

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Análisis sismorresistente empleando elementos de bambú
para mejorar el comportamiento estructural de una edificación,
Amarilis - Huánuco -2024”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
CIVIL**

AUTORA: Dueñas Loyola, Mireyha Lourdes

ASESORA: Trujillo Ariza, Yelen Lisseth

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería estructural y municipal

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71234651

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70502371

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-5650-3745

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Aguilar Alcantara, Leonel Marlo	Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción	43415813	0000-0002-0877-5922
2	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769
3	Valdivieso Echevarría, Martín César	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 12:30 horas del día jueves 27 de febrero de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA	PRESIDENTE
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	SECRETARIO
❖ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA	VOCAL

Nombrados mediante RESOLUCIÓN No 0321-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS SISMORRESISTENTE EMPLEANDO ELEMENTOS DE BAMBÚ PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN, AMARILIS – HUÁNUCO -2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Mireyha Lourdes DUEÑAS LOYOLA, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADA por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 1.5 y cualitativo de Buena (Art. 47).

Siendo las 13:20 horas del día 27 del mes de febrero del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA
DNI: 41198244
ORCID: 0000-0003-2344-6956
PRESIDENTE



MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
SECRETARIO (A)



MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA
DNI: 22416570
ORCID: 0000-0002-0579-5135
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: MIREYHA LOURDES DUEÑAS LOYOLA, de la investigación titulada "Análisis sismorresistente empleando elementos de bambú para mejorar el comportamiento estructural de una edificación, Amarilis - Huánuco -2024", con asesor(a) YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 296-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 24 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 31 de diciembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

106. DUEÑAS LOYOLA MIREYHA LOURDES.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	24%	1%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unheval.edu.pe	8%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.udh.edu.pe	6%
	Fuente de Internet	
3	dspace.unach.edu.ec	2%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.upla.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
5	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Dios es mi maestro, dándome el coraje y la sabiduría que necesito para alcanzar mis objetivos y sobresalir como profesional. A mis padres, quienes siempre han estado ahí para mí y nunca han vacilado en su apoyo; son mi inspiración y modelos a seguir y me han empujado a trabajar duro y lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Los momentos más difíciles de mi vida nunca serán sin tu protección o asistencia, Señor, sin importar dónde esté. Me gustaría agradecer a mis padres por todo el apoyo moral y financiero que me han brindado mientras me preparaba para mi carrera.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XI
CAPÍTULO I	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	15
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	16
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	21
2.2. BASES TEÓRICAS	21
2.2.1. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL BAMBÚ	21
2.2.2. BAMBÚ	22

2.2.3. MORFOLOGÍA DEL BAMBÚ	25
2.2.4. COSECHA DEL BAMBÚ	27
2.2.5. DISEÑO DE ELEMENTOS POR FLEXIÓN	28
2.2.6. DISEÑO DE UNIONES.....	32
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	37
2.4. HIPÓTESIS	38
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	38
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS.....	38
2.5. VARIABLES	39
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	39
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	39
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)	40
CAPÍTULO III	41
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	41
3.1.1. ENFOQUE	41
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	41
3.1.3. DISEÑO	41
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	42
3.2.1. POBLACIÓN	42
3.2.2. MUESTRA	42
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	42
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	42
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	43
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ...	43
CAPÍTULO IV.....	44
RESULTADOS.....	44
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	44
4.1.1. PARÁMETROS INICIALES DE LA EDIFICACIÓN	44
4.1.2. MODELO ARQUITECTÓNICO BASE	45
4.1.3. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL MATERIAL	46
4.1.4. ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN	48

4.1.5. COMPORTAMIENTO POR CAUSA DE VIENTOS DE LA EDIFICACIÓN	50
4.1.6. ANÁLISIS DE VIBRACIÓN DE LA EDIFICACIÓN Y COMPORTAMIENTO MODAL	53
4.1.7. ANÁLISIS DE DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS DE LA EDIFICACIÓN	56
4.1.8. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ	59
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	64
CAPÍTULO V.....	67
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	67
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Fórmula para el cálculo de deflexiones.....	29
Tabla 2 Cargas admisibles para uniones empernadas con doble cizallamiento	34
Tabla 3 Coeficiente de reducción por C_g	36
Tabla 4 Sistema de variables-dimensiones e indicadores	40
Tabla 5 Caracterización de la edificación analizada	44
Tabla 6 Esfuerzo a compresión del bambú.....	46
Tabla 7 Esfuerzo a corte del bambú	46
Tabla 8 Esfuerzo a tracción del bambú.....	47
Tabla 9 Esfuerzo a flexión del bambú.....	47
Tabla 10 Comparación de esfuerzos con la normativa E.100.....	47
Tabla 11 Estimación de cargas de viento	50
Tabla 12 Determinación de velocidad de diseño	50
Tabla 13 Estimación de presión en paredes verticales.....	50
Tabla 14 Verificación – Columna de Esquina	59
Tabla 15 Verificación – Columna de Lateral	61
Tabla 16 Verificación – Columna de Central.....	63
Tabla 17 Verificación – Columna de Central.....	65
Tabla 18 Deriva de entrepiso	86
Tabla 19 Desplazamientos	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tallo de bambú	23
Figura 2 Distribución de especies nativas y exóticas.....	23
Figura 3 Guadua angustifolia	24
Figura 4 Dendrocalamus asper	25
Figura 5 Rizomas paquimorfos y leptomorfos.....	26
Figura 6 Tallo o culmo	26
Figura 7 Yema	27
Figura 8 Hojas de bambú.....	27
Figura 9 Usos del bambú según su edad	28
Figura 10 Deflexiones máximas admisibles	29
Figura 11 Sección compuesta.....	30
Figura 12 Tipos de corte	32
Figura 13 Corte boca de pescado.....	33
Figura 14 Corte pico de flauta.....	33
Figura 15 Fuerzas paralelas a la fibra.....	35
Figura 16 Carga Q	35
Figura 17 Unión colineal	37
Figura 18 Distribución en planta	45
Figura 19 Modelo Etabs.....	48
Figura 20 Definición del material.....	49
Figura 21 Definición de secciones	49
Figura 22 Esquema de distribución de carga de viento	51
Figura 23 Espectro de diseño	51
Figura 24 Definición de espectro de diseño	52
Figura 25 Primer comportamiento modal.....	53
Figura 26 Comportamiento de vibraciones de la edificación.....	54
Figura 27 Desplazamiento de entrepiso X	56
Figura 28 Desplazamiento de entrepiso Y	56

Figura 29 Máxima deriva X	57
Figura 30 Máxima deriva Y	57
Figura 31 Análisis de derivas y desplazamientos	58
Figura 32 Columna estructural de esquina	59
Figura 33 Columna estructural lateral	61
Figura 34 Columna estructural central	62
Figura 35 Análisis de derivas y desplazamientos	64
Figura 36 Comportamiento modal 2.....	83
Figura 37 Comportamiento modal 3.....	84
Figura 38 Comportamiento modal 4.....	84
Figura 39 Comportamiento modal 5.....	85
Figura 40 Comportamiento modal 6.....	85

RESUMEN

Las construcciones de estructuras con bambú generalmente se realizan sin un especialista estructural por lo que en la mayoría de los casos estos no cumplen con las solicitudes de la norma E030, en la ciudad de Huánuco se observa la ausencia del estudio de este tipo de estructuras por ello se plantea en esta tesis realizar el análisis sismorresistente empleando y usados componentes de bambú con el fin de potenciar la integridad estructural de un edificio.

Para realizar la presente tesis, primeramente se tuvo que realizar el reconocimiento del lugar para conocer los parámetros sísmicos donde se ubicara el proyecto, con ello se llevó a cabo una estimación preliminar del tamaño de los elementos de la estructura de bambú, con la intención de luego introducir estos valores al software SAP2000, realizado el modelamiento de la estructura se realizara el análisis estructural con dos casos de análisis, tanto para la carga de sismo como de viento, en donde se obtuvo como resultado se observó un cambio notable en la deformación inelástica debido a un terremoto, con un promedio del 12.12% en la dirección "x" y un 76.63% en la dirección "y", en comparación con la deformación inelástica causada por el viento.

Se llega a la conclusión de que llevar a cabo un análisis sísmico utilizando componentes de bambú puede mejorar la resistencia estructural de un edificio, ya que vemos que la mayor deriva se encuentra empleando la carga de viento entonces se diseñara con dicha carga.

Palabras clave: Análisis, elementos, bambú, comportamientos, estructura, edificación.

ABSTRACT

The construction of bamboo structures is generally done without a structural specialist, so in most cases they do not meet the requirements of the E030 standard. In the city of Huánuco, there is a lack of study of this type of structure, so this thesis proposes to perform a seismic-resistant analysis using bamboo elements to improve the structural behavior of a building.

In order to carry out this thesis, first of all it was necessary to survey the site to know the seismic parameters where the project will be located, with this the pre-dimensioning of the bamboo structural elements was carried out, to later introduce these values to the SAP2000 software, after the modeling of the structure the structural analysis was carried out with two cases of analysis, both for the seismic and wind load, where as a result a significant variation of the inelastic drift by earthquake was obtained in an average of 12.12% in the "x" direction and 76.63% in the "y" direction of the inelastic wind drift.

It is concluded that performing the seismic-resistant analysis using bamboo elements to improve the structural behavior of a building, since we see that the greatest drift is found using the wind load, then it will be designed with this load.

Keywords: Analysis, elements, bamboo, behaviors, structure, construction.

INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que el bambú es útil para los humanos en diversos campos socioeconómicos gracias a sus propiedades y las características mecánicas, especialmente su flexibilidad y capacidad de resistencia a la flexión, son ampliamente aprovechadas en la producción de muebles, instrumentos musicales, herramientas, equipos de pesca y en la recolección de frutas y también en términos de resistencia y diámetro de tallos o troncos utilizados en la construcción de casas y barcos, así como propiedades químicas. Son útiles en alimentos y medicinas, así como en la producción de hojas de impresión y otros productos inflamables, y más actualmente incluso para la producción de energía casera. En la presente tesis se analizará el bambú como elemento estructural, para lo cual se tendrá en cuenta que se realizó el estudio de diseño consiste en un almacén de uso call center con un área máxima a los 53.12 m², empleando columnas y vigas de bambú, todo ello se realizó siguiendo los lineamientos de la norma E030 y la norma E100, y se empleó el software SAP2000 como herramienta de modelamiento y análisis estructural, la tesis se dividirá en 5 capítulos fundamentales; el primer capítulo abarcará el planteamiento del problema y los objetivos de la tesis, el capítulo dos estará centrado en el tercer capítulo abordará la fundamentación teórica y la formulación de la hipótesis, mientras que en el cuarto capítulo se analizará el procesamiento de los datos. Finalmente, en el quinto capítulo se presentarán las conclusiones y las recomendaciones derivadas del estudio y la bibliografía.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial existen muchos materiales ecológicos que nos brinda la naturaleza para poder realizar obras civiles, uno de esos es el bambú que es un material flexible y resistente al igual que la madera y a nivel mundial este tipo de estructuras rústicas es empleado para edificaciones menores. (Vargas, 2018)

Un problema fundamental hoy en día es la ventaja de costes en la planificación y construcción de estructuras importantes como arenas, casas, etc. según su uso. La mayoría de ellos están contruidos y contruidos sobre una base de hierro y hormigón, lo que equivale a estructuras de material pesado. El desplazamiento lateral aumenta, haciendo que las estructuras sean vulnerables a eventos catastróficos que requieren cimientos más profundos y estructuras costosas, con un mayor impacto en la degradación ambiental. (Copo, 2022)

Ahora se están realizando inversiones en negocios que generan importantes ingresos alternativos y, dada la ubicación del área, la gente ve en la práctica del cultivo de plantaciones de bambú se presenta como una opción económica para fomentar el desarrollo económico de manera sostenible. Por seguridad, suelen realizar construcciones informales. Porque esto cuesta mucho dinero. Se ha propuesto una alternativa al empleo del bambú como componente estructural en proyectos de construcción de una oficina de gestión ambiental. (Copo, 2022)

Actualmente existe un reglamento vigente (E100) sobre el bambú, que brinda pautas y parámetros para el uso correcto del bambú y propone estructuras más resistentes a los terremotos. (SENCICO, 2019)

En la ciudad de Amarilis se presenta este problema, ya que muchas de las viviendas son construidas con el material de concreto dejando de lado un

material que es el bambú el cual es un material noble con el medio ambiente y también brinda una estructura estable, por ello este proyecto busca llenar es brindar un correcto diseño y sugerir formas de control de calidad de la edificación a través de la planificación. La construcción a base de bambú ahora se practica empíricamente y, a menudo, se sobre diseña o se diseña para reducir. Se propone acceso a herramientas, análisis y diseño de invernaderos para seleccionar las mejores opciones a aplicar a nuestra geografía de valles. El objetivo principal es analizar qué tan factible se refiere al uso del bambú como parte integrante de la estructura de una construcción y cómo puede ayudar la documentación. Como guía para construir y demostrar la factibilidad de usar bambú usando ejemplos académicos simples.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú mejora el comportamiento estructural de una edificación, Amarilis - Huánuco -2024?

1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿De qué manera influyen las cargas estructurales en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024?

¿Cómo determinar las fuerzas sísmicas presentes en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024?

¿Cómo realizar el análisis estático y dinámico empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024?

¿Cómo demostrar los beneficios económicos y ambientales en la construcción empleando el bambú como material, Amarilis - Huánuco - 2024?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar sísmicamente empleando elementos de bambú para mejorar el comportamiento estructural de una edificación, Amarilis - Huánuco -2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar cómo influyen las cargas estructurales en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024.

Determinar las fuerzas sísmicas presentes en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024.

Realizar el análisis estático y dinámico empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024.

Mencionar los beneficios económicos y ambientales en la construcción empleando el bambú como material, Amarilis - Huánuco - 2024.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Esta investigación se basará en fundamentos teóricos sólidos, ya que seguirá las normativas actuales del reglamento nacional de edificaciones, ya que se analizará la estructura para determinar si estas cumplen con las normas E030, E100 y también se empleará normas internacionales, añadido a ello también emplearemos el software SAP2000 el cual está basado para el análisis en la norma E030, con todo esto la tesis busca brindar conocimiento sobre el análisis de una estructura de bambú, al analizar la estructura tanto con cargas sísmicas y de viento y evaluar cuál de estas presenta mayor influencia en el análisis.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La investigación presentara un gran aporte en la sociedad donde la nueva construcción requiere cada día de cálculo y planificación, y se planteara cómo es fácil contribuir a solucionar los problemas que se presentan con frecuencia, y proponemos la utilización de materiales alternativos que satisfagan las condiciones necesarias de sismorresistencia. La elección del bambú como elemento estructural se debe a su peso ligero, resistencia a los factores externos y extrema flexibilidad y resistencia.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La presente investigación propone diferentes métodos de cálculo de diseños abordados desde diferentes perspectivas, que siempre son analizados por métodos científicos. Toda la investigación deberá abordar el problema y sus posibles soluciones de la mejor manera posible, construyendo y modificando.

La metodología que será utilizada serán estudios similares y aplicada a otros temas.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La limitación encontrada la escasa divulgación de información sobre el diseño estructural empleando bambú como material ecológicamente resiliente, ya que las estructuras solo se veían a nivel arquitectónico.

Otra limitación notable es la escasez de información en los estudios sobre el bambú y el escaso apoyo técnico en la E100.

Las características a evaluar del bambú serán del lugar Aucayacu, Huánuco, con el bambú de este lugar geográfico se plantea realizar el análisis en el departamento de Huánuco, ya que el departamento de Huánuco no cuenta con abundancia de este material.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación presente es viable ya se empleará el software SAP2000 para el análisis y diseño de los elementos de bambú, también se empleará la norma E030 para el diseño sismorresistente lo cual nos brinda parámetros sísmicos para este tipo de estructuras y la norma E020 para las sobrecargas de diseño.

También será viable económicamente ya que se realizará una investigación de nivel transversal, con lo que los gastos del estudio serán mínimos, también se empleara referencias bibliográficas para optimizar el análisis.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Copo (2022) en su tesis: *“Diseño estructural en bambú y madera de un centro cultural y recreativo, realizado con herramientas tecnológicas en la cabecera cantonal del cantón mocha, provincia de Tungurahua”*; presentada a la Universidad Técnica Ambato; donde se trata de realizar el diseño estructural de una edificación destinada al servicio de la población y visitantes de la provincia de Mocha, se presentaron dos maquetas realizadas en Guadua Angustifolia Kunth (Gak) y en madera del Grupo Estructural A. Se presentó otra maqueta realizada. Está hecho de materiales diferentes a los que normalmente se utilizan para la construcción. El trabajo llegó a la siguiente conclusión: El método de construcción utilizado para el bambú y la madera es el método de tensión admisible (ASD) y el esfuerzo requerido es menor que la tensión admisible dada en este caso por el Código de Construcción ecuatoriano, también debe ser pequeño. Para el bambú, debe modificarse debido a varios factores, pero para la madera, los valores correctos de tensión admisible ya existen y los cumplen los elementos estructurales elegidos para los dos modelos

Soler (2020) en su tesis: *“Uso de bambú en la arquitectura contemporánea”*; presentada a la Universidad Técnica Ambato; donde su propósito principal es usar bambú para el diseño estructural porque es un material de tradición secular, regresa como una respuesta creativa a las deficiencias del plan moderno. Hoy en día, la exigencia de diseñar de acuerdo con los principios de sostenibilidad ambiental, económica y social nos lleva a desarrollar nuevas tecnologías y redescubrir materiales clásicos. Estamos hablando de eso, de proyectos conscientes destinados a garantizar la sostenibilidad a través de la conservación de

la energía y el uso de este material natural. En la disertación se hicieron las siguientes conclusiones: El bambú fuera del entorno estructural tiene varios usos. Tenemos la capacidad de utilizar el bambú en casi cualquier elemento estructural: para paredes, aceras, etc. Como resultado, el bambú laminado sigue siendo uno de los últimos avances tecnológicos en el campo de la obtención de recursos de bambú. Un excelente producto que compite directamente con la madera laminada, un material muy utilizado para revestimientos. Las ventajas de este producto de bambú están aumentando debido a la gigantesca resistencia a la abrasión, dureza y bajo precio.

Santiago (2022) en su tesis: *“Estudio del bambú y su uso en la construcción”*; presentada a la Universidad de Granada; donde el objetivo principal es estudiar el caso del bambú en España y se describen detalladamente las especies que actualmente se estudian en la Universidad de Granada. Como parte de esta investigación, se evaluarán experimentalmente 2 especies de bambú, mediante el cálculo de la resistencia que enfrentan ante las principales demandas a las que están expuestas sus propiedades. Esta tesis llega a las siguientes conclusiones: Se concluyó que utilizan bambú y la estructura es más económica y sostenible para el medio ambiente ya que se demostró que tienen un comportamiento estructural aceptable a la normativa española frente a los eventos sísmicos requeridos, En diversos ensayos realizados fuera, como la tracción y la flexión, el bambú cumple con los requisitos impuestos por este material y sumado a esto, también tiene reducción acústica y, entre otras características, demuestra esta tesis.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Pozo (2020) en su tesis: *“Diseño estructural de una vivienda unifamiliar eco sostenible a base de bambú de interés social en el distrito de Morropón en la región de Piura”*; presentada a la Universidad San Ignacio de Loyola; donde tiene como objetivo crear un diseño de estructura de casa sostenible con el uso único del bambú como material principal en el proceso. Con el objetivo de enseñar que este material

aporta distintas ventajas en sus características mecánicas, durabilidad, coste de fabricación y como material renovable frente a otros materiales como el cemento o los ladrillos. Esta tesis llega a las siguientes conclusiones: El análisis de los rendimientos de mano de obra para la fabricación de bambú nos ayudó a establecer un período adecuado de implementación del plan de 23 días hábiles, que consideramos un período bastante corto para el área edificada. m2 respecto al sistema habitual.

Paredes (2018) en su tesis: “Uso del Bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto”; presentada a la Universidad Cesar Vallejo; Por tal motivo, a la hora de proponer el bambú como opción ecológica para la obra de una casa, ya que su implementación no provoca deforestación y corto tiempo de crecimiento, el objetivo general de este trabajo de investigación fue conocer el uso del bambú como recurso. material de construcción en la construcción de una casa ecológica en Tarapoto. El trabajo llegó a las siguientes conclusiones: Los resultados obtenidos en el diseño de vigas de guadua llevaron a que para la viga ubicada en el eje B se requieran 3 guaduas en las vigas principales ubicadas en el eje Y en los lados entre 1- Se requieren 2 6 guaduas, así mismo para las barras ubicadas en los ejes X, para las columnas. De acuerdo a los resultados resultó que en la parte más crítica de la composición se requieren 25 bambúes, la construcción de la cimentación continuó entregó como resultado que se requiere un ancho mínimo de 40 centímetros.

Sapaico (2018) en su tesis: “Análisis y diseño estructural de los elementos en bambú de una edificación de la municipalidad provincial de satipo-2018”; presentada a la Universidad Peruana de los Andes; Su propósito principal es determinar los resultados de la investigación del recurso bambú y el diseño estructural en el comportamiento sísmico de la construcción municipal de Satipo. Los supuestos comunes validados son: La investigación y el diseño estructural dan como resultado estructuras livianas con importantes desplazamientos inelásticos frente

a eventos sísmicos. El trabajo llegó a la siguiente conclusión: Las cargas estructurales afectan significativamente la función de las propiedades físicas de los materiales y su ubicación, en menor medida que otras como columnas y vigas donde el nivel incidente es mayor 500.6 kg máximo y 97.94 kg-m cargas máximas momentáneas en la viga, respectivamente.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Villanueva (2022) en su tesis: “Influencia de las fibras de las hojas de bambú en la resistencia a la compresión en muros de tapiales distrito de Rupa Rupa – Leoncio Prado Huánuco – 2022”; presentada a la Universidad de Huánuco; Su propósito principal es determinar la influencia de las fibras de hojas de bambú en la resistencia a la compresión en muros de tapial. Debido a esto, la investigación se concentró en mejorar las características mecánicas y la resistencia a la compresión del aluvión mediante la adición de fibras de hojas de bambú, material muy utilizado en la zona de estudio. Para efectos de este estudio se tomaron 15 muestras estándar, teniendo en cuenta los criterios de diseño para viviendas de hormigón armado. El trabajo llegó a la siguiente conclusión: Se probaron los efectos de las fibras de hojas de bambú en tres porcentajes (1%, 3% y 5%), donde se encontró que cada una de estas proporciones representó los siguientes valores medios relacionados con el peso seco de la mezcla: 13,29 kg/cm². respectivamente 14,27 kg/cm² y 14,90 kg/cm² respectivamente, en comparación con la resistencia a la compresión promedio del suelo compactado convencional que es de 12,27 kg/cm².

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL BAMBÚ

Una propiedad fundamental para lograr un buen diseño y funcionamiento de las estructuras ante condiciones extremas es la ampliación de materiales que cumplen con las propiedades y estándares requeridos por la normativa E100 actualmente en vigor, y una vida útil

de 5 años, comenzando con una edad de cosecha que varía entre 6 años. Equilibrar el contenido de agua de un material es un paso importante para obtener las propiedades físicas y mecánicas óptimas de un material a utilizar como elemento estructural, teniendo en cuenta otras propiedades que deben ser consideradas para el diseño, a partir del momento en que no debe existir deformación axial. por más de 0.33 pulgadas de su longitud, sin conicidad de 1.0% y sin grietas por más de 20 pulgadas de su longitud, y sin efecto en el buen funcionamiento del material, no debe tener otras características desfavorables que pueda impartir. como elemento estructural.

