energética. Esta habilidad de construir es una alternativa ecológica y económica para la construcción, ya que su cultivo y producción es mucho más sostenible que los materiales de construcción convencionales como el concreto y el acero. El bambú también tiene propiedades únicas, como su capacidad de crecimiento rápido y su flexibilidad, lo que lo hace adecuado para soportar cargas y resistir sismos.

Es por ello que a partir de esta investigación se realizó un diseño estructural sostenible de una vivienda a base de bambú en la localidad de Huancabamba, siendo una estructura eficiente y cumpla con los parámetros sismo resistentes como único propósito de ser un diseño ecológico, resistente y económico, para ello se emplea un diseño geométrico estructural, con planos estructurales elaborados en el programa AutoCAD y analizados estructuralmente mediante SAP 2000, se elaboró un estudio de mecánica de suelos y a la vez ensayos de comprensión del bambú, a vez se comparó y perfecciono las metodologías de construcción con los conocimientos de la ciudad de china, con el fin de realizar el diseño estructural sostenible, confiable y económico. Se espera que los resultados finales de la presente investigación sean útiles y apoyen a las nuevas metodologías de construcción civil.

Lo que se logró con la presente investigación, es que mediante el diseño estructural sostenibles a base del material estructural Bambú, se logró concretar que este diseño estructural es seguras y confiables, como a la vez son construcciones ecológicas y económicas, logrando obtener un bienestar próspero con la naturaleza y así mismo garantizar una estructura resistente y organizada.

La presente investigación, plantea la realidad problemática en lo cual tiene como problema general: ¿Cuál es el diseño estructural para viviendas sostenible con materiales ecológicos a base de bambú en la provincia de Huancabamba? Asimismo se plantean como problemas específicos: ¿Cuáles serán las propiedades mecánicas del suelo en la provincia de Huancabamba?, ¿Cuáles son los criterios a tomar para el diseño, cálculo estructural, procesos constructivos y qué parámetros preliminares de normativa utilizaremos para viviendas sostenibles a base de bambú en la provincia de Huancabamba?, ¿Cuáles serán los elementos estructurales adicionales y diseños de amarres en la vivienda ecológica de bambú de la provincia de Huancabamba? y finalmente ¿Cuál será el modelamiento sostenible, confiable y sismo resistente de estructuras a base de bambú en la provincia de Huancabamba?.

La presente investigación se justifica a la problemática del uso excesivo de los materiales convencionales comunes en el ámbito de construcción civil, materiales no renovables, materia prima que viene siendo explotada de una manera desmedida en canteras y extracciones subterráneas, es por ello que al estudiar un diseño de estructuras de bambú es de interés para la ingeniería civil sostenible y ecológica, ya que es un material eficiente y liviano, a la vez un material renovable y sostenible, es por ello que es importante la creación de un diseño de viviendas sostenibles de estructura de bambú, que pueda cumplir con sostenibilidad y eficiencia, teniendo en cuenta los parámetros económicos y antisísmicos.

Otra justificación de la presente investigación son los grandes costos que pueden alcanzar una construcción de concreto y acero, en donde los presupuesto pueden llegar a inflarse económicamente afectando a la sociedad, así mismo tener un enfoque de opción viable y sostenible, debido a que el bambú puede llegar a beneficiarnos tanto a la sociedad como al medio ambiente. Es por ello que como sociedad debemos considerar importante este tipo de construcción con este material renovable, promoviendo la economía local y regional, debido a que

contamos con estos suministros y la mano de obra necesarias para poder construir estructuras de bambú. Esto ayudaría a fomentar el desarrollo social y económico, incrementando la empleabilidad.

De tal manera en la presente investigación se tiene como objetivo general. 1. Diseñar una vivienda sostenible con estructura de bambú cumpliendo con la operatividad y los parámetros sísmo resistentes en la provincia de Huancabamba. Y como objetivos específicos se propone. 1. Realizar ensayos mecánicos de suelos para una vivienda sismorresistente a base de Bambú en la provincia de Huancabamba. 2. Evaluar nuevos procesos constructivos de China, y aplicarlo en la provincia de Huancabamba. 3. Realizar un análisis estructural de la edificación de bambú, considerando aspectos de estabilidad, resistencia y seguridad en la provincia de Huancabamba.

Para el presente proyecto tenemos como hipótesis el demostrar que, al mejorar las estructuras de bambú, estas pueden ser más resistentes y eficientes estructuralmente.

II. MARCO TEÓRICO

Posteriormente nuestro proyecto de investigación se tiene como antecedentes los siguientes estudios e investigaciones.

MIMENDI, (2022) en su artículo titulado: “Un innovador flujo de trabajo digital innovador para diseñar, construir y administrar estructuras de bambú” nos habla que en la actualidad, la industria de la construcción es el principal contribuyente a las emisiones de gases y el consumo de energía en el mundo, ejerciendo una presión sin precedentes para encontrar materiales de construcción alternativos y sostenibles, particularmente en regiones donde se espera un aumento o crecimiento de la población. Concientiza que las cañas de bambú son un recurso sostenible y abundante con el potencial estructural en esas regiones, sin embargo, su naturaleza orgánica y su incompatibilidad inherente con el diseño moderno y los procedimientos de construcción han dificultado su utilización formal. Este artículo presenta los detalles de un flujo de trabajo innovador basado en la filosofía de que la calidad y la confiabilidad de las estructuras de bambú se pueden administrar computacionalmente a través de la digitalización de elementos estructurales individuales de bambú. El flujo de trabajo se basó en procesos de ingeniería inversa que integran y hacen que las cañas de bambú sean compatibles con las plataformas modernas de gestión de datos, como el modelado de información de construcción. Luego presento un estudio de caso basado en un proyecto de reconstrucción de casas de bambú en Lombok - Indonesia, para ilustrar el flujo de trabajo propuesto. En ella demostró que la digitalización y la gestión no son solo para representar formas e información sobre las cañas de bambú a través de un software de computadora, sino que también pueden controlar la calidad, la sostenibilidad y el comportamiento estructural de una estructura de bambú durante toda su vida útil.

Por otro lado, Ceylan, Ertuğrul (2023) en su artículo de investigación: “El bambú en la cultura china” nos habla que China, es un país rico en símbolos culturales entre las civilizaciones del mundo. Uno de los símbolos más importantes de la cultura china es el bambú. El bambú es uno de los materiales más utilizados por los chinos debido a sus características como ligero, fuerte, flexible y de rápido crecimiento. Las áreas de bambú, que ocupan un lugar importante en la geografía mundial, son

bastante grandes, especialmente en la región de Asia Oriental. Nos habla que China es uno de los países con mayores superficies de bambú en esta región. Como resultado natural de esto, el bambú ha ido más allá de ser un simple producto agrícola y se ha convertido en un componente importante de la civilización china. Por ello, que es casi imposible no ver objetos, construcciones, descripciones, conceptos, imágenes y obras de arte relacionadas con el bambú en la cultura china, la literatura china, el arte chino, la filosofía china y las creencias chinas. Sus primeras informaciones escrita sobre el bambú comenzó con inscripciones de fortuna chinas y ha sobrevivido hasta el día de hoy en formas de escritura posteriores en idioma chino. Su estudio trata sobre el lugar y la importancia del bambú, uno de los símbolos más importantes de la historia cultural china, en la cultura china, generalmente examinando fuentes chinas. En el estudio se siguieron huellas de la existencia cultural del bambú, especialmente en la vida cotidiana, el ámbito militar, el arte y el pensamiento confuciano.

En cambio, RANADOS Páez, et al (2019) en su artículo de investigación llamado: “Análisis del comportamiento de la guadua “BAMBU” sometido a postensado” estudio la sostenibilidad, tecnología y urbanismo resaltando que su trabajo pretendió dar a conocer el comportamiento de las propiedades de bambú sometido a postensado, a través de una investigación científica que tiene como objetivo general aplicar ensayos de laboratorio al bambú o guadua *angustifolia* kunth sometida a postensado a distintas cargas axiales a lo largo de su luz. La investigación tiene un enfoque cualitativo; realizando estudios de variables independientes a partir de datos secundarios, con análisis secundarios que puedan elaborar importantes conclusiones relacionadas con el comportamiento o estado de las variables.

El autor GIOVANNI, Domini et al (2022) en su artículo de investigación: “Diseño estructural de una casa italiana de bambú en un contexto regulatorio italiano: Revisitando un pequeño edificio construido en Costa Rica con bambú tropical” desarrollaron un rediseño de un edificio residencial y ya construido en Costa Rica utilizando *Guadua angustifolia* (Bambú) y *Dendrocalamus asper*, eligiendo como lugar de construcción el municipio de Bolonia, en el norte de Italia, y Moso (*Phyllostachys edulis*) cultivado en Italia, como material estructural. El rediseño se realizó en el contexto de las normas italianas y el artículo demuestra cómo es

posible diseñar un edificio utilizando bambú europeo, geométricamente más pequeño con respecto al tropical, de conformidad con las normas nacionales italianas NTC2018 con la ayuda de las normas internacionales de bambú (ISO 22156). Un dato muy importante de esta investigación es que todos los miembros son multi tallos y las conexiones se eligen sin perforaciones.

TADJUDDIN, Maknun (2019), en su tesis titulada: “La forma de la casa de bambú tradicional en la cultura Makassar: un estudio semiótico cultural” nos explica la forma de una casa tradicional hecha de bambú en la cultura Makassar; los componentes de las casas tradicionales hechas de bambú y sus respectivas funciones; y sus dimensiones socioculturales de la forma y estructura de la casa tradicional construida con bambú en la cultura Makassar. Discutiendo estos problemas y utilizando el enfoque de Lingüística Estructural de Saussure (semiología) y la Antropología Estructural de Levi Strauss. Ambos se explican en la semiótica cultural. utilizo métodos de recolección de datos utilizados la investigación de campo (observación) con documentación técnica, entrevistas y grabaciones. Los datos fueron analizados cualitativamente y sus resultados indican que la forma de casa tradicional hecha de bambú en la cultura Makassar generalmente se divide en tres partes, ya sea vertical u horizontalmente. Verticalmente, la parte superior se llama pammakkang “ático”; la parte central se llama kale ballak “cuerpo de la casa”; y el fondo se llama siring “debajo”. Horizontalmente, el frente se llama paddaserang ri dallekang “vestíbulo”; la sección central se llama paddaserang ri tangnga “sala de estar”; la parte trasera se llama paddaserang ri boko “cuarto trasero”. Los componentes de las zonas superior, media e inferior muestran oposición entre sí. Sin embargo, estos componentes están lógicamente relacionados y relacionados entre sí para formar una construcción social y cultural significativa. La forma y estructura de las casas tradicionales en la cultura Makassar están influenciadas por factores socioeconómicos y socioculturales (cosmología, creencias y estratificación social).

Torres Rojas, C. A. (2020) En su tesis titulada: “Diseño de una conexión viga columna para la construcción sostenible de viviendas edificadas con bambú” se centra en el diseño de conexiones resistentes al momento de flexión entre vigas y columnas de bambú en casas ecológicas para reducir el daño causado a los materiales y maximizar los beneficios estructurales de las casas de bambú. Es por

ello que busco las siguientes propiedades mecánicas del bambú. Como el Módulo de Young, relación de Poisson y módulo de corte determinados usando modelos de micromecánicas y RVE. Dentro de los resultados se encontraron datos que fueron comparables a los datos literarios experimentales. En este proyecto para validar el diseño desarrollado, se implementaron las conexiones existentes y arrojaron resultados negativos menores al 10%. Todos estos puntos de vista sirvieron como guía para iniciar con el desarrollo de un modelo de conexión viga-columna para determinar los comportamientos mecánicos de las conexiones bajo condiciones de carga típicas de casas de bambú. Su diseño de conexión desarrollado distribuye las fuerzas debido al uso de medios anillos metálicos hasta en un 26,74 % en comparación con el modelo desarrollado en estudios anteriores. Esto elimina la necesidad de perforar o cortar el bambú y también aprovecha la mayor distancia entre las vigas y las columnas, lo que también tiene el efecto de aumentar el área de contacto entre las juntas y el bambú. Es por ello que se utilizan dos brazos metálicos que fueron conectados a los semi anillos de viga y columna de la estructura para reducir el esfuerzo presentado en las zonas más críticas de las uniones.

KW, Liu (2022) en su libro titulado: "Arquitectura contemporánea de bambú en China" presenta la distribución de los bosques de bambú y las especies de bambú para la construcción, los tipos y características de los materiales de bambú de caña completa naturales y de ingeniería para la construcción, la historia del desarrollo y el estado de investigación de las diferentes formas de arquitectura de bambú. Describiendo estándares, organizaciones internacionales relevantes, instituciones de investigación, empresas de producción, procesamiento y casos típicos. El libro describe sistemáticamente el desarrollo moderno de la construcción con bambú en este país, en lo cual analiza las oportunidades y los desafíos que enfrenta la industria de la construcción con bambú y brinda orientación para el desarrollo de la industria de la construcción con bambú en China. Particularmente describe más de 70 ejemplos construidos en su mayoría desde 2014 para brindar una descripción detallada del uso del bambú como material decorativo y estructural. Explotando completamente el potencial del bambú en aplicaciones de ingeniería, con la finalidad de inspirar al lector en estos casos tan vívidos y experimenten el encanto de la arquitectura moderna china de bambú.

Las viviendas ecológicas son hogares diseñados y construidos con prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente; estas viviendas están diseñadas para minimizar su impacto ambiental y maximizar la eficiencia energética, el uso de recursos renovables y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Este tipo de construcción de viviendas tienen un diseño bioclimático, orientando adecuadamente al cuidado del medio ambiente, con estrategias sólidas y materiales de construcción que maximizan la iluminación natural, el aprovechamiento del calor solar en invierno y la ventilación cruzada para reducir la necesidad de calefacción y refrigeración artificial. De tal forma estas estrategias tratan de gestionar el uso de los recursos.

Durante muchos años se pensó que el bambú era un árbol, pero esto es incorrecto porque el bambú es una planta y pertenece a la subfamilia Bambooideas, que incluye más de 1400 especies en 115 géneros. Es una planta liviana de rápido crecimiento con una relación resistencia-peso ligeramente más alta que el acero. La planta absorbe dióxido de carbono del aire y produce un 30% más de oxígeno que cualquier otra planta, reduciendo los efectos de los gases de efecto invernadero, lo que es sumamente beneficioso para la salud. Es una planta fotoautótrofa ya que produce sus propios alimentos de sus hojas caídas proporcionando sus propios nutrientes.

Figura 1. Cultivos de Bambú que crece 10 veces más rápido que cualquier árbol, Japan Japanese (2022).



Fuente: Botiga

La forma cilíndrica y hueca del bambú lo convierte en una solución de construcción subterránea ideal para materiales resistentes a terremotos y de baja carga cuando se usa en un diseño estructural adecuado. También tiene alta resistencia a la compresión y alta resistencia a la tracción, ligeramente inferior al acero. Solo tarda entre 3 y 5 años en madurar y se considera un material sostenible que se puede utilizar en todo tipo de estructuras, ya que es naturalmente muy estable.

Se puede evidenciar de la supervivencia del bambú en edificios construidos hace más de 100 años a lo largo de las regiones cafetaleras de Colombia y en ciudades como Guayaquí y Montecristi en Ecuador. También se presencia en la costa norte del Perú, en donde se ubican estas construcciones de Bambú, en las ciudades de Piura y Tumbes, que tienen una extensa tradición en el uso del bambú como material principal para las viviendas.

El bambú es un material ligero, flexible y económico, ya que su uso en la construcción no requiere un trabajo profesional, debido a su flexibilidad es muy resistente a los sismos, pero presenta dificultades con la húmedas y los insectos, siendo acto para climas cálidos.

(RNE, Norma E.100, p.6) El bambú o Guadua angustifolia debe cosecharse en un plazo de 4 a 6 años y debe ser naturalmente duradero, estar protegido de factores externos (humo, humedad, insectos, hongos, etc.) y estar libre de deformaciones prematuras. El eje principal se refiere a la longitud. 0,33%, no debe tener una conicidad superior al 1,0%, no debe tener grietas circunferenciales y longitudinales, no debe considerarse un trozo de bambú con un 20% de grietas, insectos y agujeros causados por el bambú no deben aceptarse tal cual. de corrupción. Esto debe tenerse en cuenta y la carga admisible del bambú, es decir, la resistencia a la flexión paralela a las fibras, debe determinarse en un laboratorio especializado para verificar el cumplimiento del RNE de la norma E.100, que explica la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción. Dirección de la fibra y dirección paralela y resistencia al corte..

Tabla 1. Esfuerzos Admisibles del Bambú

Esfuerzos admisibles				
Flexión(fm)	Tracción paralela(ft)	Compresión paralela(fc)	Corte(fv)	Compresión perpendicular

5 Mpa (50 kg/cm ²)	16 Mpa (160 kg/cm ²)	13 Mpa (130 kg/cm ²)	1Mpa (10 kg/cm ²)	13.Mpa (13g/cm ²)
-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

Fuente:

Las cargas de diseño se puede dividir en carga estática, carga viva, fuerza de viento y fuerza sísmica. La carga estática es el peso de cada parte de los objetos fijados a la estructura El peso de la estructura de bambú se puede calcular consultando la densidad del bambú.

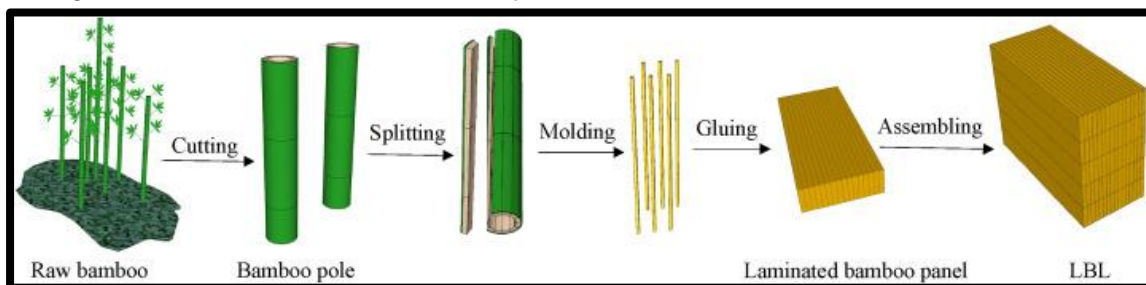
Tabla 2. Tabla de tipos de densidades

tipo	guizhu	Meng Zongzhu	Mazhu	bambú de rama larga	bambú verde	bambú espinoso
Densidad (kgf/m ³)	900	810	720	700	510	470

Fuente:

La compresión es el esfuerzo al que está sometido un cuerpo por la aplicación de fuerzas que actúan en el mismo sentido, y tienden a acortarlo. El ensayo de compresión paralela a la fibra determina la resistencia a la compresión de las muestras de guadua, asimismo, los resultados se utilizan para hallar su módulo de elasticidad. Este consiste en aplicarle una carga de compresión de forma axial a la muestra de bambú.

Figura 2. Procesos de cosechas y constructivos del bambú



Fuente:

Cabe mencionar que todos los conceptos mencionados, presentan normativas ya que por investigación bibliográfica se ha podido evidenciar que, en estos países es muy frecuente la construcción con bambú, el único detalle mejorados es los métodos y formas de construir, cada país tiene su metodología y solución a fallas que puede presentar este método de construcción; por otro lado en Perú poseemos

la Norma Técnica Peruana, lo cual es la E.100, lo cual nos orienta para un correcto diseño estructural con bambú, y realizar un buen trabajo con los esfuerzos admisibles indicados en esta norma. A la vez tenemos la normativa E.030 de diseño Sismorresistente.

En el presente proyecto de tesis se tendrán encuenta las normativas peruanas con el fin de comparar y señalar los mejores métodos de diseños estructurales, de lo cual será:

- Norma E.100 Bambú.
- Norma E. 050 Suelos y cimentaciones.
- Norma A. 020 Vivienda.
- Norma E.020 Cargas.
- Norma E.030 Diseño sismorresistente.
- Norma IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones.
- Norma EM. 010 instalaciones eléctricas interiores.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación:

La presente investigación fue de tipo aplicada, debido a que es un procedimiento que se utiliza para encontrar soluciones a problemas específicos, se propone como objetivo resolver preguntas concretas, tratando de solucionar un problema de cultura, contribuyendo en la recaudación de conocimientos y aplicándola; su propósito suele ser generar soluciones que puedan ayudar a las organizaciones a resolver sus problemas, a la vez aumentar conocimiento, rendimientos y productividad.

Diseño de la investigación:

El diseño de la investigación fue un diseño no experimental, ya que consistió en realizar un diseño estructural sostenible de una vivienda rural en la provincia de Huancabamba utilizando las cañas de bambú con material alternativo de construcción, siendo una investigación descriptiva, debido a que solo se diseña y se realiza un bosquejo, fue tomada como referencia las normas y guías de construcción con Bambú en china, normas legales RNE, libros guías y procesos de construcción del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento del año 2019, y no se manipulo la variable.

3.2. Variables y operacionalización

El proyecto de investigación tiene como variables:

Variable 01: Diseño sísmico y estructural del Bambú

Variable 02: Material estructural de Bambú

Definición conceptual:

En este diseño sísmico y estructural comprende las diversas actividades para desarrollar los estudios del proyecto, teniendo en cuenta proceso creativo, lo cual se define las características de un sistema estructural completo, con sus objetivos, dimensiones y características estructurales; precisamente en el diseño estructural sismorresistente, equilibrio fuerzas y cargas a las que está sometida, a la vez resistir a un colapso o un mal comportamiento estructural.

En este diseño el bambú o guayaquil fue presentado como material alternativo de construcción y elementos estructurales, es por ello que se le considera uno de los más importantes por las cualidades que presenta, resistencias mecánicas, rigidez y durabilidad, apropiado para la construcción civil.

Definición operacional:

El diseño sísmico y estructural, se presenta con una metodología de desarrollo del análisis y diseño estructural mediante software , y a la vez una metodología de literatura científica indagando con libros y artículos de los procesos constructivos de otros países acerca de la estabilidad, rigidez y resistencia estructural, teniendo en cuenta las normativas peruanas vigentes y comparando a su brevedad, para determinar las propiedades físicas y mecánicas del bambú, a la vez las capacidades portantes del suelo, por culminado se presentaran los planos y memoria de cálculos estructurales.

El bambú es un material renovable, sostenible y ecológico, que tiene características físicas, mecánicas y químicas impresionantes.

Indicadores:

El diseño de la investigación tiene como indicadores determinar la resistencia estructural del bambú, los esfuerzos óptimos y el perfeccionamiento de los procesos constructivos habituales.

Escala de medición:

En la presente investigación tuvo como escala de medición la resistencia estructural en Kgf/m², mediante software SAP 2000.

Se tiene como escala la guía para todos sobre la construcción con bambú en china y los manuales de construcción, presentado en con la metodología literaria científica.

3.3. Población, muestra y muestreo

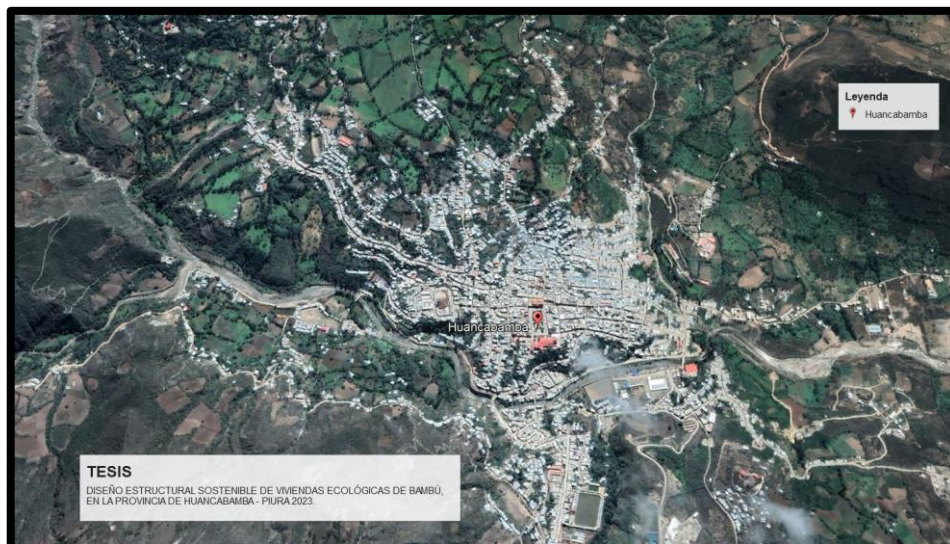
3.3.1. Población

De acuerdo con el autor (CONDORI, Ojeda. 2020) Sostiene que la población son Elemento accesible o unidad de análisis perteneciente al área temática en la que

se realiza la investigación. En cambio, la muestra es una parte explicativa de la población que tiene las mismas propiedades generales que la población.

