

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA



**ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANÍAS CON ELEMENTOS
ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO
SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Sistemas Constructivos y Tecnológicos

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTA

FONSECA DAVILA, Marino German

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE ARQUITECTO

TESISTA

GOMEZ ALBORNOZ, Yaneth

ASESOR

ABAL GARCÍA, Bladimir Jhon

HUÁNUCO-PERÚ

2023

DEDICATORIA 01

A todos los que me acompañan en este pequeño tiempo fugaz de despertar llamado vida.

Marino German Fonseca Dávila

DEDICATORIA 02

A Dios, por ser mi guía espiritual y permitirme desarrollar este trabajo de investigación para obtener el título de Arquitecta.

A mi madre por ser mi más grande motivación y apoyo en este camino profesional.

A mis hijos por ser mi inspiración y motor para ser la mejor versión de mi cada día.

Yaneth Gómez Albornoz

AGRADECIMIENTO

A la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura por la formación académica brindada bajo las experiencias de los docentes, las cuales nos inspiran, para poder desarrollar aptitudes profesionales competitivas.

A nuestro esfuerzo y dedicación en este camino de aprendizaje que hoy nos permite finalizar la etapa académica para empezar la etapa profesional.

RESUMEN

El ser humano busca escapar de las infraestructuras convencionales, que no brindan confort ambiental agradable. Por ello en los últimos años una de las propuestas más viables para mejorar el confort ambiental de un espacio determinado es el uso del Bambú, este material nos permite aprovechar sus características bioclimáticas, físicas, ecológicas para mejorar el confort ambiental agradable de cualquier entorno.

La presente investigación tiene como propósito plantear un espacio modular de Artesanía con elementos estructurales de bambú, que brinde espacios de promoción y difusión del trabajo artesanal que se desarrolla en el distrito de Amarilis – Huánuco 2023, buscando integrar esta propuesta arquitectónica y estructuralmente en un contexto determinado.

Las estructuras con bambú existentes en el contexto planteado, no presentan las características espaciales y técnicas requeridas para el desarrollo de nuestra tesis, siendo estas solo de uso decorativo en espacios públicos. Por ello se plantea en esta tesis realizar la propuesta arquitectónica de un espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú para analizar el diseño sismorresistente.

Para realizar la presente tesis, se planteó la propuesta arquitectónica en base al análisis situacional de la artesanía y se evaluó si la propuesta con elementos estructurales de bambú, permiten hacer una estructura sismoresistente, se hizo el reconocimiento del lugar para conocer los parámetros sísmicos donde se ubicará el proyecto, donde consideramos; la ubicación, los accesos, la volumetría y los criterios de diseño, para posteriormente realizar el pre dimensionamiento de los elementos estructurales de bambú, desarrollando el modelamiento de la estructura en el software ETABS, se consideró las carga de sismo y de viento, según RNE E. 020, donde se obtuvo como resultado las siguientes derivas inelásticas: deriva por viento $X1=0.0001$ $X2=0.001$ $Y1=0.001$ $X1=0.005$, derivas por sismo $X1=0.0001$ $X2=0.001$ $Y1=0.004$ $X1=0.003$. Se concluye tras realizar el análisis sismorresistente empleando elementos de bambú cumple con los requisitos de sismoresistencia de la norma E. 030.

Palabras clave: Espacio Modular, Bambú, diseño sismoresistente.

ABSTRACT

Human beings seek to escape from conventional infrastructures, which do not provide pleasant environmental comfort. For this reason, in recent years one of the most viable proposals to improve the environmental comfort of a given space is the use of Bamboo. This material allows us to take advantage of its bioclimatic, physical, and ecological characteristics to improve the pleasant environmental comfort of any environment.

The purpose of this research is to propose a modular Craft space with structural elements of bamboo, which provides spaces for the promotion and dissemination of the craft work that is developed in the district of Amarilis - Huánuco 2023, seeking to integrate this proposal architecturally and structurally in a context certain.