2.2.2. BAMBÚ

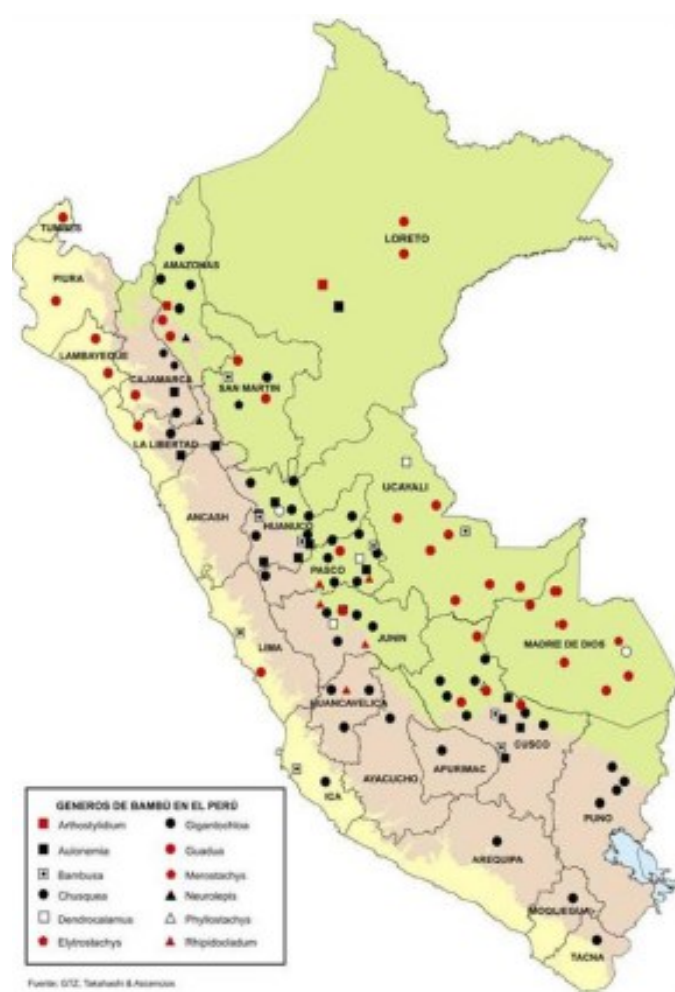
El bambú es una variedad herbácea y leñosa que desarrolla muchos culmos (tubos o tallones) por temporada, que van desde 1 a 50 m más alto que el *Dendrocalamus indio*, hasta 30 cm de altura cerca de la base. Gigante. Los departamentos de Perú, el sureste de la Amazonía, en los departamentos de Ucayali, Madre de Dios, Cusco y Junín se encuentran un total de 1.250 especies y 90 géneros de bambú distribuidos en los cinco continentes. Según datos oficiales del INRENA, representan unos 39.978 km² de bosques de bambú y están dominados por *Guadua affin angustifolia*, *G. sarcocarpa*, *G. superba*, *G. chacoensis* y *G. paniculada*. es una planta que crece y se reproduce desde el nivel del mar en Perú hasta los 2000 metros sobre el nivel del mar. Son la *Guadua angustifolia* más conocida y utilizada, y las características estructurales de sus fustes (relación peso-resistencia igual o mejor que algunas maderas, frente al acero y algunas maderas), etc.), que la hacen destacar entre las demás especies de su género. Es una fibra de alta innovación y su resistencia para retener energía y aumentar la flexibilidad la convierte en un material ideal para estructuras resistentes a terremotos.

Figura 1
Tallo de bambú



Fuente. Girón (2019)

Figura 2
Distribución de especies nativas y exóticas



Fuente. Girón (2019)

2.2.2.1. GUADUA ANGUSTIFOLIA

Esta variedad de bambú se destaca como una de las especies más significativas en nuestro planeta, gracias a su notable capacidad de recuperación, flexibilidad y resistencia, llegando a crecer entre 17 y 24 metros de altura con un diámetro que oscila entre los 8 y 14 centímetros. Por consiguiente, se considera el material ideal para la construcción, dada su gran versatilidad en la elaboración de compuestos constructivos, de ahí su preferencia para edificaciones capaces de resistir terremotos. Su rápido crecimiento y desarrollo pueden resultar en un diámetro de hasta 12 centímetros y un espesor de 2 centímetros en tan solo tres meses, lo que representa aproximadamente el 80% o el 90% de su altura final. Se ha registrado un aumento en la altura de hasta 21 centímetros por día, lo que permite que alcance su altura máxima de entre 15 y 30 metros en los primeros seis meses de crecimiento. Su período de madurez se sitúa entre los 4 y 5 años.

Figura 3
Guadua angustifolia



Fuente. Gómez (2016)

2.2.2.2. DENDROCALAMUS ASPER

Es un cultivar de bambú gigante originario de la India y actualmente cultivado en América (EEUU, Honduras, Panamá, Ecuador, Brasil, Perú), alcanzando una altura de 25m y un diámetro de 20cm. Es una especie de bambú única por sus propiedades físicas y mecánicas y propiedades como: Cáscara dura, menos grietas, muy adecuada para la construcción.

Figura 4

Dendrocalamus asper



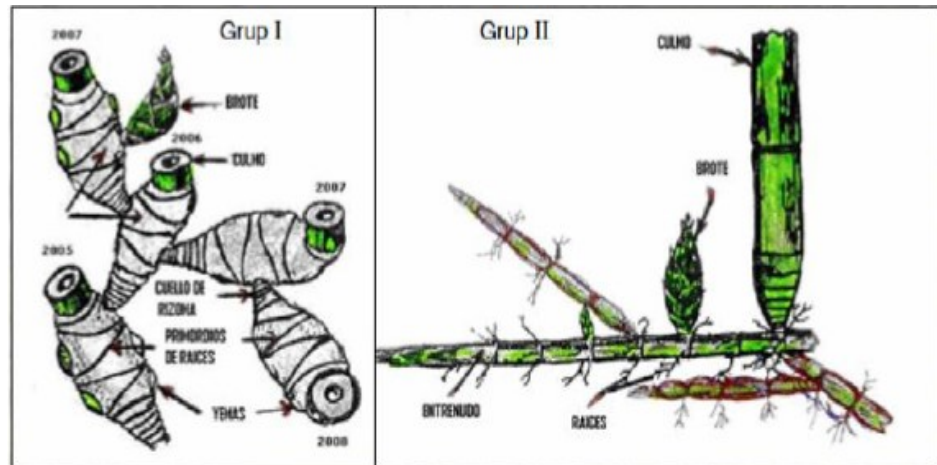
Fuente. Gómez (2016)

2.2.3. MORFOLOGÍA DEL BAMBÚ

2.2.3.1. RIZOMAS O RAÍCES

La germinación son órganos muy importantes para la reproducción y el almacenamiento de nutrientes. No solo sirven como soportes mecánicos para la parte aérea de la planta, sino que también son los únicos órganos no segmentados que se encuentran en esta planta, pero la profundidad de las raíces puede alcanzar hasta 1,5 m, y se distinguen dos tipos de rizomas según el tipo de bambú: rizomas gruesos o simposios y rizomas ectomorfos o monopólicos.

Figura 5
Rizomas paquimorfos y leptomorfos



Fuente. Gómez (2016)

2.2.3.2. TALLOS O CULMOS

El bambú indígena tiene un tronco hueco.

Figura 6
Tallo o culmo



Fuente. Gómez (2016)

2.2.3.3. YEMA

Esta es la parte fundamental de la estructura del bambú, rodeada de perfiles ubicados por encima de los nudos, que con el tiempo se convierten en ramas improductivos o productivas, empleadas para diferenciar y reconocer géneros y especies.

Figura 7
Yema



Fuente. Girón (2019)

2.2.3.4. HOJAS O FOLLAJE

Son hojas cuya forma y tamaño difieren según la variedad, abarcando desde la forma lineal hasta la triangular, y son esenciales en la alimentación de la planta.

Figura 8
Hojas de bambú



Fuente. Girón (2019)

2.2.4. COSECHA DEL BAMBÚ

Los productos obtenidos al cortar los tallos de bambú durante el proceso de cosecha se emplean para una diversidad de propósitos., considerados alimentos y elementos de construcción.

El tiempo o edad más recomendado para cosechar bambú para la construcción es de 2 a 6 años, dependiendo del tipo o cultivar de bambú. Cultivar B. *Dendrocalamus asper*.

Al cortar bambú, se recomienda utilizar una sierra o motosierra a una altura de unos 30-50 cm sobre el suelo para evitar que se parta el material. Si el material se va a utilizar en la carpintería o la construcción, se aconseja endurecer el bambú colocándolo sobre una piedra en la misma posición tras el corte para evitar la invasión de insectos comedores de bambú (xilófagos).

Después de la tala, es muy importante asegurar el talón para asegurar la producción del bambú.

Figura 9
Usos del bambú según su edad



Fuente. Girón (2019)

2.2.5. DISEÑO DE ELEMENTOS POR FLEXIÓN

Los procedimientos fundamentales empleados en el diseño de vigas hechas de otros materiales de construcción se siguen para el diseño de materiales flexibles de bambú. Debido a que el bambú exhibe una relación bastante alta entre su resistencia a la flexión (MOR) y su módulo de elasticidad (MOE), lo cual lo hace ser un material notablemente flexible, la investigación de la flexión se rige por el control de las deflexiones permitidas, pero con algunas excepciones, siempre debe ser la deflexión, la deflexión que incluye la seguridad lateral en las vigas compuestas, el corte paralelo de fibra y fractura.

2.2.5.1. DEFLEXIONES

Los estudios de deflexión establecen los requisitos y límites de deflexión aceptables para obtener las piezas solicitadas.

Tabla 1

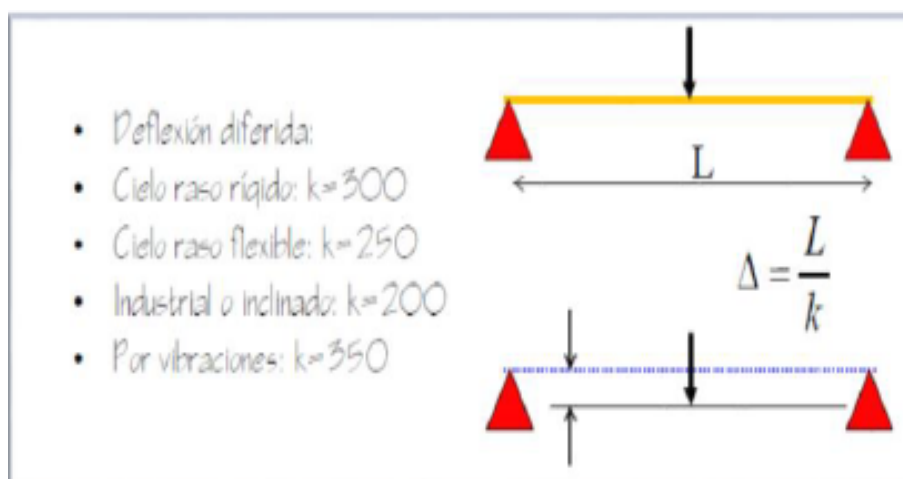
Fórmula para el cálculo de deflexiones

Condición de carga	Deflexión
Carga concentrada en el centro de la longitud	$\Delta = \frac{PL^3}{48EI}$
Carga uniformemente distribuida	$\Delta = \frac{5qL^4}{384EI}$

Fuente. RNE (2018)

Figura 10

Deflexiones máximas admisibles



Fuente. Cueva (2018)

2.2.5.2. CARGAS PARA CÁLCULO DE SECCIÓN Y DEFLEXIÓN

Es necesario comparar el cálculo de la flecha calculada, que representa la sección transversal mínima en este caso, con la flecha permitida para determinar el momento de inercia necesario. La tabla siguiente ofrece fórmulas para calcular dicho momento de inercia requerido.

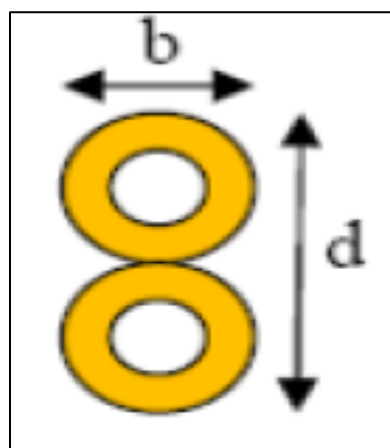
La siguiente tabla muestra combinaciones para el cálculo de flechas inmediatas o retardadas después de 30 años dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura del área.

2.2.5.3. ESTABILIDAD LATERAL Y COEFICIENTE DE MODIFICACIÓN (CL)

Para vigas individuales o compuestas por una sola caña de bambú, el factor de modificación es $CL = 1$. Cuando una viga está formada por 2 o más cañas de bambú (vigas mixtas), es necesario comprobar si requiere apoyo en compresión. El coeficiente de modificación de seguridad lateral (CL) indica la disminución en la capacidad de carga de un elemento sometido a flexión debido a la inestabilidad lateral o pandeo, que se manifiesta cuando la parte comprimida de una viga actúa como una columna.

Cuando una viga con un componente compuesto es soportada a lo largo de toda la extensión de su zona comprimida y también se restringe para girar en los apoyos, el factor de modificación para la seguridad lateral es $CL = 1$.

Figura 11
Sección compuesta



Fuente. Cueva (2018)

Tabla 2
Coeficiente CL para diferentes relaciones d/b

d/b	C_L
1	1
2	0.98
3	0.95
4	0.91
5	0.87

Fuente. Cueva (2018)

La igualdad lateral en vigas que constan de significativamente se debe evaluar la necesidad de soporte lateral para vigas que están compuestas por más de una pieza de bambú y que tienen una relación de altura a ancho mayor que uno. Del área comprimida del miembro de acuerdo con las siguientes sugerencias. (Bambu-E100).

Después de usar algunos palos de bambú para formar el componente en el caso de flexión, la inercia del conjunto se determina sumando las inercias individuales de cada pieza de bambú ($I = \sum I_i$). Siempre que sea posible, la inercia se proporciona junto con el trabajo se puede calcular utilizando el teorema de los ejes paralelos.

El momento de inercia inicial, para que el factor bambú no se combe demasiado ni vibre lo suficiente, debe ser precisamente rígido para vigas apoyadas libremente.

2.2.5.4. ESFUERZO A FUERZA CORTANTE

La fuerza de corte máxima se calcula a una distancia del soporte igual al nivel del módulo (h), y para una viga que consta de una sola pieza de bambú, su altura es igual al diámetro exterior (D_e). De manera similar, para una viga compuesta por dos bambúes, sin tener en cuenta el voladizo para el cual se calcula el esfuerzo cortante máximo en términos de apoyo, la altura (h) corresponde al nivel real del componente. Cumple normativa (E100-RNE 2016).

Se debe definir el esfuerzo cortante máximo teniendo en consideración la distribución desigual del esfuerzo dentro de la pieza y es menor que el esfuerzo máximo permitido (F_v') para cortar en paralelo a las fibras, que se determinó previamente para el bambú. Cumple normativa (E100-RNE 2016).

2.2.5.5. APLASTAMIENTO

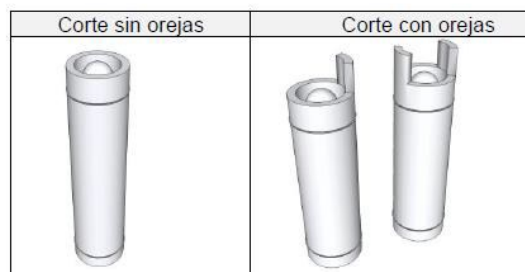
Se realizará una verificación especial de los esfuerzos de compresión perpendiculares a la dirección de la fibra (f_p) en apoyos y áreas con cargas puntuales de pequeña superficie. Todos los nodos sometidos a tales esfuerzos deben ser rellenados con mortero de cemento; en caso de que esto no se realice, se deberá abordar la situación, se deben considerar los costos del esfuerzo permisible $F'p$ se puede minimizar a la 4ta parte $F'p/4$.

$$f_p = \frac{3RDe}{2t^2l} \leq F'p$$

2.2.6. DISEÑO DE UNIONES

Las consideraciones a tener en cuenta al diseño de uniones de bambú implican considerar numerosos componentes y condiciones de tensión a las que el componente de bambú estará expuesto, ya sea compresión, tensión o flexión, debido a las exigencias del diseño. El tamaño del diseño de la estructura de construcción variará según el tipo de composición que se elija. Cada componente de un material compuesto debe ser diseñado de manera que no falle en tensión perpendicular al grano y corte paralelo.

Figura 12
Tipos de corte



Fuente. Cueva (2018)

Figura 13
Corte boca de pescado



Fuente. Cueva (2018)

Figura 14
Corte pico de flauta



Fuente. Cueva (2018)

2.2.6.1. UNIONES EMPERNADAS

Cada una de estas disposiciones se aplica a atornillar 2 o más recursos de bambú, conectar recursos de bambú a placas de metal o unir bambú a recursos de hormigón con placas y anclajes.

Especificaciones.

- Para las conexiones roscadas, se requiere utilizar acero dulce con un límite elástico que supere los 240 MPa. El diámetro mínimo aceptado para los tornillos es de 9,5 mm (#3), mientras que el grosor mínimo de las placas debe ser de 4,8 mm. (3/16 de pulgada).
- Para instalar un montante, es crucial que las perforaciones

estén perfectamente alineadas con respecto a su eje y que tengan un diámetro mayor que el del montante, en al menos 1,5 mm (1/16 de pulgada). Además, los agujeros destinados al relleno de los nodos deben tener un diámetro superior a 26 mm y deben ser tapados adecuadamente con el mismo mortero de relleno para garantizar la continuidad estructural requerida.

- Si las juntas implican cargas de compresión en las cañas de bambú, es imprescindible rellenar los nodos cercanos a la unión donde pasan los pernos con una combinación de los morteros de cemento mencionados del 1 al 3. Se recomienda usar un aditivo superplastificante para garantizar la fluidez de la mezcla y su resistencia.

Tabla 3

Cargas admisibles para uniones empernadas con doble cizallamiento

Perno	De (mm)	P (N)	Q (N)	T (N)
#3	80	7212	2885	2000
	90	8008	3203	2100
	100	8804	3522	2200
	110	9601	3841	2300
	115	10041	4016	2400
	120	10481	4193	2500
	125	10922	4369	2600
	130	11362	4545	2700
	135	11802	4721	2800
	140	12242	4897	2900
	150	13039	5216	3000
#4	80	9710	3884	2000
	90	10943	4377	2200
	100	12175	4870	2300
	110	12521	5009	2400
	115	13072	5229	2500
	120	13623	5449	2600
	125	14174	5669	2700
	130	14726	5890	2800
	135	15277	6110	2900
	140	15828	6330	3000
	150	16330	6521	3000
#5	80	12806	5122	2100
	90	13250	5302	2200
	100	14515	5806	2300

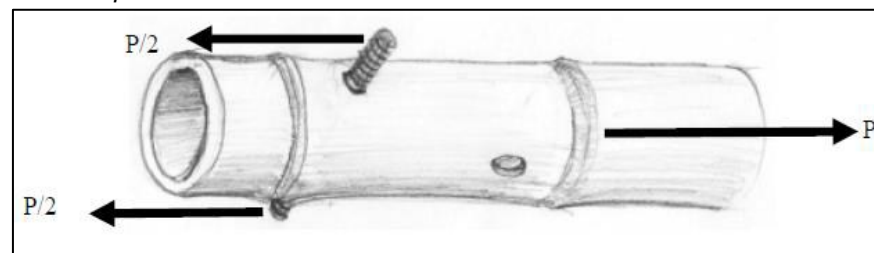
110	15185	6074	2400
115	15555	6342	2500
120	16255	6610	2600
125	17135	6878	2700
130	17865	7146	2800
135	17865	7146	2800
150	19800	7920	3000

Fuente. Cueva (2018)

- Para las cargas admisibles para conexiones con pernos de doble cortante, el cálculo se basará en los valores proporcionados en la tabla No. 23 para P, Q y T, los cuales dependen del diámetro exterior del bambú (De) y del diámetro del perno (D).

Figura 15

Fuerzas paralelas a la fibra

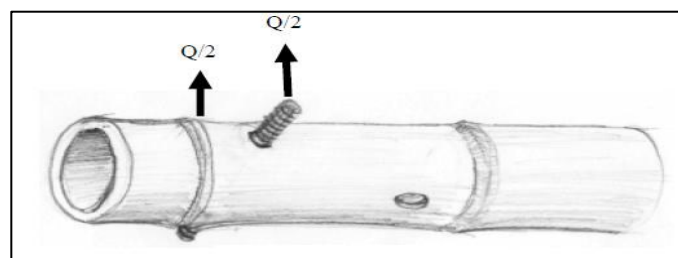


Fuente. Cueva (2018)

- Cuando las fuerzas se alinean paralelas a las fibras del elemento central pero perpendiculares a las fibras de los elementos laterales, o viceversa, se denotan como Q, y esta constante ocurre cuando el elemento central y los elementos laterales están alineados en paralelo.

Figura 16

Carga Q



Fuente. Cueva (2018)

- Cada carga permisible indicada en la tabla correspondiente se

aplica a una unión con un solo perno. Si la unión implica más de dos pernos alineados en paralelo con la dirección de la carga, la carga permisible para la unión se determina multiplicando el margen por perno de esa tabla por el número total de pernos y el factor de reducción C_g por la configuración del ensamblaje.

Tabla 4
Coeficiente de reducción por C_g

Clase de unión	Número de pernos				
	2	3	4	5	6
Uniones con elementos de guadua	1	0	0	0	0
	.	.	.	.	.
	0	9	9	8	8
Uniones con elementos de acero	1	0	0	0	0
	.	.	.	.	.
	0	9	9	9	9
		8	5	2	0

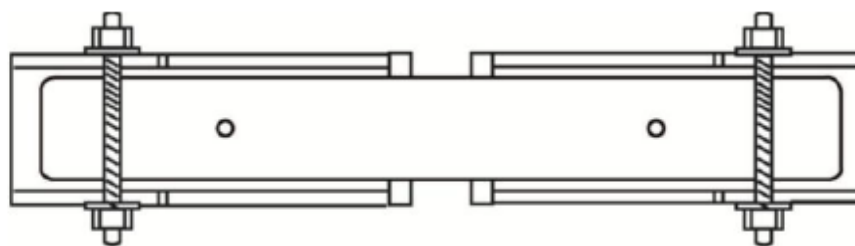
Fuente. Cueva (2018)

La separación entre los tornillos debe estar dentro del rango de 150 mm a 250 mm. En todos los casos, debe haber al menos un nudo entre cada tornillo. La distancia desde el tornillo hasta el extremo libre del miembro debe ser superior a 150 mm en uniones sujetas a tracción y de al menos 100 mm en uniones sometidas a compresión.

2.2.6.2. UNIONES COLONIALES

Este método de conexión implica el uso de tacos de madera y pernos de 1 3/8 de pulgada en ambos extremos para alcanzar una resistencia admisible de 200 kilogramos. Para lograr una resistencia permitida de 350 kilogramos, se deben emplear clavijas de madera y pernos de 2 3/8 de pulgada en cada extremo.

Figura 17
Unión colineal



Fuente. Cueva (2018)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- a) **Derivas:** la deriva afirma referirse a la desviación o deformación lateral experimentada por un edificio durante un evento sísmico u otra carga lateral. En el caso de casas de bambú, especialmente aquellas construidas en áreas propensas a terremotos, la deriva puede ser un factor importante a considerar en el diseño estructural para garantizar la estabilidad y seguridad del edificio (NORMA E.020, 2018)
- b) **Aceleraciones:** Un diseño cuidadoso y eficiente puede reducir el tiempo de construcción al minimizar la complejidad y simplificar el ensamblaje. Se pueden utilizar sistemas modulares y componentes estandarizados para agilizar el proceso (NORMA E.020, 2018)
- c) **Modos y periodos de vibración:** Los modos y periodos de vibración pueden variar según la geometría de la casa de bambú y los materiales utilizados en su construcción. Por ejemplo, una casa con una forma más alta y delgada puede tener modos de vibración diferentes a una casa con una forma más baja y ancha. Del mismo modo, las propiedades mecánicas del bambú y su unión con otros materiales también influirán en los modos y periodos de vibración. (NORMA E.020, 2018).
- d) **Flexión:** En el diseño de casas de bambú, se deben considerar los principios de la ingeniería estructural para garantizar que la estructura sea capaz de resistir las cargas aplicadas, incluida la flexión. Esto implica calcular las dimensiones adecuadas de los miembros de bambú, así como la ubicación y distribución de las conexiones para minimizar los efectos de la flexión excesiva (NORMA E.020, 2018).