Es por ello, para el presente estudio se consideró como población los predios(terrenos) de la provincia de Huancabamba; distrito y provincia de Huancabamba, departamento de Piura.

Figura 3. Vista geográfica del mapa de Huancabamba



Fuente: Google Earth

Criterios de inclusión:

Datos de las propiedades físicas, mecánicas del bambú, propiedades geométricas de los suelos recogidos del distrito de Huancabamba, verificando con el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú, Norma E.050 Suelos y Cimentaciones, entre otros datos técnicos verificados.

Criterios de exclusión:

Datos técnicos no verificados del Bambú que no aporten con metodologías y procesos constructivos nuevos y sostenibles; de igual manera datos que no pertenezcan a la especie de la guadua *Angustifolia*.

3.3.2. Muestra

En nuestra presente investigación sacamos una pequeña muestra de la población, en la cual consiste en la recolección de datos y está representada en la Provincia de Huancabamba, específicamente en el caserío de Segunda Liguay en un lote con área de 120 m², de 8m de ancho por 15m de largo, un diseño estándar que se

acopla para el diseño estructural sostenible de vivienda de dos plantas usando como material estructural la planta de bambú o también conocido Guayaquil.

Figura 4. Muestra geográfica de los puntos exactos en donde se realizó las calicatas.



Fuente: Google Earth

3.3.3. Muestreo

Según Osvaldo Hernández (2020), nos dice que el muestreo por conveniencia se elige cuando le permite al investigador elegir de manera arbitraria cuantos participantes puede haber en el estudio.

En esta presente investigación fue un muestreo por conveniencia ya que es un análisis que se desea utilizar en toda la población con el fin de mantener la sostenibilidad de la sociedad, a la se obtuvo muestras de ensayos de mecánica de suelos para ver la clasificación, humedad natural, plasticidad del área para el diseño estructural de la vivienda.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1. Instrumentos

Los instrumentos que hemos utilizado para la investigación es la obtención de datos y valores de literaturas científica de estudios y reglamentos existentes; mediante aplicativos webs como la aplicación Rayyan, investigador confiable para organizar nuestra información, y a la vez poder estructurar el diseño mediante planos el

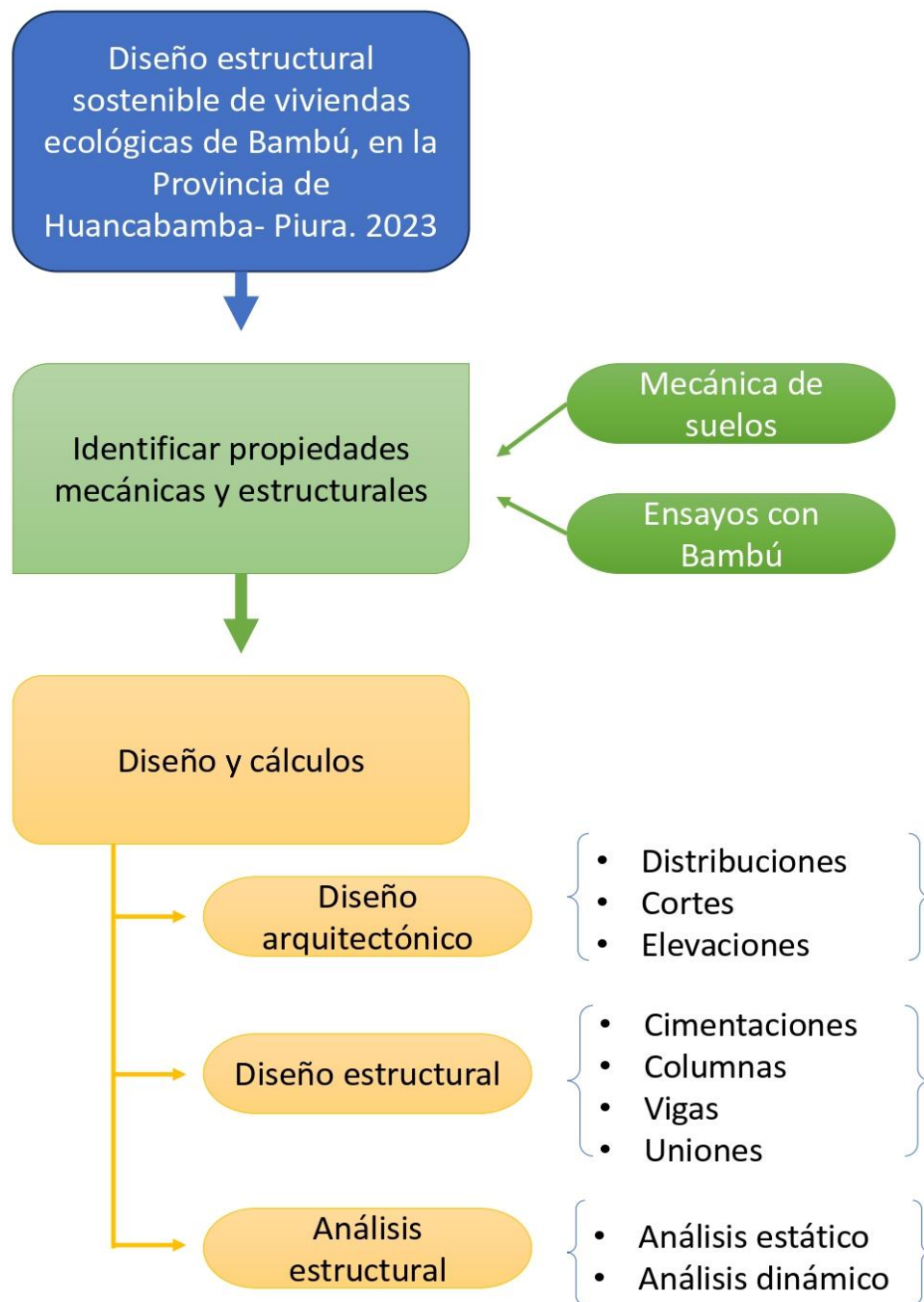
instrumento es el programa AutoCAD 2018, y para el análisis estructural y modelación, el instrumento es el programa SAP2000. Estos instrumentos están compuestos por documentos que dan información sobre las propiedades, características del bambú, además de ensayos de mecánicas de suelo de la Provincia de Huancabamba, las cuales están.

- Norma E.100 Bambú.
- Norma E. 050 Suelos y cimentaciones.
- Norma A. 020 Vivienda.
- Norma E.020 Cargas.
- Norma E.030 Diseño sismorresistente.
- Norma IS.010 Instalaciones sanitarias para edificaciones.
- Norma EM. 010 instalaciones eléctricas interiores.
- Ensayos de Mecánica de Suelos
- Manual de Construcción de Bambú
- Una guía de construcción de bambú para todos - China

3.5. Procedimientos:

Para la realización del diseño estructural sostenible de viviendas ecológicas de bambú en el distrito de Huancabamba, Provincia de Piura; como primer indicio se realizó el respectivo estudio de suelos donde se obtuvo la clasificación del suelo, humedad natural, Proctor Modificado, Índice de Plasticidad; mediante la metodología del manual de ensayos de laboratorios de mecánica del suelo y mecánica de rocas, de José L Pastor, libro en donde se encuentran resumidas las normativas y tipos de metodologías como las UNE 103500, 103501, 103300. Correspondientemente a la investigación se realizó la identificación de las propiedades físicas y mecánicas del bambú según la norma E.100 de Bambú. Paralelamente se realizó planos arquitectónicos de la vivienda (distribución, cortes y elevaciones), luego se procedió a realizar el análisis estructural usando el programa SAP2000, donde se diseñó los elementos estructurales de la edificación.

Gráfico 1. Diagrama de flujo de procedimientos



Fuente: Elaboración propia

3.6. Métodos de análisis de datos:

En esta investigación se empleó el método descriptivo aplicativo, ya que se describió los métodos y procesos de construcción, propiedades estructurales que serán aplicadas en el diseño que fueron recolectados mediante software de

cálculos de Excel y software para almacenar información (Rayyan). Los procesamientos de datos bibliográficos son establecidos en las fuentes de libros, artículos de investigación, revistas.

3.7. Aspectos éticos:

La presente investigación está rigurosamente regida a la guía universitaria, la resolución de investigación N° 062-2023 las indicaciones según declara lo que debe cumplir la Universidad Peruana con orden legal, ya que sitúa a que la universidad en el Perú debe ser favorecer al desarrollo de la sociedad, por tal motivo de a cumplido con la normativa y los métodos correctos para el desarrollo de las investigaciones, en la conducta ética se tomó distintos aspectos éticos, morales, religiosos y políticas, para garantizar un eficaz desarrollo, tomando en cuenta fuentes confiables y citadas correctamente. Se desarrolló de forma transparente, obteniendo estudios para proteger la autenticidad, se llevó a cabo un diseño estructural de una vivienda, tomando aspectos económicos y ambientales, los cuales buscan dar un mejor uso al bambú en el área de ingeniería civil siendo un material alternativo de construcción renovable que permite la acumulación del calor y favorece ventilación natural.

IV. RESULTADOS

Propiedades Físicas y Mecánicas del Bambú

Las propiedades del bambú se analizaron en el laboratorio INGELABC de acuerdo a las normas E.100, manual de construcción sustentable de bambú y guía de construcción de china, para nuestro caso se tomaron muestras para determinar propiedades mecánicas de la especie que adquirimos, y poder comparar los resultados obtenidos por las anteriores investigaciones de los tesisistas locales e internacionales.

Los tallos de bambú fueron obtenidos en la provincia de Huancabamba, y posteriormente trasladadas a la ciudad de Piura para realizar los estudios precisos para obtener los datos necesarios para el desarrollo de nuestro proyecto, por estas razones citamos los estudios realizados por la Asociación de Bambú de Taiwán, República de China donde efectuó estudios mecánicos y estructurales del bambú, en la cual obtuvo resultados que se evidencia en el siguiente cuadro:

Tabla 3. Propiedades mecánicas del Bambú.

Especies de bambú	Autores colaboración	Módulos elásticos (Kg/cm ²)	Resistencia a la flexión (Kg/cm ²)	Resistencia a la compresión L (Kg/cm ²)	Resistencia a la compresión T (Kg/cm ²)	Resistencia a la tracción L (Kg/cm ²)	Resistencia a la corte T (Kg/cm ²)
bambú espinoso	Ma Zibin	-	132,9	502.6	66,4	1.671,2	83,7
guizhu	Ma Zibin	-	311.4	638,7	216,9	1.283,5	77,6
	Lin Jiahe	59.857	-	811.1	-	-	-
Meng Zongzhu	Ma Zibin	-	120,7	648.2	167,7	1.647,0	125.1
	You Jiacheng	133,175	-	655	-	-	-
	Du Yixuan	-	-	-	-	1.635,7	-
Mazhu	Ma Zibin	-	66.1	390.2	51,8	1.096,6	64,7

Fuente: Una guía de construcción de bambú para todos (2020)

Propiedades mecánicas

El bambú es un material ligero, resistente y de alta rigidez, gracias a los estudios podemos desarrollar las tecnologías y poder conocer estas características de especies de bambú Huancabambina y a la vez generar herramientas que faciliten el uso como material de construcción sostenible ya que se caracteriza por sus cualidades mecánicas, resistentes y un comportamiento excelente ante un sismo,

debido a su bajo peso y alta disipación de energía en las uniones de los diferentes elementos estructurales, ya que son vitales para cumplir con los esfuerzos admisibles según normativa peruana.

Control de calidad

El bambú, como bien sabemos es un material cuyo origen es la naturaleza y posee características que varían en el transcurrir del tiempo, es por ello el estudio y hallazgos de métodos de control de calidad, que serán necesarios para obtener un mejor comportamiento y logrando hacer que el material sea más eficiente en las aplicaciones de estructuras; la norma peruana la E. 100 solo nos menciona como hacerle un mantenimiento a las edificaciones de bambú, sin mencionar un control de calidad, tipos de especies y características particulares, métodos de impermeabilizantes, procesos y criterios generales a considerar en un diseño y construcción con bambú, con el fin de conservar su permanencia en el tiempo.

Según la guía de construcción de bambú para todos (2020), de china, nos habla de los procesamientos del bambú, métodos de finalización, en lo cual consiste en un método de cocción con carbón, con el fin de eliminar las manchas de aceite en la superficie del bambú y reducir el contenido de azúcar, para remojarlo en agua hirviendo durante 20 minutos, para luego sacarlo y secarlo a altas temperaturas con vapor, reduciendo la humedad a menos del 15%, el procesamiento preliminar tiene que ser un corte limpio para su ensamblaje correcto, y finalmente su protección de pintura, utilizando agentes replételas al agua a base de aceites y aplicándolo sobre la superficie del bambú, logrando efectos de impermeables y transpirables.

Para disponer un material prima adecuado en obra, se debe disponer un control de calidad del bambú, los criterios generales que debe presentar cada culmo para ser aptos en una construcción.

Figura 5. Observación de sección transversal de culmo, corte fino y limpio de culmo maduro (04-06 Años).



Fuente: Elaboración propia

En las características de preservación e Inmunización Inmersión debe ser con pentaborato 5%, para evitar ataque de insectos y hongos, obteniendo mayor durabilidad, en la verificación los productos deben tener documentos que certifique la realización del proceso por inmersión.

Compresión

Los datos obtenidos de los ensayos a la compresión simple nos arrojan una carga favorable a favor de los testigos de bambú, según la resistencia a la compresión que debe tener el bambú como mínimo según la norma E.100 es de 130 kg/cm² cuando el esfuerzo actual es paralelo a la fibra de 13 g/cm² cuando es perpendicular a la fibra. Con estos resultados hemos hecho una comparación con la norma China de Propiedades mecánicas del bambú, tomando en cuenta que el bambú "Mazhu" cual llega a una carga de 390.2 kg/cm². Asimismo, tomando como referencia que la *Guadua angustifolia* variedad bicolor (11.1, 11.2) de procedencia en Moyobamba – Rioja, nos da un esfuerzo admisible de compresión de 125.52 kg/cm².

Figura 6. Muestra de Bambú – Testigo 01



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Muestra de Bambú – Testigo 08



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Ensayo de resistencia de testigos de Bambú a la compresión simple.

ENSAYO DE RESISTENCIA DE TESTIGOS DE BAMBÚ A LA COMPRESION SIMPLE							
TESISTAS	: JOHAN NAEL GARCIA VALLEJOS - TALLEDO GUARDADO DIEGO ALEJANDRO						
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBÚ						
UBICACIÓN	: PROVINCIA HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA						
MUESTRA	: TESTIGOS CILINDRICOS DE BAMBÚ.						
PROCEDENCIA	: TESTIGOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE.						
FECHA	: PIURA, 06 DE NOVIEMBRE DEL 2023.						
CERTIFICA							
Que se ha realizado la Rotura de los siguientes Testigos de Bambú, con resultados los cuales se detallan:							
RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE							
Nº TESTIGO	ELEMENTO / DESCRIPCION	FECHA DE ROTURA	Diámetro	AREA	CARGA APLICADA	CARGA APLICADA	ESFUERZO
			cm	cm2	P (KN)	P (Kg)	Kg/cm2
1	TESTIGO DE BAMBÚ 01	4-Nov-23	11	95.03	145.10	14,658.00	154.25
2	TESTIGO DE BAMBÚ 02	4-Nov-23	11	95.03	131.40	13,274.02	139.68
3	TESTIGO DE BAMBÚ 03	4-Nov-23	11	95.03	140.60	14,203.41	149.46
4	TESTIGO DE BAMBÚ 04	4-Nov-23	10.8	91.6	129.50	13,082.09	142.82
5	TESTIGO DE BAMBÚ 05	4-Nov-23	10.2	81.71	111.70	11,283.93	138.10
6	TESTIGO DE BAMBÚ 06	4-Nov-23	9.7	73.89	115.00	11,617.30	157.22
7	TESTIGO DE BAMBÚ 07	4-Nov-23	10.6	88.24	120.50	12,172.91	137.95
8	TESTIGO DE BAMBÚ 08	4-Nov-23	11	95.03	124.70	12,597.19	132.56
9	TESTIGO DE BAMBÚ 09	4-Nov-23	10.9	93.31	131.10	13,243.72	141.93
10	TESTIGO DE BAMBÚ 10	4-Nov-23	10	78.54	103.50	10,455.57	133.12

Fuente: Plantilla de Laboratorio – INGELABC (2023)

Estudio de Suelos

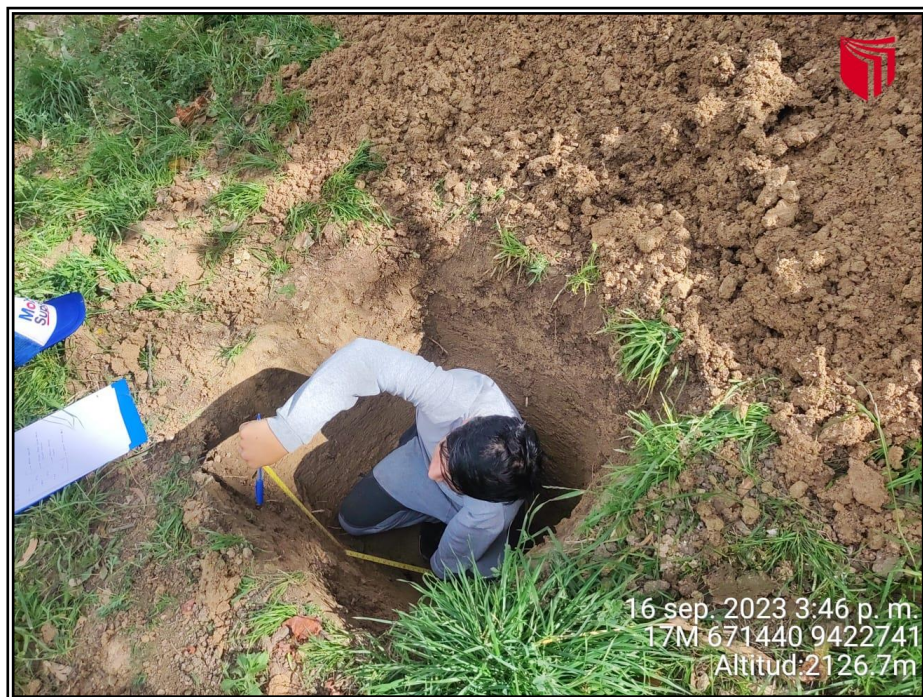
Como parte de nuestra investigación, se llevó a cabo el correspondiente estudio de mecánica de suelos. Para la obtención de los datos del ensayo de suelos se utilizaron los servicios de la empresa INGELAB SAC, que realiza diversos trabajos de mecánica de Suelos de la ciudad de Piura. Luego informamos al ingeniero a cargo del laboratorio la ubicación y ubicación del inmueble. Las muestras tomadas de la calicata se dejaron en el lugar para su posterior análisis en un laboratorio. Se realizó 03 calicatas, una en la parte central y los dos siguientes alrededores de la ubicación del terreno, en la excavación y extracción del terreno se encontró que en la superficie 0.15m de material de relleno orgánico, en cada calicata (03) se extrajo 03 muestras para luego ser analizadas en laboratorio. Las descripciones de las muestras extraídas, tenían un porcentaje de humedad natural bajo dependiendo la superficie de estas mismas, son arcillas limo arenosas y arcillas con alta compacidad, de varias tonalidades entre estas, color beige blanco y oscuro.

Figura 8. Calicata 01 y panorama del terreno.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Calicata 01, se observa la medición, el tipo de material del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Estratos del suelo se realizará la estructura.



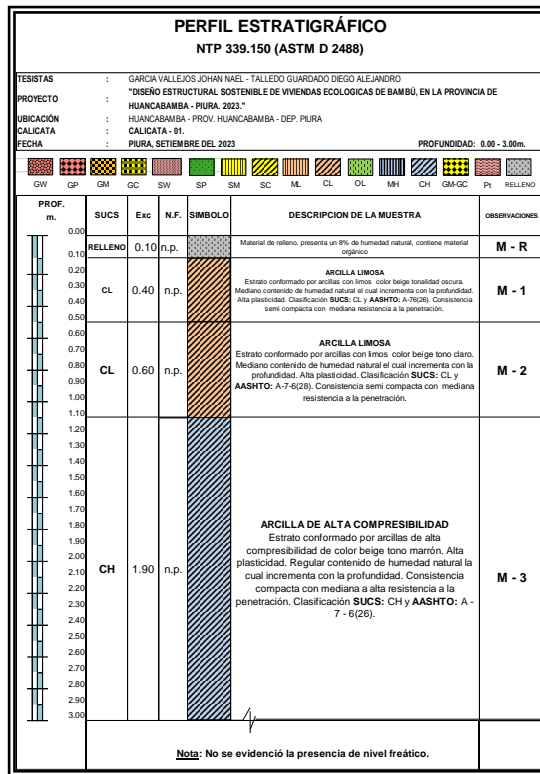
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Resumen de ensayos de calicatas

RESUMEN DE ENSAYOS - CALICATAS EXCAVADAS														
PROYECTO		DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBÚ, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA - PIURA - 2023												
UBICACIÓN		HUANCABAMBA - PROV. HUANCABAMBA - DEP. PIURA												
FECHA		PIURA, JUNIO DEL 2023												
Sondaje / Calicata	Muestra	Int. Prof. (m)	N.F.	Análisis Granulométrico			Clasificación del Suelo		Parámetros de estado			Límites de Consistencia		
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	AASHTO	SUCS	Humedad (%)	δ (gr/cm ³)	Hum. Opt (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
C - 01	M - 1	0.10 - 0.50	N.P.	0.00	10.11	89.89	A-7-6 (26)	CL	27.50	1.81	8.91	49.10	22.64	26.46
	M - 2	0.50 - 1.10	N.P.	0.00	1.95	98.05	A-7-6 (28)	CL	26.89	1.81	9.05	49.51	25.14	24.37
	M - 3	1.10 - 3.00	N.P.	0.00	9.76	90.24	A-7-6 (26)	CH	31.99	1.81	9.47	51.43	25.14	26.29
C - 02	M - 1	0.10 - 0.60	N.P.	0.00	15.33	84.67	A-7-6 (25)	CL	26.80	1.82	8.92	48.46	19.16	29.30
	M - 2	0.60 - 1.10	N.P.	0.00	1.85	98.15	A-7-6 (27)	CL	27.45	1.83	9.11	49.23	25.14	24.09
	M - 3	1.10 - 3.00	N.P.	0.00	6.80	93.20	A-7-6 (27)	CH	31.79	1.81	9.21	50.55	25.41	25.13
C - 03	M - 1	0.10 - 0.60	N.P.	0.00	14.70	85.30	A-7-6 (26)	CL	27.53	1.82	8.92	48.19	18.18	30.01
	M - 1	0.60 - 1.20	N.P.	0.00	3.44	96.56	A-7-6 (29)	CH	27.58	1.82	9.54	50.97	25.14	25.83
	M - 2	1.20 - 3.00	N.P.	0.00	6.62	93.38	A-7-6 (27)	CH	30.81	1.81	9.05	51.31	25.38	25.93

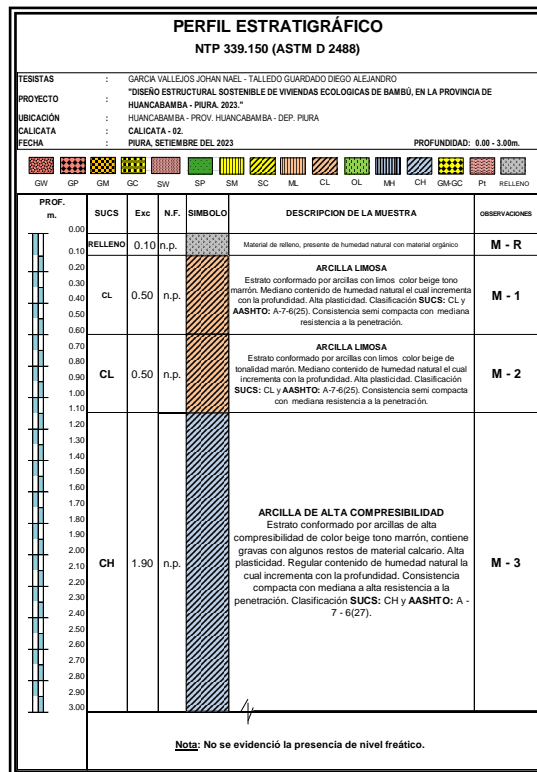
Fuente: Plantilla de Laboratorio – INGELABC (2023)

Tabla 6. Perfil estratigráfico Calicata 01



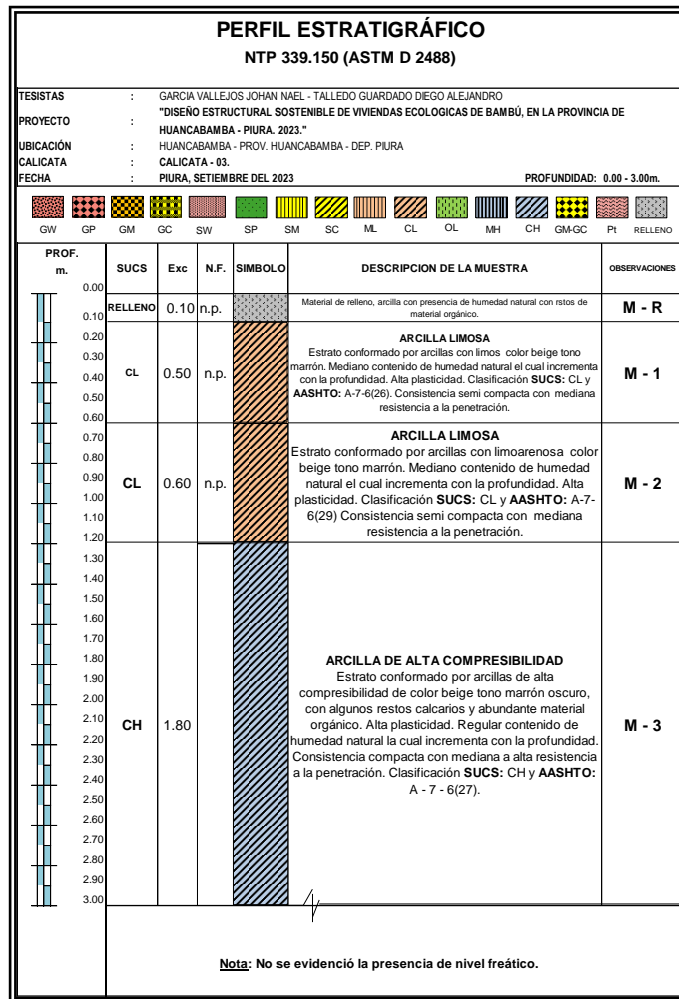
Fuente: Plantilla de Laboratorio – INGELABC (2023)

Tabla 7. Perfil estratigráfico Calicata 02



Fuente: Plantilla de Laboratorio – INGELABC (2023)

Tabla 8. Perfil estratigráfico Calicata 03



Fuente: Plantilla de Laboratorio – INGELABC (2023)

Capacidad Portante del suelo

La capacidad de carga es la presión máxima entre los cimientos y el suelo antes de que ocurra la falla. Se realizaron pruebas en los suelos de la vivienda para determinar la capacidad admisible del suelo.