The existing bamboo structures in the proposed context do not present the spatial and technical characteristics required for the development of our thesis, and these are only for decorative use in public spaces. Therefore, in this thesis, it is proposed to make the architectural proposal of a sustainable modular craft space with bamboo structural elements to analyze the earthquake-resistant design.

To carry out this thesis, the architectural proposal was proposed based on the situational analysis of the craftsmanship and it was evaluated if the proposal with bamboo structural elements allows for the creation of a seismic-resistant structure. The location was recognized to know the seismic parameters where the will locate the project, where we consider; the location, accesses, volumetry and design criteria, to subsequently carry out the pre-sizing of the bamboo structural elements, developing the modeling of the structure in the ETABS software, the earthquake and wind loads were considered, according to RNE E. 020, where the following inelastic drifts were obtained: wind drift $X1=0.0001$ $X2=0.001$ $Y1=0.001$ $X1=0.005$, earthquake drifts $X1=0.0001$ $X2=0.001$ $Y1=0.004$ $X1=0.003$. It is concluded after carrying out the seismic analysis using bamboo elements that it meets the seismic resistance requirements of the E. 030 standard.

keywords: Modular Space, Bamboo, earthquake-resistant design.

INDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
CAPÍTULO I: ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación.....	13
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos	14
1.2.1 Problema General.....	14
1.2.2 Problemas Específicos	14
1.3 Formulación del objetivo general y específicos	14
1.3.1 Objetivo General	14
1.3.2 Objetivos Específicos	14
1.4 Justificación.....	15
1.4.1 Justificación práctica.....	15
1.4.2 Justificación teórica.....	15
1.4.3 Justificación metodológica.....	15
1.5 Limitaciones	15
1.6 Formulación de hipótesis general y específica.....	16
1.6.1 Hipótesis General	16
1.6.2 Hipótesis Especifico.....	16
1.7 Variables	16
1.7.1 Variable independiente.....	16
1.7.2 Variable dependiente.....	16
1.8 Definición teórica y operacionalización de variables.....	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Antecedentes.....	18
2.1.1 Antecedentes internacionales	18
2.1.2 Antecedentes nacionales	20
2.2 Bases teóricas.....	22
2.2.1 Sistema constructivo modular	22
2.2.2 Arquitectura modular	22
2.2.3 Espacios arquitectónicos atractivos.....	24
2.2.4 Bambú	25
2.2.5 Análisis y diseño estructural	33
2.2.6 Cargas.....	41
2.2.7 Diseño de Elementos de Bambú	42
2.2.8 Diseño de uniones	53
2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos	59
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	61
3.1 Población y selección de la muestra	61
3.1.1 Población.....	61
3.1.2 Muestra.....	61
3.2 Enfoque, Alcance y diseño de investigación.....	61