- e) **Sismorresistente:** Es importante realizar un análisis estructural detallado y una evaluación sísmica de la casa de bambú para identificar posibles puntos débiles y áreas de mejora. Esto puede implicar el uso de software de modelado estructural y consultas con ingenieros estructurales especializados en diseño sismorresistente (NORMA E.030, 2018).
- f) **Corte:** Para maximizar el uso del material y minimizar los desperdicios, se puede planificar cuidadosamente el corte del bambú para optimizar el aprovechamiento de cada tallo. Esto puede incluir la planificación de cortes para obtener múltiples piezas de un solo tallo o la utilización de las secciones más pequeñas para proyectos más pequeños o detalles decorativos (NORMA E.030, 2018).
- g) **Comprensión:** La comprensión del entorno en el que se construirá la casa de bambú es fundamental. Esto incluye considerar factores como la topografía del terreno, el clima local, los riesgos naturales (como terremotos, vientos fuertes, inundaciones, etc.) y las características del suelo. Adaptar el diseño y la construcción de la casa de bambú a estas condiciones específicas mejora su resistencia y durabilidad (NORMA E.030, 2018).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: El análisis sismorresistente empleando elementos de bambú mejora el comportamiento estructural de una edificación, Amarilis - Huánuco -2024.

H0: El análisis sismorresistente empleando elementos de bambú no mejora el comportamiento estructural de una edificación, Amarilis - Huánuco -2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

H1: Las cargas estructurales influyen en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco - 2024.

H2: Es posible determinar las fuerzas sísmicas presentes en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024.

H3: Es posible realizar el análisis estático y dinámico empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024.

H4: Se puede mencionar los beneficios económicos y ambientales en la construcción empleando el bambú como material, Amarilis - Huánuco -2024.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Comportamiento estructural.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Elementos de bambú.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (DIMENSIONES E INDICADORES)

Tabla 5

Sistema de variables-dimensiones e indicadores

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
V. independiente Análisis sismorresistente empleando elementos de bambú.	Evaluación del comportamiento de una estructura frente a cargas sísmicas utilizando bambú como material estructural.	Implementación de técnicas de análisis sismorresistente en el software de modelado estructural (por ejemplo, ETABS), incorporando elementos estructurales de bambú.	Tipo de análisis	Análisis modal espectral, análisis estático equivalente, análisis dinámico no lineal	Software ETABS
			Propiedades del bambú	Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, elasticidad	Pruebas de laboratorio
			Cantidad y disposición	Número y posicionamiento de elementos de bambú	Modelado en ETABS
V. dependiente Mejora en el comportamiento estructural de una edificación.	Incremento en la capacidad de una estructura para resistir y disipar la energía sísmica sin sufrir daños significativos.	Medición de parámetros estructurales antes y después de implementar elementos de bambú en el diseño estructural, comparados con las normativas de diseño sísmico. Análisis estático	Deriva lateral máxima	Deformación lateral máxima (cm o %)	Modelado en ETABS
			Desplazamiento total	Desplazamiento máximo (cm)	Modelado en ETABS
			Distribución de fuerzas	Momentos flectores, fuerzas cortantes y axiales	Modelado en ETABS
			Ductilidad	Capacidad de deformación sin colapsar	Análisis en ETABS
			Evaluación de daños	Clasificación de daños estructurales	Inspección post- sismo simulado

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

La investigación cuantitativa según Tam & Khoa (2019) consiste en la utilización de métodos y técnicas numéricas y estadísticas para recopilar, medir y evaluar de manera objetiva y precisa datos cuantificables relacionados con el tema de estudio.

El enfoque bajo el que se desarrolló esta tesis fue cuantitativo, debido a que se realizó un análisis sismorresistente con elementos de bambú empleando métodos numéricos, estadísticos y datos empíricos para evaluar la efectividad del bambú en mejorar la resistencia sísmica.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

En el libro de Damnjanovic & Reinschmidt (2020) se demuestra a la investigación descriptiva como un proceso de identificar, recolectar y analizar datos para describir las características de un fenómeno o problema, dando uso de datos empíricos o métodos analíticos.

El estudio y análisis realizado en esta tesis fueron de carácter descriptivo debido a que se recolectaron y analizaron datos empíricos para describir las características y el comportamiento estructural del bambú bajo cargas sísmicas. Este enfoque permitió identificar y evaluar los riesgos y beneficios asociados con el uso de bambú en la construcción, proporcionando una base sólida para el diseño y la optimización de edificaciones más resistentes a sismos.

3.1.3. DISEÑO

Según Bakshi (2019) la investigación de diseño no experimental es un tipo de estudio que carece de la manipulación de variables independientes. En lugar de eso, se miden las variables tal como ocurren naturalmente en el entorno real o en el laboratorio.

En el contexto de esta tesis, la investigación de diseño no experimental se utilizó para evaluar el comportamiento estructural de edificios reforzados con elementos de bambú bajo condiciones sísmicas. Este diseño se basó en la observación y medición de variables tal como ocurren naturalmente, sin la manipulación directa de las mismas, permitiendo describir y analizar el desempeño estructural en escenarios reales.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Según Bekdas, Nigdeli, Kayabekir, & Yang (2019) la población consiste en un conjunto completo de elementos o datos relevantes para un estudio específico. Esto incluye todos los posibles datos o elementos que podrían ser recopilados en relación a un fenómeno o un problema de investigación. En el contexto de esta tesis la población estudiada consistió en el diseño estructural de una edificación de bambú.

3.2.2. MUESTRA

Bekdas, Nigdeli, Kayabekir, & Yang (2019) define a la muestra no probabilística como un subconjunto seleccionado específicamente de la población que se utiliza para realizar análisis y extraer conclusiones sobre la población total. En el contexto de esta tesis, la muestra consistirá de solo un caso la cual será el diseño estructural de una edificación de bambú en Amarilis - Huánuco -2024.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizaron distintas técnicas para la recolección de datos, siendo la principal técnica la observación, la cual permitió identificar y reconocer las propiedades estructurales del bambú. Esta observación fue crucial para el análisis, ya que proporcionó datos directos sobre el comportamiento y las características del material en condiciones específicas.

De igual manera se dio uso de distintas herramientas para la recolección de datos, como las fuentes bibliográficas que proporcionaron una base teórica sólida para el estudio y ayudaron a definir los parámetros de diseño y análisis, también se dio uso de softwares de procesamiento de datos, fichas de recopilación de datos y por último se utilizaron diversos equipos necesarios para el estudio de suelos.

Estas técnicas y herramientas combinadas permitieron una recolección de datos exhaustiva y precisa, proporcionando una base sólida para el análisis sismorresistente y la evaluación del potencial del bambú como material estructural en edificaciones en la región de Amarilis, Huánuco.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

La investigación iniciará con un análisis del terreno, que incluirá un levantamiento topográfico y la realización de una calicata para conocer las características mecánicas del suelo. Estos datos permitirán definir los parámetros sismorresistentes según la norma E030 y llevar a cabo el predimensionamiento estructural. A continuación, se utilizarán estos datos en el software SAP2000 para modelar y analizar la estructura bajo condiciones sísmicas. Por último, se comprobará que el diseño cumpla con los límites de la norma E030, garantizando que el uso de bambú optimice el comportamiento estructural de la edificación en Amarilis, Huánuco.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

El procesamiento de datos se llevó a cabo utilizando programas de diseño y cálculo estructural. Inicialmente, se realizó un dimensionamiento preliminar de los elementos estructurales mediante Excel. Para el modelado y análisis sísmico de la estructura, se empleó el software SAP2000, y el diseño de la cimentación se realizó con SAFE 2016.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. PARÁMETROS INICIALES DE LA EDIFICACIÓN

Para el análisis en la edificación se tomó en cuenta una estructura de concreto armado convencional, dicha edificación fue tomada como referencia en el planteamiento de las distribuciones.

Tabla 6
Caracterización de la edificación analizada

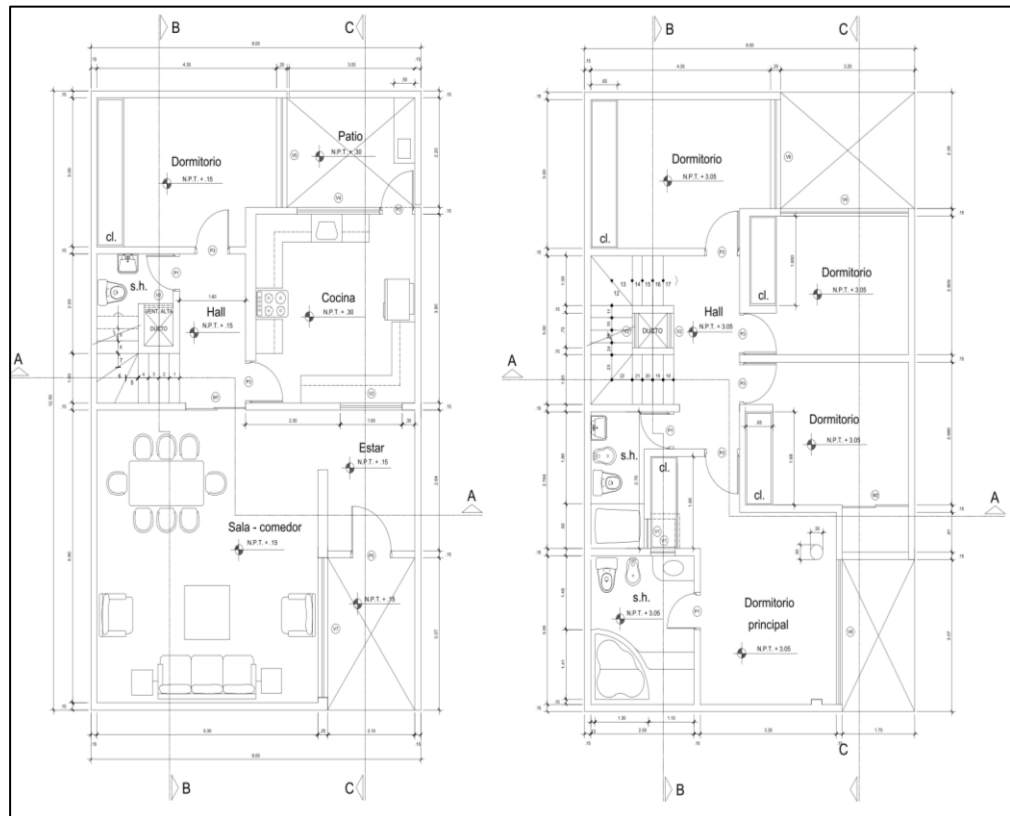
PARÁMETROS DE LA EDIFICACIÓN	
UBICACIÓN	
DISTRITO	AMARILIS
PROVINCIA	HUÁNUCO
REGIÓN	HUÁNUCO
CARACTERÍSTICAS DE EDIFICACIÓN	
ÁREA DEL TERRENO	100.00 m ²
ÁREA CONSTRUIDA	259.91 m ²
ALTURA DE ENTREPISO	2.80 m
NÚM. DE PISOS	3
ALTURA TOTAL DE EDIFICACIÓN	8.45 m
PARÁMETROS SÍSMICOS DE LA EDIFICACIÓN	
CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN	C
ZONA SÍSMICA	2
CARACTERÍSTICA DE SUELO	S2
PERIODO FUNDAMENTAL	1
ZUCS	0.72

Nota. Para la estimación del comportamiento estructural de la edificación fue necesario realizar una caracterización de la edificación, se caracterizó que la edificación se encuentra en el distrito Amarilis en la provincia de Huánuco. El terreno que se evaluó se caracterizó con un área total del terreno de 100 m², la edificación cuenta con tres niveles de construcción teniendo así un área total de construcción de 259.91 m², se identificó de la edificación que la altura de entrepiso es de 2.80 m generando así una

altura total de la edificación de 8.45 m. Los parámetros sísmicos son parte fundamental del análisis estructural de la edificación, la edificación analizada tiene una categoría tipo C (Común), por la ubicación se pudo identificar que la edificación se ubica en una zona sísmica tipo 2, de la caracterización del suelo se pudo identificar que este es un suelo intermedio (S2), por la estructuración de la edificación se determinó que el valor del parámetro ZUCS es de 0.72.

4.1.2. MODELO ARQUITECTÓNICO BASE

Figura 18
Distribución en planta



Nota. La edificación cuenta con tres niveles en su estructuración, la estructuración es de una vivienda unifamiliar en el primer nivel se encuentra una habitación, sala con comedor, cocina y garaje, mientras que en el segundo nivel se compone de 03 habitaciones 02 baños y un dormitorio principal. El tercer nivel es íntegramente un funcionamiento de azotea.

La distribución de la edificación se tomó como referencia para el modelamiento de la estructura de bambú con la cual se lograron determinar los comportamientos estructurales de la edificación.

4.1.3. COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL MATERIAL

Tabla 7
Esfuerzo a compresión del bambú

ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO A COMPRESIÓN								
# PRUEBA	De (cm)	E (Kg/cm ²)	t (cm)	CH (%)	σ (KN)	σ adm (kg/cm ²)	DS	σ adm Final (kg/cm ²)
1	8.52	162.88	0.66	22.98	51.21	144.36	80.83	119.82
2	8.99	427.01	0.36	25.51	95.97	259.41		
3	9.45	409.62	0.17	23.97	79.86	244.48		
PROMEDIO							Mpa	11.33

Nota. En la caracterización del material por pruebas de resistencia para muestras de bambú en estado semi seco se pudo estimar a partir de los modelos encontrados que presentan un diámetro entre los 8 a 10 cm con un espesor de entre caras de 0.66 cm como máximo, sometidos a esfuerzos de 427 kg/cm² como máximo se pudo determinar que las muestras analizadas presentan un quiebre en su estructura, de las muestras analizadas de la misma manera se pudo determinar que el contenido de humedad determinado fue de 22.98% en el valor mínimo y que el esfuerzo admisible en promedio fue de 11.33 Mpa.

Tabla 8
Esfuerzo a corte del bambú

ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO A CORTE						
# PRUEBA	t (cm)	E (Kg/cm ²)	CH (%)	σ (KN)	σ adm (kg/cm ²)	σ adm Final (kg/cm ²)
1	0.90	45.27	23.78	18.80	19.49	
2	0.85	33.71	26.46	12.75	13.21	19.42
3	0.79	38.02	22.36	15.24	14.73	
PROMEDIO					Mpa	2.04

Nota. Teniendo en cuenta 03 muestras de bambú aplicable para la estructuración de la edificación planteada se pudo identificar que las muestras presentan un espesor máximo de 0.90 cm, a dichas muestras se le aplicaron esfuerzos de hasta los 45.27 kg/cm² obteniendo así un esfuerzo de resistencia en promedio de 2.04 Mpa para muestras de bambú en estado semi seco con lo cual se modelaron los esquemas de estructuración.

Tabla 9
Esfuerzo a tracción del bambú

ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO A TRACCIÓN							
# PRUEBA	t (cm)	E (Kg/cm ²)	CH (%)	σ (KN)	σ adm (kg/cm ²)	DS	σ adm Final (kg/cm ²)
1	0.63	2090.80	25.69	6.26	642.99	12.55	638.86
2	0.72	1566.82	25.07	5.34	494.93		
3	0.56	2456.04	24.46	8.74	816.12		
PROMEDIO						Mpa	62.22

Nota. Del análisis del bambú en un estado casi seco de acuerdo a las estimación del contenido de humedad de las muestras se pudo determinar que como máximo se presenta un contenido de humedad de casi el 26% en su caracterización, de las muestras se pudo determinar que el espesor de las secciones de bambú varían desde 0.56 a 0.72 cm las cuales fueron sometidas a un esfuerzo de 2456.04 kg/cm² como estado máximo y con ello se pudo determinar que en promedio la resistencia en tracción de la muestra fue de 62.22 Mpa.

Tabla 10
Esfuerzo a flexión del bambú

ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO A FLEXIÓN								
# PRUEBA	De (cm)	E (Kg/cm ²)	t (cm)	CH (%)	σ (KN)	σ adm (kg/cm ²)	DS	σ adm Final (kg/cm ²)
1	8.94	27468.94	0.64	23.91	4.41	129.19		
2	7.46	30919.97	0.63	25.45	2.47	139.72	6.93	126.63
3	8.74	28459.09	0.60	25.39	4.11	139.63		
PROMEDIO							Mpa	12.41

Nota. Para el análisis a flexión de las muestras de bambú se determinó que los diámetros externos del bambú tiene un diámetro máximo de aproximadamente 9 cm los cuales fueron sometidos a la aplicación de una fuerza de 27468.94 kg/cm² como mínimo, las muestras se identificaron con un espesor aproximado de 0.65 cm y de la verificación de contenido de humedad de las muestras presenta un contenido máximo de humedad de 25.50%, con lo cual se determinó que el esfuerzo admisible por flexión de la muestra es aproximadamente de 122.41 Mpa.

Tabla 11
Comparación de esfuerzos con la normativa E.100

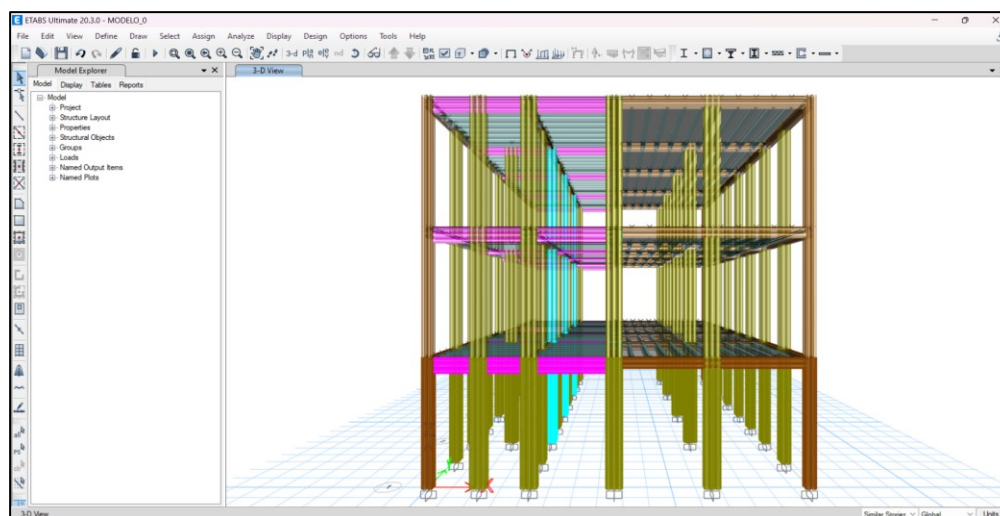
COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS							
COMPRESIÓN		CORTE		TRACCIÓN		FLEXIÓN	
σ adm ENSAY O (kg/cm ²)	σ adm E.100 (kg/cm ²)	σ adm ENSAY O (kg/cm ²)	σ adm E.100 (kg/cm ²)	σ adm ENSAY O (kg/cm ²)	σ adm E.100 (kg/cm ²)	σ adm ENSAY O (kg/cm ²)	σ adm E.100 (kg/cm ²)
119.82	130.00	19.42	10.00	638.86	160.00	126.63	50.00

Nota. Con la determinación de los valores estimados en los ensayos realizados se pudo hacer una comparativa con los valores establecidos en la NTP E.100 con la cual se determinaron los valores comparativos, para los casos de tracción y flexión se supera de manera considerable a lo establecido en la normativa peruana ya que para efectos de tracción se estima una resistencia de 638 kg/cm² según lo estimado en ensayo mientras que para lo estimado en la normativa peruana se estima un esfuerzo admisible de 160 kg/cm² esto se debe a que el material utilizado en los ensayos se encontraban en un estado semi seco con bajo porcentaje de contenido de humedad con lo cual se supera los esfuerzos estimados, la misma problemática se presenta en los casos de flexión.

4.1.4. ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN

Para el modelo tomado en cuenta en la edificación se tomaron los parámetros establecidos en la normativa peruana E.100 con la finalidad de establecer el modelo con un margen considerable de riesgo para la edificación compuesta por bambú.

Figura 19
Modelo Etabs

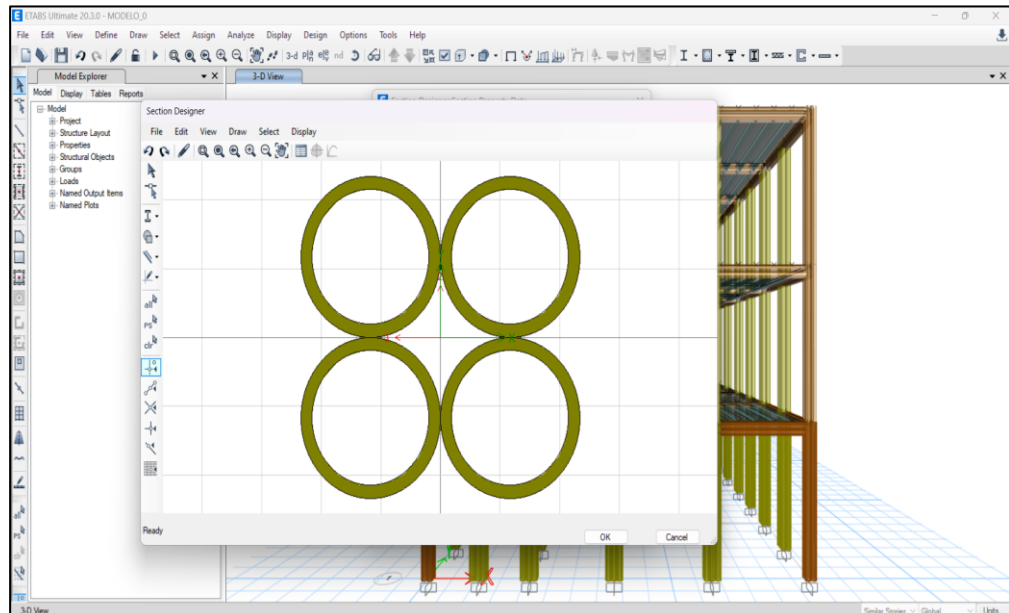


Nota. El modelo de la edificación se elaboró con la caracterización de los perfiles de bambú de acuerdo con el promedio de las secciones aplicadas en los ensayos, la caracterización del material se hizo de acuerdo con la normativa E.100 con lo cual de acuerdo con la distribución se determinó el comportamiento estructural de la edificación.

Figura 20
Definición del material

Nota. De acuerdo con los ensayos determinados y a la normativa peruana se pudo calcular los valores de la densidad, el módulo de elasticidad y el módulo de Poisson los cuales fueron ingresados en el software.

Figura 21
Definición de secciones



Nota. Cada una de las secciones consideradas para el modelo de estructuración se modelaron de acuerdo con un promedio de diámetro y de espesor determinado para el bambú, para todos los modelos se estandarizaron el diámetro exterior de 11.70 cm y el espesor de 0.95 cm.

4.1.5. COMPORTAMIENTO POR CAUSA DE VIENTOS DE LA EDIFICACIÓN

Tabla 12
Estimación de cargas de viento

FACTORES DE FORMA			
ESTRUCTURA	ÁNGULO	BARLOVENTO	SOTAVENTO
PAREDES	90°	0.8	-0.6

Nota. Para la estructuración de la edificación se tomaron en cuenta efectos de cargas de viento en las paredes de la edificación, para esto en la norma técnica E.020 establece que se asigna un factor de forma de 0.8 en el barlovento y -0.6 en sotavento.

Tabla 13
Determinación de velocidad de diseño

DETERMINACIÓN DE VELOCIDAD		
VELOCIDAD DE DISEÑO (V)	=	55.00 km/h
ALTURA DE EDIFICACIÓN (h)	=	8.45 m
$V_h = V(h/10)^{0.22}$	=	53.00 km/h

Nota. La estimación de la velocidad de diseño para la edificación planteada se estima a partir de la identificación de la velocidad de diseño para una edificación de 10 m de alto en la región de Huánuco en la cual se pudo determinar que la velocidad de diseño es de 55 km/h, se tienen que la edificación analizada presenta una altura de 8.45 m con lo cual se estima una velocidad de 53 km/h. Según la normativa peruana se establece que la velocidad de diseño no debe ser menor a los 75 km/h con lo cual se determina dicha velocidad como la velocidad de diseño.