Figura 11. Capacidad portante Calicata 01

VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO (METODO TERZAGHI)													
Tesistas : GARCIA VALLEJOS JOHAN NAEL - TALLEDO GUARDADO DIEGO Proyecto : "DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLOGICAS DE BAMBÚ, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA - PIURA. 2023." Ubicación : HUANCABAMBA - PROV. HUANCABAMBA - DEP. PIURA Muestra : CALICATA - 01. Fecha : PIURA, SETIEMBRE DEL 2023													
ZAPATA - FALLA LOCAL - CONDICION ESTATICA $Q_d = 0.867 * (c' * N'c) + (\gamma * D_f * N'q + 0.3 * \gamma * B * N'\gamma)$... Con presencia de N.F.													
CIMENTACION CORRIDA - FALLA LOCAL - CONDICION ESTATICA $Q_d = 2/3 * (c' * N'c) + (\gamma * D_f * N'q + 0.5 * \gamma * B * N'\gamma)$													
Tipo Estructura	Df	B	L	γ_1	γ_2	c'	Ang. Roz.	N'c	N'q	N'γ	Qd	Qadm	
	m	m	m	Kg/cm ³	Kg/cm ³	kg/cm ²	φ				tn/m ²	tn/m ²	kg/cm ²
CUADRADAS	1.00	1.50	1.50	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	11.86	3.953	0.395
	1.20	1.50	1.50	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	13.13	4.376	0.438
	1.50	1.50	1.50	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	15.03	5.010	0.501
	1.80	1.50	1.50	1.529	1.534	0.385	14.00	13.76	4.98	1.92	19.62	6.541	0.654
	2.00	1.50	1.50	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	21.15	7.049	0.705
	2.50	1.50	1.50	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	24.95	8.318	0.832
	3.00	1.50	1.50	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	28.76	9.587	0.959
	1.00	2.00	2.00	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	12.24	4.081	0.408
	1.20	2.00	2.00	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	13.51	4.504	0.450
	1.50	2.00	2.00	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	15.42	5.139	0.514
	1.80	2.00	2.00	1.529	1.534	0.385	14.00	13.76	4.98	1.92	20.07	6.689	0.669
	2.00	2.00	2.00	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	21.59	7.196	0.720
2.50	2.00	2.00	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	25.40	8.465	0.847	
3.00	2.00	2.00	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	29.20	9.734	0.973	
RECTANGULAR	1.00	1.50	2.00	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	13.71	4.571	0.457
	1.20	1.50	2.00	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	15.13	5.045	0.504
	1.50	1.50	2.00	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	17.27	5.756	0.576
	1.80	1.50	2.00	1.529	1.534	0.385	14.00	13.76	4.98	1.92	22.47	7.491	0.749
	2.00	1.50	2.00	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	24.18	8.060	0.806
	2.50	1.50	2.00	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	28.44	9.481	0.948
	3.00	1.50	2.00	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	32.71	10.903	1.090
	1.00	2.00	2.50	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	14.15	4.716	0.472
	1.20	2.00	2.50	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	15.57	5.189	0.519
	1.50	2.00	2.50	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	17.70	5.900	0.590
	1.80	2.00	2.50	1.529	1.534	0.385	14.00	13.76	4.98	1.92	22.97	7.656	0.766
	2.00	2.00	2.50	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	24.67	8.225	0.822
2.50	2.00	2.50	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	28.94	9.646	0.965	
3.00	2.00	2.50	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	33.20	11.068	1.107	
CIMENTOS	1.00	0.80	0.80	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	11.32	3.772	0.377
	1.20	0.80	0.80	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	12.59	4.195	0.420
	1.50	0.80	0.80	1.529	1.534	0.385	14.00	13.04	4.15	1.68	14.49	4.830	0.483
	1.80	0.80	0.80	1.529	1.534	0.385	14.00	13.76	4.98	1.92	19.01	6.335	0.634
	2.00	0.80	0.80	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	20.53	6.843	0.684
	2.50	0.80	0.80	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	24.34	8.112	0.811
3.00	0.80	0.80	1.529	1.534	0.385	15.00	13.76	4.98	1.92	28.14	9.381	0.938	
γ_1	Peso volumétrico natural por encima del nivel de cimentación						N'q, N'γ Coeficientes de capacidad de carga						
γ_2	Peso volumétrico natural por debajo del nivel de cimentación						B ancho del cimiento						
φ	Ángulo de fricción interna del suelo						c' Cohesión aparente del suelo para falla local						
Qd	Capacidad de carga última del suelo						F Factor de seguridad (3.0)						
Qadm	Capacidad de carga admisible o Capacidad portante del suelo						Df profundidad de cimentación						

Fuente: Plantilla de Laboratorio – INGELABC (2023)

Figura 12. Capacidad portante Calicata 02

VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO (METODO TERZAGHI)													
Solicita		:GARCIA VALLEJOS JOHAN NAEL - TALLEDO GUARDADO DIEGO											
Proyecto		:"DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLOGICAS DE BAMBÚ, EN LA PROVINCIA DE											
Ubicación		:HUANCABAMBA - PIURA. 2023."											
Muestra		:HUANCABAMBA - PROV. HUANCABAMBA - DEP. PIURA											
Fecha		: CALICATA - 02.											
		:PIURA, SETIEMBRE DEL 2023											
ZAPATA - FALLA LOCAL - CONDICION ESTATICA $Q_d = 0.867 * (c' * N'c) + (\gamma * D_f * N'q + 0.3 * \gamma * B * N'\gamma) \dots$ Con presencia de N.F.													
CIMENTACION CORRIDA - FALLA LOCAL - CONDICION ESTATICA $Q_d = 2/3 * (c' * N'c) + (\gamma * D_f * N'q + 0.5 * \gamma * B * N'\gamma)$													
Tipo Estructura	Df	B	L	γ_1	γ_2	c'	Ang. Roz.	N'c	N'q	N'γ	Qd	Qadm	
	m	m	m	Kg/cm ³	Kg/cm ³	kg/cm ²	φ				tn/m ²	tn/m ²	kg/cm ²
CUADRADAS	1.00	1.50	1.50	1.546	1.551	0.350	14.00	13.24	4.21	1.73	11.73	3.911	0.391
	1.20	1.50	1.50	1.546	1.551	0.350	14.00	13.24	4.21	1.73	13.04	4.345	0.435
	1.50	1.50	1.50	1.546	1.551	0.350	14.00	13.75	4.66	1.94	16.33	5.444	0.544
	1.80	1.50	1.50	1.546	1.551	0.350	14.00	13.75	4.66	1.94	18.49	6.165	0.616
	2.00	1.50	1.50	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	21.09	7.032	0.703
	2.50	1.50	1.50	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	24.92	8.307	0.831
	3.00	1.50	1.50	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	28.75	9.583	0.958
	1.00	2.00	2.00	1.546	1.551	0.350	14.00	13.24	4.21	1.73	12.14	4.045	0.405
	1.20	2.00	2.00	1.546	1.551	0.350	14.00	13.24	4.21	1.73	13.44	4.479	0.448
	1.50	2.00	2.00	1.546	1.551	0.350	14.00	13.75	4.66	1.94	16.78	5.595	0.559
	1.80	2.00	2.00	1.546	1.551	0.350	14.00	13.75	4.66	1.94	18.95	6.315	0.632
	2.00	2.00	2.00	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	21.59	7.197	0.720
2.50	2.00	2.00	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	25.42	8.472	0.847	
3.00	2.00	2.00	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	29.24	9.748	0.975	
RECTANGULAR	1.00	1.50	2.00	1.546	1.551	0.350	14.00	13.24	4.21	1.73	13.59	4.531	0.453
	1.20	1.50	2.00	1.546	1.551	0.350	14.00	13.24	4.21	1.73	15.05	5.017	0.502
	1.50	1.50	2.00	1.546	1.551	0.350	14.00	13.75	4.66	1.94	18.80	6.266	0.627
	1.80	1.50	2.00	1.546	1.551	0.350	14.00	13.75	4.66	1.94	21.22	7.073	0.707
	2.00	1.50	2.00	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	24.18	8.060	0.806
	2.50	1.50	2.00	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	28.47	9.489	0.949
	3.00	1.50	2.00	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	32.75	10.917	1.092
	1.00	2.00	2.50	1.546	1.551	0.350	14.00	13.24	4.21	1.73	14.04	4.681	0.468
	1.20	2.00	2.50	1.546	1.551	0.350	14.00	13.24	4.21	1.73	15.50	5.167	0.517
	1.50	2.00	2.50	1.546	1.551	0.350	14.00	13.75	4.66	1.94	19.30	6.435	0.643
	1.80	2.00	2.50	1.546	1.551	0.350	14.00	13.75	4.66	1.94	21.72	7.242	0.724
	2.00	2.00	2.50	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	24.74	8.245	0.825
2.50	2.00	2.50	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	29.02	9.674	0.967	
3.00	2.00	2.50	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	33.31	11.102	1.110	
CIMENTOS	1.00	0.80	0.80	1.546	1.551	0.350	14.00	13.24	4.21	1.73	11.17	3.723	0.372
	1.20	0.80	0.80	1.546	1.551	0.350	14.00	13.24	4.21	1.73	12.47	4.157	0.416
	1.50	0.80	0.80	1.546	1.551	0.350	14.00	13.75	4.66	1.94	15.70	5.234	0.523
	1.80	0.80	0.80	1.546	1.551	0.350	14.00	13.75	4.66	1.94	17.86	5.954	0.595
	2.00	0.80	0.80	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	20.40	6.800	0.680
	2.50	0.80	0.80	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	24.23	8.076	0.808
3.00	0.80	0.80	1.546	1.551	0.350	16.00	14.18	4.95	2.13	28.05	9.351	0.935	
γ_1	Peso volumétrico natural por encima del nivel de cimentación						N'q, N'γ Coeficientes de capacidad de carga						
γ_2	Peso volumétrico natural por debajo del nivel de cimentación						B ancho del cimiento						
φ	Ángulo de fricción interna del suelo						c' Cohesión aparente del suelo para falla local						
Qd	Capacidad de carga última del suelo						F Factor de seguridad (3.0)						
Qadm	Capacidad de carga admisible o Capacidad portante del suelo						Df profundidad de cimentacion						

Fuente: Plantilla de Laboratorio – INGELABC (2023)

Figura 13. Capacidad portante Calicata 03

VALORES DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO (METODO TERZAGHI)													
Solicita : GARCIA VALLEJOS JOHAN NAEL - TALLEDO GUARDADO DIEGO Proyecto : "DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLOGICAS DE BAMBÚ, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA - PIURA. 2023." Ubicación : HUANCABAMBA - PROV. HUANCABAMBA - DEP. PIURA Muestra : CALICATA - 03. Fecha : PIURA, SETIEMBRE DEL 2023													
ZAPATA - FALLA LOCAL - CONDICION ESTATICA $Q_d = 0.867 * (c' * N'c) + (\gamma * D_f * N'q + 0,3 * \gamma * B * N'\gamma)$... Con presencia de N.F.													
CIMENTACION CORRIDA - FALLA LOCAL - CONDICION ESTATICA $Q_d = 2/3 * (c' * N'c) + (\gamma * D_f * N'q + 0,5 * \gamma * B * N'\gamma)$													
Tipo Estructura	Df	B	L	γ_1	γ_2	c'	Ang. Roz.	N'c	N'q	N'γ	Qd	Qadm	
	m	m	m	Kg/cm ³	Kg/cm ³	kg/cm ²	φ				tn/m ²	tn/m ²	kg/cm ²
CUADRADAS	1.00	1.50	1.50	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	11.92	3.973	0.397
	1.20	1.50	1.50	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	13.18	4.394	0.439
	1.50	1.50	1.50	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	15.07	5.025	0.502
	1.80	1.50	1.50	1.503	1.508	0.420	15.00	13.57	4.94	1.87	19.58	6.525	0.653
	2.00	1.50	1.50	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	21.06	7.020	0.702
	2.50	1.50	1.50	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	24.77	8.257	0.826
	3.00	1.50	1.50	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	28.48	9.495	0.949
	1.00	2.00	2.00	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	12.24	4.081	0.408
	1.20	2.00	2.00	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	13.50	4.501	0.450
	1.50	2.00	2.00	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	15.40	5.133	0.513
	1.80	2.00	2.00	1.503	1.508	0.420	15.00	13.57	4.94	1.87	20.00	6.666	0.667
	2.00	2.00	2.00	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	21.48	7.161	0.716
2.50	2.00	2.00	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	25.20	8.398	0.840	
3.00	2.00	2.00	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	28.91	9.636	0.964	
RECTANGULAR	1.00	1.50	2.00	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	13.71	4.570	0.457
	1.20	1.50	2.00	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	15.13	5.042	0.504
	1.50	1.50	2.00	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	17.25	5.749	0.575
	1.80	1.50	2.00	1.503	1.508	0.420	15.00	13.57	4.94	1.87	22.40	7.466	0.747
	2.00	1.50	2.00	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	24.06	8.020	0.802
	2.50	1.50	2.00	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	28.22	9.406	0.941
	3.00	1.50	2.00	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	32.38	10.792	1.079
	1.00	2.00	2.50	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	14.07	4.691	0.469
	1.20	2.00	2.50	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	15.49	5.162	0.516
	1.50	2.00	2.50	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	17.61	5.869	0.587
	1.80	2.00	2.50	1.503	1.508	0.420	15.00	13.57	4.94	1.87	22.87	7.624	0.762
	2.00	2.00	2.50	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	24.53	8.178	0.818
2.50	2.00	2.50	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	28.69	9.564	0.956	
3.00	2.00	2.50	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	32.85	10.950	1.095	
CIMENTOS	1.00	0.80	0.80	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	11.47	3.822	0.382
	1.20	0.80	0.80	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	12.73	4.243	0.424
	1.50	0.80	0.80	1.503	1.508	0.420	15.00	12.73	4.20	1.43	14.62	4.874	0.487
	1.80	0.80	0.80	1.503	1.508	0.420	15.00	13.57	4.94	1.87	18.98	6.328	0.633
	2.00	0.80	0.80	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	20.47	6.823	0.682
	2.50	0.80	0.80	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	24.18	8.060	0.806
3.00	0.80	0.80	1.503	1.508	0.420	16.00	13.57	4.94	1.87	27.89	9.298	0.930	
γ_1	Peso volumétrico natural por encima del nivel de cimentación						$N'q, N'\gamma$ Coeficientes de capacidad de carga						
γ_2	Peso volumétrico natural por debajo del nivel de cimentación						B ancho del cimiento						
ϕ	Ángulo de fricción interna del suelo						c' Cohesión aparente del suelo para falla local						
Qd	Capacidad de carga última del suelo						F Factor de seguridad (3.0)						
Qadm	Capacidad de carga admisible o Capacidad portante del suelo						Df profundidad de cimentación						

Fuente: Plantilla de Laboratorio – INGELABC (2023)

Diseño arquitectónico de vivienda

Las características del área del terreno son las siguientes. La vivienda está diseñada en un área de 120.00 m² y está ubicada en el departamento de Piura Provincia de Huancabamba, con aproximadamente 1 hectárea de terreno para cultivo y otras actividades agrícolas.

Figura 14. Vista zona del proyecto



Fuente: Google Earth

Plano de Distribución

La distribución de este plano se determinó y diseñó teniendo en cuenta la norma A.020 (Vivienda), del reglamento nacional de edificaciones; donde se tuvo en cuenta los criterios de diseño Zona social (comedor, sala y estacionamiento), zona íntima (dormitorios, SS.HH) y zona de servicio(comedor, cocina, SS.HH de servicio); Se ha respetado el área libre cumpliendo con la norma, teniendo en cuenta este criterio cada área tiene iluminación y ventilación natural, el área ocupada por la propuesta de edificación será 120.00m² incluyendo el área libre.

El plano de distribución está compuesto por un primer nivel, el cual presenta un ingreso por el frente, llegando a un estacionamiento, al ingresar a la vivienda tenemos la sala, comedor; en la parte del fondo al lado izquierdo la cocina, al medio el servicio higiénico y 1 dormitorio principal que cuenta con baño propio; para llegar a la habitación del segundo nivel encontramos una escalera en la parte central de la vivienda, esta escalera cuenta con 15 pasos , los cuales cumplen con la

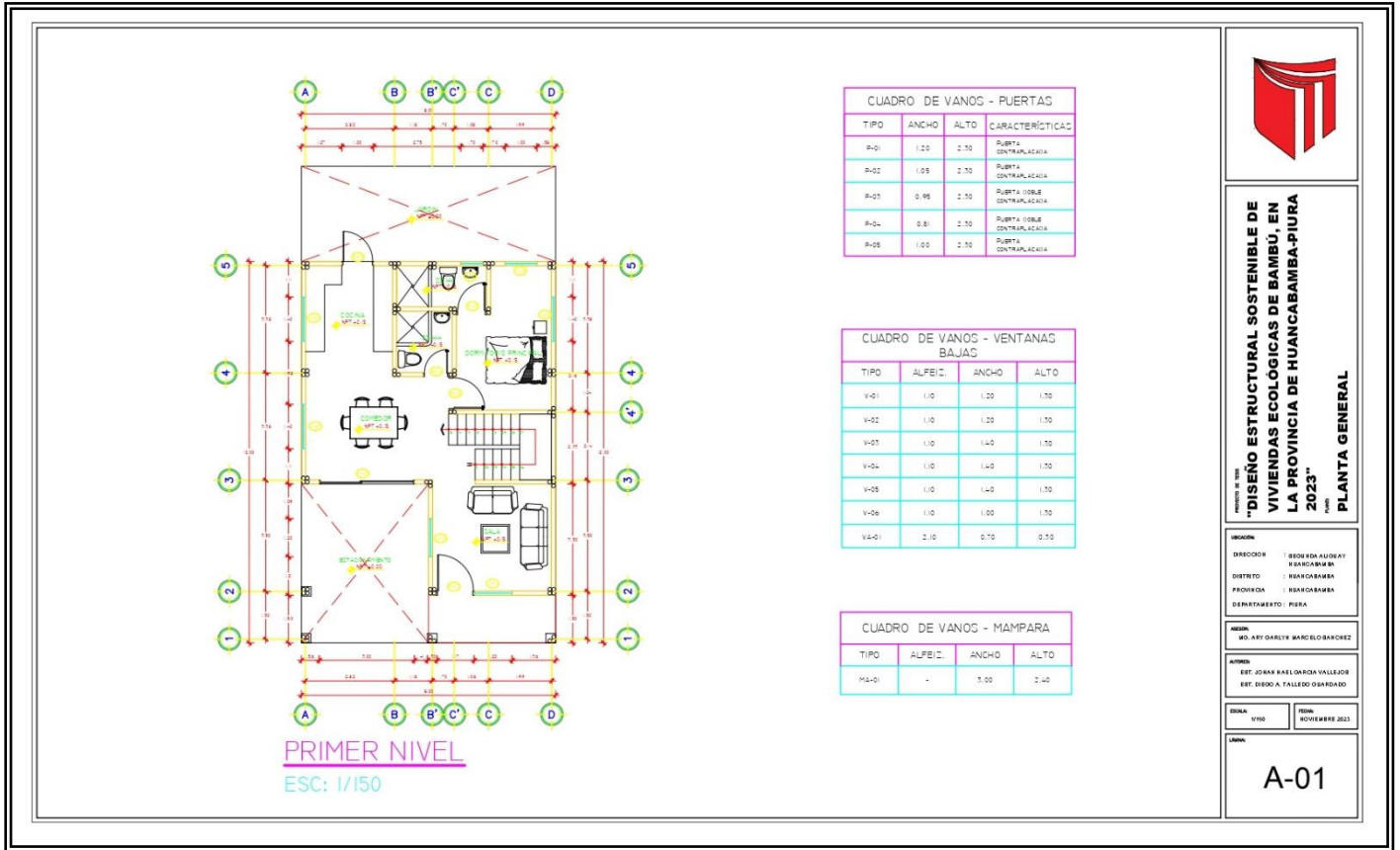
normativa en sus dimensiones; en el segundo nivel se encuentran con 3 habitaciones, 1 habitación con baño propio, 2 habitaciones con baño compartido, así mismo 1 sala de estar.

Tabla 9. Tabla de distribución de áreas.

Primer nivel	Segundo nivel
1 habitación.	3 habitaciones.
2 servicios higiénicos.	2 servicios higiénicos.
1 sala estar.	1 sala estar.
1 comedor	
1 cocina.	
1 estacionamiento.	
1 jardín.	