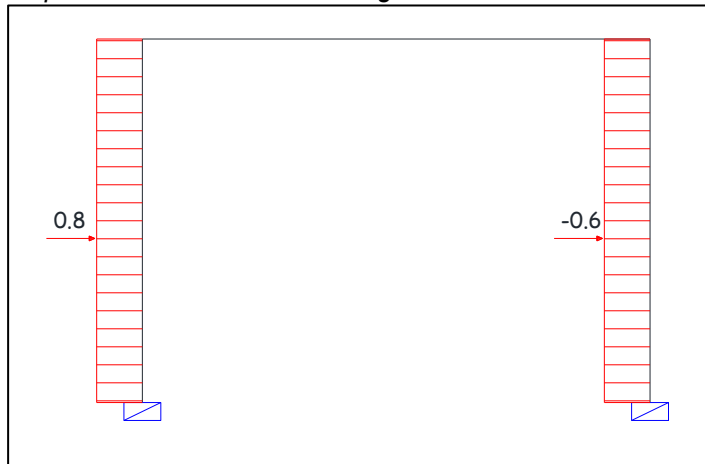
Tabla 14
Estimación de presión en paredes verticales

PRESIÓN DE VIENTO EN PAREDES VERTICALES		
PRESIÓN		
C	=	0.8
Vh	=	75.00 km/h
$P_h = 0.005 \cdot C \cdot V_h^2$	=	22.50 kg/m ²
SUBDUCCIÓN		
C	=	-0.6
Vh	=	75.00 km/h
$P_h = 0.005 \cdot C \cdot V_h^2$	=	-16.88 kg/m ²

Nota. Teniendo en cuenta los coeficientes de estimación tanto en sotavento como en barlovento se pudo determinar que a partir de la velocidad de diseño determinado anteriormente se estimó que la presión determinada para un estado de subducción es de 16.88 kg/m² y en estado de presión será de 22.50 kg/m². Dichos valores fueron ingresados como cargas de viento en el modelo estructural de ETABS.

Figura 22

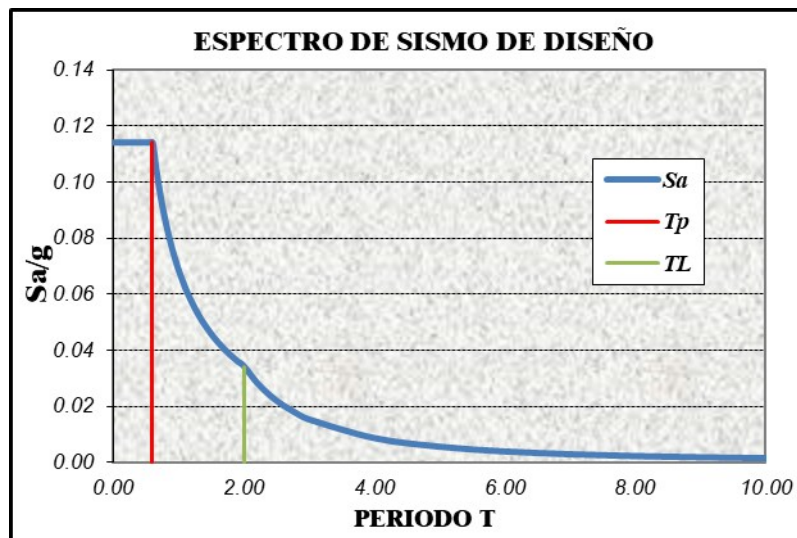
Esquema de distribución de carga de viento



Nota. En el esquema se presenta las actuaciones de los coeficientes de sotavento y barlovento con los cuales se ingresarán en la edificación a fin de determinar los comportamientos de acuerdo con las interacciones del viento con la estructura. En la zona izquierda se evidencia el sentido en que actuaran las presiones de barlovento y en el lado derecho la dirección en la cual actúa el sotavento en la estructura analizada.

Figura 23

Espectro de diseño



Nota. Para los análisis sísmicos de la edificación se estableció que el espectro sísmico de la edificación tiene que ajustarse a los parámetros de contexto en la que se encuentra la edificación.

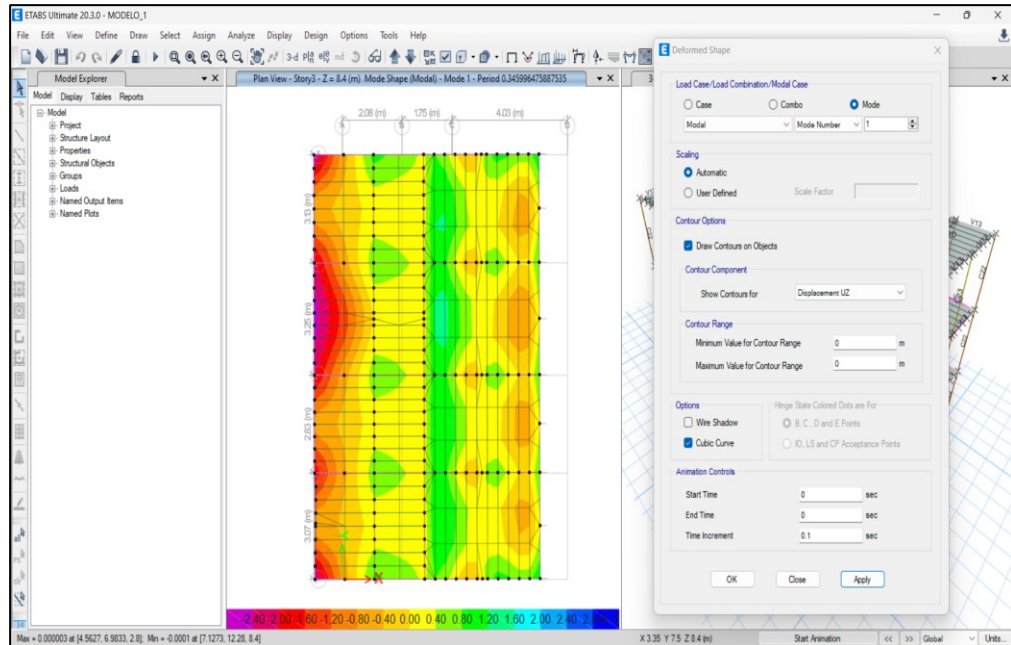
Figura 24
Definición de espectro de diseño

<u>ESPECTRO DE RESPUESTA</u> <u>Según la NTE E.030</u>	
1.- Zonificación, Según E.030 Zona : 2 Z = 0.25 g	
2.- Parámetros de Sitio, Según E.030 Perfil Tipo : S2 S = 1.15 T_p = 0.60 T_i = 2.00	
3.- Categoría del Edificio, Según E.030 Categoría : Común C U = 1.00	
4.- Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030 Sistema Estructural : Madera (por esfuerzos permisibles) R₀ = 7	
5.- Restricciones de Irregularidad, Según E.030 Restricciones : No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8m de altura total	
6.- Factores de Irregularidad, Según E.030 Tomar en consideración el punto 5 sobre restricciones. Irregularidad en Altura, I_a : 01 Regular I_a = 1.00 Irregularidad en Planta, I_p : 04 Esquinas Entrantes I_p = 0.90 (Para el tipo 03 se debe ingresar el valor manualmente)	
7.- Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas, Según E.030 R = R₀ x I_a x I_p = 6.3	

Nota. Se pudo definir que la edificación planteada en la investigación se encuentra en la zona sísmica 2, del análisis de suelo echo en el terreno de investigación se determinó que el tipo de suelo es intermedio tipo S2, la edificación se categoriza por su utilización en Común C, para el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas aplicado para un sistema de madera se estima en 7, en la edificación se tienen una regularidad con lo cual se tiene un factor de 1, de acuerdo a la distribución en planta se tiene esquinas entrantes en la edificación con lo cual se determina un factor de 0.9 y por lo tanto con lo determinado se estima que el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas para la edificación es de 6.3.

4.1.6. ANÁLISIS DE VIBRACIÓN DE LA EDIFICACIÓN Y COMPORTAMIENTO MODAL

Figura 25
Primer comportamiento modal



Nota. En los comportamientos modales de la edificación se pudo identificar que en el primer caso modal se evidencia un desplazamiento lateral en el eje X, con lo cual se puede también identificar que en la parte izquierda de la edificación se presentan mayores esfuerzos en los comportamientos modales restantes se anexaron en la parte final de la investigación, en el análisis de los comportamientos modales se pudo identificar que el comportamiento de la edificación presenta una flexibilidad alta debido a la característica del material con el cual se estructura la edificación.

Figura 26*Comportamiento de vibraciones de la edificación*

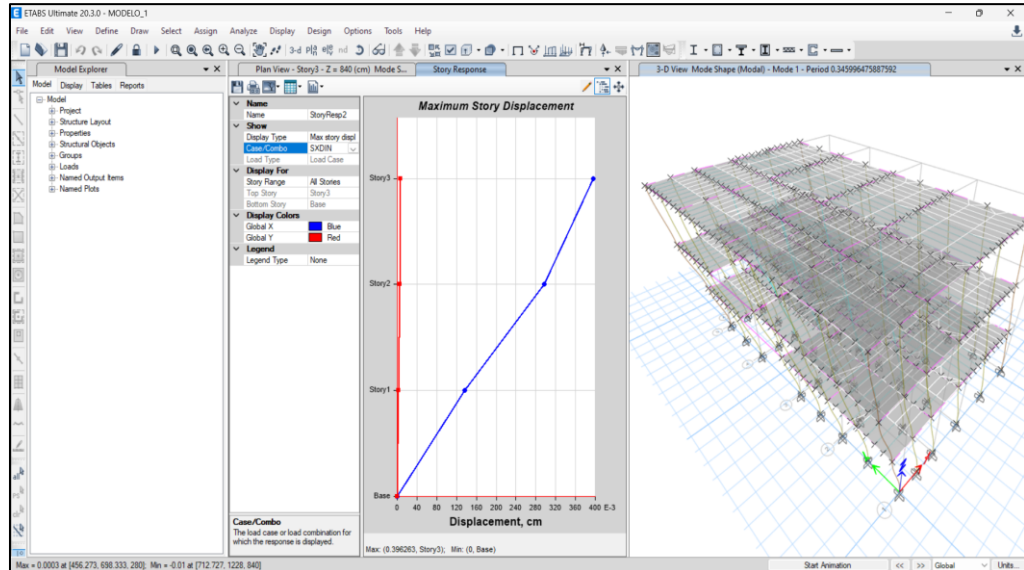
TABLE: Modal Participating Mass Ratios												
Ca	Mo	Per	U	UY	Su	Su	RX	RY	RZ	Su	Sum	Sum
se	de	iod	X		m	m				mR	RY	RZ
					UX	U				X		
						Y						
sec												
Mo	1	0.3	0.	0.0	0.8	0.	0.00	0.21	0.00	0.0	0.21	0.00
dal		460	86	00	65	00	00	61	03	000	61	03
			58	0	8	00						
Mo	2	0.3	0.	0.7	0.8	0.	0.17	0.00	0.11	0.1	0.21	0.11
dal		200	00	62	66	76	96	00	32	796	61	34
			02	3	0	24						
Mo	3	0.2	0.	0.1	0.8	0.	0.02	0.00	0.76	0.2	0.21	0.87
dal		900	00	09	66	87	91	00	10	088	61	45
			02	6	1	20						
Mo	4	0.1	0.	0.0	0.9	0.	0.00	0.71	0.00	0.2	0.93	0.87
dal		110	10	00	73	87	00	44	00	088	05	45
			76	0	8	20						
Mo	5	0.1	0.	0.0	0.9	0.	0.59	0.00	0.01	0.8	0.93	0.89
dal		040	00	84	73	95	80	01	82	068	06	27
			00	6	8	66						
Mo	6	0.0	0.	0.0	0.9	0.	0.12	0.00	0.08	0.9	0.93	0.97
dal		950	00	18	73	97	97	00	36	365	06	63
			00	9	8	55						
Mo	7	0.0	0.	0.0	1.0	0.	0.00	0.06	0.00	0.9	1.00	0.97
dal		660	02	00	00	97	00	93	00	365	00	63
			62	0	0	55						
Mo	8	0.0	0.	0.0	1.0	0.	0.04	0.00	0.00	0.9	1.00	0.98
dal		640	00	18	00	99	71	00	58	836	00	22
			00	3	0	37						
Mo	9	0.0	0.	0.0	1.0	1.	0.01	0.00	0.01	0.9	1.00	1.00
dal		580	00	06	00	00	64	00	78	999	00	00
			00	3	0	00						
Mo	10	0.0	0.	0.0	1.0	1.	0.00	0.00	0.00	0.9	1.00	1.00
dal		230	00	00	00	00	00	00	00	999	00	00
			00	0	0	00						

Mo	11	0.0	0.	0.0	1.0	1.	0.00	0.00	0.00	1.0	1.00	1.00
dal		220	00	00	00	00	00	00	00	000	00	00
			00	0	0	00						
Mo	12	0.0	0.	0.0	1.0	1.	0.00	0.00	0.00	1.0	1.00	1.00
dal		190	00	00	00	00	00	00	00	000	00	00
			00	0	0	00						
Mo	13	0.0	0.	0.0	1.0	1.	0.00	0.00	0.00	1.0	1.00	1.00
dal		140	00	00	00	00	00	00	00	000	00	00
			00	0	0	00						
Mo	14	0.0	0.	0.0	1.0	1.	0.00	0.00	0.00	1.0	1.00	1.00
dal		100	00	00	00	00	00	00	00	000	00	00
			00	0	0	00						
Mo	15	0.0	0.	0.0	1.0	1.	0.00	0.00	0.00	1.0	1.00	1.00
dal		090	00	00	00	00	00	00	00	000	00	00
			00	0	0	00						

Nota. Del análisis estructural de la edificación se pudo determinar que el periodo fundamental de vibración para la edificación en el primer caso modal determinado es de 0.3460 sec, superando al valor máximo de acuerdo con la fracción de 0.1 por la cantidad de niveles de la edificación el cual determinar que el valor máximo del periodo de vibración es de 0.30 sec. De comportamiento en desplazamiento por ejes se pudo evidenciar que para el primer caso modal no se presenta un comportamiento rotacional en Z el cual se estima en 0.03%, para el segundo caso modal se incrementa el valor participativo de rotación con respecto al eje Z con un porcentaje de 11.32%, con lo cual se evidencia la flexibilidad de la edificación de acuerdo con los perfiles optimizados para la edificación y caracterizados por los comportamientos del material estructural escogido.

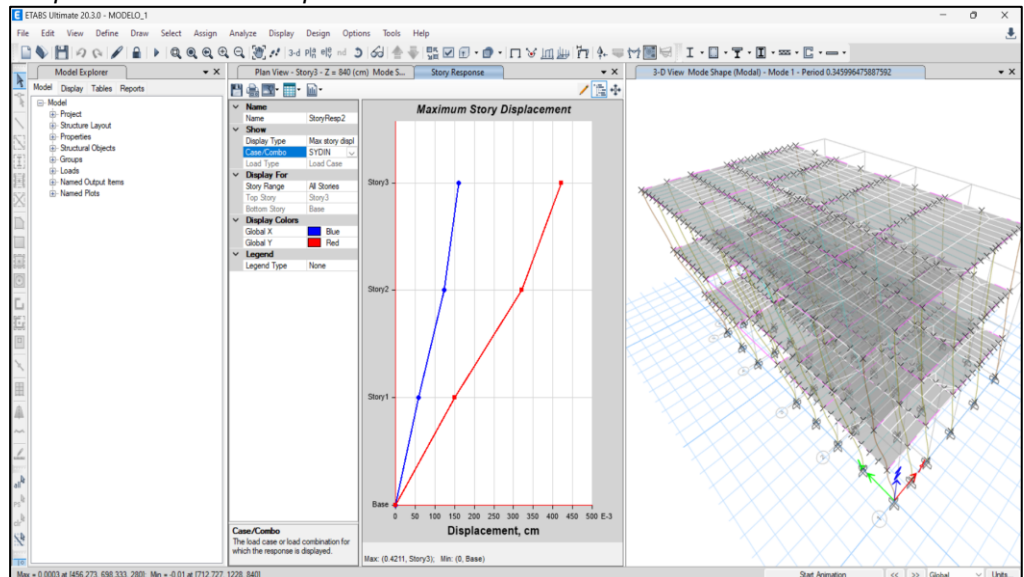
4.1.7. ANÁLISIS DE DERIVAS Y DESPLAZAMIENTOS DE LA EDIFICACIÓN

Figura 27
Desplazamiento de entrepiso X



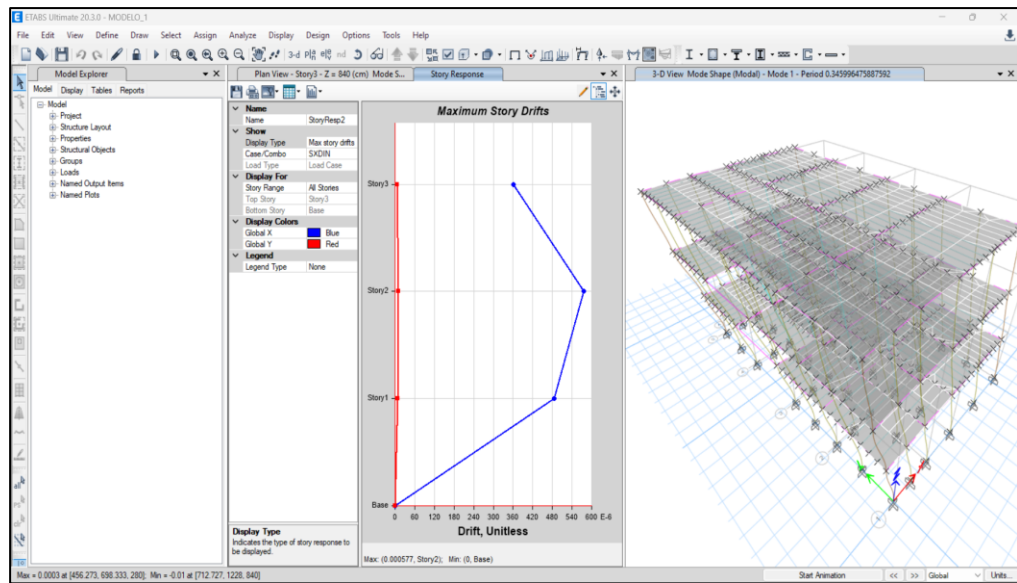
Nota. Del desplazamiento X de entrepiso se pudo determinar que el máximo desplazamiento que se genera en la edificación corresponde al tercer nivel con un desplazamiento de 0.39 cm.

Figura 28
Desplazamiento de entrepiso Y



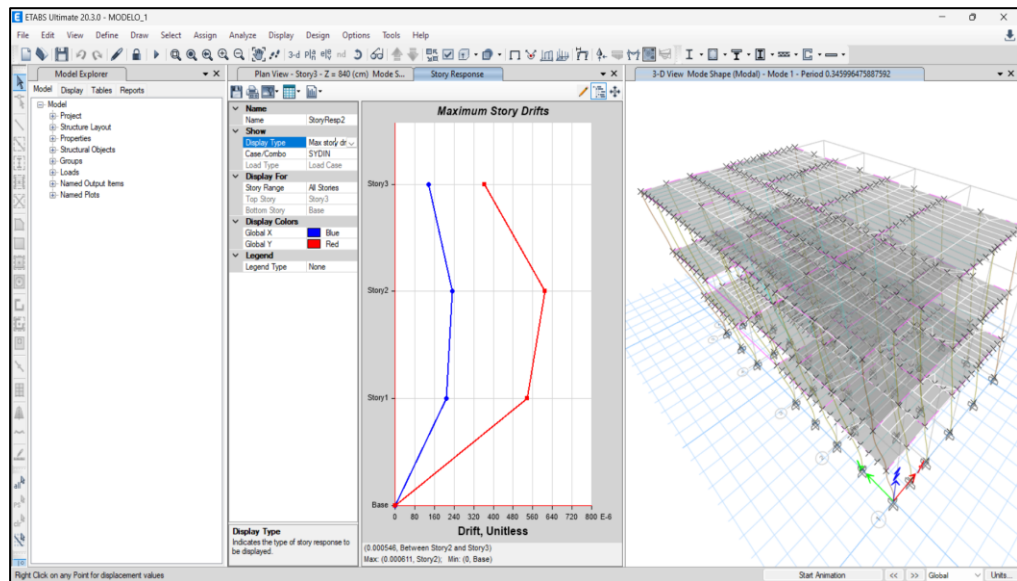
Nota. Del desplazamiento Y de entrepiso se pudo determinar que el máximo desplazamiento que se genera en la edificación corresponde al tercer nivel con un desplazamiento de 0.42 cm.

Figura 29
Máxima deriva X



Nota. Del análisis estructural de la edificación de tres niveles se pudo determinar que el máximo desplazamiento X en la edificación se presenta en el segundo nivel con una deriva de 0.000577.

Figura 30
Máxima deriva Y



Nota. Del análisis estructural de la edificación de tres niveles se pudo determinar que el máximo desplazamiento X en la edificación se presenta en el segundo nivel con una deriva de 0.000611.

Figura 31
Análisis de derivas y desplazamientos

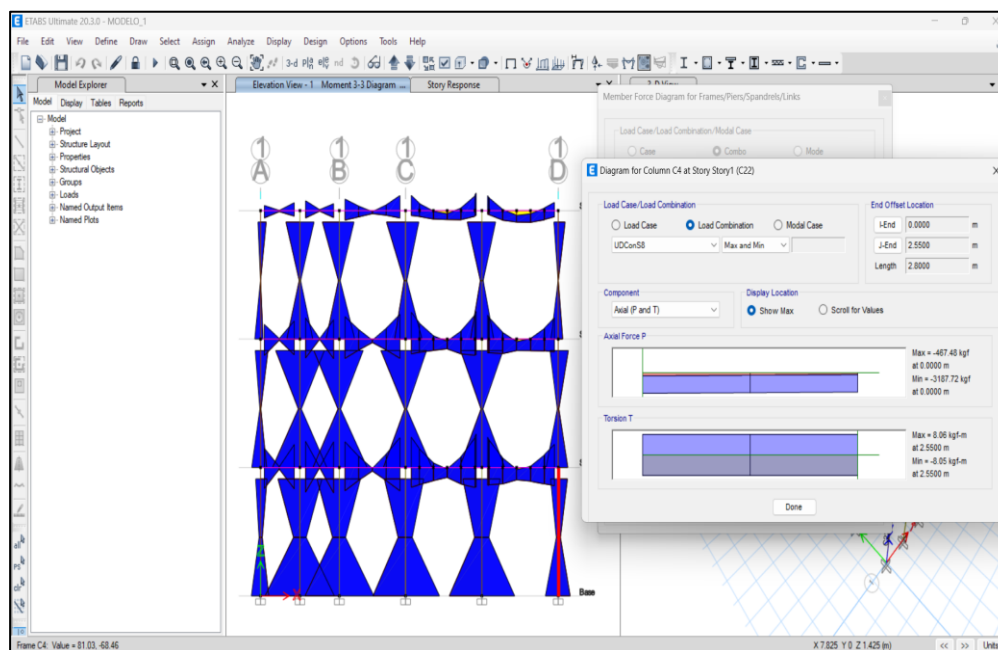
CÁLCULO DE MÁXIMOS DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS DE PISO (DRIFT's) Según la NTE E.030-2018			
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCIÓN "X-X"		MÁXIMO DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCIÓN "Y-Y"	
Regularidad Estructural :	REGULAR	Regularidad Estructural :	REGULAR
Coefficiente de Desplazamiento Lateral :	0.75	Coefficiente de Desplazamiento Lateral :	0.75
Coefficiente de Reducción Sísmica : R =	7.00 en "X"	Coefficiente de Reducción Sísmica : R =	7.00 en "Y"
Altura de Entrepiso (cm) =	280 cm	Altura de Entrepiso (cm) =	280 cm
	0.75 = Regular 0.85 = Irregular		0.75 = Regu 0.85 = Irreg
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO EN "X-X" =	0.39 cm	MÁXIMO DESPLAZAMIENTO EN "Y-Y" =	0.42 cm
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO REAL EN "X-X" =	2.05 cm	MÁXIMO DESPLAZAMIENTO REAL EN "Y-Y" =	2.21 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN "X-X" =	0.000577	MÁXIMA DERIVA DE PISO EN "Y-Y" =	0.000611
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN LA DIRECCIÓN: "X-X"		MÁXIMA DERIVA DE PISO EN LA DIRECCIÓN: "Y-Y"	
REVISIÓN :	0.0030 ≤ 0.010 SI CUMPLE	REVISIÓN :	0.0032 ≤ 0.010 SI CUMPLE
MÁX. DESPLAZAMIENTO RELATIVO DE ENTREPISO		MÁX. DESPLAZAMIENTO RELATIVO DE ENTREPISO	
REVISIÓN :	0.85 cm ≤ 2.80 cm SI CUMPLE	REVISIÓN :	0.90 cm ≤ 2.80 cm SI CUMPLE

Nota. Con la determinación de las derivas y desplazamientos máximos de la edificación con el software ETABS se pudo determinar que para el sentido X de la edificación se presenta una deriva de entrepiso de 0.0030 siendo menor a los establecido por la norma E.030 el cual establece que para estructuras de madera la máxima deriva es de 0.010 y para el caso de los desplazamientos de entrepiso se determinó que la máxima deriva de entrepiso es de 0.85 cm siendo menor a lo determinado en 2.80 cm. Para el análisis en el sentido Y de la edificación se presenta una deriva de entrepiso de 0.0032 siendo menor a los establecido por la norma E.030 el cual establece que para estructuras de madera la máxima deriva es de 0.010 y para el caso de los desplazamientos de entrepiso se determinó que la máxima deriva de entrepiso es de 0.90 cm siendo menor a lo determinado en 2.80 cm.

4.1.8. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ

Figura 32

Columna estructural de esquina



Nota. Para una columna típica ubicada en la esquina de la edificación se determinó que la fuerza cortante es de 467.48 kgf y el momento crítico de la estructura es de 8.06 kgf.m.

Tabla 15

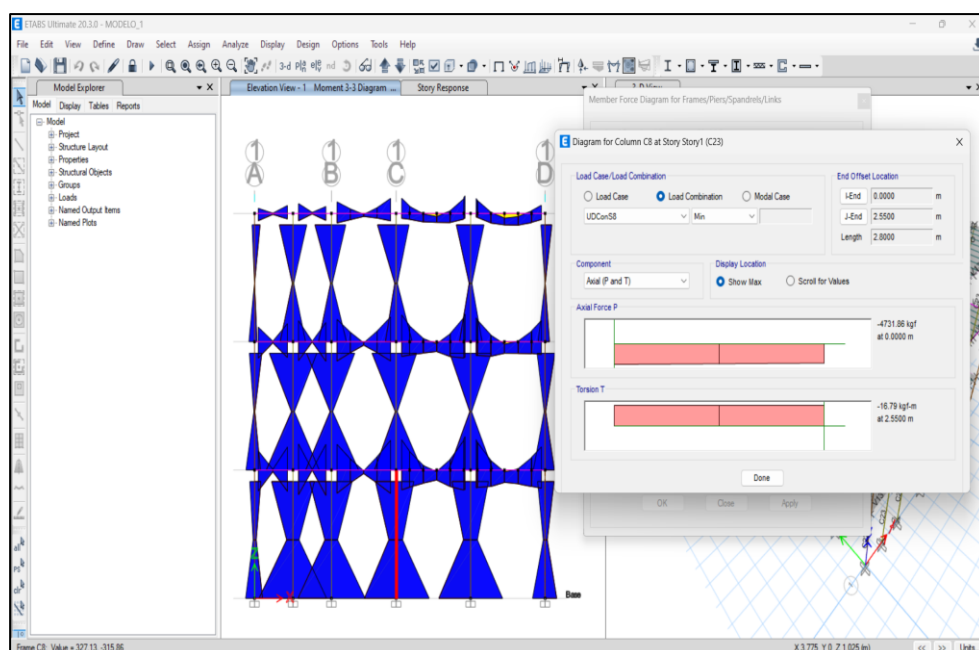
Verificación – Columna de Esquina

VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS TIPO COLUMNA		
POSICIÓN	=	ESQUINA
ESFUERZO ÚLTIMO	=	467.48 kgf
ESFUERZO ADMISIBLE	=	130.00 kgf/cm ²
# BARRAS DE BAMBÚ	=	4
ESPESOR (t)	=	0.65 cm
DIÁMETRO EXTERNO	=	8.00 cm
DIÁMETRO INTERIOR	=	6.70 cm
LONGITUD REAL	=	395.00 cm
COEFICIENTE DE LONGITUD EFECTIVA	=	1.00
LONGITUD EFECTIVA (I _e)	=	3950.00 mm
ÁREA NETA (A _n)	=	0.002 m ²
ÁREA NETA TOTAL (A _T)	=	0.006 m ²
INERCIA (I)	=	1.021E+06 mm ⁴
INERCIA TOTAL (I _t)	=	4.086E-06 m ⁴
RÁDIO DE GIRO	=	52.175 mm
CÁLCULO DE ESBELTEZ	=	75.706

CD	=	0.9
Cr	=	1
ESFUERZO ADMISIBLE MODIFICADO	=	117.00 kgf/cm ²
MÓDULO DE ELASTICIDAD	=	73000.00 kgf/cm ²
LÍMITES	=	64.07
TIPO DE ESBELTEZ	=	LARGA
CARGA ADMISIBLE	=	3769.764 kgf
SOLICITUD	=	62.792 kgf/cm ²
COMPROBACIÓN a	=	CORRECTO
COMPROBACIÓN FINAL	=	CORRECTO
MOMENTO ÚLTIMO	=	8.06 kgf.m
ESFUERZO ADMISIBLE EN FLEXIÓN	=	50.00 kgf/cm ²
CARGA CRÍTICA	=	1886.718 kgf
MÓDULO DE SECCIÓN	=	102.145 cm ³
FACTOR DE MOMENTOS	=	1.591
f	=	0.375
VERIFICACIÓN POR FLEXO COMPRESIÓN	=	CORRECTO

Nota. De acuerdo con los valores de momento máximo y esfuerzo último determinados en el software ETABS se pudo determinar que los valores de resistencia para la columna de esquina que se compone por 04 elementos de bambú presentan un módulo de sección de 102 cm³, factor de momentos de 1.591 y el parámetro f de 0.375 siendo este valor menor a 1 se admite el diseño y la sección planteada para el modelo.

Figura 33
Columna estructural lateral



Nota. Para una columna típica ubicada en la esquina de la edificación se determinó que la fuerza cortante es de 4731.86 kgf y el momento crítico de la estructura es de 16.79 kgf.m.

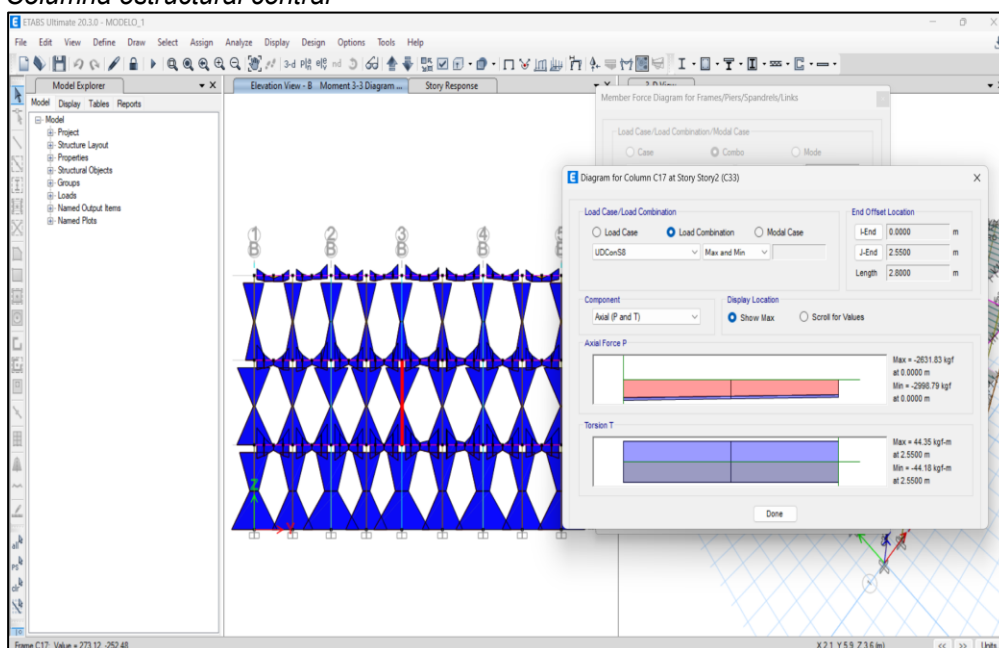
Tabla 16
Verificación – Columna de Lateral

VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS TIPO COLUMNA		
POSICIÓN	=	LATERAL
ESFUERZO ÚLTIMO	=	4731.86 kgf
ESFUERZO ADMISIBLE	=	130.00 kgf/cm ²
# BARRAS DE BAMBÚ	=	6
ESPESOR (t)	=	0.65 cm
DIÁMETRO EXTERNO	=	8.00 cm
DIÁMETRO INTERIOR	=	6.70 cm
LONGITUD REAL	=	395.00 cm
COEFICIENTE DE LONGITUD EFECTIVA	=	1.00
LONGITUD EFECTIVA (Ie)	=	3950.00 mm
ÁREA NETA (An)	=	0.002 m ²
ÁREA NETA TOTAL (AT)	=	0.009 m ²
INERCIA (I)	=	1.021E+06 mm ⁴
INERCIA TOTAL (It)	=	6.129E-06 m ⁴
RÁDIO DE GIRO	=	63.901 mm
CÁLCULO DE ESBELTEZ	=	61.814
CD	=	0.9
Cr	=	1
ESFUERZO ADMISIBLE MODIFICADO	=	117.00 kgf/cm ²
MÓDULO DE ELASTICIDAD	=	73000.00 kgf/cm ²
LÍMITES	=	64.07

TIPO DE ESBELTEZ	=	INTERMEDIA
CARGA ADMISIBLE	=	7493.353 kgf
SOLICITUD	=	83.210 kgf/cm2
COMPROBACIÓN a	=	CORRECTO
COMPROBACIÓN FINAL	=	CORRECTO
MOMENTO ÚLTIMO	=	16.79 kgf.m
ESFUERZO ADMISIBLE EN FLEXIÓN	=	50.00 kgf/cm2
CARGA CRÍTICA	=	2830.077 kgf
MÓDULO DE SECCIÓN	=	153.218 cm3
FACTOR DE MOMENTOS	=	0.663
f	=	0.486
VERIFICACIÓN POR FLEXO COMPRESIÓN	=	CORRECTO

Nota. De acuerdo con los valores de momento máximo y esfuerzo último determinados en el software ETABS se pudo determinar que los valores de resistencia para la columna de esquina que se compone por 06 elementos de bambú presentan un módulo de sección de 153 cm³, factor de momentos de 0.663 y el parámetro f de 0.486 siendo este valor menor a 1 se admite el diseño y la sección planteada para el modelo.

Figura 34
Columna estructural central



Nota. Para una columna típica ubicada en la esquina de la edificación se determinó que la fuerza cortante es de 4731.86 kgf y el momento crítico de la estructura es de 16.79 kgf.m.

Tabla 17

Verificación – Columna de Central

VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS TIPO COLUMNA		
POSICIÓN	=	CENTRAL
ESFUERZO ÚLTIMO	=	2998.79 kgf
ESFUERZO ADMISIBLE	=	130.00 kgf/cm ²
# BARRAS DE BAMBÚ	=	6
ESPESOR (t)	=	0.65 cm
DIÁMETRO EXTERNO	=	8.00 cm
DIÁMETRO INTERIOR	=	6.70 cm
LONGITUD REAL	=	395.00 cm
COEFICIENTE DE LONGITUD EFECTIVA	=	1.00
LONGITUD EFECTIVA (I_e)	=	3950.00 mm
ÁREA NETA (A_n)	=	0.002 m ²
ÁREA NETA TOTAL (A_T)	=	0.009 m ²
INERCIA (I)	=	1.021E+06 mm ⁴
INERCIA TOTAL (I_t)	=	6.129E-06 m ⁴
RÁDIO DE GIRO	=	63.901 mm
CÁLCULO DE ESBELTEZ	=	61.814
CD	=	0.9
C_r	=	1
ESFUERZO ADMISIBLE MODIFICADO	=	117.00 kgf/cm ²
MÓDULO DE ELASTICIDAD	=	73000.00 kgf/cm ²
LÍMITES	=	64.07
TIPO DE ESBELTEZ	=	INTERMEDIA
CARGA ADMISIBLE	=	7493.353 kgf
SOLICITUD	=	83.210 kgf/cm ²
COMPROBACIÓN a	=	CORRECTO
COMPROBACIÓN FINAL	=	CORRECTO
MOMENTO ÚLTIMO	=	44.36 kgf.m
ESFUERZO ADMISIBLE EN FLEXIÓN	=	50.00 kgf/cm ²
CARGA CRÍTICA	=	2830.077 kgf
MÓDULO DE SECCIÓN	=	153.218 cm ³
FACTOR DE MOMENTOS	=	1.697
f	=	0.582
VERIFICACIÓN POR FLEJO COMPRESIÓN	=	CORRECTO

Nota. De acuerdo con los valores de momento máximo y esfuerzo último determinados en el software ETABS se pudo determinar que los valores de resistencia para la columna de esquina que se compone por 06 elementos de bambú presentan un módulo de sección de 153 cm³, factor de momentos de 1.697 y el parámetro f de 0.582 siendo este valor menor a 1 se admite el diseño y la sección planteada para el modelo.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hp: El análisis sismorresistente empleando elementos de bambú mejora el comportamiento estructural de una edificación, Amarilis - Huánuco -2024.

Figura 35
Análisis de derivas y desplazamientos

CÁLCULO DE MAXIMOS DESPLAZAMIENTOS Y DERIVAS DE PISO (DRIFT's) Según la NTE E.030-2018			
MAXIMO DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCIÓN "X-X"		MAXIMO DESPLAZAMIENTO EN LA DIRECCIÓN "Y-Y"	
Regularidad Estructural :	REGULAR	Regularidad Estructural :	REGULAR
Coefficiente de Desplazamiento Lateral :	0.75	Coefficiente de Desplazamiento Lateral :	0.75
Coefficiente de Reducción Sísmica : R =	7.00 en "X"	Coefficiente de Reducción Sísmica : R =	7.00 en "Y"
Altura de Entrepiso (cm) =	280 cm	Altura de Entrepiso (cm) =	280 cm
	0.75 = Regular 0.85 = Irregular		0.75 = Regu 0.85 = Irreg
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO EN "X-X" =	0.39 cm	MÁXIMO DESPLAZAMIENTO EN "Y-Y" =	0.42 cm
MÁXIMO DESPLAZAMIENTO REAL EN "X-X" =	2.05 cm	MÁXIMO DESPLAZAMIENTO REAL EN "Y-Y" =	2.21 cm
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN "X-X" =	0.000577	MÁXIMA DERIVA DE PISO EN "Y-Y" =	0.000611
MÁXIMA DERIVA DE PISO EN LA DIRECCIÓN: "X-X"		MÁXIMA DERIVA DE PISO EN LA DIRECCIÓN: "Y-Y"	
REVISIÓN :	0.0030 ≤ 0.010 SI CUMPLE	REVISIÓN :	0.0032 ≤ 0.010 SI CUMPLE
MÁX. DESPLAZAMIENTO RELATIVO DE ENTREPISO		MÁX. DESPLAZAMIENTO RELATIVO DE ENTREPISO	
REVISIÓN :	0.85 cm ≤ 2.80 cm SI CUMPLE	REVISIÓN :	0.90 cm ≤ 2.80 cm SI CUMPLE

Con la determinación de las derivas y desplazamientos máximos de la edificación con el software ETABS se pudo determinar que para el sentido X de la edificación se presenta una deriva de entrepiso de 0.0030 siendo menor a los establecido por la norma E.030 el cual establece que para estructuras de madera la máxima deriva es de 0.010 y para el caso de los desplazamientos de entrepiso se determinó que la máxima deriva de entrepiso es de 0.85 cm siendo menor a lo determinado en 2.80 cm. Para el análisis en el sentido Y de la edificación se presenta una deriva de entrepiso de 0.0032 siendo menor a los establecido por la norma E.030 el cual establece que para estructuras de madera la máxima deriva es de 0.010 y para el caso de los desplazamientos de entrepiso se determinó que la máxima deriva de entrepiso es de 0.90 cm siendo menor a lo determinado en 2.80 cm.

Tabla 18*Verificación – Columna de Central*

VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS TIPO COLUMNA		
POSICIÓN	=	CENTRAL
ESFUERZO ÚLTIMO	=	2998.79 kgf
ESFUERZO ADMISIBLE	=	130.00 kgf/cm ²
# BARRAS DE BAMBÚ	=	6
ESPESOR (t)	=	0.65 cm
DIÁMETRO EXTERNO	=	8.00 cm
DIÁMETRO INTERIOR	=	6.70 cm
LONGITUD REAL	=	395.00 cm
COEFICIENTE DE LONGITUD EFECTIVA	=	1.00
LONGITUD EFECTIVA (l_e)	=	3950.00 mm
ÁREA NETA (A_n)	=	0.002 m ²
ÁREA NETA TOTAL (A_T)	=	0.009 m ²
INERCIA (I)	=	1.021E+06 mm ⁴
INERCIA TOTAL (I_t)	=	6.129E-06 m ⁴
RÁDIO DE GIRO	=	63.901 mm
CÁLCULO DE ESBELTEZ	=	61.814
CD	=	0.9
Cr	=	1
ESFUERZO ADMISIBLE MODIFICADO	=	117.00 kgf/cm ²
MÓDULO DE ELASTICIDAD	=	73000.00 kgf/cm ²
LÍMITES	=	64.07
TIPO DE ESBELTEZ	=	INTERMEDIA
CARGA ADMISIBLE	=	7493.353 kgf
SOLICITUD	=	83.210 kgf/cm ²
COMPROBACIÓN a	=	CORRECTO
COMPROBACIÓN FINAL	=	CORRECTO
MOMENTO ÚLTIMO	=	44.36 kgf.m
ESFUERZO ADMISIBLE EN FLEXIÓN	=	50.00 kgf/cm ²
CARGA CRÍTICA	=	2830.077 kgf
MÓDULO DE SECCIÓN	=	153.218 cm ³
FACTOR DE MOMENTOS	=	1.697
f	=	0.582
VERIFICACIÓN POR FLEXO COMPRESIÓN	=	CORRECTO

De acuerdo con los valores de momento máximo y esfuerzo último determinados en el software ETABS se pudo determinar que los valores de resistencia para la columna de esquina que se compone por 06 elementos de bambú presentan un módulo de sección de 153 cm^3 , factor de momentos de 1.697 y el parámetro f de 0.582 siendo este valor menor a 1 se admite el diseño y la sección planteada para el modelo.

Con determinación de las derivas y desplazamientos de la edificación se puede demostrar que el comportamiento de la edificación es adecuada si bien los valores de periodo son superiores a lo establecido como el 0.1 de la cantidad de pisos esto se debe a que el material es más flexible frente a los efectos sísmicos, sin embargo esto se encuentra dentro del límite aceptable en la determinación del comportamiento adecuado de la edificación, adicionalmente a ello se pudo verificar en la tabla precedente que los elementos planteados en la estructura cumplen con los parámetros de comprobación frente a solicitudes de carga, verificación de momentos y a los efectos de flexo compresión que fueron sometidas con lo cual se determina que la estructura presenta elementos adecuados para su estructuración.

Con lo presentado se puede determinar que la hipótesis es verdadera y admisible ya que los elementos de bambú mejoran el comportamiento flexivo de una estructura frente a un espectro de sismo actuante en la zona donde se plantean los efectos sísmicos.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para Frías (2019), en su investigación pudo determinar que en la comparación de los sistemas constructivos de albañilería y bambú aplicados a una edificación los valores de fuerza cortante fue de 6.69 ton y 28.85 Ton respectivamente, con lo cual del diseño se pudo determinar que la fuerza cortante en albañilería es casi 4 veces la fuerza aplicada por un sistema de estructuración con bambú, la diferencia estimada se deba a que los pesos propios de cada uno de los diferentes sistemas constructivos utilizados es diferente ya que los elementos de bambú presenta un peso mucho menor al que se presentan por la utilización de elementos de concreto armado. Analizando los periodos de vibración fundamental de la edificación se pudo determinar los valores de 0.221 y 0.118 seg para los sistemas de bambú y albañilería respectivamente, el valor del periodo fundamental de la edificación de bambú se debe a que los elementos de bambú son mucho más flexibles en comparación al comportamiento del concreto armado evidenciando que la edificación de bambú es mucho más flexive a los efectos sísmicos que se le pueden presentar en un sismo determinado. En la presenta investigación se determinó que el periodo fundamental de vibración para la edificación en el primer caso modal determinado es de 0.3460 sec, superando al valor máximo de acuerdo con la fracción de 0.1 por la cantidad de niveles de la edificación el cual determinar que el valor máximo del periodo de vibración es de 0.30 sec. De comportamiento en desplazamiento por ejes se pude evidenciar que para el primer caso modal no se presenta un comportamiento rotacional en Z el cual se estima en 0.03%, para el segundo caso modal se incrementa el valor participativo de rotación con respecto al eje Z con un porcentaje de 11.32%, con lo cual se evidencia la flexibilidad de la edificación de acuerdo con los perfiles optimizados para la edificación y caracterizados por los comportamientos del material estructural escogido. La variación los comportamientos fundamentales se debe íntegramente a que en la investigación de referencia se toma en cuenta una edificación con un solo nivel y en esta investigación se estructuró una edificación de 03 niveles

aumentando así los periodos fundamentales considerablemente.

Según Pozo (2020), estimó que el costo de una construcción con material de bambú en comparación con un sistema de concreto armado convencional se reduce en aproximadamente un 60% en disminución del costo completo de la construcción, se demostró en la investigación que la aplicación de materiales de bambú como elementos estructurales mejora la flexibilidad de la estructura planteada, esto se demuestra a partir del análisis de las derivas y desplazamientos que se genera en la edificación a causa de los efectos sísmicos aplicados para la zona donde se ubica la ubicación. Para la presente investigación si bien no se hizo un análisis profundo a la estimación económica en la elaboración de este tipo de edificaciones es evidente que si se plantea una estructura de concreto armado con las mismas características de distribución el coste de ejecución se incrementaría considerablemente y también se incrementarían los efectos de cargas a los que son sometidos cada uno de los elementos estructurales.

CONCLUSIONES

De la elaboración del modelo estructural compuesto por bambú se pudo determinar que la edificación presenta un comportamiento flexible teniendo un periodo de vibración de 0.3460 seg siendo este valor superior a lo establecido en estructuras de concreto armado, pero esto se justifica por el comportamiento flexible del bambú frente a aplicaciones de fuerzas sísmicas en su estructura.

De la influencia de los efectos sísmicos se pudo determinar que el desplazamiento X de entrepiso se pudo determinar que el máximo desplazamiento que se genera en la edificación corresponde al tercer nivel con un desplazamiento de 0.39 cm, el desplazamiento Y de entrepiso se pudo determinar que el máximo desplazamiento que se genera en la edificación corresponde al tercer nivel con un desplazamiento de 0.42 cm.

Se estimó que las fuerzas de viento teniendo en cuenta los coeficientes de estimación tanto en sotavento como en barlovento se pudo determinar que la presión determinada para un estado de subducción es de 16.88 kg/m² y en estado de presión será de 22.50 kg/m².

Del análisis dinámico de la edificación se estimó que para el sentido X de la edificación se presenta una deriva de entrepiso de 0.0030 siendo menor a lo establecido por la norma E.030 el cual establece que para estructuras de madera la máxima deriva es de 0.010 y para el caso de los desplazamientos de entrepiso se determinó que la máxima deriva de entrepiso es de 0.85 cm siendo menor a lo determinado en 2.80 cm. Para el análisis en el sentido Y de la edificación se presenta una deriva de entrepiso de 0.0032 siendo menor a lo establecido por la norma E.030 el cual establece que para estructuras de madera la máxima deriva es de 0.010 y para el caso de los desplazamientos de entrepiso se determinó que la máxima deriva de entrepiso es de 0.90 cm siendo menor a lo determinado en 2.80 cm.