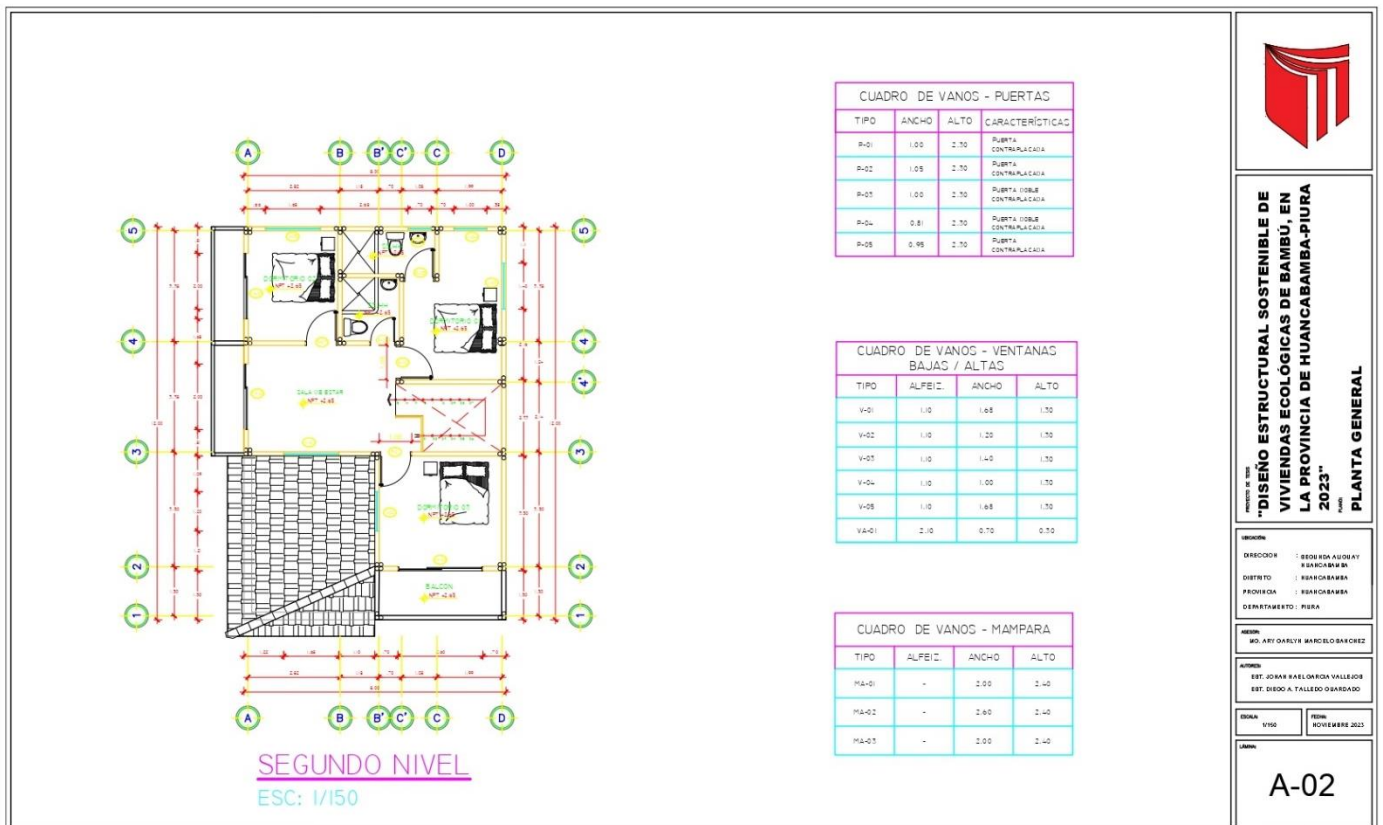
Fuente: Elaboración propia.

Figura 15. Planta arquitectónica, distribución



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Planta Arquitectónica Segundo nivel, distribución.



Fuente: Elaboración propia.

Plano de cortes

En los cortes podemos apreciar las alturas determinadas en la edificación de la vivienda; se observa el primer desnivel de 0.15 m que es planteado para poder aislar la humedad de las estructuras de bambú, las alturas de piso a techo del primer nivel son de 2.60 y el segundo nivel de 2.60 hasta el nivel de falso cielo, por otro lado, podemos apreciar las alturas el cuadro de vamos de las puertas y ventanas las cuales serán los alfeizar de 2.10 m y 1.10 m respectivamente.

Tabla 10. Cuadro de vanos de ventanas.

CUADRO DE VANOS – VENTANAS BAJAS			
TIPO	ALFEIZAR	ANCHO	ALTO
V.01	1.10	1.20	1.30
V.02	1.10	1.20	1.30
V.03	1.10	1.40	1.30
V.04	1.10	1.40	1.30
V.05	1.10	1.40	1.30
V.06	1.10	1.00	1.30
VA.07	2.10	0.70	0.30

Fuente: Elaboración propia

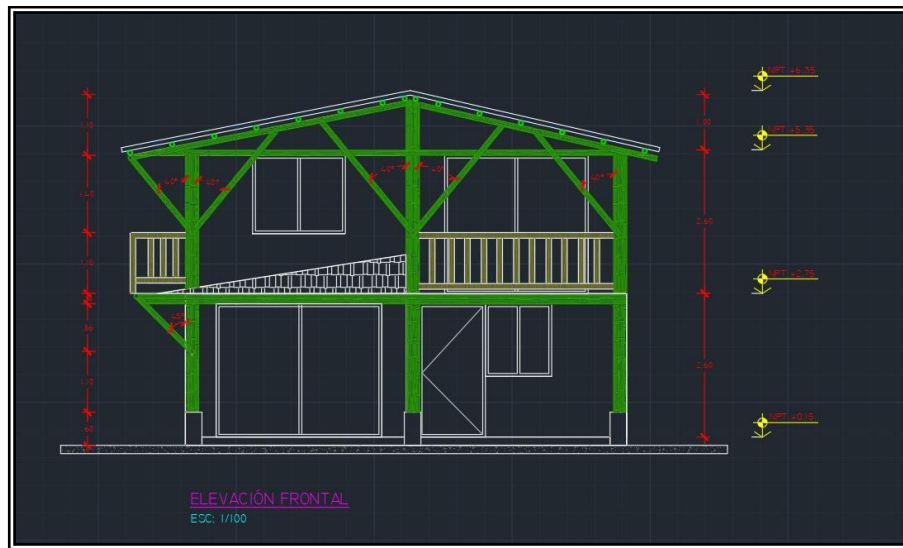
Tabla 11. Cuadro de vanos de puerta

CUADRO DE VANOS - PUERTAS			
TIPO	ANCHO	ALTO	CARACTERÍSTICAS
P.01	1.20	2.30	PUERTA CONTRAPLACA
P.02	1.05	2.30	PUERTA CONTRAPLACA
P.03	0.95	2.30	PUERTA DOBLE CONTRAPLACA
P.04	0.81	2.30	PUERTA DOBLE CONTRAPLACA
P.05	1.00	2.30	PUERTA CONTRAPLACA

Fuente: Elaboración propia.

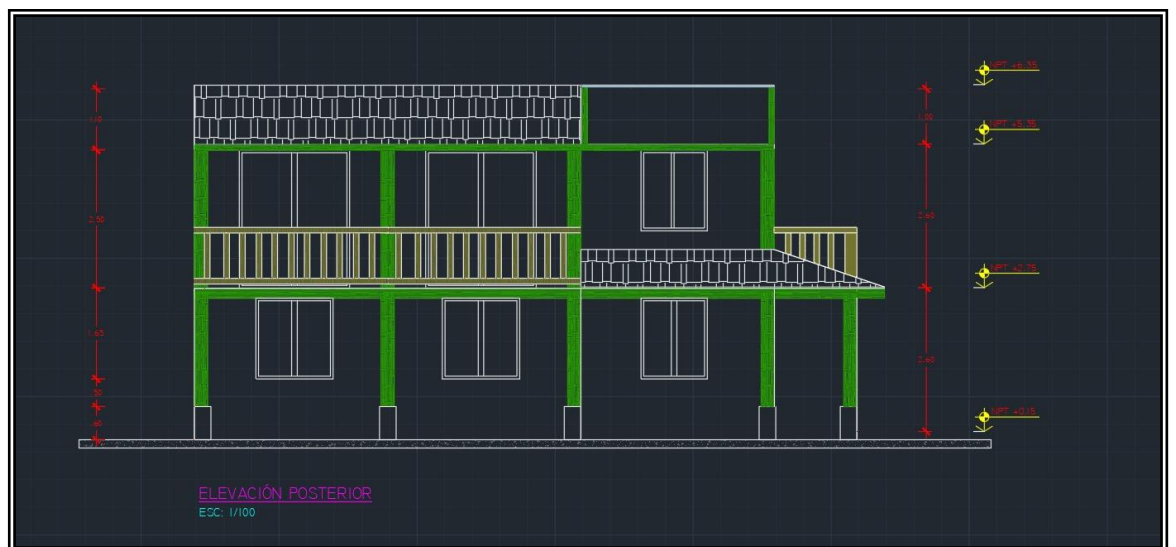
Plano de Elevación

Figura 17. Elevación frontal



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Elevación posterior



Fuente: Elaboración propia.

Análisis sísmico y Diseño estructural

El bambú es un material hueco y nudoso, con propiedades ligeras y resistentes, durante mucho tiempo viene siendo un material común entre los peruanos, sin embargo, las normas actuales no explican claramente como se debe diseñar una estructura con bambú, por lo que el bambú sigue siendo un material desconocido en el diseño estructural, pero existen pistas y guías en el diseño y la transmisión de flujo de fuerzas.

Es por ello que el presente diseño nos regimos a la guía de construcción con bambú de china, escrita por el autor técnico estructural Chen Guanfan, quien nos menciona que las estructuras de bambú, es similar a los métodos de estructuras con madera, los métodos de tensión permitida (método ASD).

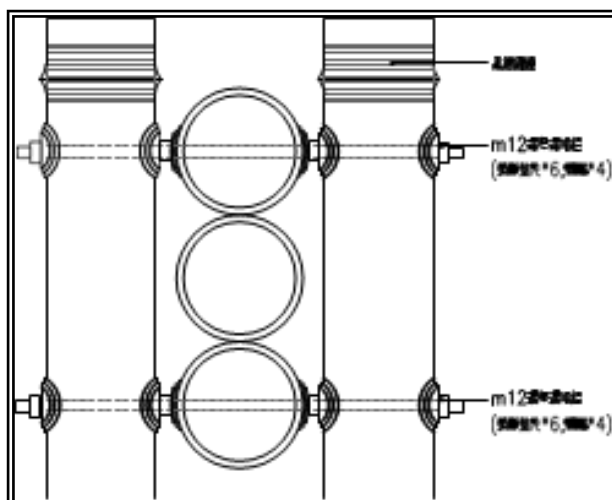
El diseño del sistema estructural y la confirmación de las cargas, hasta el establecimiento de condiciones límite para determinar la sección transversal de la varilla, el diseño de la estructura de bambú se puede completar verificando cada paso del elemento. Esto requiere la plena cooperación de arquitectos e ingenieros estructurales para lograr un edificio con estructura de bambú que sea a la vez hermoso y razonable. (Chen Guanfan et al 2022).

Figura 19. Juntas integradas enchufable por tornillo



Fuente: Una guía de construcción de bambú para todos (2020)

Figura 20. Diseño de juntas por tornillo en vista horizontal a detalle



Fuente: Una guía de construcción de bambú para todos (2020)

La estructura de la vivienda sostenible en a la provincia de Huancabamba está basada en uso de pórticos de bambú, con tipos de complementos con espigas y pernos de acero, y placas de hierro empotradas, guiándonos de las normas peruanas la E. 100, E. 030, E. 020, y a la vez amplificando con la guía de construcción de chica.

La estructura a considerar es un edificio de dos pisos con una altura total de 6.35 m, y la sección transversal se definió utilizando los siguientes elementos estructurales al planificar la estructura.:

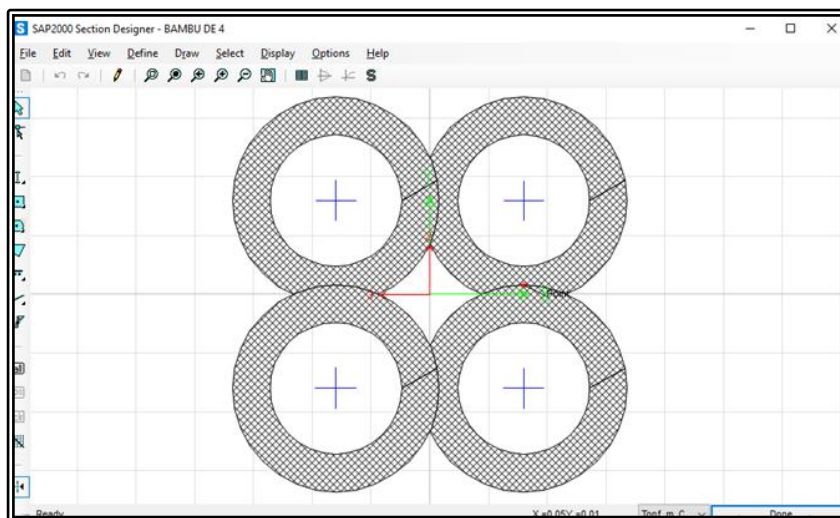
diámetro del bambú: 0.10m

- ✚ Columna empotrada de anclaje: 0.30m x 0.30m x 0.60.
- ✚ Columna Bambú de 4 piezas: 0.20m x 0.20m x 2.60m.
- ✚ Columna Bambú de 3 piezas – Tipo L: 0.20m x 0.20m x 2.60m.
- ✚ Columna Bambú de 2 piezas: 0.10m x 0.20m x 2.60m.
- ✚ Columna Bambú diagonales: 0.10m x 0.10m x L.
- ✚ Vigas Bambú de 2 piezas: 0.10m x 0.20m x L.
- ✚ Piso de madera – Tipo entablado: e=0.10m.
- ✚ Cobertura de techo: Tipo Teja plástica

La configuración estructural busca satisfacer los siguientes requisitos:

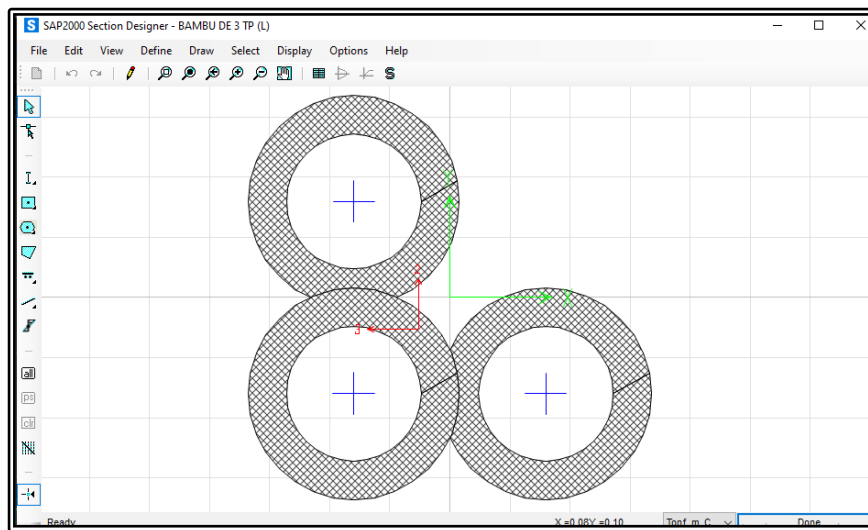
- ✚ Simetría de distribución de masas y disposición de muros.
- ✚ Uniformidad y continuidad de la estructura.
- ✚ Resistencia y ductilidad.
- ✚ Rigidez lateral en las dos direcciones principales de la edificación.
- ✚ Aislamiento de elementos no estructurales de la estructura principal.

Figura 21. Modelado de columnas de 4 piezas



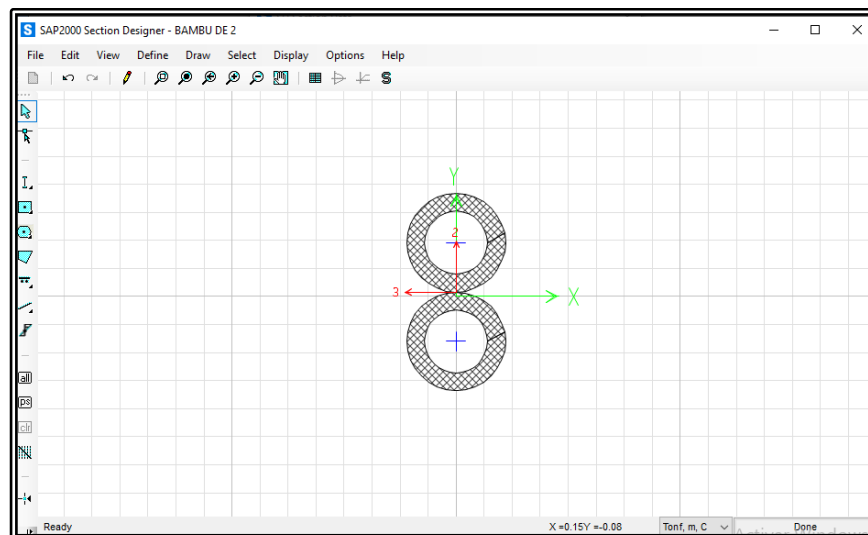
Fuente: Elaboración propia, programa SAP 2000

Figura 22. Modelado de columnas de 3 piezas



Fuente: Elaboración propia, programa SAP 2000

Figura 23. Modelado de columnas de 2 piezas



Fuente: Elaboración propia, programa SAP 2000

Para el análisis y diseño se utilizó el programa Sap2000 que utiliza métodos de rigidez y matrices de elementos finitos. Para ello se modeló la geometría de la estructura y las cargas aplicadas:

- **Concreto:**
 $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$: Resistencia a la compresión delconcreto.
 $E_c = 15100\sqrt{f'_c} = 218819.789 \text{ kg/cm}^2$: Módulo de elasticidad delconcreto.

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

: Peso específico del concreto

▪ **Bambú:**

$$\gamma_b = 850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

: Peso específico del bambú.

$$E_b = 73000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

: Módulo de elasticidad del bambú.

$$\nu = 0.40$$

: Poisson del bambú.

$$G = \frac{E_b}{2(1+\nu)} = 26071.43 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

: Modulo de corte bambú.

▪ **Madera**

$$\gamma_m = 450 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

: Peso específico de la madera tornillo

$$E_b = 550000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

: Módulo de elasticidad de la madera

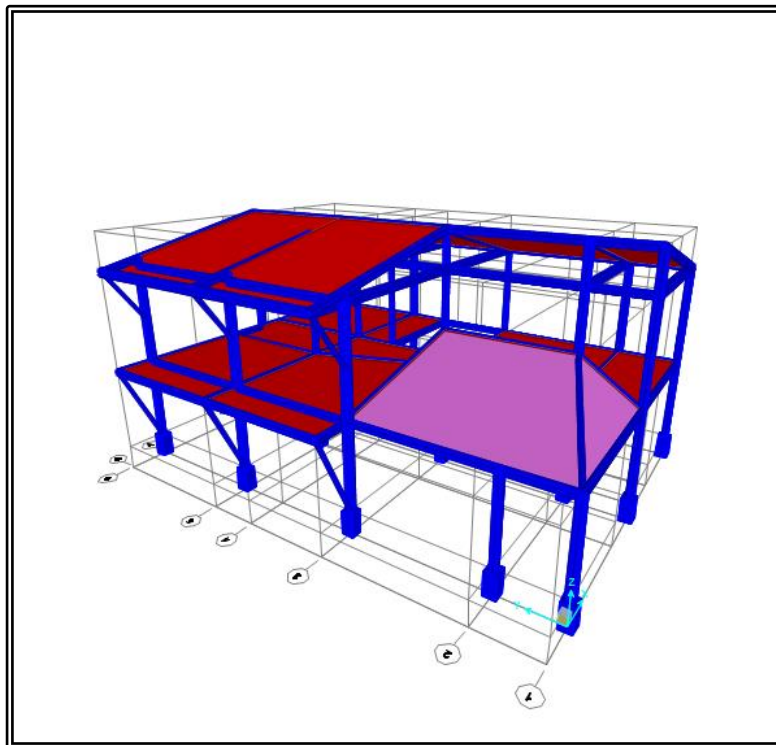
$$\nu = 0.25$$

: Poission de la madera

$$G = \frac{E_b}{2(1+\nu)} = 22000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

: Modulo de corte de la madera

Figura 24. Modelo estructural



Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

Antes de proceder con el cálculo del coeficiente basal para determinar las cargas vivas y muertas, se procedió a realizar el metrado de cargas en los elementos de los cuales se obtuvo:

Definimos Cargas Vivas Y Muertas

En un piso de Madera Y Bambú, entran:

- 3 varillas de bambú cada una pesa 6kg= 18kg
- Madera Tipo Tornillo su peso específico es de 450 Kg/M3

Para los 3 tablones que entran en 1m²:

Calculamos = 450kg/M3 X 3m X 0.35m X e=0.10m = 47.25 Kg/M2

CARGA MUERTA DEL PISO

Peso De El Bambú: 18 Kg/m²

Peso De Los Tablones: 47.25 Kg/m²

Peso Total: 65 Kg/m²

Carga Muerta: 65 Kg/m²

Carga Viva Para Viviendas: 200 Kg/m² --- E.020(Cargas)

CARGA MUERTA PARA EL TECHO

3 varillas de bambú cada una pesa 6kg= 18kg

Teja Andina De Fibrocemento 1.14 X 0.72m x e=5mm = 0.8208m²

Peso: 3.7 Kg por unidad

Regla de 3 simples

0.8208 m² 3.7kg

1 m² X Kg

1m²=4.50 Kg/m

Entonces

Peso Del Bambú: = 18kg/ m²

Peso De La Teja Andina: 4.50kg/ m²

Carga Muerta Total: 22.50 Kg/ m²

Carga Viva: 50kg/ m². --- E.020(Cargas)

CARGAS DISTRIBUIDAS

En el proyecto también contamos con muros altos, mamparas y barandas en los balcones, para ello se realizó un cálculo de cargas distribuidas en las vigas de acuerdo a los planos, mediante cuadros Excel, facilitando y acelerando el diseño estructural, hallando las cargas distribuidas en TNf/m³, de acuerdo a su altura, espesor y peso específico del material.

Tabla 12. Cuadro del cálculo de barandas y muros bajos.

CALCULO DE VARANDAS Y MUROS BAJOS		
ALTURA	1.1	m2
ESPEJOR	0.11	m
PESO DEL BAMBU	0.85	TN/M3
CARGA MUERTA TOTAL	0.1029	TN/M

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Cuadro del cálculo de muros altos.

CALCULO DE MUROS		
ALTURA	2.6	
ESPEJOR	0.11	
PESO DEL BAMBU	0.85	TN/M3
CARGA	0.2431	TN/M

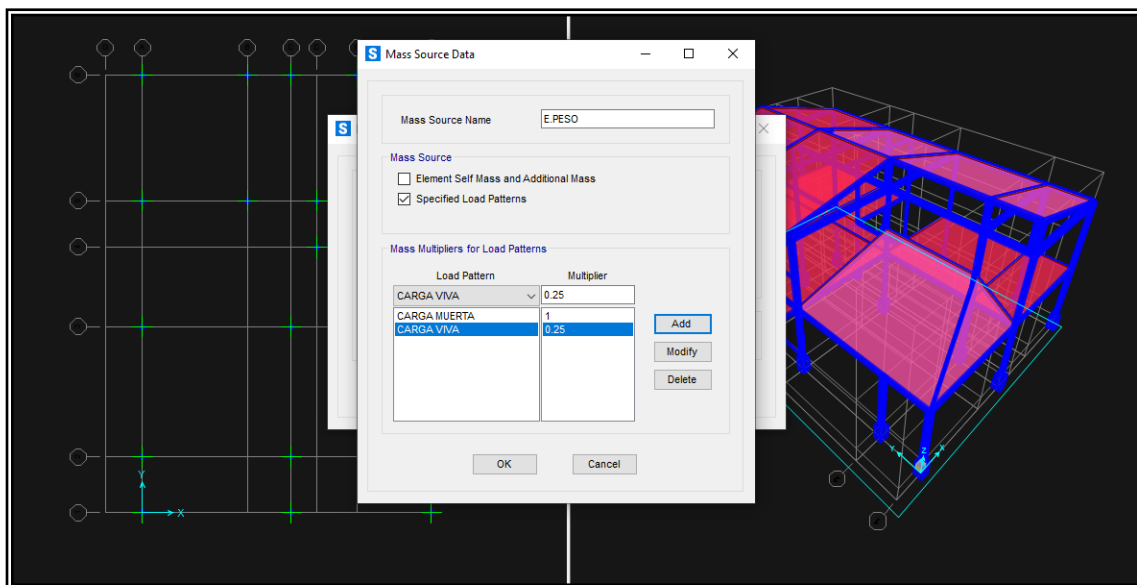
Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Cuadro del cálculo de Mamparas.

CALCULO DE MAMPARAS		
ALTURA	2.6	
ESPESOR	0.006	
PESO DEL BAMBU	2.5	TN/M3
CARGA	0.039	TN/M

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Visualización de Carga viva



Fuente: Elaboración propia, Sap2000.