RECOMENDACIONES

Es recomendable realizar estudios adicionales para entender mejor cómo el comportamiento flexible del bambú influye en la seguridad y confort de los ocupantes durante eventos sísmicos. Además, se sugiere desarrollar guías específicas de diseño para estructuras de bambú, que incluyan consideraciones sobre el mayor periodo de vibración y su impacto en la estabilidad de la edificación.

Se recomienda monitorear regularmente los desplazamientos de entrepiso, especialmente en el tercer nivel, para asegurar que se mantengan dentro de los límites aceptables. Además, implementar sistemas de refuerzo y disipación de energía en los puntos críticos para minimizar los desplazamientos y aumentar la resiliencia estructural.

Es crucial incorporar estas estimaciones de presión de viento en el diseño estructural para asegurar que la edificación de bambú pueda resistir las cargas de viento esperadas. Se sugiere utilizar técnicas de construcción y materiales adicionales que aumenten la resistencia al viento, como la implementación de contravientos y paneles resistentes al viento en las áreas más expuestas.

Dado que las derivas de entrepiso son menores que los límites establecidos, es recomendable continuar con el monitoreo y mantenimiento preventivo para garantizar que la estructura permanezca dentro de estos parámetros durante su vida útil. Además, se sugiere realizar simulaciones periódicas y revisiones del diseño estructural para confirmar que las derivas y desplazamientos sigan siendo adecuadas bajo diferentes condiciones de carga y envejecimiento de los materiales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (INDECI), I. N. (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Lima: INDECI.
- Bakshi, B. (2019). *Ingeniería Sostenible: Principios y Práctica*. Cambridge University Press.
- Bekdas, G., Nigdeli, S., Kayabekir, A., & Yang, X. (2019). *Optimización en ingeniería civil y algoritmos metaheurísticos: una revisión del desarrollo más moderno*. Springer .
- Copo Ramos, K. (2022). *Diseño estructural en bambú y madera de un centro cultural y recreativo, realizado con herramientas tecnológicas en la cabecera cantonal del cantón mocha, provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica Ambato. doi:Ambato - Ecuador
- CSI. (2005). *The Project Resource Manual: CSI Manual of Practice 5th*. Copy right. doi:<https://www.barnesandnoble.com/w/the-project-resource-manual-the-construction-specifications-institute/1115281035>
- Damnjanovic , I., & Reinschmidt , K. (2020). *Análisis de datos para la gestión de riesgos de proyectos de ingeniería y construcción*. Springer.
- Frías, J. (2019). *Análisis del comportamiento estructural y beneficios de una vivienda de bambú respecto a una de albañilería confinada en la provincia de Piura*. Universidad Nacional de Piura.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Paredes Angulo, V. (2018). *Uso del Bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto*. Lima – Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Pozo Ancho, G. (2020). *Diseño estructural de una vivienda unifamiliar eco sostenible a base de bambú de interés social en el distrito de Morropón*

en la región de Piura. Lima – Perú: Universidad San Ignacio de Loyola.

Pozo, G. (2020). *Diseño estructural de una vivienda unifamiliar eco sostenible a base de bambú de interés social en el distrito de Moropon en la región de Piura.* Universidad San Ignacio de Loyola.

RNE. (2018). *Norma E.050.* Lima-Perú.

RNE. (2019). *Norma E.020.* Obtenido de Norma E.020: <https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>

RNE. (2019). *Norma E.030.* Obtenido de Norma E.030: <http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf>

RNE. (2019). *Norma E.060.* Obtenido de Norma E.060: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf

RNE. (2019). *Norma E.090.* Obtenido de Norma E.090: <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>

RNE. (2019). *Norma E070.* Obtenido de Norma E070: <https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5bITu7uyv/view>

Ruiz Huete, J. D., & Ornetá Retis, A. (2023). *Evaluación del factor de seguridad en taludes utilizando métodos numéricos para la estabilidad del talud ubicado en el tramo rancho-Panao km 42, distrito de Panao, provincia de Pachitea, Huánuco.* Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

Santiago Zaragoza, J. M. (2022). *Estudio del bambú y su uso en la*

construcción. Granada-España: Universidad de Granada.

Sapaico Ramos, E. (2018). *Análisis y diseño estructural de los elementos en bambú de una edificación de la municipalidad provincial de satipo-2018*. Huancayo-Perú: Universidad Peruana de los Andes.

Sarmiento, E. (2015). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. Lima: Universitaria.

Soler Soler, P. (2020). *Uso de bambú en la arquitectura contemporánea*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica Ambato.

Tam, V., & Khoa, N. (2019). *Tecnologías de construcción sostenible: evaluadores del ciclo de vida*. Butterworth-Heinemann.

Tornello, M., Gustavo, G., & Pizarro, N. (2022). *Modelos de disipación de energía en uniones híbridas de estructuras aporticadas de hormigón postensado*. Argentina: Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras.

Valverde, E. (2021). *Optimización del Diseño Sismorresistente en Edificaciones de Cinco Niveles con Vigas de Sección Variable*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería.

Villanueva. (2022). *Influencia de las fibras de las hojas de bambú en la resistencia a la compresión en muros de tapiales distrito de Rupa Rupa – Leoncio Prado Huánuco – 2022*. Huánuco: Universidad de Huánuco.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Mireyha Lourdes, D. (2025). *Análisis sismorresistente empleando elementos de bambú para mejorar el comportamiento estructural de una edificación, Amarilis - Huánuco -2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

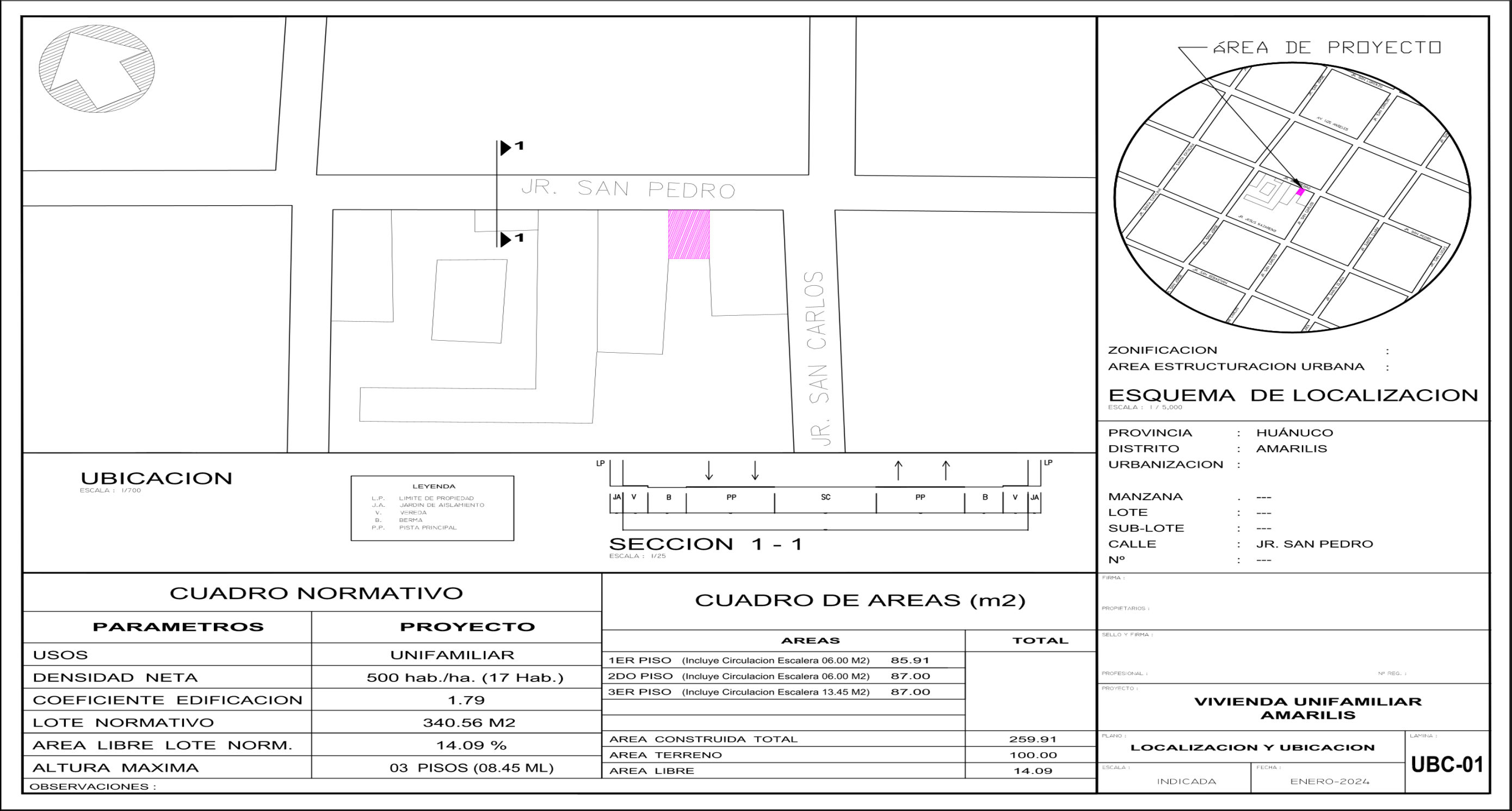
TÍTULO: ANÁLISIS SISMORRESISTENTE EMPLEANDO ELEMENTOS DE BAMBÚ PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA					
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
Problema general: ¿De qué manera el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú mejora el comportamiento estructural de una edificación, Amarilis - Huánuco -2024?	Objetivo General Analizar sísmicamente empleando elementos de bambú para mejorar el comportamiento estructural de una edificación, Amarilis - Huánuco -2024.	Hipótesis General Hi: El análisis sismorresistente empleando elementos de bambú mejora el comportamiento estructural de una edificación, Amarilis - Huánuco -2024.	Variable dependiente: Comportamiento estructural Variable independiente: Elementos de bambú	Enfoque Será cuantitativo Alcance o nivel descriptivo. Diseño Es no experimental	Población La población para el presente proyecto abarcara el diseño estructural de una edificación de bambú Muestra La Muestra para el presente proyecto abarcara el diseño estructural de una edificación de bambú
Problema específico: ¿De qué manera influyen las cargas estructurales en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024? ¿Cómo determinar las fuerzas sísmicas presentes en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en	Objetivos específicos Analizar cómo influyen las cargas estructurales en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024. Determinar las fuerzas sísmicas presentes en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en	Hipótesis H0: El análisis sismorresistente empleando elementos de bambú no mejora el comportamiento estructural de una edificación, Amarilis - Huánuco -2024.			

edificación, Amarilis - Huánuco - 2024?	edificación, Amarilis - Huánuco - 2024.	Hipótesis Específicos
¿Cómo realizar el análisis estático y dinámico empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco - 2024?	Realizar el análisis estático y dinámico empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024.	H1: Las cargas estructurales influyen en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024.
¿Cómo demostrar los beneficios económicos y ambientales en la construcción empleando el bambú como material, Amarilis - Huánuco -2024?	Mencionar los beneficios económicos y ambientales en la construcción empleando el bambú como material, Amarilis - Huánuco -2024.	H2: Es posible determinar las fuerzas sísmicas presentes en el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024.
		H3: Es posible realizar el análisis estático y dinámico empleando elementos de bambú en edificación, Amarilis - Huánuco -2024.
		H4: Se puede mencionar los beneficios económicos

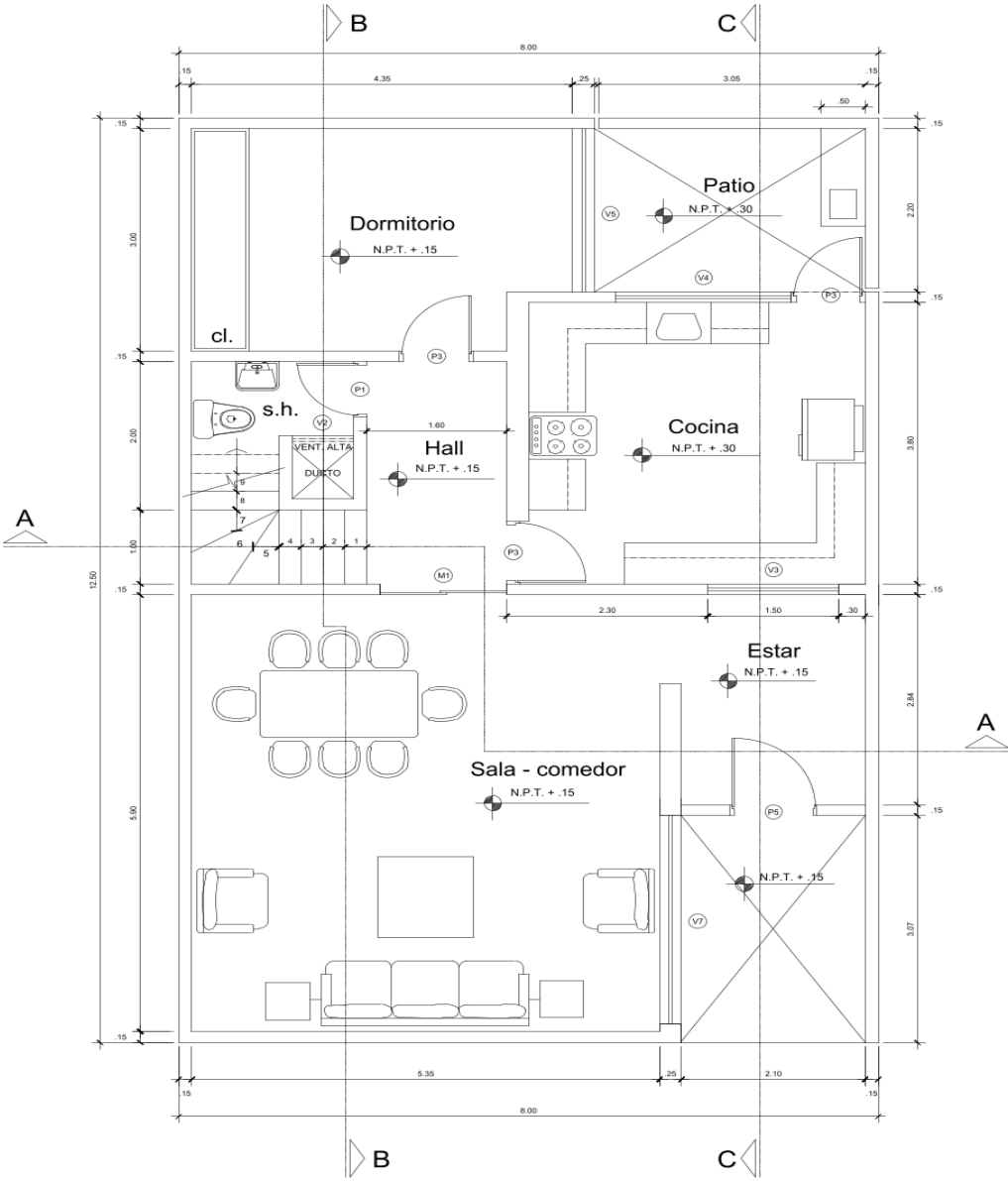
y ambientales en la
construcción empleando
el bambú como material,
Amarilis - Huánuco -2024.

ANEXO 2

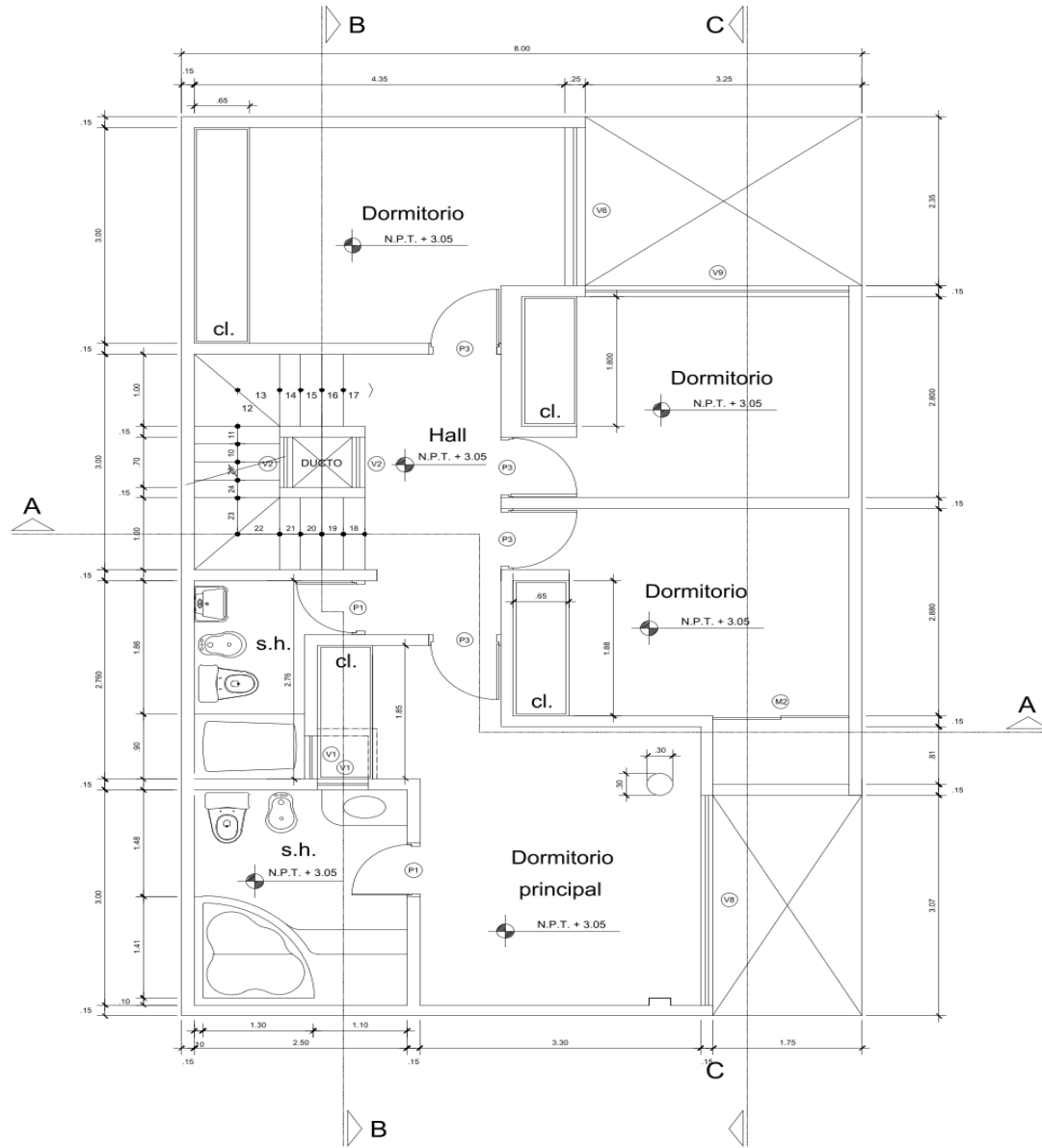
PLANOS DEL PROYECTO
UBICACIÓN



PLANO PLANTA



PRIMER PISO
ESC: 1/50



SEGUNDO Y TERCER PISO
ESC:1/50

CUADRO DE VANOS VENTANAS				
	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
V1	0.60	0.30	2.20	vidrio,aluminio
V2	0.70	0.30	2.20	vidrio,aluminio
V3	1.50	1.45	1.25	vidrio,aluminio
V4	2.00	1.45	1.10	vidrio,aluminio
V5	2.20	1.45	1.25	vidrio,aluminio
V6	2.20	1.60	0.90	vidrio,madera
V7	2.82	1.80	0.90	vidrio,madera
V8	2.92	1.60	0.90	vidrio,aluminio
V9	3.10	1.60	0.90	vidrio
V10	1.64	1.60	0.90	vidrio

CUADRO DE VANOS PUERTAS						
		ALTURA POR PISO				TIPO
	ANCHO	1er	2do	3ro	Azotea	
P1	0.75	2.70	2.50	2.50	2.50	contraplacada
P2	0.80	2.55	-----	-----	-----	contraplacada
P3	0.85	2.70	2.50	2.50	2.50	contraplacada
P4	0.85	2.55	-----	-----	-----	contraplacada
P5	1.00	2.40	-----	-----	2.50	apanelada
M1	1.45	2.70	-----	-----	-----	vidrio,madera
M2	1.60	-----	2.50	2.50	-----	vidrio,madera

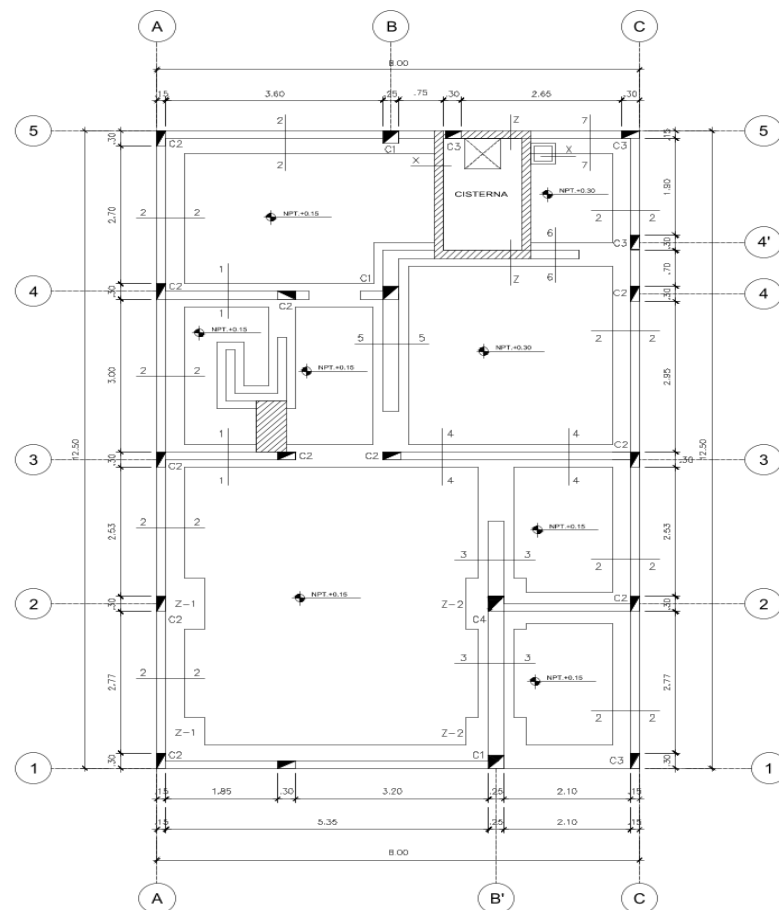
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



"ANÁLISIS SISMORRESISTENTE EMPLEANDO ELEMENTOS DE BAMBÚ PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"

TIPO DE PLANO:		DISTRIBUCIÓN PLANTAS	
ESPECIALIDAD:		ARQUITECTURA	
UBICACIÓN:		AMARILIS-HUÁNUCO-HUÁNUCO	
ESCALA:		INDICADA	
		AR-001	

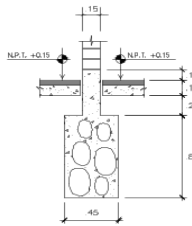
PLANO DE CIMENTACIÓN



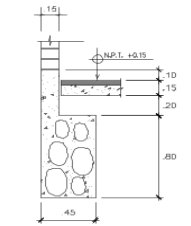
PRIMER PISO



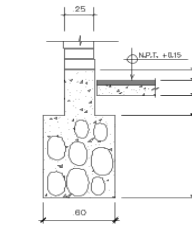
DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS



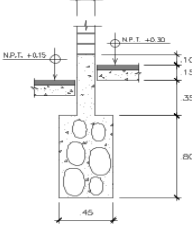
CORTE 1 - 1
ESCALA 1/25



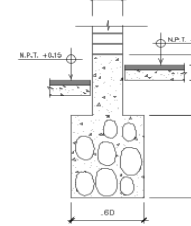
CORTE 2 - 2
ESCALA 1/25



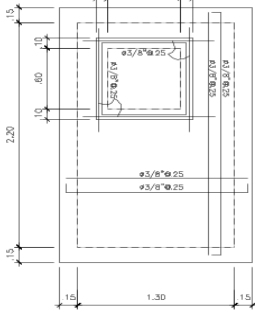
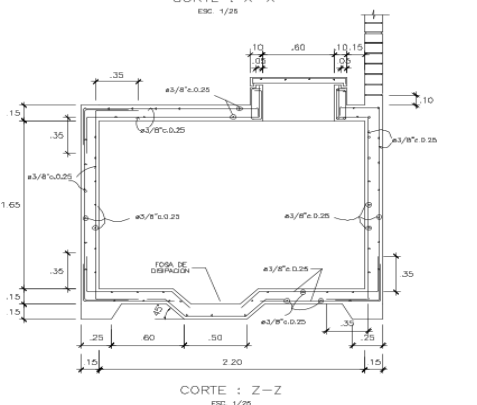
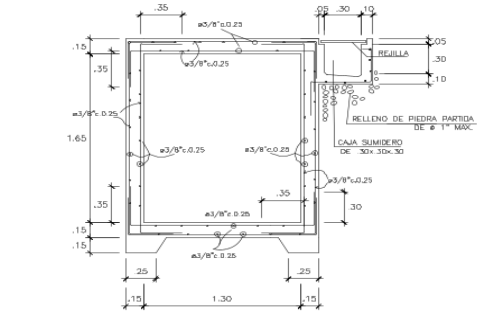
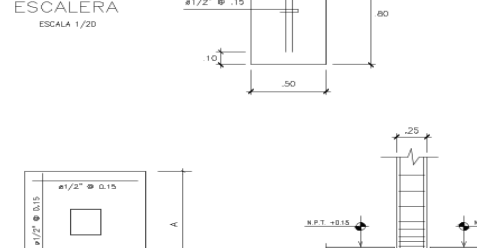
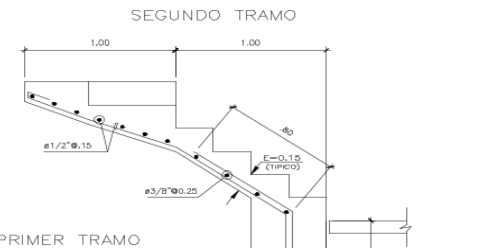
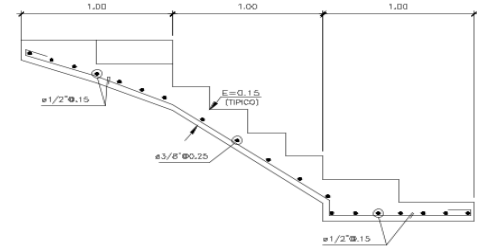
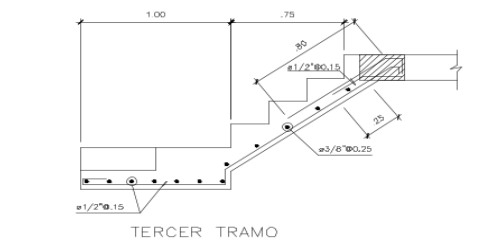
CORTE 3 - 3
ESCALA 1/25



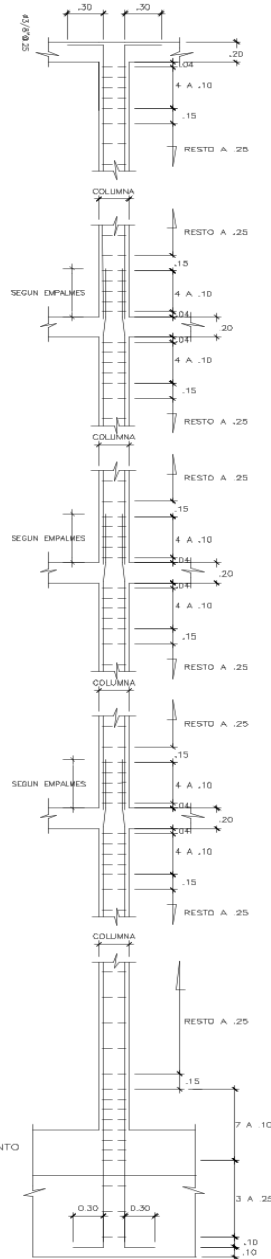
CORTE 4 - 4
ESCALA 1/25



CORTE 5 - 5
ESCALA 1/25



TAPA DE TANQUE CISTERNA
ESCALA 1/25



CUADRO DE COLUMNAS					
TIPO	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
DIMENSION					
ESTRIBOS	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
CONCRETO CICLOPEO: CEMENTO: CEMENTO HORMON 1:10 + 30% PIEDRA GRANDE 5" MAXIMO SORBICION: CEMENTO HORMON 1:8 + 25% PIEDRA MEDIANA 3" MAXIMO	REQUERIMIENTO DEL ACERO CIMENTACION: 7.5 cm COLUMNA Y ZAPATAS LOSAS Y ESCALERA: 3.00 cm
CONCRETO ARMADO: CONCRETO - COLUMNAS CONCRETO - VIGAS	TRASLAPE: Ø 3/8" = 40 cm Ø 1/2" = 60 cm Ø 5/8" = 80 cm
SOBRECARGA: TECHO 1 PISO 200 kg/m² TECHO 2 PISO 200 kg/m² TECHO 3 PISO 200 kg/m² TECHO 4 PISO 150 kg/m²	
MORTERO: PAPA LAGUILLAS KING KONG DE Fm = 30 kg/cm² (1:4 CEMENTO, ARENA) LLENADO COMPLETAMENTE LAS JUNTAS VERTICALES Y HORIZONTALES DE DILATACION 1" (USAR TEOPORT).	

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

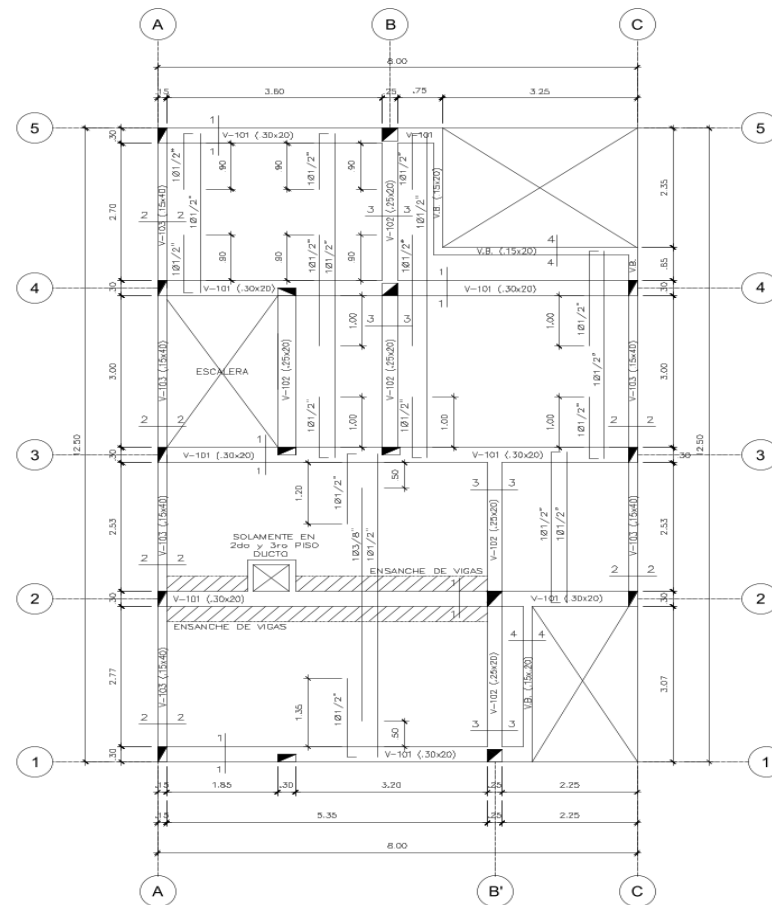


"ANÁLISIS SISMORRESISTENTE EMPLEANDO ELEMENTOS DE BAMBÚ PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"

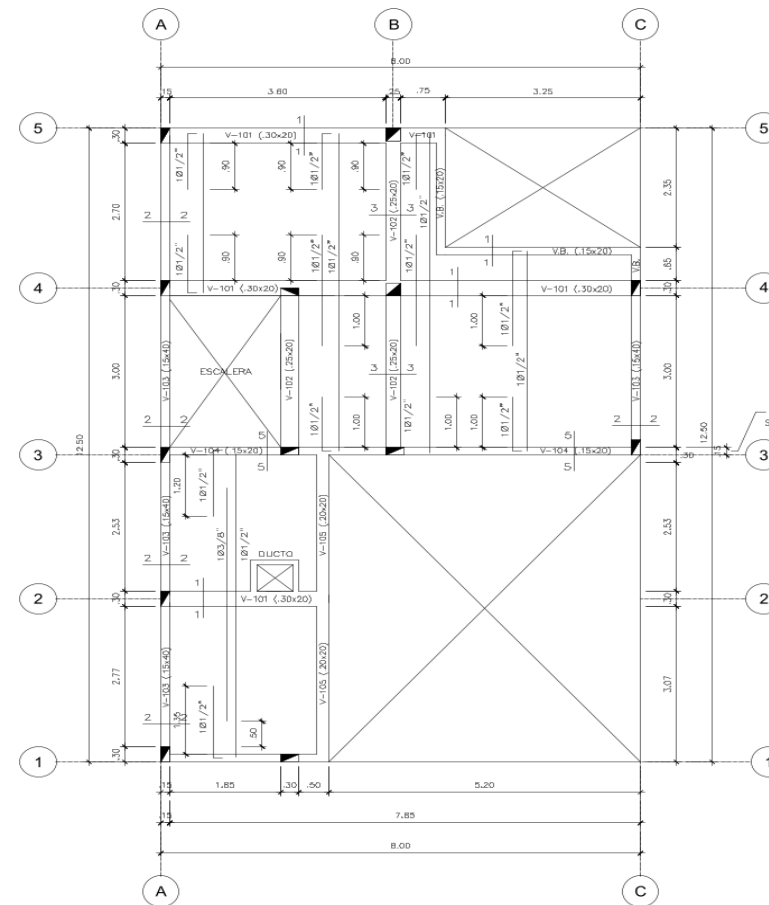
TIPO DE PLANO:	CIMENTACIÓN	
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURAS	
UBICACIÓN:	AMARILIS-HUÁNUCO-HUÁNUCO	ESCALA: INDICADA

ES-001

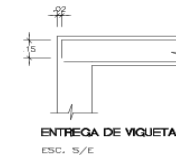
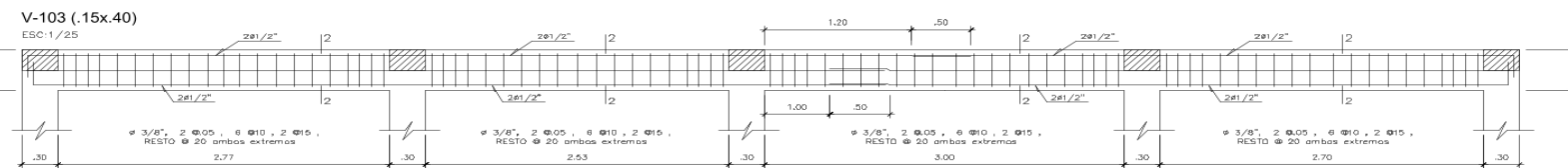
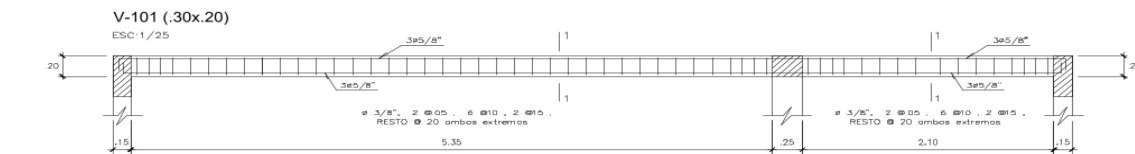
PLANO DE LOSA



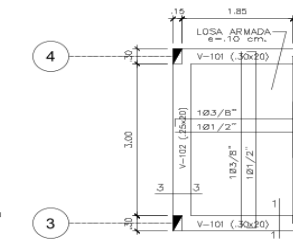
ALIGERADO: 1ER PISO, 2DO Y 3ER PISO
ESC. 1/50



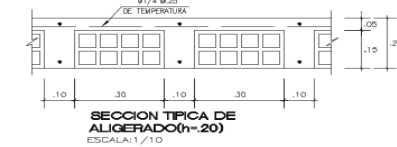
ALIGERADO: AZOTEA
ESC. 1/50



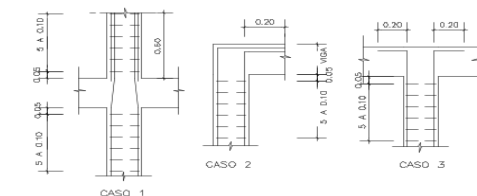
VALORES	DE	m
REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	
H CUALQUIERA	H MENOR O MAYOR DE 0.30	
3/8"	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.50
5/8"	0.30	0.45



LOSA PARA TANQUE ELEVADO
ESC. 1/50

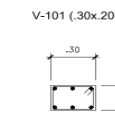


NOTA:
A- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION
B- EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70% O CONSULTAR AL PROYECTISTA.
C- PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS, SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25cm PARA #3/8" Y 35cm PARA #1/2" Y 5/8".

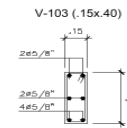


REFUERZO - COLUMNA CON CON VIGA Y ALIGERADO
ESC. 5/E

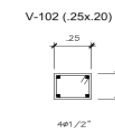
SECCION DE VIGAS :
ESC. 1/50



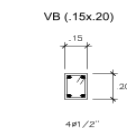
SECCION : 1 - 1



SECCION : 2 - 2

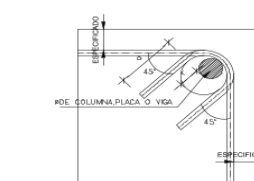


SECCION : 3 - 3

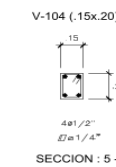


SECCION : 4 - 4

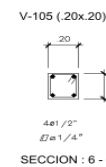
#	r(cm.)	a(cm.)
1/4"	1.3	8.5
3/8"	2.0	10.0
1/2"	2.5	12.5



DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS
ESC. 5/E



SECCION : 5 - 5



SECCION : 6 - 6

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



"ANÁLISIS SISMORRESISTENTE EMPLEANDO ELEMENTOS DE BAMBÚ PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN, AMARILIS - HUÁNUCO - 2023"

TIPO DE PLANO:	ALIGERADO
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURAS
UBICACIÓN:	AMARILIS-HUÁNUCO-HUÁNUCO
ESCALA:	INDICADA

ES-002

ANEXO 3

VALORES DE ESPECTRO DE DISEÑO

C	T (s)	Sa/g
2.50	0.00	0.1141
2.50	0.02	0.1141
2.50	0.04	0.1141
2.50	0.06	0.1141
2.50	0.08	0.1141
2.50	0.10	0.1141
2.50	0.12	0.1141
2.50	0.14	0.1141
2.50	0.16	0.1141
2.50	0.18	0.1141
2.50	0.20	0.1141
2.50	0.25	0.1141
2.50	0.30	0.1141
2.50	0.35	0.1141
2.50	0.40	0.1141
2.50	0.45	0.1141
2.50	0.50	0.1141
2.50	0.55	0.1141
2.50	0.60	0.1141
2.31	0.65	0.1053
2.14	0.70	0.0978
2.00	0.75	0.0913
1.88	0.80	0.0856
1.76	0.85	0.0805
1.67	0.90	0.0761
1.58	0.95	0.0721
1.50	1.00	0.0685
1.36	1.10	0.0622
1.25	1.20	0.0570
1.15	1.30	0.0527
1.07	1.40	0.0489
1.00	1.50	0.0456
0.94	1.60	0.0428
0.88	1.70	0.0403
0.83	1.80	0.0380

0.79	1.90	0.0360
0.75	2.00	0.0342
0.62	2.20	0.0283
0.52	2.40	0.0238
0.44	2.60	0.0203
0.38	2.80	0.0175
0.33	3.00	0.0152
0.19	4.00	0.0086
0.12	5.00	0.0055
0.08	6.00	0.0038
0.06	7.00	0.0028
0.05	8.00	0.0021
0.04	9.00	0.0017
0.03	10.00	0.0014