Análisis estático

Se calculó el cortante basal con los siguientes parámetros según NTP E.030:

Z: 0.35 Zona sísmica: Huancabamba

U: 1.00 Factor de uso: Edificación importante "C"

S: 1.15 Factor de suelo: suelo intermedio S2

Tp: 0.60 Periodo que define la plataforma del factor "C"

Tl: 2.00 Periodo que define el inicio de la zona del factor “C” condesplazamiento constante.

C: 2.50 Factor de amplificación sísmica

Ro: 7.00 factor de reducción R (Madera y bambú)

coeficiente basal de reducción sísmica – Madera (por esfuerzos admisibles) debido a que no se encuentra de la norma se tomó el valor asignado a la madera siendo este un material similar en propiedades mecánicas y método de análisis al del bambú.

Formula de coeficiente basal

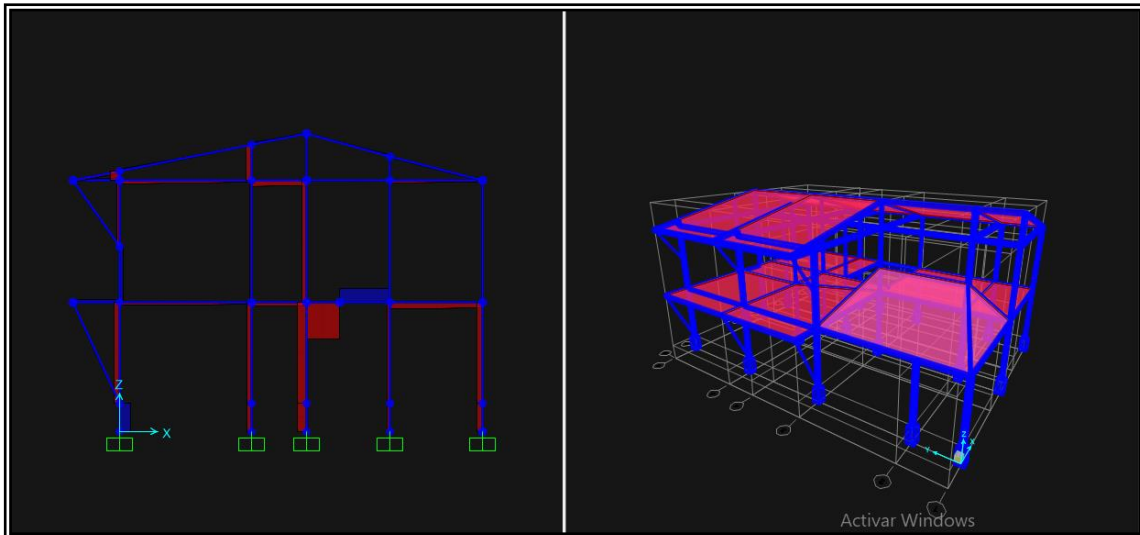
$$\text{Cortante basal: } =Vb = \frac{ZUCS}{R}$$

Coeficiente basal en ejes X y Y

$$Cbx= Vb = \frac{ZUCS}{R} = \frac{0.35x1x2.5x1.15}{7} = 0.144$$

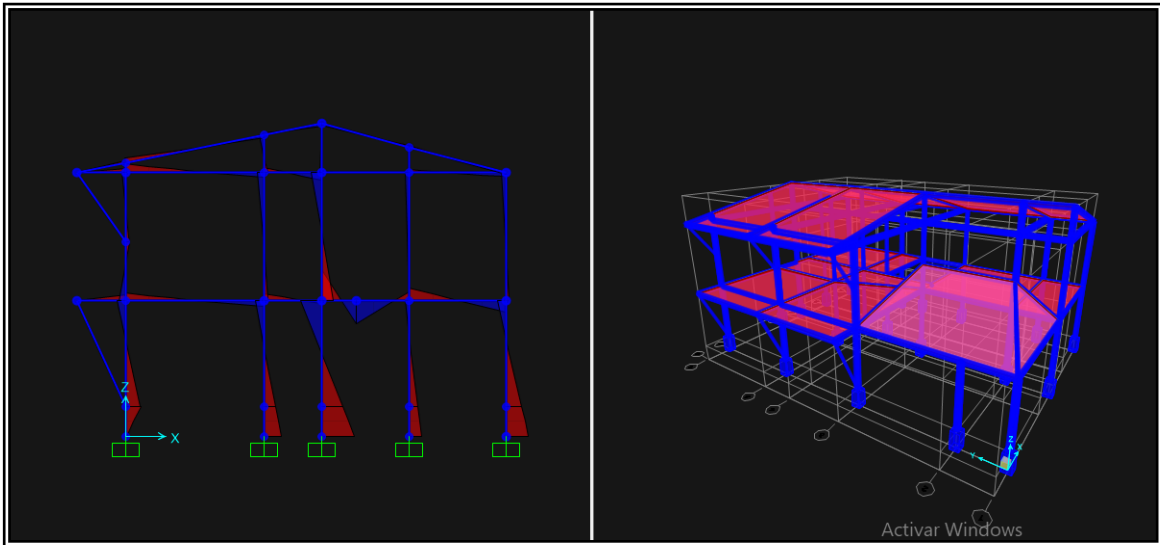
$$Cby= Vb = \frac{ZUCS}{R} = \frac{0.35x1x2.5x1.15}{7} = 0.144$$

Figura 26. Visualización de la cortante



Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

Figura 27. Visualización de momento



Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

Figura 28. Estrategias de diseño resistentes a la intemperie

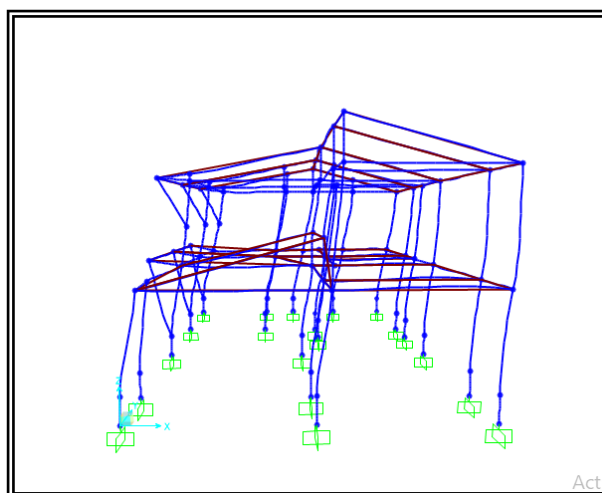


Fuente: Una guía de construcción de bambú para todos (2020)

Análisis dinámico espectral

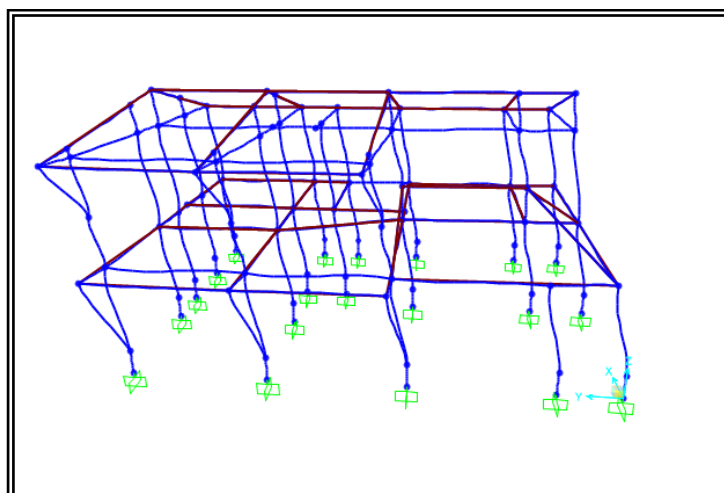
El análisis dinámico espectral modal utiliza un programa para determinar los modos de vibración, teniendo en cuenta la rigidez y la distribución de masa en cada dirección. De esta manera, el espectro de aceleración también se define teniendo en cuenta los parámetros sísmicos y otras consideraciones especificadas en la NTP E.030 para poder realizar un correcto análisis.

Figura 29. Sismo dinámico en XX



Fuente: Elaboración propia.

Figura 30. Sismo dinámico en YY



Fuente: Elaboración propia.

En las tablas obtenidas por el software SAP 2000 pudimos determinar las fuerzas modales para cada eje, derivadas, coeficientes de uso auto sísmica, reacciones básicas, pesos totales de la estructura, datos necesarios para proceder con el diseño, en donde pudimos determinar los modales con más cargas y las columnas en donde podrían sufrir posibles colapsos, reformulando el diseño y dimensionando el tipo de apoyo y estructura necesario.

Los diseños fueron a base de la norma sísmica que tenemos vigente en el Perú, la NTP E.030, y así poder tener un correcto diseño estructural, cabe recalcar que en este diseño se toma la referencia que la estructura debe ser flexible, ya que es

un diseño tipo pórticos especiales de resistencia a los momentos, estos pórticos tienen la función de suministrar una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la fluencia por flexión de las vigas y limitada fluencia las columnas. Las columnas tienen una resistencia mayor que las vigas cuando estas incursionan en la zona de endurecimiento por deformación. Los cálculos se realizaron en Ton/m.

Tabla 15. Modales principales, radios de masa

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNumber	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Units	Sec	Units	Units	Units	Units	Units	Units
MODAL	Mode	1	1.5124 27	0.5363 21	0.2450 92	0.0013 64	0.5363 21	0.2450 92	0.0013 64
MODAL	Mode	2	1.3892 77	0.1713 39	0.5843 36	0.0004 64	0.7076 6	0.8294 27	0.0018 27
MODAL	Mode	3	1.1567 13	0.1629 89	0.0094 35	0.0000 32	0.8706 48	0.8388 62	0.0018 6
MODAL	Mode	4	0.6769 38	0.0015 56	0.1006 2	0.0000 21	0.8722 05	0.9394 82	0.0018 8
MODAL	Mode	5	0.6036 54	0.0456 46	0.0031 87	0.0000 42	0.9178 51	0.9426 7	0.0019 22
MODAL	Mode	6	0.5132 33	0.0098 48	0.0053 91	0.0000 5	0.9276 98	0.9480 61	0.0019 72

Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

Tabla 16. Derivas en eje X-X.

PISO	CASO CARGA	DESPLAZAMIENTO	DS. RELATIVO	5.25	H.PISO	DERIVA
CM2	SISMO DINAMICO XX	0.030873	0.013799	0.072445	3.5	0.020699
CM1	SISMO DINAMICO XX	0.017074	0.017074	0.089639	2.5	0.035855

Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

Tabla 17. Derivas en el eje Y-Y.

PISO	CASO CARGA	DESPLAZAMIENTO	DS. RELATIVO	5.25	H.PISO	DERIVA
CM2	SISMO DINAMICO YY	0.039025	0.020472	0.107478	3.5	0.030708
CM	SISMO DINAMICO YY	0.018553	0.018553	0.097403	2.5	0.038961

Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

Tabla 18. Coeficiente Auto sísmica.

TABLE: Auto Seismic - User Coefficient								
LoadPa t	Dir	PercentEc c	EccOverrid e	UserZ	C	K	WeightUse d	BaseShea r
Text	Text	Unitless	Yes/No	Yes/No	Unitless	Unitless	Tonf	Tonf
SFEQ XX	X	0.05	No	No	0.144	1	32.9697	4.7476
SFEQ YY	Y	0.05	No	No	0.144	1	32.9697	4.7476

Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

Tabla 19. Reacciones básicas.

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	GlobalFX	GlobalFY
Text	Text	Text	Unitless	Tonf	Tonf
SISMO DINAMICO XX	LinRespSpec	Max		1.4596	0.6403
SISMO DINAMICO YY	LinRespSpec	Max		0.6403	1.7536

Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

Diseño de columnas y vigas

Para el diseño estructural se diseñó en el AutoCAD teniendo los conocimientos básicos, guiándonos de la normativas peruanas y recomendaciones de la guía de construcción de china; para el diseño se consideró las fuerzas axiales y momentos

flectores simultáneamente con ayuda del programa SAP 2000, quien nos ayudó a identificar los puntos con mayores cargas axiales y momentos flectores, tales como en el eje 5 – D, y en otros puntos vitales.

Después de verificar el análisis estructural en el programa se procedió a rediseñar elementos estructurales y añadir refuerzos en elementos.

Según la guía de bambú de china los refuerzos de elementos estructurales, nos hace mención los métodos de juntas del bambú entre las columnas y vigas, las conexiones transversales ortogonales se pueden combinar fácilmente, y existen muchos tipos de mecanismos de uniones y materiales de uniones, desde los métodos más tradicionales hasta los nuevos métodos, incluyendo los cortes y penetraciones de las secciones del bambú. Entre los métodos modernos incluyen alambres de hierro, pernos, ganchos de hierro y placas de nudos, etc; Utilizando hierro como intermediario.

En el proyecto tenemos 4 tipos de columnas, por compresión axial, flexo compresión se tomó las combinaciones más perjudiciales por carga axial y momento flector en ambas direcciones.

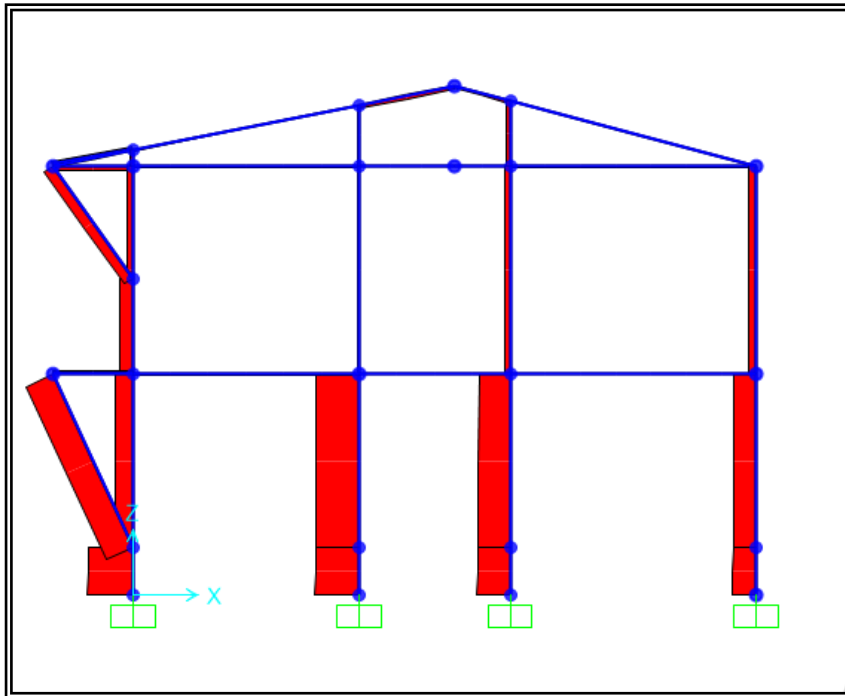
- Columna C1= 4 tubos de D= 11cm
- Columna C2= 3 tubos de D= 11cm (Tipo L)
- Columna C3= 2 tubos de D= 11cm
- Columna C4= 1 tubo de D= 11cm

Figura 31. Conexión cruzada ortogonal.



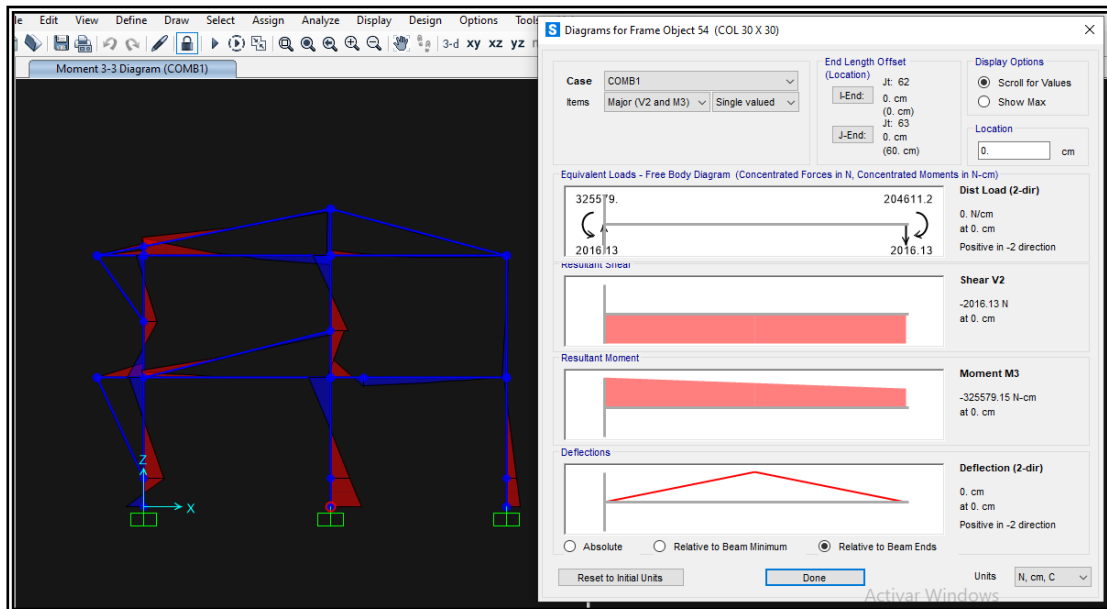
Fuente: Una guía de construcción de bambú para todos (2020)

Figura 32. Cargas axiales en las columnas.



Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

Figura 33. Momentos flectores en las columnas.



Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

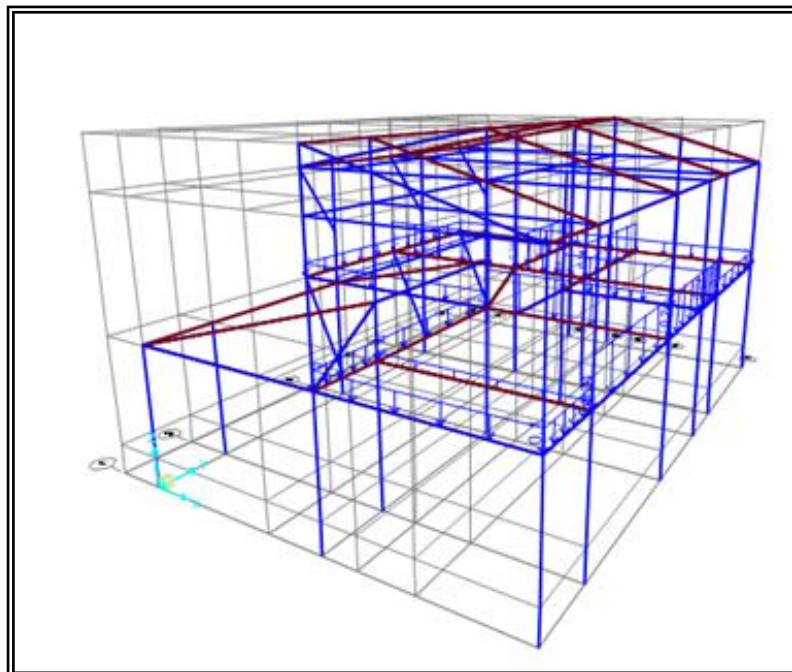
El tipo de anclaje de viga es de tipo complemento, en donde se taladra en el bambú para introducir una espiga de acero, pernos y otros componentes enchufados que pasan a través y se fijan, haciendo una carga repartida a las columnas se despojan sus cargas a las cimentaciones de concreto $f_c' 210\text{kg/m}^3$, según secciones longitudinales de los planos.

Figura 34. Tipo de unión de vigas, de 2 secciones



Fuente: *Una guía de construcción de bambú para todos (2020)*

Figura 35. Cargas distribuidas de muros y mamparas en las vigas



Fuente: *Elaboración propia. Programa SAP2000)*

Diseño de conexiones entre cimientos y columnas

De acuerdo a los estudios realizados de suelos y el pre dimensionamiento, con función a las recomendaciones de las normas y guías de construcción de china se obtuvo un tipo de diseño de zapata aislada con una columna de anclaje para el bambú con placas de hierro, con pernos de empotramiento.

Es una zapata simple de: $Z1 = 1.00\text{m} \times 1.00\text{m} \times 0.60\text{m}$, con la columna empotrada de: $0.30\text{m} \times 0.30\text{m} \times 1.00\text{m}$, hasta el contacto con la pieza de hierro, que será conector con el bambú.

Así mismo se verifico en el SAP 2000, con cimentaciones de anclaje asignándole, Joint de cargas puntuales tipo anclaje, en lo cual esto significa un tipo de cimentación aislada.

Figura 36. Diseño simple de zapata aislada

DISEÑO DE UNA ZAPATA AISLADA

Diseñar la zapata mostrada en la fig: Si la Columna de 30 x 30 lleva 10 fierros de 1/2" y transmite las cargas PD = 40.7 tn y PL = 40.7 tn . La capacidad portante admisible del suelo es $q_a = 2.5 \text{ kg/cm}^2$; además $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la columna y $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la zapata

DATOS:

Zapata	Otros	Suelo
$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	S/C = 550 kg/m ²	Df = 1 m
<u>Columna</u>	PD = 12.7 Tn	$\gamma_2 = 1700 \text{ kg/m}^3$
$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	PL = 11.7 Tn	$q_a = 2.50 \text{ kg/cm}^2$
b = 30 cm		db = 1.27 cm
t = 30 cm	<u>Acero</u>	Lv = 150 cm
	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	

1.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ZAPATA

Cálculo del peralte de la zapata (hc)

$$L_d = \frac{0.08 \cdot d_b \cdot F_y}{\sqrt{f'_c}}$$

Reemplazo los valores que tenemos:
Ld = 44.29 cm

Tomar Ld = 44.29 cm

(Del problema se emplean varillas de Ø1") $\varnothing_b (3/4") = 1.91 \text{ cm}$
1.27 (recubrimiento)

r.e. = 7.50 cm

hc = 53.70 cm

Tomar hc = 60.00 cm

ht = 40.00 cm

$hc = L_d + r.e. + \varnothing_b$
 $ht = D_f - hc$

Cálculo de la presión neta del suelo (qm)

$$q_m = q_a - \gamma_2 h_t - \gamma_c h_c - s/c$$

→ $q_m = 2.23 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: Elaboración propia.

Figura 37. Cálculo del área de la cimentación (Az)

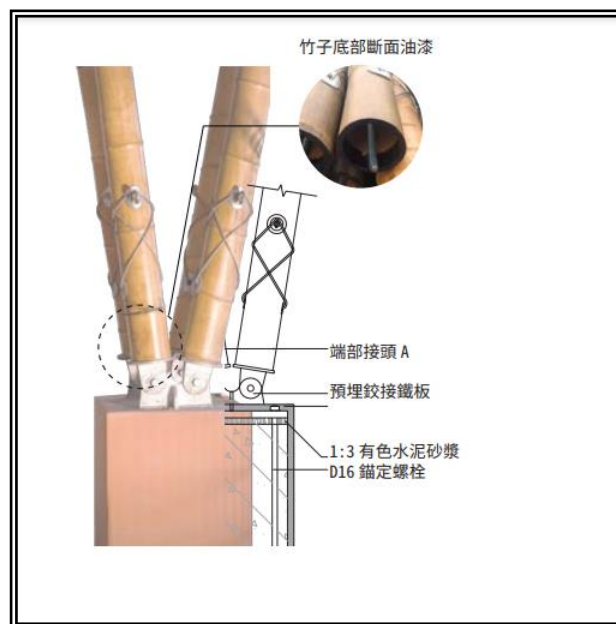
Cálculo del área de la zapata (Az)

$Azap = \frac{P}{qm}$	$\Rightarrow Azap = 10,959.64 \text{ cm}^2$
$T = \sqrt{Az} + \frac{(t1-t2)}{2}$	$\Rightarrow T = 105.00 \text{ cm}$
$S = \sqrt{Az} - \frac{(t1-t2)}{2}$	$B = 105.00 \text{ cm}$

Fuente: Elaboración propia.

Para los materiales considerados en los anclajes de cimentación, nos orientamos con la guía de construcción de china en lo cual, nos explica los componentes, materiales y fabricación de las piezas de anclaje, evitando así el contacto con el concreto, en lo cual se caracteriza por ser un tipo de unión o conector porque son piezas de hierro (galvanizadas en caliente) y base de hormigón. La junta del asiento evita que la humedad pase por acción capilar, conducido al bambú.

Figura 38. Material de cimentación de columnas.