Figura 36
Comportamiento modal 2

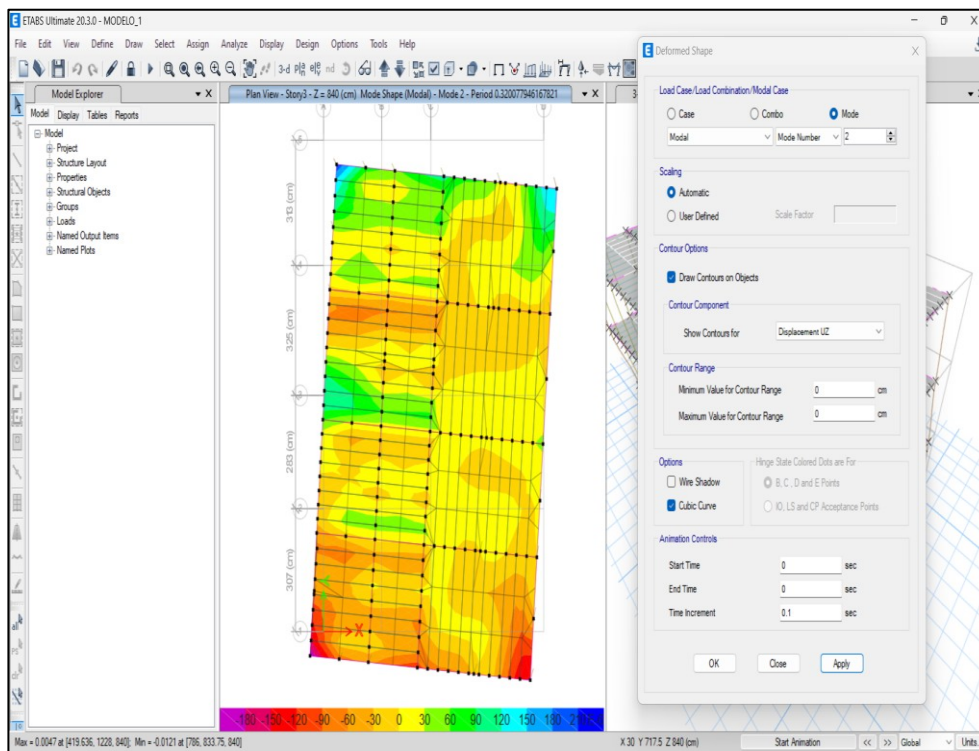


Figura 37
Comportamiento modal 3

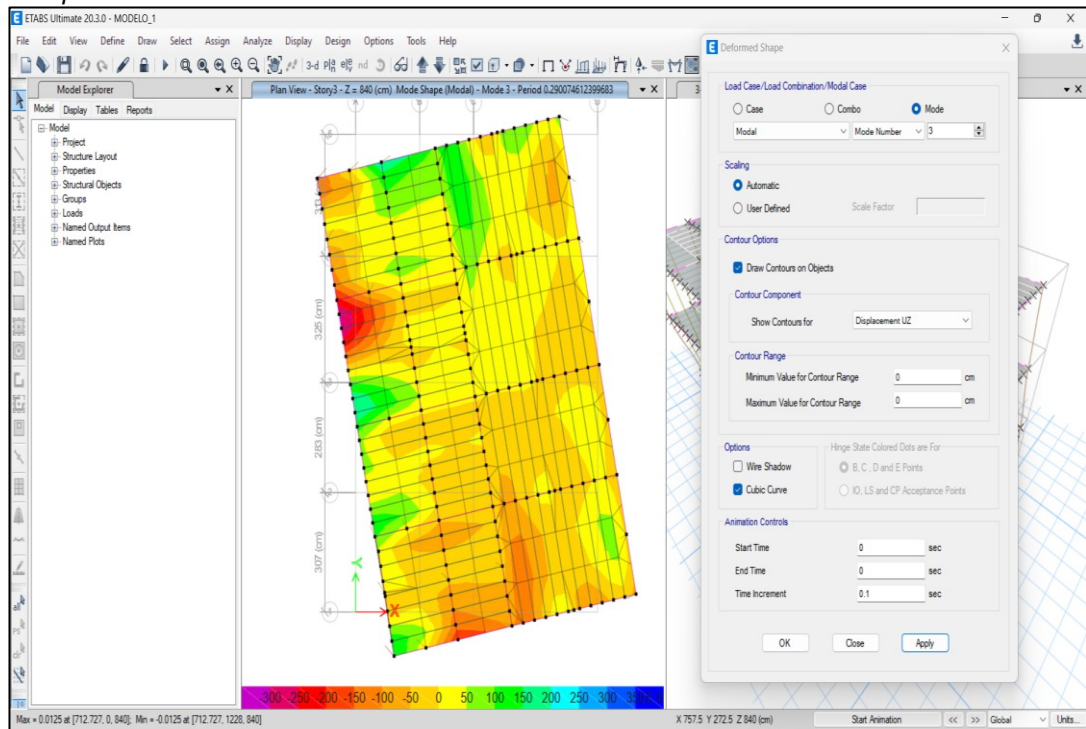


Figura 38
Comportamiento modal 4

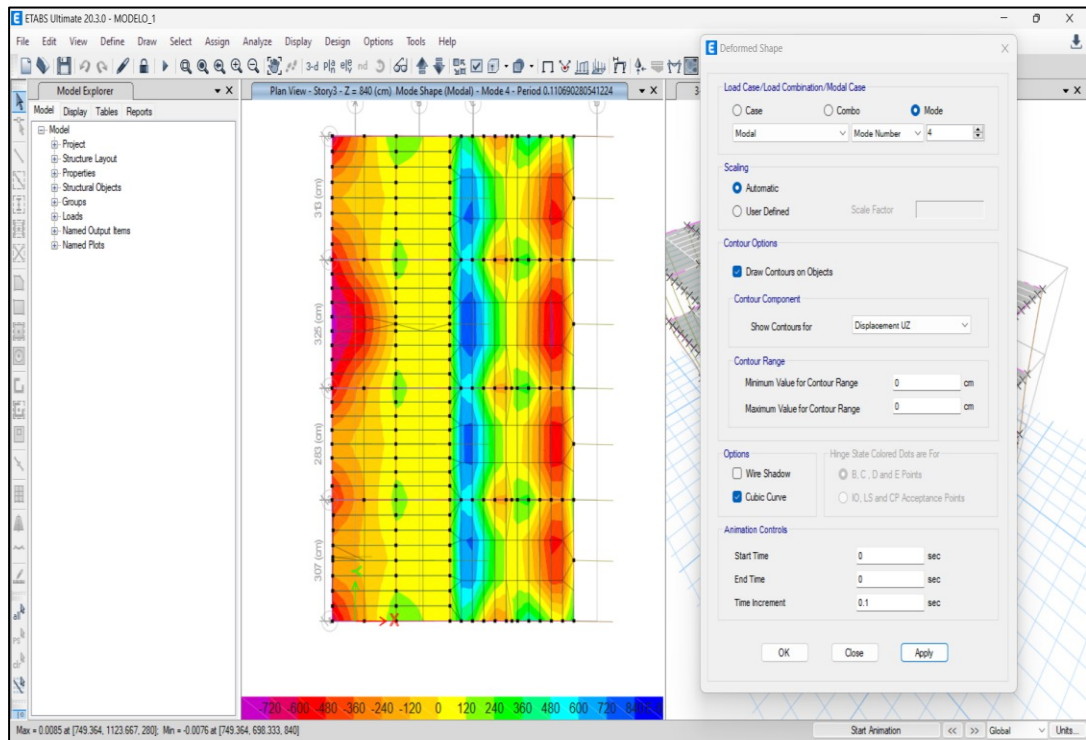


Figura 39
Comportamiento modal 5

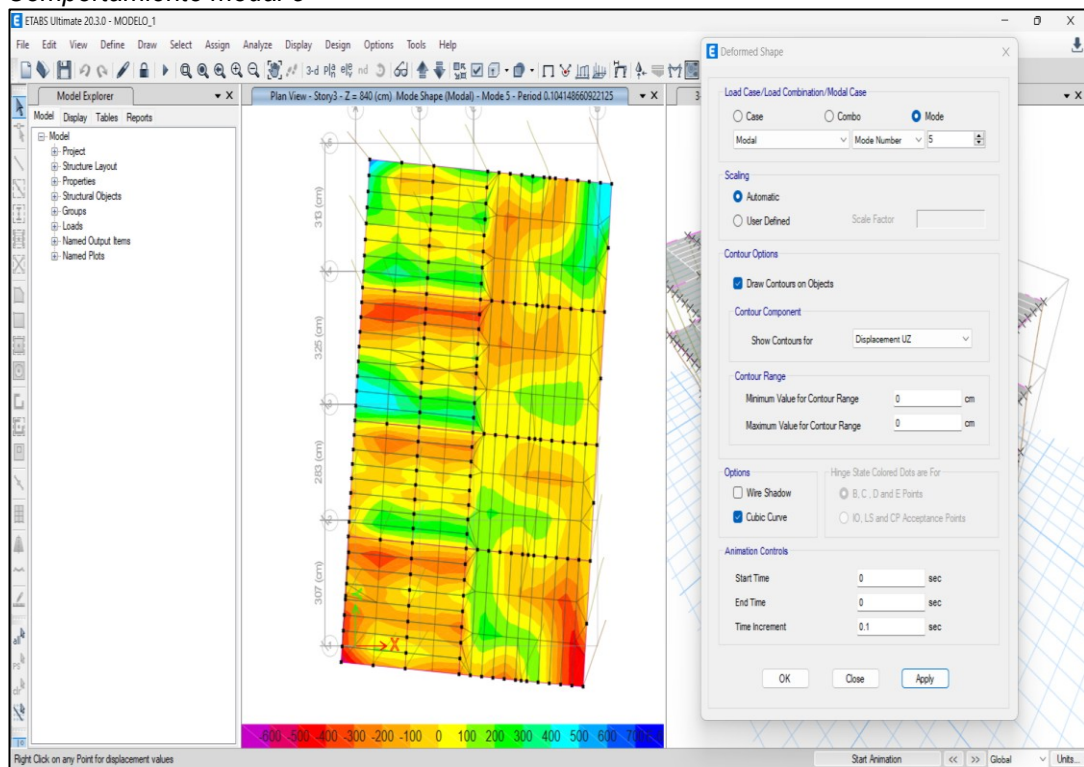


Figura 40
Comportamiento modal 6

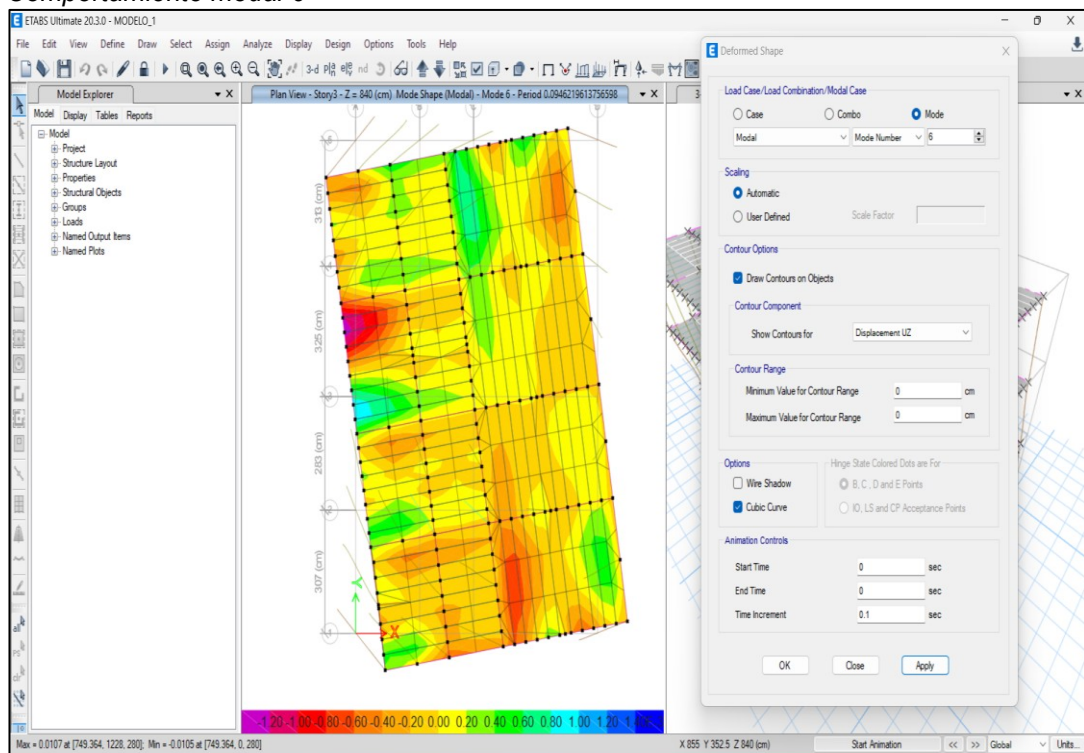


Tabla 19*Deriva de entrepiso*

TABLE: Story Max Over Avg							
Drifts							
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio
					cm	cm	
Story3	PP	LinStatic		X	0.0013	0.0011	1.143
Story3	CV	LinStatic		X	0.0006	0.0005	1.086
Story3	CM	LinStatic		X	0.0012	0.0011	1.086
Story3	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.101	0.0993	1.017
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0381	0.0199	1.919
Story3	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1019	0.0891	1.144
Story3	UDConS1	Combination		X	0.0034	0.0031	1.112
Story3	UDConS2	Combination		X	0.0039	0.0035	1.106
Story3	UDConS3	Combination		X	0.0039	0.0035	1.106
Story3	UDConS4	Combination		X	0.0035	0.0032	1.107
Story3	UDConS5	Combination	Max	X	0.1043	0.1027	1.015
Story3	UDConS5	Combination	Min	X	0.098	0.0959	1.022
Story3	UDConS6	Combination	Max	X	0.0418	0.0234	1.791
Story3	UDConS6	Combination	Max	Y	0.1023	0.0892	1.147
Story3	UDConS6	Combination	Min	X	0.035	0.0165	2.125
Story3	UDConS6	Combination	Min	Y	0.1018	0.089	1.144
Story3	UDConS7	Combination	Max	X	0.1027	0.101	1.016
Story3	UDConS7	Combination	Min	X	0.0994	0.0975	1.02
Story3	UDConS8	Combination	Max	X	0.04	0.0217	1.848
Story3	UDConS8	Combination	Max	Y	0.1021	0.0892	1.145
Story3	UDConS8	Combination	Min	X	0.0365	0.0181	2.016
Story3	UDConS8	Combination	Min	Y	0.1019	0.089	1.144
Story3	ENVOL	Combination	Max	X	0.1043	0.1027	1.015
Story3	ENVOL	Combination	Max	Y	0.1023	0.0893	1.146
Story3	ENVOL	Combination	Min	X	0.0994	0.0975	1.02
Story3	ENVOL	Combination	Min	Y	0.1019	0.089	1.144
Story2	PP	LinStatic		X	0.0011	0.0011	1.051
Story2	CV	LinStatic		X	0.0005	0.0005	1.014
Story2	CM	LinStatic		X	0.001	0.001	1.014
Story2	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.1615	0.1591	1.015
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0648	0.0339	1.913
Story2	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.171	0.1483	1.153
Story2	UDConS1	Combination		X	0.0029	0.0029	1.031

Story2	UDConS2	Combination		X	0.0033	0.0032	1.026
Story2	UDConS3	Combination		X	0.0033	0.0032	1.026
Story2	UDConS4	Combination		X	0.003	0.0029	1.027
Story2	UDConS5	Combination	Max	X	0.1646	0.1623	1.014
Story2	UDConS5	Combination	Min	X	0.1585	0.156	1.016
Story2	UDConS6	Combination	Max	X	0.0681	0.0371	1.837
Story2	UDConS6	Combination	Max	Y	0.1711	0.1483	1.154
Story2	UDConS6	Combination	Min	X	0.0616	0.0307	2.005
Story2	UDConS6	Combination	Min	Y	0.1708	0.1482	1.153
Story2	UDConS7	Combination	Max	X	0.1631	0.1608	1.014
Story2	UDConS7	Combination	Min	X	0.1599	0.1575	1.015
Story2	UDConS8	Combination	Max	X	0.0665	0.0355	1.872
Story2	UDConS8	Combination	Max	Y	0.1711	0.1483	1.153
Story2	UDConS8	Combination	Min	X	0.0632	0.0322	1.959
Story2	UDConS8	Combination	Min	Y	0.1709	0.1482	1.153
Story2	ENVOL	Combination	Max	X	0.1646	0.1623	1.014
Story2	ENVOL	Combination	Max	Y	0.1711	0.1484	1.153
Story2	ENVOL	Combination	Min	X	0.1599	0.1575	1.015
Story2	ENVOL	Combination	Min	Y	0.1709	0.1482	1.153
Story1	PP	LinStatic		X	0.0005	0.0004	1.072
Story1	CV	LinStatic		X	0.0002	0.0002	1.038
Story1	CM	LinStatic		X	0.0004	0.0004	1.038
Story1	SXDIN	LinRespSpec	Max	X	0.136	0.1341	1.014
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	X	0.0584	0.0305	1.915
Story1	SYDIN	LinRespSpec	Max	Y	0.1508	0.1297	1.163
Story1	UDConS1	Combination		X	0.0012	0.0012	1.053
Story1	UDConS2	Combination		X	0.0014	0.0013	1.048
Story1	UDConS3	Combination		X	0.0014	0.0013	1.048
Story1	UDConS4	Combination		X	0.0013	0.0012	1.05
Story1	UDConS5	Combination	Max	X	0.1373	0.1354	1.014
Story1	UDConS5	Combination	Min	X	0.1348	0.1328	1.015
Story1	UDConS6	Combination	Max	X	0.0598	0.0318	1.879
Story1	UDConS6	Combination	Max	Y	0.1509	0.1298	1.163
Story1	UDConS6	Combination	Min	X	0.0571	0.0292	1.957
Story1	UDConS6	Combination	Min	Y	0.1508	0.1296	1.163
Story1	UDConS7	Combination	Max	X	0.1367	0.1348	1.014
Story1	UDConS7	Combination	Min	X	0.1354	0.1334	1.014
Story1	UDConS8	Combination	Max	X	0.0591	0.0312	1.896
Story1	UDConS8	Combination	Max	Y	0.1509	0.1297	1.163

Story1	UDConS8	Combination	Min	X	0.0577	0.0298	1.936
Story1	UDConS8	Combination	Min	Y	0.1508	0.1297	1.163
Story1	ENVOL	Combination	Max	X	0.1373	0.1354	1.014
Story1	ENVOL	Combination	Max	Y	0.1509	0.1298	1.163
Story1	ENVOL	Combination	Min	X	0.1354	0.1334	1.014
Story1	ENVOL	Combination	Min	Y	0.1508	0.1297	1.163

Tabla 20
Desplazamientos

Sto ry	La bel	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
						cm	cm	cm	rad	rad	rad
Sto ry3	1	2	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 959	0.0 045	0.0 102	0.00 0045	0.00 0122	0.00 0011
Sto ry3	2	6	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 962	0.0 068	0.0 047	0.00 0021	0.00 0108	0.00 0012
Sto ry3	3	10	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 842	0.0 05	0.0 101	0.00 0042	0.00 0119	0.00 0016
Sto ry3	4	14	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 845	0.0 071	0.0 048	0.00 0023	0.00 0105	0.00 0015
Sto ry3	5	18	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 96	0.0 029	0.0 038	0.00 0015	0.00 0121	0.00 0012
Sto ry3	6	22	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 961	0.0 029	0.0 013	0.00 0004	0.00 0117	0.00 0012
Sto ry3	7	26	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 843	0.0 03	0.0 036	0.00 0014	0.00 0117	0.00 0015
Sto ry3	8	30	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 844	0.0 029	0.0 013	0.00 0004	0.00 0113	0.00 0014
Sto ry3	9	34	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 935	0.0 047	0.0 084	0.00 0023	0.00 013	0.00 0013
Sto ry3	10	38	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 905	0.0 048	0.0 082	0.00 0022	0.00 0129	0.00 0013
Sto ry3	11	42	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 876	0.0 049	0.0 073	0.00 0002	0.00 0133	0.00 0014
Sto ry3	12	46	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 937	0.0 069	0.0 033	0.00 0002	0.00 0145	0.00 0012
Sto ry3	13	50	SXDIN	LinRes pSpec	Max	0.3 907	0.0 07	0.0 032	0.00 0001	0.00 0145	0.00 0013

Sto	14	54	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		879	071	032	0002	0144	0014
Sto	15	58	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		935	029	024	0002	0144	0012
Sto	16	62	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		936	029	014	0001	015	0013
Sto	17	66	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		905	029	024	0001	0143	0013
Sto	19	74	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		877	03	024	0001	0142	0014
Sto	20	78	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		877	029	013	0001	0148	0014
Sto	21	82	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		906	029	013	0001	0149	0013
Sto	18	794	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		939	029	022	0012	0143	0014
Sto	22	829	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		939	046	069	0045	0148	0013
Sto	23	800	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		943	029	015	0017	0153	0013
Sto	24	832	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		943	046	05	0049	0171	0013
Sto	25	806	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		946	029	009	0012	0178	0013
Sto	26	835	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		946	046	032	0035	0199	0013
Sto	27	102	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		949	029	007	0002	0218	0012
Sto	28	101	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		949	046	024	0001	0236	0012
Sto	29	812	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		952	029	011	0017	0173	0012
Sto	30	838	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		952	046	033	0041	0198	0012
Sto	31	818	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		955	029	019	0024	0144	0012
Sto	32	841	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		955	046	055	0061	0167	0011

Sto	33	824	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		958	029	029	0024	0127	0011
Sto	34	844	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		957	045	08	0062	0142	0011
Sto	35	795	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		939	029	012	0005	0155	0013
Sto	36	801	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		943	029	01	0007	0171	0013
Sto	37	807	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		946	029	007	0006	0201	0012
Sto	38	133	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		95	029	006	0001	0205	0012
Sto	39	813	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		953	029	007	0004	0194	0012
Sto	40	819	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		956	029	009	0006	0156	0012
Sto	41	825	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		958	029	012	0006	0131	0012
Sto	45	154	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		951	068	012	0002	0236	0012
Sto	50	747	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		91	029	013	0003	015	0014
Sto	52	753	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		914	029	011	0006	0159	0014
Sto	54	759	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		917	029	009	0006	018	0013
Sto	56	765	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		921	029	007	0003	0212	0013
Sto	58	771	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		924	029	007	0003	0212	0013
Sto	60	777	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		927	029	009	0006	018	0013
Sto	62	783	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		93	029	011	0006	016	0012
Sto	64	789	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		933	029	013	0003	015	0012
Sto	65	746	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		909	029	021	0014	0141	0014

Sto	66	752	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		913	029	014	0019	0148	0014
Sto	67	758	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		917	029	007	0016	0166	0013
Sto	68	764	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		921	029	003	0007	0195	0013
Sto	69	770	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		924	029	003	0007	0195	0013
Sto	70	776	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		927	029	007	0017	0166	0013
Sto	71	782	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		93	029	014	0019	0149	0012
Sto	72	788	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		933	029	021	0014	0141	0012
Sto	73	693	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		881	03	022	0012	0144	0015
Sto	74	692	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		881	049	066	0033	0151	0015
Sto	75	699	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		885	03	016	0016	0156	0014
Sto	76	698	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		885	049	051	0043	0172	0015
Sto	77	705	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		889	03	01	0012	018	0014
Sto	78	704	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		889	049	036	0033	0198	0014
Sto	79	258	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		893	03	008	0001	0217	0014
Sto	80	257	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		892	049	028	0002	0231	0014
Sto	81	711	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		896	03	01	0012	018	0013
Sto	82	710	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		896	048	035	0034	0197	0013
Sto	83	717	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		899	03	016	0016	0157	0013
Sto	84	716	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		899	048	051	0048	017	0013

Sto	85	723	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		902	03	021	0012	0145	0012
Sto	86	722	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		902	048	069	0044	0148	0013
Sto	87	727	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		881	029	012	0005	0155	0014
Sto	88	730	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		885	029	01	0006	0172	0014
Sto	89	733	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		889	029	008	0005	0201	0014
Sto	90	289	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		893	029	006	0001	0207	0014
Sto	91	736	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		896	029	008	0005	0201	0014
Sto	92	739	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		9	029	01	0007	0173	0013
Sto	93	742	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		903	029	012	0005	0156	0013
Sto	97	310	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3				pSpec		894	07	014	0002	0235	0014
Sto	10	636	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	2			pSpec		849	029	011	0006	0127	0015
Sto	10	642	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	4			pSpec		853	029	009	0006	0152	0015
Sto	10	648	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	6			pSpec		858	029	007	0004	0188	0014
Sto	10	342	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	7			pSpec		863	071	013	0003	0229	0014
Sto	10	341	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	8			pSpec		862	029	006	0001	0199	0014
Sto	11	654	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	0			pSpec		866	029	007	0006	0196	0014
Sto	11	660	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	2			pSpec		87	029	01	0007	0168	0014
Sto	11	666	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	4			pSpec		874	029	012	0004	0153	0013
Sto	11	635	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	5			pSpec		848	03	028	0023	0124	0016

Sto	11	641	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	6			pSpec		853	03	019	0024	0141	0015
Sto	11	647	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	7			pSpec		857	03	011	0016	0169	0015
Sto	11	373	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	8			pSpec		862	03	007	0001	0212	0014
Sto	11	653	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	9			pSpec		866	03	009	0011	0174	0014
Sto	12	659	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	0			pSpec		87	03	015	0016	0151	0014
Sto	12	665	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	1			pSpec		873	03	021	0013	014	0013
Sto	12	846	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	9			pSpec		909	048	089	002	012	0014
Sto	13	847	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	0			pSpec		913	048	096	0016	0113	0014
Sto	13	848	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	1			pSpec		917	047	101	0011	0109	0014
Sto	13	849	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	2			pSpec		92	047	104	0005	0107	0013
Sto	13	850	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	3			pSpec		924	047	104	0002	0107	0013
Sto	13	851	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	4			pSpec		927	047	102	0009	0109	0012
Sto	13	852	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	5			pSpec		93	047	098	0015	0114	0012
Sto	13	853	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	6			pSpec		932	047	092	002	0121	0012
Sto	13	428	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	7			pSpec		905	037	023	0007	0124	0013
Sto	13	432	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	8			pSpec		935	037	023	0009	0126	0013
Sto	13	436	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	9			pSpec		959	036	023	0006	0145	0012
Sto	14	420	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	1			pSpec		842	038	023	0008	0141	0014
Sto	14	424	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	2			pSpec		876	038	019	0002	0119	0014

Sto	14	440	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	3			pSpec		962	046	008	0003	0133	0013
Sto	14	444	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	4			pSpec		937	046	006	0003	0117	0013
Sto	14	448	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	5			pSpec		907	046	006	0002	0116	0013
Sto	14	452	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	6			pSpec		878	047	006	0003	0115	0013
Sto	14	456	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	7			pSpec		845	047	008	0006	0129	0014
Sto	14	416	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	0			pSpec		923	069	012	0002	0241	0013
Sto	14	460	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	8			pSpec		922	029	007	0001	0214	0013
Sto	14	464	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	9			pSpec		922	029	002	0001	0214	0013
Sto	15	475	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	0			pSpec		863	05	024	0001	0231	0014
Sto	15	485	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	2			pSpec		936	031	043	0001	0028	0013
Sto	15	486	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	3			pSpec		962	031	034	0002	0012	0013
Sto	15	491	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	4			pSpec		936	034	036	0001	0043	0013
Sto	15	492	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	5			pSpec		962	034	024	0001	0046	0013
Sto	15	497	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	6			pSpec		936	037	013	0001	0064	0013
Sto	15	498	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	7			pSpec		962	037	002	0002	0056	0013
Sto	15	503	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	8			pSpec		937	04	009	0002	0033	0013
Sto	15	504	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	9			pSpec		962	04	015	0002	0018	0013
Sto	16	509	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	0			pSpec		937	044	009	0002	0053	0013
Sto	16	510	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	1			pSpec		962	044	01	0002	007	0013

Sto	16	515	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	2			pSpec		937	048	021	0002	0061	0013
Sto	16	516	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	3			pSpec		962	048	026	0006	0081	0013
Sto	16	521	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	4			pSpec		937	052	026	0002	0012	0013
Sto	16	522	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	5			pSpec		962	052	04	0011	0009	0013
Sto	16	527	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	6			pSpec		937	056	014	0002	0038	0013
Sto	16	528	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	7			pSpec		963	056	035	0015	0023	0013
Sto	16	533	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	8			pSpec		937	06	003	0002	002	0013
Sto	16	534	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	9			pSpec		963	06	025	0018	0016	0012
Sto	17	539	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	0			pSpec		937	064	004	0002	0042	0013
Sto	17	540	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	1			pSpec		963	064	025	002	0028	0012
Sto	17	544	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	2			pSpec		906	031	042	0001	0028	0013
Sto	17	547	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	3			pSpec		907	034	036	0001	0043	0013
Sto	17	550	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	4			pSpec		907	037	013	0001	0064	0013
Sto	17	553	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	5			pSpec		907	041	008	0002	0033	0013
Sto	17	556	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	6			pSpec		907	044	009	0002	0052	0013
Sto	17	559	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	7			pSpec		907	048	02	0002	006	0013
Sto	17	562	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	8			pSpec		907	052	026	0002	0013	0013
Sto	17	565	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	9			pSpec		907	057	013	0002	0039	0013
Sto	18	568	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	0			pSpec		907	061	003	0001	002	0013

Sto	18	571	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	1			pSpec		907	065	004	0001	0042	0013
Sto	18	574	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	2			pSpec		878	031	042	0001	0028	0014
Sto	18	577	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	3			pSpec		878	034	036	0001	0042	0014
Sto	18	580	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	4			pSpec		878	037	013	0001	0063	0014
Sto	18	583	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	5			pSpec		878	041	008	0002	0033	0014
Sto	18	586	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	6			pSpec		878	045	009	0002	0052	0014
Sto	18	589	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	7			pSpec		878	049	02	0002	006	0014
Sto	18	592	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	8			pSpec		879	053	026	0002	0013	0014
Sto	18	595	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	9			pSpec		879	057	013	0002	0039	0014
Sto	19	598	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	0			pSpec		879	062	003	0002	002	0014
Sto	19	601	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	1			pSpec		879	066	004	0002	0042	0014
Sto	19	604	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	2			pSpec		844	031	032	0002	0011	0014
Sto	19	607	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	3			pSpec		845	034	023	0002	0045	0014
Sto	19	610	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	4			pSpec		845	037	002	0002	0055	0014
Sto	19	613	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	5			pSpec		845	041	015	0002	0018	0014
Sto	19	616	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	6			pSpec		845	045	009	0004	0068	0014
Sto	19	619	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	7			pSpec		845	049	026	0009	0079	0014
Sto	19	622	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	8			pSpec		845	053	039	0014	001	0014
Sto	19	625	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	9			pSpec		846	057	035	0017	0021	0014

Sto	20	628	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	0			pSpec		846	062	026	002	0015	0014
Sto	20	631	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	1			pSpec		846	067	026	0022	0028	0014
Sto	20	670	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	2			pSpec		847	05	081	0056	0139	0016
Sto	20	673	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	3			pSpec		852	05	057	0056	0161	0015
Sto	20	676	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	4			pSpec		857	05	037	0041	0189	0015
Sto	20	679	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	5			pSpec		862	05	025	001	0222	0015
Sto	20	682	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	6			pSpec		866	049	03	004	0183	0014
Sto	20	685	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	7			pSpec		869	049	044	0043	0163	0013
Sto	20	688	SXDIN	LinRes	Max	0.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00
ry3	8			pSpec		873	049	06	0038	014	0013