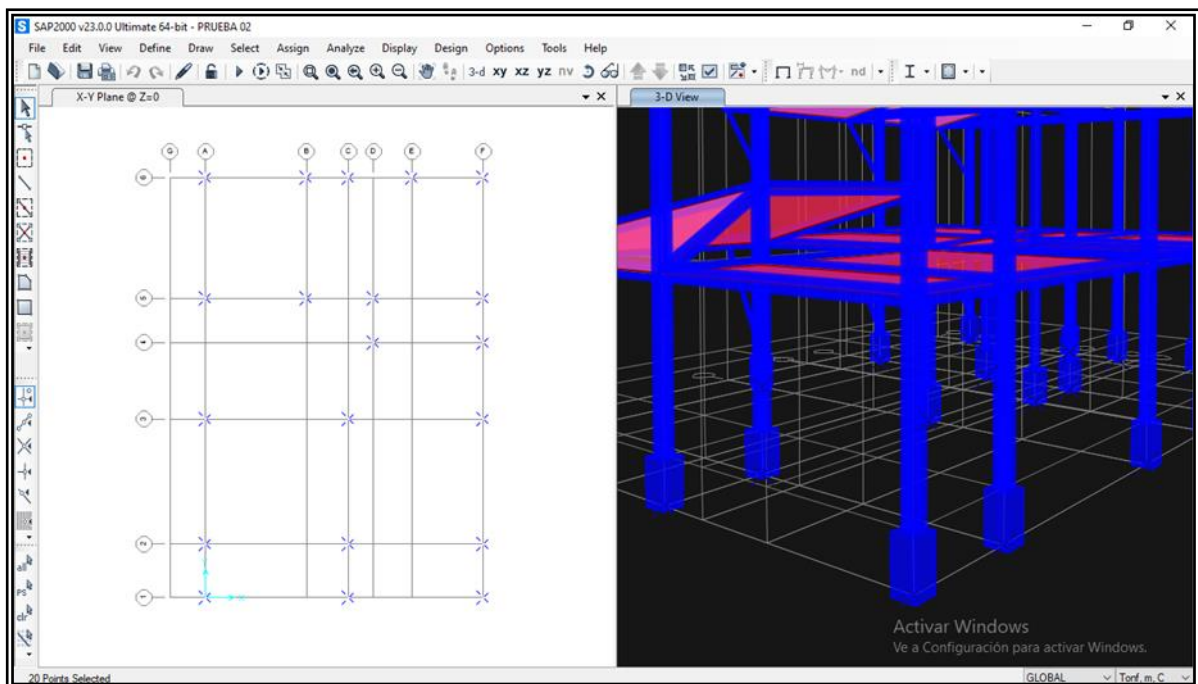


Fuente: Una guía de construcción de bambú para todos (2020)

En el diseño de conexiones de la columna del bambú y anclaje de concreto, se modeló mediante el programa SAP 2000, reconsiderando los parámetros en el momento de crear los materiales, considerando pesos específicos del bambú,

resistencia al concreto obtenido por el laboratorio $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, el módulo de elasticidad obtenido por la norma peruana E. 100 de bambú, además de ello se consideró las propiedades del concreto, como la resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, pesos específicos y módulos de elasticidad, formulas ya antes mencionadas, con el único fin de determinar los materiales en el programa y así poderlo analizarlo de acuerdo a sus características del cálculo estructural.

Figura 39. Detalle de cimentación vista en planta y 3D



Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

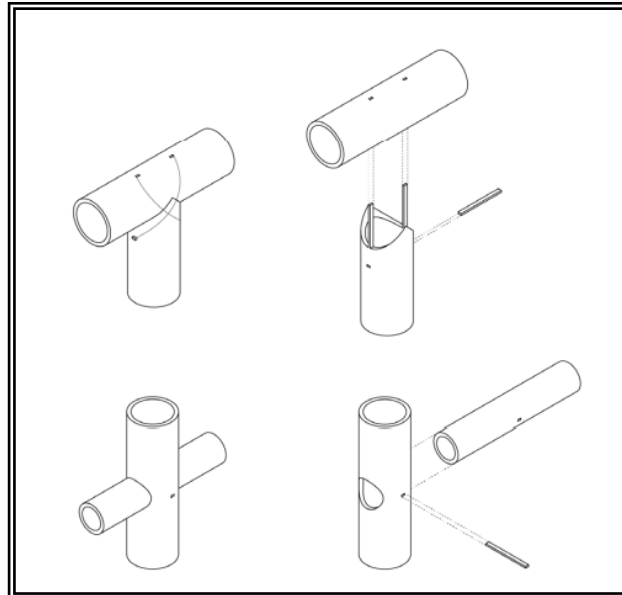
Diseño de uniones perpendiculares y en diagonal con pernos.

Para unir perpendicularmente y longitud al, se realiza con el fin de aportar una fuerza contra restante a la estructura, fuerza por gravedad, y para ello se debe lograr el mayor contacto entre ellas, realizando los cortes correctos según lo establece la Norma Peruane E.100, en lo cual nos menciona en su anexo A de uniones perpendiculares, con el fin de lograr dichos objetivos, cabe recalcar que nos señala que se debe asegurar las uniones con rigidez, utilizando refuerzos que nos presenta, la unión con tarugos y pernos y/o la unión con mortero.

La guía de construcción de bambú nos enseña nuevos métodos modernos de conexiones y uniones, nos señala desde las conexiones más comunes, hasta las

más fuerte, las que incluyen alambre de hierro, las de nombran como método de junta enchufable, en lo cual consiste en taladrar agujeros en el bambú para insertar espigas de acero, estas actúan como tapón y penetran directamente por el otro lado para formar una junta penetrante.

Figura 40. Juntas enchufables



Fuente: *Una guía de construcción de bambú para todos (2020)*

Figura 41. Unión diagonal con pernos y varillas de acero



Fuente: *Norma Técnica Peruana E.100*

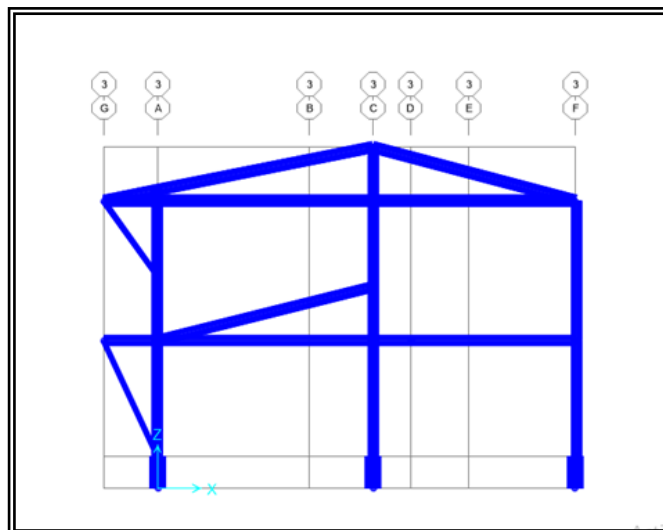
Refuerzo en elementos

El diseño estructural de la vivienda sostenible en Huancabamba opta por refuerzos elementales de hierro que nos describe algunos métodos, la guía de construcción con bambú en china, dentro de ellos reforzamos los conocimientos de los procesos

constructivos de montaje de los refuerzos con el fin de darle sostenibilidad, rigidez y resistencia a la estructura.

El libro nos señala los materiales de adaptación del bambú, materiales que incluyen conjuntos de cables de acero inoxidable, juegos de varillas roscadas en el bambú, espigas con tuercas con ganchos/ojos y conectores de placa con acero galvanizado, al construir estas estructuras se debe garantizar la seguridad por medio de conectores de acero, a los elementos transversales de bambú, en nuestros casos tenemos elementos transversales compuestos por un elemento de bambú, que están sosteniendo el voladizo que se observa en los planos arquitectónicos del segundo nivel, a la vez el diseño también presenta elementos transversales en los voladizos de la cobertura, tales como se presencia en la imagen.

Figura 42. Vista lateral, corte eje 3 en el SAP 2000



Fuente: Elaboración propia. Programa SAP2000

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a nuestro objetivo general se consideró diseñar una estructura de bambú que cumpla con las operatividad, cumpliendo los diseños de habientes regidos por la Norma Peruana, además que sea una estructura sismorresistente, en lo cual todo estos parámetros y datos fueron ingresados al programa SAP2000, cuyo diseño estructural de la vivienda se vio obligado a ser cambiado en múltiples ocasiones para que cumplan con la rigidez y diseño sismorresistente, cambiando columnas, reforzándolas y agrándale elementos adiciones, etc. Además de ello para el diseño estructural de una vivienda sostenible en la provincia de Huancabamba, se conoce que las cañas de bambú originarias de la ciudad, tienen una resistencia a la comprensión no muy favorable a comparación de otras ciudades, presentando una resistencia a la comprensión promedio de $f'c = 130 \text{ kg/m}^2$, como bien conocemos la caña de bambú es un material biológico, una planta que por lo general es hueca, dudosa y está conformada por nudo, entrenudo, diafragma y pared, haciendo que sea un material ligero y de fácil manejo.

El programa SAP 2000 además de ser un software de diseño y análisis estructural de edificios y estructuras, es una herramienta útil para la modelación y visualización de estructuras en 3D, además de ello se puede simular fuerzas sísmicas de las 2 direcciones transversales, fuerzas en el eje x y fuerzas en el eje Y, cargas vivas y muertas de una estructural, combinaciones de cargas tal y como lo menciona la E. 030 de Cargas, opciones de dimensionamiento sofisticado y especial, como abarcar la amplia gama de materiales, un programa sin límites que incluso puedes diseñar con estructura equivalentes.

En consideración a la estructuración preliminar de la estructura, se diseñó una estructura de una vivienda siguiendo el Reglamento Nacional de edificaciones, tomando el bambú como un material que cumple los requisitos para ser estructural. El uso de la estructura es para una vivienda ecológica de bambú, las dimensiones de la vivienda son de 120m^2 de $8 \text{ m} \times 15 \text{ m}$. Esta presenta un sistema estructural de columnas de bambú, la ubicación de la edificación de la vivienda es en la Provincia de Huancabamba, en el departamento de Piura.

Navarro, et al. (2019) nos indica que en las últimas décadas los problemas que enfrenta la humanidad se basan en el agotamiento de los materiales no renovables, siendo una de las mejores opciones los materiales de construcción naturales, teniendo como el más eficiente el bambú, llegando a ser un material de altas prestaciones en la arquitectura más popular y humilde de Asia y Latinoamérica.

Los hallazgos de los resultados obtenidos según los estudios del laboratorio nos detallan cuanto es la resistencia a la compresión y flexión del bambú, dichos resultados nos evidencian sus propiedades físicas y mecánicas, a la vez nos otorgan conocimiento para la sostenibilidad y facilidad del uso correcto, logrando llegar a comparar con los resultados y cuadros de los estudios realizados en Taiwán, China en donde también nos menciona las propiedades mecánicas del bambú, gracias a los resultados obtenidos con los métodos literarios hemos podido denotar distintas pruebas de datos, de otros lugares, diferencias de tipo de especies y sus resistencias a la compresión y flexión, uno de las especies más resistentes a la compresión es la especie mazhu, ma zibin con propiedades físicas y mecánicas únicas, de los principales materiales de bambú de Taiwán, que fue experimentado en los instituto experimental forestal de Taiwán, el bambú que nosotros obtenemos en el trópico de Sudamérica es de un tipo menos portante, con distintas propiedades, en el Perú logramos identificar más de 70 especies de bambú y en nuestra provincia de Huancabamba encontramos un bambú de Tipo guayaquil (*Guadua Angustifolia*) que pertenece al grupo de familia de la gramíneas, y sus tallos pueden alcanzar a una altura de 20 metros, en lo cual vienen siendo utilizados para sus diferentes objetivos gracias a sus resistencias, además de ello nos indica que la resistencia del bambú puede llegar a ser dos o tres veces mejores que la madera convencional, por su rigidez, flexibilidad y de material ligero, aproximándose a la resistencia del concreto.

Du Yixuan. (2018), en su estudio de las propiedades físicas y mecánicas del bambú, realizo pruebas encargada del diseño de juntas de estructuras de bambú, en el Instituto Experimental Forestal del Consejo de Agricultura, Yuan Ejecutivo, determino que el bambú tiene una alta resistencia a la tracción longitudinal, alrededor de 1200-2200 kg/cm², que es mayor que la madera (500-800 kg/cm²) y ligeramente inferior al acero (2800-4200 kg/cm²). Además de ello en sus estudios

que el bambú presenta resistencia a la flexión, resistencia a la compresión lateral y resistencia al corte. El valor experimental de la resistencia al pandeo es mayor que el valor teórico estimado por la fórmula de Euler, de lo que se infiere que las juntas de bambú son útiles para resistir el pandeo.

Paredes C. (2020). Nos menciona que para un diseño de vivienda con estructuras de bambú se necesitó tener diferentes criterios constructivos utilizando variedad de normas tales como la E.100 – Norma Peruana de bambú, Reglamento Nacional de Edificaciones (RNP), También considerar parámetros de diseño arquitectónico, con fines de conservar un diseño apto con arquitectura moderna en la Norma A.010 – Vivienda A.020, de acuerdo con el autor, menciona que el bambú requiere de por sí un mantenimiento cada cierto tiempo para su vida útil, también se debe seguir las pautas sobre la cantidad de bambú y las dimensiones que se deben considerar por cada muro, columna y viga.

Para la realización de las calicatas (03), las dimensiones fueron de 1.00 m x 1.00 m con una profundidad de 3.00 m, la clasificación del suelo (SUCS) fueron CL (Arcillas Limosas) y CH (Arcilla de Alta plasticidad), teniendo en cuenta la norma técnica E.050 Suelos y Cimentaciones y la NTP 339.150 (ASTM D 2488), donde la humedad natural del suelo es del 27 – 31%, la capacidad portante del suelo que se obtuvo de los ensayos fue de 0.959 Kg/cm². En los estratos de la cota 0 a 0.10 m es suelo de relleno material orgánico, de 0.10 m – 0.50 m es suelo compuesto de arcilla limosa con alta plasticidad y semi compacta, de 0.50 – 1.10 el suelo es arcilla limosa color beige de tonalidad marrón oscuro, y en el último estrato 1.10 m – 3.00 m sienta un suelo arcilloso de alta plasticidad semi compacto a la penetración; se tomaron 3 muestras del suelo por calicata para analizarlas en el laboratorio donde se obtuvo la capacidad última de carga del suelo $q = 2.922 \text{ kg/cm}^2$, una cohesión de $c' = 0.380$ y un ángulo de fricción = 15° – 16°.

Eusebio, et al (2018) realizó investigaciones de estructuras con bambú, en la región de las Amazonas – Chimbote, en la cual se rigió a los parámetros sísmicos de acuerdo a la normativa vigente del Perú, la E. 030 Diseño sismorresistente, en la cual tuvo como resultados factores sísmicos de acuerdo a la zona (Z) fue de 0.45, el factor de uso (U) fue de 1.00, su sistema estructural de reducción de fuerza

sísmica R fue de 7 (Por ser Madera) y su factor de suelo (S) fue de 1.10. En nuestra presente investigación tomamos estos datos como antecedentes, y consideramos de acuerdo a nuestra zona el factor(Z) es de Z: 0.35 Zona sísmica: Huancabamba, el factor de uso (U): 1.00 Edificación importante "C", el factor de suelo es (S): 1.15 suelo intermedio S2, su periodo es de (Tp): 0.60 "C", factor de amplificación sísmica (C): 2.50 y el factor de la resistencia estructural de reducción de fuerza sísmica es de (Ro): 7.00 (Madera y bambú).

Al definir y conocer estos factores se pudo determinar el espectro y coeficiente basal, alcanzamos determinar las fuerzas sísmicas, para ambos ejes X y Y, además de ellos pudimos medir las cargas muertas en los elementos frame y shell, de lo cual se obtuvo de acuerdo a la asignación de cargas distribuidas, que fueron calculadas mediante cuadros Excel, y posteriormente repartidas en las correas o vigas en donde se ubicaba dichos elementos, tal y como lo señalan los planos arquitectónicos, posteriormente fueron ingresados como cargas muertas repartidas, el diseño fue evaluado según lo estipula la NTP E.030, y no se tomo como irregulares, quedando un resultado de $C_b:0.144$ para ambos ejes tal y como lo menciona en el coeficiente basal en ejes.

Contamos con mucha firmeza como mayor fortaleza, ya que para este diseño se tuvo que investigar con bastante paciencia para encontrar la debida información correcta, la carencia de experiencia de diseño, nos hizo tener ensayos, errores y correcciones; no obstante, es relevante los resultados y dichas discusiones para dar la seguridad y confianza de que el bambú llega a tener características importantes para un buen diseño estructural.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que debido a sus características como especie (velocidad de crecimiento, rectitud, crecimiento a nivel global, etc.) es un recurso forestal de gran valor que interesa potenciar para, entre muchas otras razones, aliviar la carga que sufren gran parte de las especies como son la madera o el acero, en cuanto a lo referente a su uso estrictamente estructural, el establecimiento de normativas específicas para su uso y aplicación ha contribuido de forma determinante. De esta forma, es posible que las estructuras con este material se realicen siguiendo unos criterios unificados que garanticen la buena realización de la obra y la seguridad tras haberse terminado. Por esto, queda latente que el bambú es un material con gran potencial, tanto para aplicaciones estructurales que se conocen en la actualidad como para el futuro desarrollo de nuevas soluciones técnicas.
2. Se concluye que con respecto al estudio de suelo es fundamental realizarlo así sea para una edificación pequeña ya que en la región de Piura es muy cambiante en las características y tipos de suelo según la norma técnica E.050 Suelos y Cimentaciones, en el caso de la presente investigación se desarrolló que el suelo es óptimo para la construcción de una vivienda de bambú.
3. Los diseños de los elementos estructurales cumplieron con los chequeos están establecidos en el reglamento nacional de edificaciones, se verificó que cumplen con el esfuerzo a flexión, esfuerzo a tracción, esfuerzo a corte, esfuerzo a compresión, esfuerzo a flexo compresión y esfuerzo a tracción con carga axial.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las viviendas construidas por el material de bambú sean diseñadas y evaluadas por profesionales especializados en el uso de este material, con el fin de garantizar una construcción eficaz, funcional y sismorresistente; el cual brinde una mejora en la calidad de la vida de la población de Huancabamba.
- Se recomienda la siembra del bambú, de nuevas especies y darles su correcto cuidado, tal y como lo hacen en china con el fin de obtener mejores propiedades físicas y mecánicas, de esta manera masificar su uso y poder exportar este material lo cual es un excelente componente ante eventos sísmicos, además de ser un excelente material arquitectónico, bonito y estético.
- Realizar pruebas de laboratorio con Guadua angustifolia Bambú, de los lugares productores de la región de Piura para corroborar que cumplan las propiedades que exige la normativa E.100 – Norma Peruana de bambú junto con la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones; y así se pueda aplicar en construcciones.
- Dirigir el estudio mediante programas estructurales como SAP2000, ETABS, ROBOT STRUCTURAL, etc. Debido a que nos brindan y facilitan los resultados de comportamiento de estructuras mediante análisis exigidos por la norma, generando conocimiento hacia las demás personas que solo ven al bambú como material para personas de bajos recursos.
- Recomendamos el uso de bambú y darles más importancia a las construcciones con bambú ya que es un material alternativo ecológico, además que no genera ningún tipo de deforestación y es una planta de corto periodo de crecimiento, llegando a ser un excelente material para la ejecución de un proyecto con material estructural de bambú con presencia de excelentes propiedades físicas y mecánicas.

REFERENCIAS

1. Binfield, L., Britton, T.L., Dai, C. (2022). Evidence on the social, economic, and environmental impact of interventions that facilitate bamboo industry development for sustainable livelihoods: a systematic map protocol. *Environ Evid* 11, 33. <https://doi.org/10.1186/s13750-022-00286-8>
2. Reig Navarro, Enrique (2019) Cubiertas de bambú: creación de espacios flexibles para las escuelas del futuro. Universitat Politècnica de València. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/129346>
3. Mimendi, Leonel; Lorenzo, Rodolfo; Li, Haitao ; (2022) An innovative digital workflow to design, build and manage bamboo structures. *Sustainable Structures* , 2 (1) , Article 000011. 10.54113/j.sust.2022.000011
4. Ceylan, Ertuğrul; (2023). Çin Kültüründe Bambu, Ertuğrul Ceylan, Trabajo de investigación. Disponible en: <https://iupress.istanbul.edu.tr/tr/journal/jos/article/cin-kulturunde-bambu>
5. RANADOS Páez, et al (2019). Análisis del comportamiento del guadua “BAMBU” sometido a postensado, artículo de investigación, Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en: https://bun.uam.es/prim-explore/fulldisplay?docid=TN_cdi_crossref_primary_10_25213_2216_1872_19&cont_ext=PC&vid=34UAM_VU1&lang=es_ES&search_scope=TAB1_SCOPE1&adaptor=prim_o_central_multiple_fe&tab=tab1&query=any,contains,BAMBU&mode=Basic
6. Giovanni Donini, Silvia Greco, Luisa Molari, Anna Zanetti, (2022) Diseño estructural de una casa italiana de bambú en un contexto regulatorio italiano: Revisitando un pequeño edificio construido en Costa Rica con bambú tropical, *Casos de Estudio en Materiales de Construcción*, volumen 16, ISSN 2214-5095, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e0089>
7. Annett, M., et al.: Exploring and understanding the role of workshop environments in personal fabrication processes. *ACM Trans. Comput. -Hum. Interact. (TOCHI)* 26(2), 1–43 (2019). <https://doi.org/10.1145/3301420>
8. Tdjuddin Maknun, Munira Hasjim, Muslimat Muslimat, Muhammad Hasyim . : The form of the traditional bamboo house in the Makassar culture: A cultural semiotic study *Aus der Zeitschrift Semiotica*. <https://doi.org/10.1515/sem-2017-0162>
<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/sem-2017-0162/html?lang=de>
9. Torres Rojas, C. A. (2020). Diseño de una conexión viga columna para la construcción sostenible de viviendas edificadas con bambú. Universidad de Ingeniería y tecnología <https://hdl.handle.net/20.500.12815/173>
10. KW Liu , QF Xu , G Wang , FM Chen , YB Long , J.Yang , Ka Harries; (2022) Arquitectura contemporánea de bambú en China; Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR)
11. Aldo Álvarez. (2020). Clasificación de las Investigaciones. Lima: Universidad de Lima. Obtenido de

<https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%C3%A9mica%20%20%2818.04.2021%29%20-%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAll owed=y>

12. Condori-Ojeda, Porfirio (2020). Universo, población y muestra. Curso Taller. Obtenido de <https://www.aacademica.org/cporfirio/18>
13. Hernandez Mendoza, S., & Duana Avila , D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA, 9(17), 51-53. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
14. Wang, Xueyu; et al (2022). Bending failure mechanism of bamboo scrimber. Construction and Building Materials - Volume 326. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126892>
15. Malkowska, Dominika, et al (2022). Theoretical and experimental study on laterally loaded nailed bamboo connection. Construction and Building Materials - Volume 342. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127971>
16. Cui, Zhaoyan; et al (2022). Experimental investigation and calculation method for the bearing capability of bolt steel-to-laminated bamboo connections under the coupling of bending moment and shear forcé. Journal of Building Engineering - Volume 59. <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.105126>
17. Cunha Gomes, Bruno Menezes; et al (2022). Environmental and mechanical performance assessment of bamboo culms and strips for structural use: Evaluation of Phyllostachys pubescens and Dendrocalamus giganteus species. Construction and Building Materials - Volume 353. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129078>
18. Chen, Si; et al (2023). Experimental investigation of the shear performance of bamboo scrimber beams reinforced with bamboo pins. Construction and Building Materials - Volume 365. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.130044>
19. Dong, Weiqun; et al (2023). Bonding performance of cross-laminated timber-bamboo composites. Journal of Building Engineering - Volume 63. <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.105526>
20. Luo, Xiangya; et al (2022). Long-term mechanical properties of bamboo scrimber. Construction and Building Materials - Volume 338. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127659>
21. Zhang, Ming; et al (2023). A method to calculate the load-carrying capacity of bolted steel-bamboo scrimber-steel connections. Journal of Building Engineering - Volume 72. <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.106743>
22. Zheng, Yubin; et al (2023). Strength design values of high-performance bamboo-based composite materials based on reliability requirements. Construction and Building Materials - Volume 368. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130454>

23. Huang, Bin; et al (2022). Multi-scale mechanical characterization of an ecological, strong and novel bamboo unit — An in-situ flexural characterization. *Construction and Building Materials* - Volume 342. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128061>
24. Zhang, Xiubiao; et al (2023). Bending and shear performance of a cross-laminated composite consisting of flattened bamboo board and Chinese fir lumber. *Construction and Building Materials* - Volume 392. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131913>
25. Kang, Shao-Bo; et al (2023). Behaviour of bamboo scrimber I-beam-box-column connections under static loads. *Engineering Structures* - Volume 286. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116076>
26. Luan, Yu; et al (2023). Effects of integrated process of flattening and densification on the gradient structure and properties of Moso Bamboo. *Construction and Building Materials* - Volume 392. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132073>
27. Piao, Xixi; et al (2022). Novel high-performance bamboo modification through nature rosin-based benzoxazine. *Construction and Building Materials* - Volume 319. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126123>
28. Wu, Xinxing; et al (2022). Improving the anti-mould capacity of bamboo through sequential alkaline extraction and laccase-mediated thymol modification. *Construction and Building Materials* - Volume 354. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129104>
29. Chen, Yue; et al (2022). Experimental evaluation of the dowel-bearing strength of laminated flattened-bamboo lumber perpendicular to grain. *Construction and Building Materials* - Volume 350. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128791>
30. Niu, Qianqian; et al (2022). Strengthening and flame retarding effect of bamboo fiber modified by silica aerogel on polylactic acid composites. *Construction and Building Materials* - Volume 340. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127696>
31. Zhang, Xiaofeng; et al (2022). Experimental and numerical investigation into the bending behavior of stiffened hollow glulam beams. *Journal of Building Engineering* - Volume 45. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103488>
32. Sol, Haoxian; et al (2022). Review on materials and structures inspired by bamboo. *Construction and Building Materials* - Volume 325. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126656>
33. Chen, Si; et al (2022). Combinatorial design and flexural behavior of laminated bamboo–timber composite beams. *Thin-Walled Structures* - Volume 181. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2022.109993>
34. Wahan, Mohammed (2022). Mechanical behavior of gfrp-bamboo composite shear connections. *Construction and Building Materials* - Volume 331. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127333>

35. Cai, Xiongfeng; et al (2023). Experimental study on the dynamic tensile failure of bamboo - Construction and Building Materials - Volume 392
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823015994>
36. Zhou, Wenjing; et al (2022). Evaluation on the axial compression mechanical properties of short BFRP laminated bamboo lumber columns - Journal of Building Engineering - Volume 53
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235271022200496X>
37. Wang, Zhongwei; et al (2023). Tung oil-based phosphorus-containing polyol as a flame retardant for bamboo - Construction and Building Materials - Volume 366
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006182203896X>
38. Wu, Fengyi; et al (2023). Experimental study of bamboo scrimber-filled steel tube columns under axial compression - Engineering Structures - Volume 280 -
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029623000834>
39. Quan, Wenli; et al (2023). The effect of natural bamboo fiber and basalt fiber on the properties of autoclaved aerated concrete - Construction and Building Materials - Volume 377
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823008656>
40. Wang, Ning; et al (2022). Mechanical behavior of rotary friction welding joints composed of laminated veneer bamboo substrate and bamboo dowel - Construction and Building Materials - Volume 358, URL:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822030173>
41. Pradhan, Suman; et al (2023). The effects of densification on rolling shear performance of southern yellow pine cross-laminated timber - Construction and Building Materials - Volume 392, URL:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823017385>

ANEXOS

Anexo 01: Tabla de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño sísmico y estructural sostenible	En este diseño se pretende tener un proceso creativo, lo cual se defina las características de un sistema estructural lo cual cumpla con sus objetivos, Precisamente en el diseño estructural sismorresistente, equilibrando fuerzas y cargas a las que está sometida, a la vez resistir a un colapso o un mal comportamiento estructural.	El diseño estructural sostenible, se presenta con una metodología de investigación acerca de la estabilidad, rigidez y resistencia estructural en estructuras antiguas de diferentes países, el objetivo de este proyecto es diseñar y analizar estructuralmente las capacidades que puede resistir y cumplir con su función de una vivienda sostenible.	Estructuras	Resistencia estructural	Kgf/m2
			Análisis	Diseño	Auto CAD SAP 2000 Norma E.100 Norma E.030 Norma E.020
			Diseño sostenible	Ambientes sostenibles	Manual de construcción de Bambú
Material estructural de Bambú	El bambú o guayaquil como material estructural generalmente es el más económicos, es por ello que se le considera uno de los más importantes por las cualidades que presenta, resistencias mecánicas, rigidez y durabilidad, apropiado para la construcción.	El bambú es un material renovable, sostenible y ecológico, que tiene características físicas, mecánicas y químicas impresionantes.	Ensayos de esfuerzos	Esfuerzos óptimos	Compresión Tracción Flexión
			Características físicas	Perfeccionamiento	Peso específico (kg) Espesor Diámetro

Anexo 02: Panel fotográfico de la Calicata 01.



Anexo 03: Panel fotográfico de la Calicata 02.



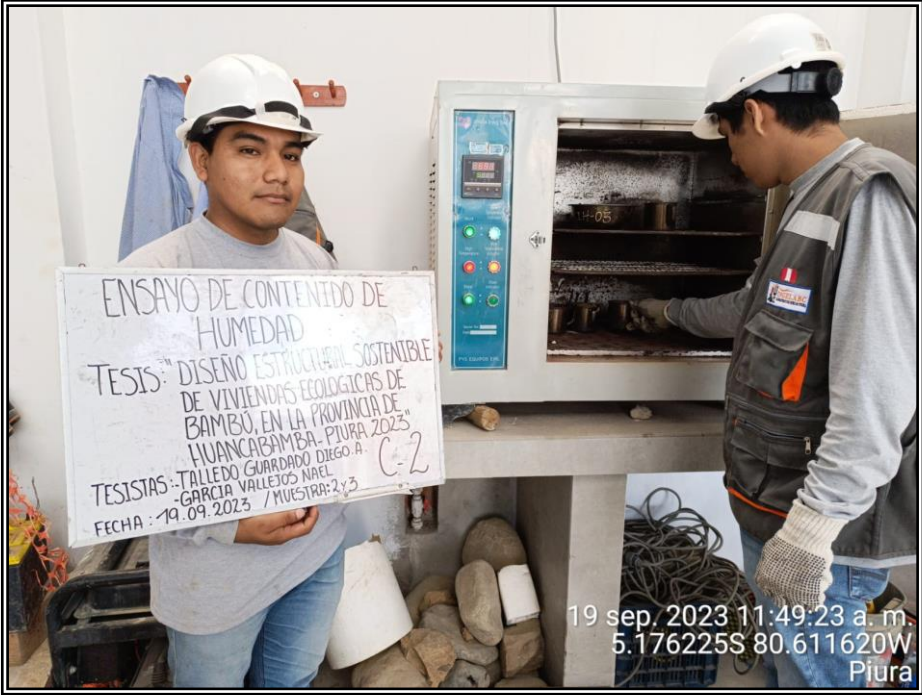
Anexo 03: Panel fotográfico de la Calicata 03.



Anexo 04: Ensayo de contenido de humedad Calicata 01.



Anexo 05: Ensayo de contenido de humedad, colocando muestras al horno.



Anexo 06: Ensayo de Limites de Atterberg, Calicata 01.



Anexo 07: Ensayo de Limites de Atterberg, Calicata 02.



Anexo 08: Visita a los cultivos de bambú, tipos de especies.



Anexo 09: Vista del diámetro del bambú, tipos de especies.



Anexo 10: Muestra elegida de bambú.



Anexo 11: Testigos de bambú.



Anexo 12: Rotura de testigo de Bambú, P-1.



Anexo 13: Falla del testigo de bambú.



Anexo 14: Falla por dentro del testigo de bambú.



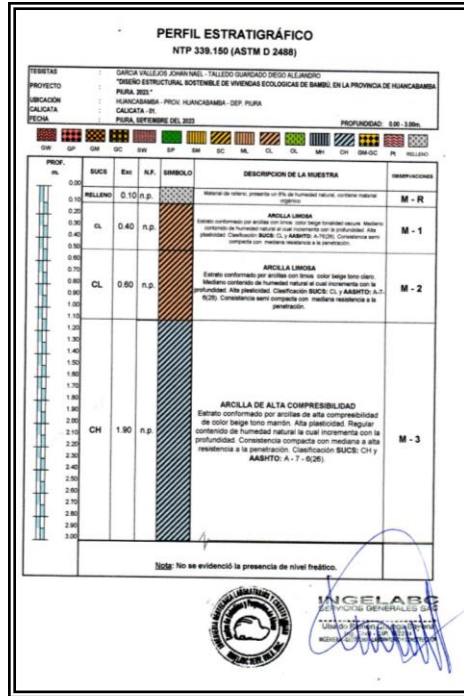
Anexo 15: Falla del testigo de bambú, parte lateral.



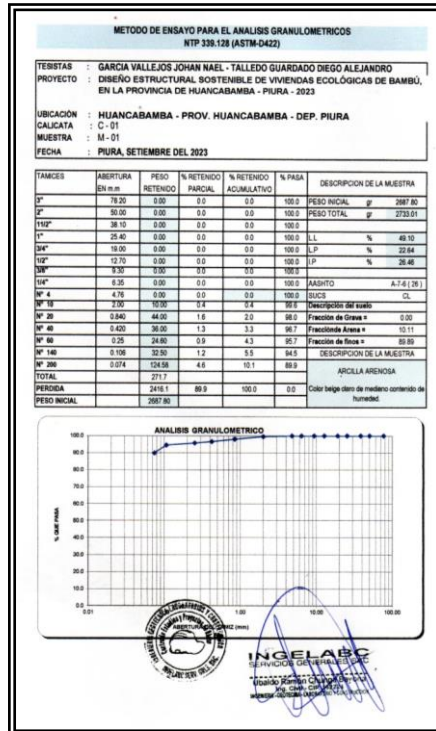
Anexo 16: Resumen de ensayos de calicatas.

RESUMEN DE ENSAYOS - CALICATAS EXCAVADAS														
PROYECTO		DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBÚ, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA - PIURA - 2023												
UBICACIÓN		HUANCABAMBA - PROV. HUANCABAMBA - DEP. PIURA												
FECHA		PIURA, JUNIO DEL 2023												
Sondaje / Calicata	Muestra	Int. Prof. (m)	N.F.	Análisis Granulométrico			Clasificación del Suelo		Parámetros de estado			Límites de Consistencia		
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	AASHTO	SUCS	Humedad (%)	δ (gr/cm ³)	Hum. Opt (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
C - 01	M - 1	0.10 - 0.50	N.P.	0.00	10.11	89.89	A-7-6 (26)	CL	27.50	1.81	8.91	49.10	22.64	26.46
	M - 2	0.50 - 1..10	N.P.	0.00	1.95	98.05	A-7-6 (28)	CL	26.89	1.81	9.05	49.51	25.14	24.37
	M - 3	1.10 - 3.00	N.P.	0.00	9.76	90.24	A-7-6 (26)	CH	31.99	1.81	9.47	51.43	25.14	26.29
C - 02	M - 1	0.10 - 0.60	N.P.	0.00	15.33	84.67	A-7-6 (25)	CL	26.80	1.82	8.92	48.46	19.16	29.30
	M - 2	0.60 - 1.10	N.P.	0.00	1.85	98.15	A-7-6 (27)	CL	27.45	1.83	9.11	49.23	25.14	24.09
	M - 3	1.10 - 3.00	N.P.	0.00	6.80	93.20	A-7-6 (27)	CH	31.79	1.81	9.21	50.55	25.41	25.13
C - 03	M - 1	0.10 - 0.60	N.P.	0.00	14.70	85.30	A-7-6 (26)	CL	27.53	1.82	8.92	48.19	18.18	30.01
	M - 1	0.60 - 1.20	N.P.	0.00	3.44	96.56	A-7-6 (29)	CH	27.58	1.82	9.54	50.97	25.14	25.83
	M - 2	1.20 - 3.00	N.P.	0.00	6.62	93.38	A-7-6 (27)	CH	30.81	1.81	9.05	51.31	25.38	25.93

Anexo 17: Perfil estratigráfico Calicata 01.



Anexo 18: Análisis Granulométrico



Anexo 19: Resultados de Resistencia a la compresión simple.

ENSAYO DE RESISTENCIA DE TESTIGOS DE BAMBÚ A LA COMPRESION SIMPLE							
TESISTAS	: JOHAN NAEL GARCIA VALLEJOS - TALLEDO GUARDADO DIEGO ALEJANDRO						
TESIS	: DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBÚ						
UBICACIÓN	: PROVINCIA HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA						
MUESTRA	: TESTIGOS CILÍNDRICOS DE BAMBÚ						
PROCEDENCIA	: TESTIGOS PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE						
FECHA	: PIURA, 06 DE NOVIEMBRE DEL 2023.						
CERTIFICA							
Que se ha realizado la Rotura de los siguientes Testigos de Bambú, con resultados los cuales se detallan:							
RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE							
N° TESTIGO	ELEMENTO / DESCRIPCION	FECHA DE ROTURA	Diámetro		CARGA APLICADA P (KN)	CARGA APLICADA P (Kg)	ESFUERZO f
			cm	cm ²			
1	TESTIGO DE BAMBÚ 01	4-Nov-23	11	95.03	145.10	14.658.00	154.25
2	TESTIGO DE BAMBÚ 02	4-Nov-23	11	95.03	131.40	13.274.02	139.88
3	TESTIGO DE BAMBÚ 03	4-Nov-23	11	95.03	140.60	14.203.41	149.46
4	TESTIGO DE BAMBÚ 04	4-Nov-23	10,8	91,6	129,50	13.082,09	142,82
5	TESTIGO DE BAMBÚ 05	4-Nov-23	10,2	81,71	111,70	11.283,93	138,10
6	TESTIGO DE BAMBÚ 06	4-Nov-23	9,7	73,89	115,00	11.617,30	157,22
7	TESTIGO DE BAMBÚ 07	4-Nov-23	10,6	88,24	120,50	12.172,91	137,95
8	TESTIGO DE BAMBÚ 08	4-Nov-23	11	95,03	124,70	12.597,19	132,56
9	TESTIGO DE BAMBÚ 09	4-Nov-23	10,9	93,31	131,10	13.243,72	141,93
10	TESTIGO DE BAMBÚ 10	4-Nov-23	10	78,54	103,50	10.455,57	133,12
OBSERVACIONES :							
- Muestras Proporcionadas por el Usuario.							
- Presencia el Ensayo el Solicitante y Supervisión.							



Anexo 20: Ensayo de Limites de Atterberg

MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO, E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS				
SOLICITA	: GARCIA VALLEJOS JOHAN NAEL - TALLEDO GUARDADO DIEGO ALEJANDRO			
PROYECTO	: DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBÚ, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA - PIURA - 2023			
UBICACIÓN	: HUANCABAMBA - PROV. HUANCABAMBA - DEP. PIURA			
CALICATA	: C - 03			
MUESTRA	: M - 02			
FECHA	: PIURA, JUNIO DEL 2023			
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (NTP 338.126)				
MUESTRA				
1. Tasa %	80	40	17	
2. Peso de la Tasa grs	25.18	26.78	20.42	
3. Peso Suelo Húmedo + Tasa grs	35.14	42.52	30.61	
4. Peso Suelo Seco + Tasa grs	31.05	38.52	31.62	
5. Peso del Agua (3) - (4) grs	4.09	4.00	7.99	
6. Peso Suelo Seco (4) - (2) grs	10.87	9.74	11.20	
7. Humedad (5) / (6) x 100 %	37.83	61.60	71.34	
8. N° de Golpes	33	21	10	
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (NTP 338.126)				
MUESTRA				
1. Tasa %	12	13	4	5
2. Peso de la Tasa grs	13.17	13.72		
3. Peso Suelo Húmedo + Tasa grs	20.89	22.01		
4. Peso Suelo Seco + Tasa grs	18.41	21.06		
5. Peso del Agua (3) - (4) grs	1.48	1.95		
6. Peso Suelo Seco (4) - (2) grs	6.24	7.34		
7. Humedad (5) / (6) x 100 %	23.72	26.57		
Promedio de Límite Plástico				
		25.1		
		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:		
		L.L.	: 50.97	
		L.P.	: 25.14	
		I.P.	: 25.83	
		Observaciones:	-	



Anexo 21: Ensayo de Proctor Modificado

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO MTC E-116 - ASTM D-1557				
SOLICITA : GARCIA VALLEJOS JOHAN NAEL - TALLEDO GUARDADO DIEGO ALEJANDRO				
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBÚ, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA - PIURA - 2023				
UBICACIÓN : HUANCABAMBA - PROV. HUANCABAMBA - DEP. PIURA				
CALICATA : C - 02				
MUESTRA : M - 01				
FECHA : PIURA, JUNIO DEL 2023				
		UNIDADES		
VOLUMEN DEL MOLDE (m ³)	2118			
NÚMERO DE ESTRATOS	1	2	3	4
PESO SUELO MOLDE	4690	6884	7061	7010
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	3770	4030	4199	4187
PESO VOLUMÉTRICO HÚMEDO	1.780	1.894	1.983	1.967
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE (ml)	100	100	100	100
PESO SUELO HÚMEDO	202.97	217.48	201.77	200.70
PESO SUELO SECO	205.95	207.74	203.70	212.55
PESO DE LA TARA	61.24	60.47	61.10	61.99
PESO DE AGUA	7.02	9.74	18.07	17.64
PESO DE SUELO SECO	224.31	147.27	202.80	190.89
CONTENIDO DE AGUA	3.13	6.61	8.92	11.89
PESO VOLUMÉTRICO SECO	1.730	1.798	1.829	1.762
DENSIDAD MÁXIMA SECA	1.82	HUMEDAD ÓPTIMA: 6.92 %		

GRAFICO DEL PROCTOR

INSELABC
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TROPICAJE
MOYATA 2000 - HUANCABAMBA - PIURA

Anexo 22: Ensayo de Humedad Natural

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL SUELO NTP 339.127 (ASTM D2216)

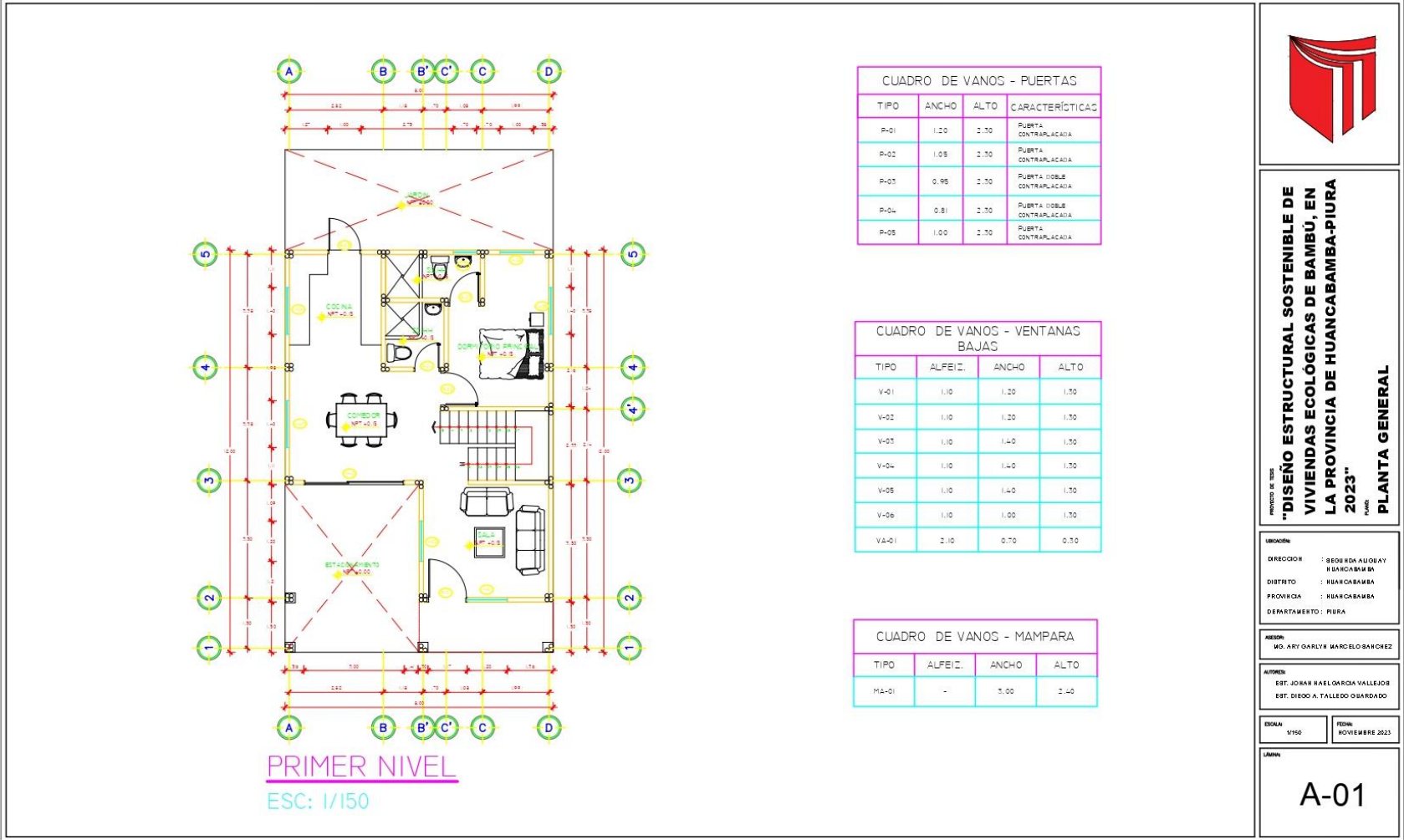
SOLICITA : GARCIA VALLEJOS JOHAN NAEL - TALLEDO GUARDADO DIEGO ALEJANDRO
 PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBÚ, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA - PIURA - 2023
 UBICACIÓN : HUANCABAMBA - PROV. HUANCABAMBA - DEP. PIURA
 FECHA : PIURA, JUNIO DEL 2023

MUESTRA	PROF. (m.)	TARRO Nº	PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)			PESO (Gr.)		HUMEDAD %
			+ SUELO HÚMEDO	+ SUELO SECO	VACIO	AGUA	SUELO SECO	
M - 01	0.10 - 0.60	D30	287.18	239.47	61.47	47.71	178.00	26.80
M - 02	0.60 - 1.10	C24	278.48	231.48	60.28	47.00	171.20	27.45
M - 03	1.10 - 3.00	S22	231.99	191.08	62.39	40.91	128.69	31.79



INSELABC
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TROPICAJE
MOYATA 2000 - HUANCABAMBA - PIURA

Anexo 23: Planta Arquitectónica, distribución.



CUADRO DE VANOS - PUERTAS

TIPO	ANCHO	ALTO	CARACTERÍSTICAS
P-01	1.20	2.70	PUERTA CONTRALACADA
P-02	1.05	2.70	PUERTA CONTRALACADA
P-03	0.95	2.70	PUERTA DOBLE CONTRALACADA
P-04	0.81	2.70	PUERTA DOBLE CONTRALACADA
P-05	1.00	2.70	PUERTA CONTRALACADA

CUADRO DE VANOS - VENTANAS BAJAS

TIPO	ALFEIZ.	ANCHO	ALTO
V-01	1.10	1.20	1.30
V-02	1.10	1.20	1.30
V-03	1.10	1.40	1.30
V-04	1.10	1.40	1.30
V-05	1.10	1.40	1.30
V-06	1.10	1.00	1.30
VA-01	2.10	0.70	0.30

CUADRO DE VANOS - MAMPARA

TIPO	ALFEIZ.	ANCHO	ALTO
MA-01	-	5.00	2.40



PROYECTO DE TESIS
"DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBÚ, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA-PIURA 2023"
 PLANOS
PLANTA GENERAL

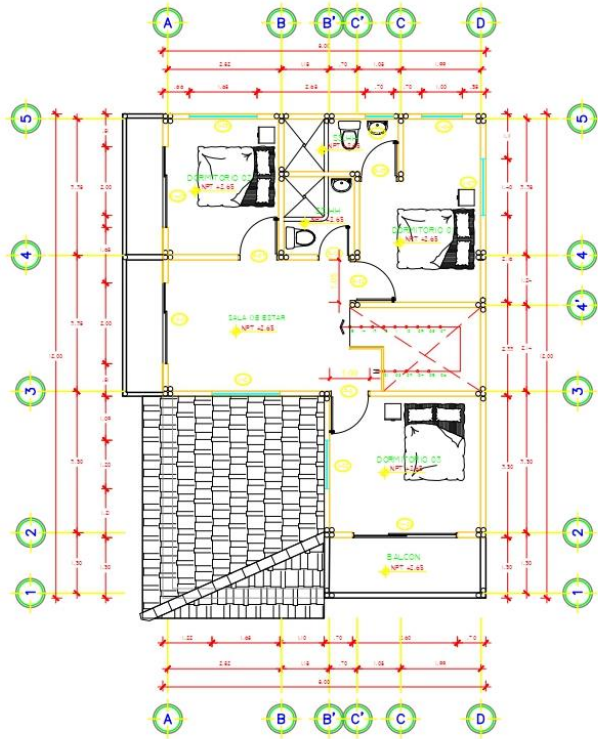
UBICACION:
 DIRECCION : REGION AUCAY
 HUANCABAMBA
 DISTRITO : HUANCABAMBA
 PROVINCIA : HUANCABAMBA
 DEPARTAMENTO : PIURA

ANEXO:
 MO. ARY ORLY MARCELO BANCHEZ

AUTORES:
 EST. JOHAN RAEL ORCA VALLEJO
 EST. DIEGO A. TALLEDO OSARAYO

ESCALA: 1/150
 FECHA: NOVIEMBRE 2023

LAMINA
A-01



SEGUNDO NIVEL
 ESC: 1/150

CUADRO DE VANOS - PUERTAS			
TIPO	ANCHO	ALTO	CARACTERÍSTICA
P-01	1.00	2.10	PUERTA CONTRALACIADA
P-02	1.05	2.10	PUERTA CONTRALACIADA
P-03	1.00	2.10	PUERTA DOBLE CONTRALACIADA
P-04	0.81	2.10	PUERTA DOBLE CONTRALACIADA
P-05	0.95	2.10	PUERTA CONTRALACIADA

CUADRO DE VANOS - VENTANAS BAJAS / ALTAS			
TIPO	ALFEIZ.	ANCHO	ALTO
V-01	1.10	1.68	1.30
V-02	1.10	1.20	1.30
V-03	1.10	1.40	1.30
V-04	1.10	1.00	1.30
V-05	1.10	1.68	1.30
VA-01	2.10	0.70	0.30

CUADRO DE VANOS - MAMPARA			
TIPO	ALFEIZ.	ANCHO	ALTO
MA-01	-	2.00	2.40
MA-02	-	2.60	2.40
MA-03	-	2.00	2.40



PROYECTO DE TÍTULO:
"DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBÚ, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA-PIURA 2023"
 PLANO:
PLANTA GENERAL

UBICACIÓN:
 DIRECCIÓN: SECTOR ALOQUAY HUANCABAMBA
 DISTRITO: HUANCABAMBA
 PROVINCIA: HUANCABAMBA
 DEPARTAMENTO: PIURA

ASESOR:
 MO. ARY GARLYN MARCELO BARRERA

AUTORES:
 EST. JOHAN RAEL ORCITA VALLEJO
 EST. DIEGO A. TALLEDO OSARADO

ESCALA: 1/150
 FECHA: NOVIEMBRE 2023

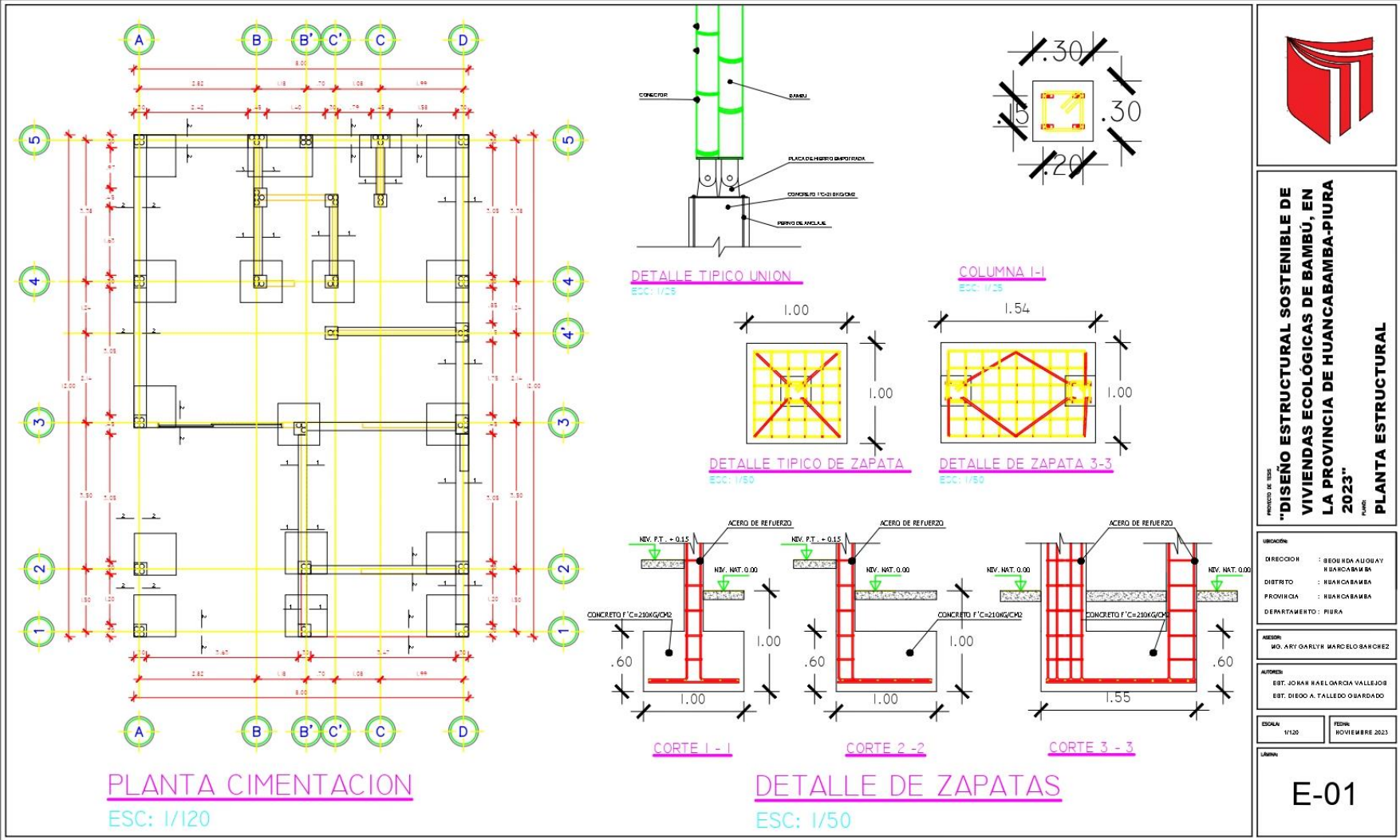
USUARIO:

A-02

Anexo 24: Plano de elevación.



Anexo 25: Plano de cimentación.



PROYECTO DE TESIS
"DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBÚ, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA-PIURA 2023"
 PLANO:
PLANTA ESTRUCTURAL

UBICACION:
 DIRECCION : REGION HUANCAJUNAY
 DEPARTAMENTO : HUANCABAMBA
 DISTRITO : HUANCABAMBA
 PROVINCIA : HUANCABAMBA
 DEPARTAMENTO : PIURA

ASESOR:
 MO. ARY ORCIN MARCELO GARCIA

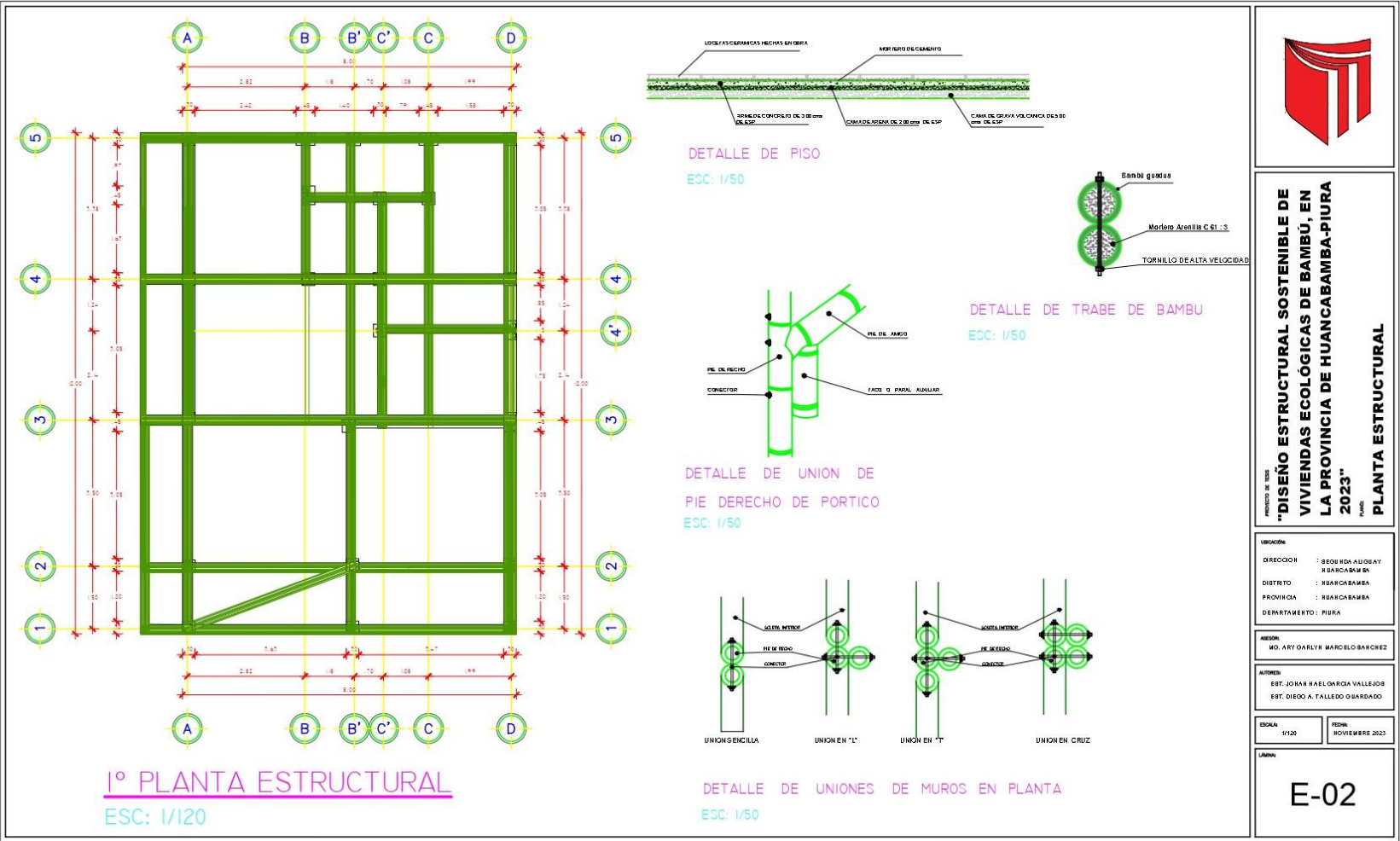
AUTORES:
 EST. JOHAN RAEL GARCIA VALLEJO
 EST. DIEGO A. TALLEDO Q. BARRADO

ESCALA:
 1/120
 FECHA:
 NOVIEMBRE 2023

LAMINA:

E-01

Anexo 26: Planos de estructuras.



PROYECTO DE BAMBÚ
"DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBU, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA-PIURA 2023"
 PLAN DE
PLANTA ESTRUCTURAL

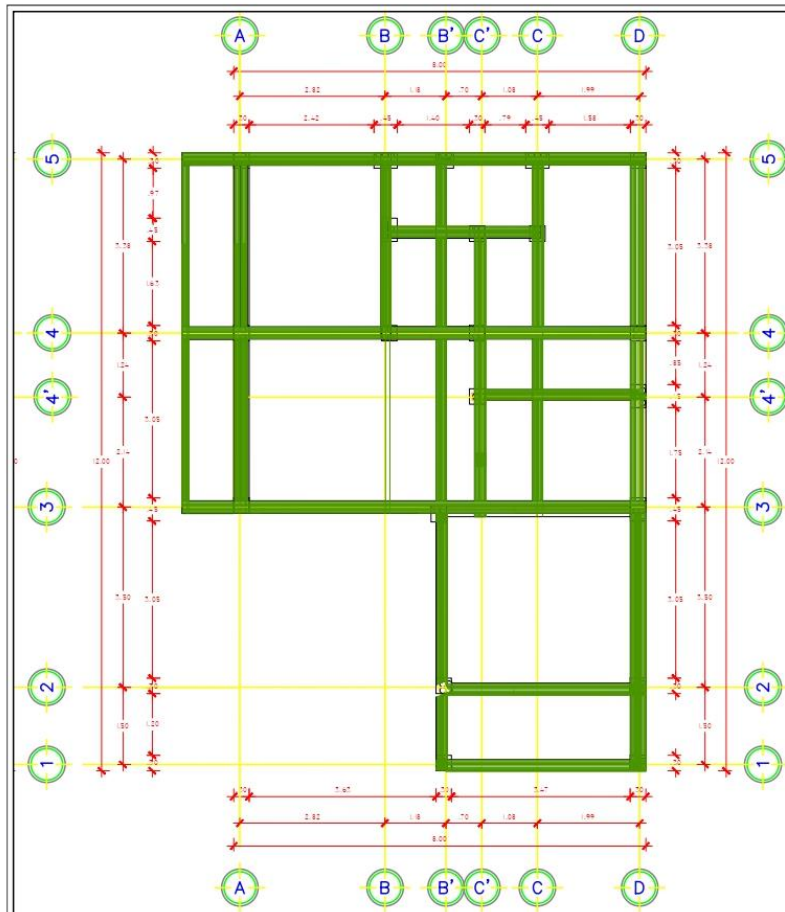
UBICACION:
 DIRECCION : SECCION AULOGAY
 HUANCABAMBA
 DISTRITO : HUANCABAMBA
 PROVINCIA : HUANCABAMBA
 DEPARTAMENTO : PIURA

ASESOR:
 DR. ARY OARLYN MARCELO BARRON

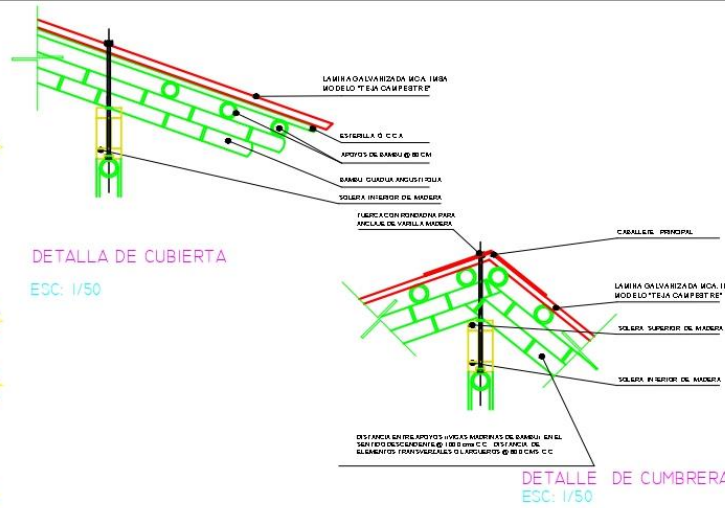
AUTORES:
 EST. JOHAN H. EL OARCA VALLEJO
 EST. DIEGO A. TALLEDO OBARDO

ESCALA:
 1/120 FECHA:
 NOVIEMBRE 2023

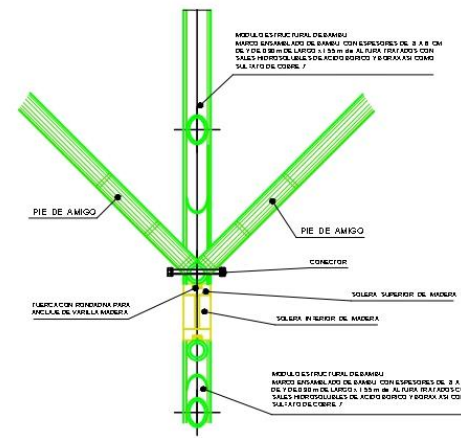
LAMINA:
E-02



2° PLANTA ESTRUCTURAL
 ESC: 1/100



DETALLA DE CUBIERTA
 ESC: 1/50



DETALLE DE CUMBRERA
 ESC: 1/50

DETALLE DE COBERTIZO
 ESC: 1/50



"DISEÑO ESTRUCTURAL SOSTENIBLE DE VIVIENDAS ECOLÓGICAS DE BAMBU, EN LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA-PIURA 2023"
 PLANTA ESTRUCTURAL

UBICACION:
 DIRECCION : REGION ALOUAY
 HUANCABAMBA
 DISTRITO : HUANCABAMBA
 PROVINCIA : HUANCABAMBA
 DEPARTAMENTO : PIURA

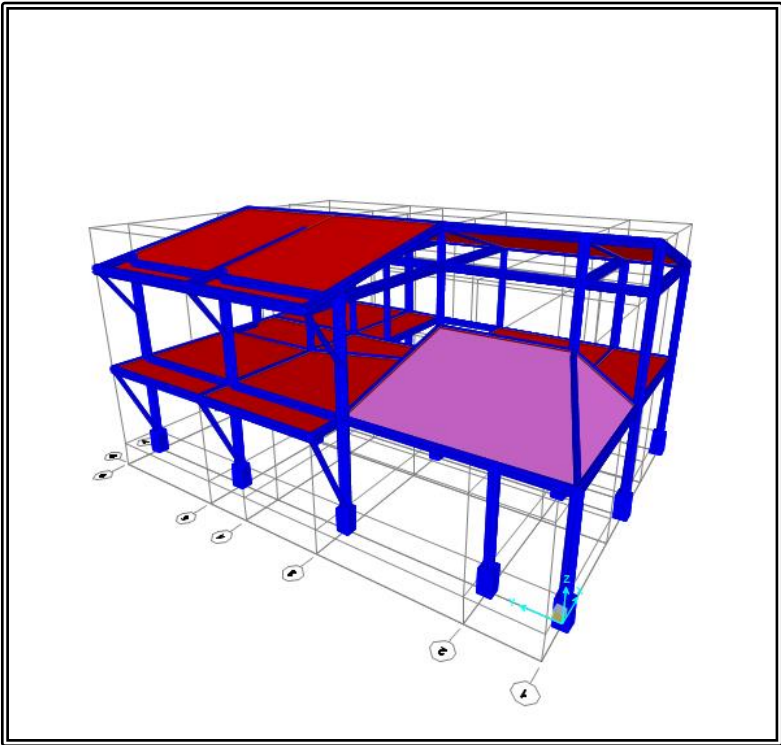
ASESOR:
 MO. ARY DARLYN MARCELO BARRON

AUTORES:
 EST. JOHAN HAELOMICA VALLEJO
 EST. DIEGO A. TALLEDO OBARDADO

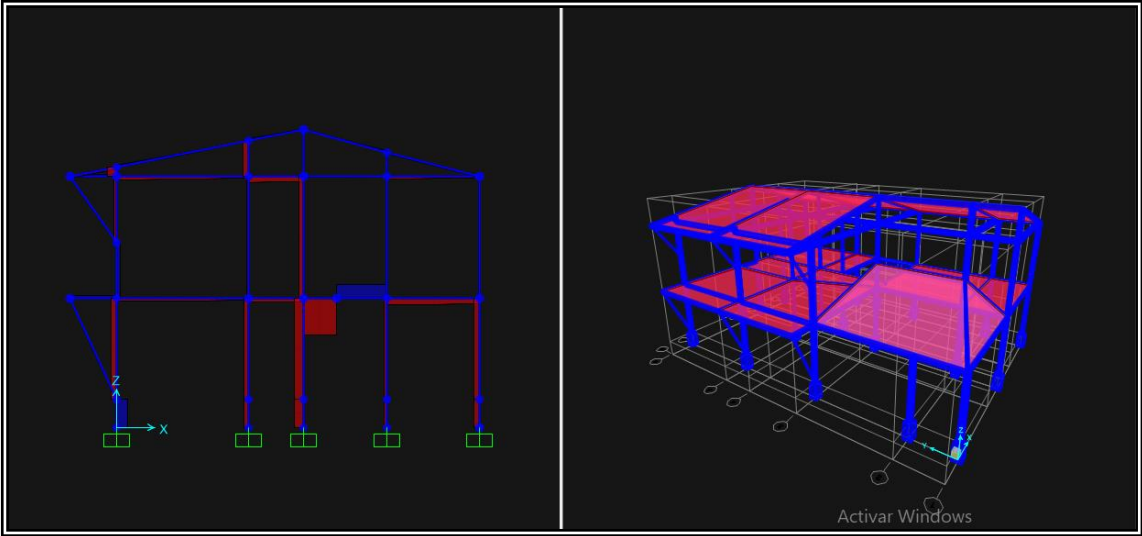
ESCALA: 1/100
 FECHA: NOVIEMBRE 2023

E-03

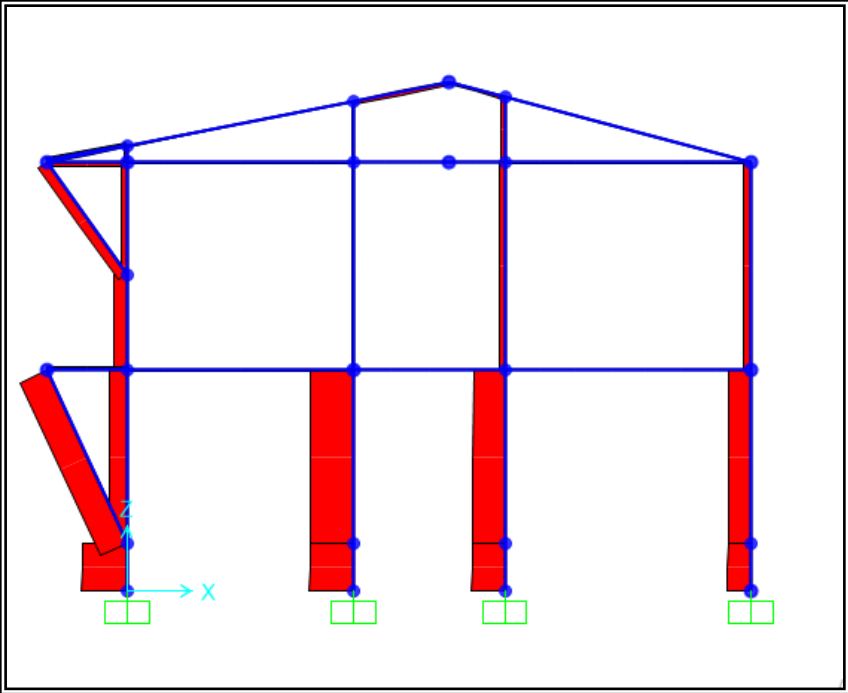
Anexo 27: Modelo estructural.



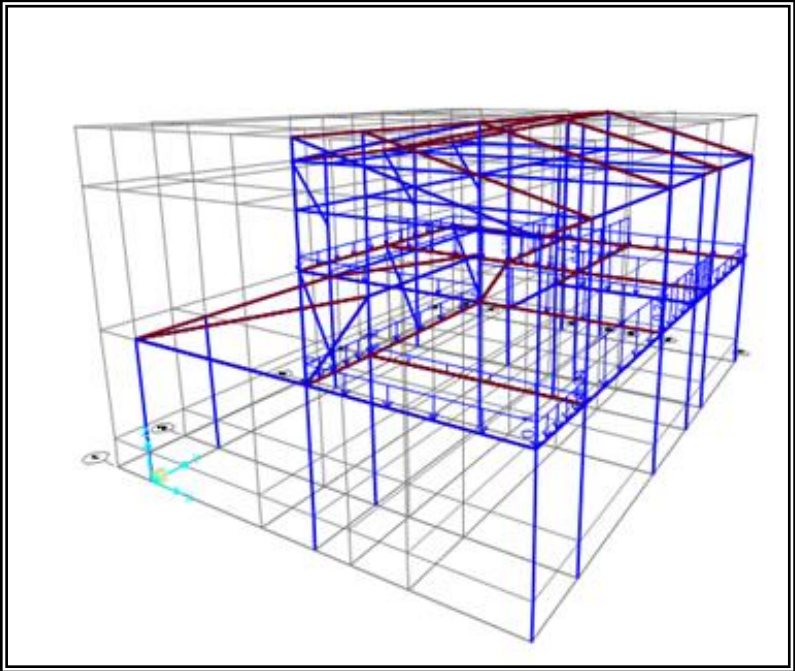
Anexo 28: Visualización de la cortante.



Anexo 29: Cargas axiales en las columnas.



Anexo 30: Cargas distribuidas de muros y mamparas en las vigas.



Anexo 31: Detalle de cimentación vista en planta y 3D.