3.2.1	Enfoque de la investigación	61
3.2.2	Alcance de la investigación.....	61
3.2.3	Diseño	61
3.3	Métodos, técnicas e instrumentos	62
3.3.1	Para la recolección de datos	62
3.3.2	Procedimiento para la presentación de datos	62
3.4	Procedimiento.....	63
3.5	Consideraciones éticas	63
CAPITULO IV: ANÁLISIS DEL SITIO Y CONTEXTO.....		64
4.1	Diagnóstico de la Artesanía Local	64
4.2	Artesanía en Huánuco	64
4.3	Relación de Artesanos.....	66
4.4	Problemática.....	68
4.5	Criterios para la ubicación del espacio Modular sostenible de artesanía.....	70
4.6	Análisis de espacios arquitectónicos atractivos	72
4.7	Análisis del sitio.....	74
4.7.1	Ubicación del proyecto	75
4.7.2	Descripción del terreno	76
4.7.3	Topografía	77
4.7.4	Asoleamiento.....	78
4.7.5	Accesibilidad.....	78
4.7.6	Paisaje	79
4.8	Análisis del Contexto de la propuesta	79
4.8.1	Zonificación	79
4.8.2	Equipamiento Urbano	81
CAPÍTULO V: PROPUESTA ARQUITECTÓNICA.....		84
5.1	Criterios de Diseño.....	84
5.1.1	Conceptualización de la propuesta.....	84
5.1.2	Ingreso.....	85
5.1.3	Distribución espacial	86
5.1.4	Volumetría.....	88
5.1.5	Materiales y acabados	89
CAPÍTULO VI: RESULTADOS.....		92
6.1	Análisis estructural	92
6.1.1	Metrado de Cargas	92
6.1.2	Calculo de parámetros de diseño.....	94
6.1.3	Espectro de aceleraciones	96
6.2	Procedimiento del análisis sismo resistente	97
6.3.1	Configuración de Unidades del programa.....	97
6.3.2	Definición de características del Material (Bambú).....	97
6.3.3	Definición de secciones de los Elementos Estructurales	98
6.3.4	Modelo matemático.....	100
6.3.5	Asignación de cargas.....	100
6.3.6	Combinación/Casos de cargas.....	103

6.3.7	Liberación de Nudos	104
6.3.8	Asignación de restricciones en los apoyos.....	104
6.3.9	Casos de carga para correr el programa	104
6.3	Análisis de resultados	106
	CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN	110
	CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
	CONCLUSIONES.....	112
	RECOMENDACIONES.....	113
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
	ANEXOS	121
	ANEXO N°1: EMS de la Obra de CUI 2196540 (Vía colectora)	122
	ANEXO N°2: Resolución de reconocimiento de Asociaciones de Artesanos de Amarilis	124
	ANEXO N°3: Matriz de consistencia	125
	ANEXO N°4: Diseño de los elementos	126
	ANEXO N°5: Planos	178
	ANEXO N°6: 3D.....	183

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Espacio Modular de bambú para exposición efímera (Izquierda). Kiosko móvil de bambú (Derecha).....	23
Figura 2 Espacio arquitectónico atractivo.....	24
Figura 3 Taxonomía de la Guadua	25
Figura 4 Guadua angustifolia.	26
Figura 5 Partes y crecimiento de una Guadua angustifolia (Izquierda), Sección longitudinal de un culmo (Derecha).....	27
Figura 6 Distribución de especies nativas y exóticas de bambú en el Perú.	29
Figura 7 Curado en inmersión de tallos de bambú.....	31
Figura 8 Secado en medio ambiente de tallos de bambú.	32
Figura 9 Secado en horno de tallos de bambú.	32
Figura 10 Zonificación sísmica del Perú.....	34
Figura 11 Sección compuesta en vigas para determinar b, d y CL.	46
Figura 12 Corte recto sin oreja y con orejas en Bambu	53
Figura 13 Fuerzas paralelas a la fibra	55
Figura 14 Carga Q.....	55
Figura 15 Carga T	56
Figura 16 Unión colineal.....	57
Figura 17 Unión perpendicular.	57
Figura 18 Uniones diagonales.....	58
Figura 19 Uniones diagonales.....	58
Figura 20 Procedimiento para la presentación de datos.....	62
Figura 21 Principales líneas artesanales de Huánuco	65
Figura 22 Numero de artesanos en la provincia de Huánuco.....	66
Figura 23 Principales líneas artesanales de distrito de Huánuco	67
Figura 24 Principales líneas artesanales en el distrito de amarilis.	67
Figura 25 Ubicación de espacios de promoción de artesanía en el distrito de Huánuco.	68
Figura 26: Ubicación de espacios de promoción de artesanía en el distrito de Amarilis.....	69
Figura 27 Área de desarrollo comercial	71
Figura 28 Área de desarrollo comercial central	72

Figura 29 Ubicación y localización del proyecto.....	75
Figura 30	76
Figura 31 Línea de corte de la sección transversal del Parque “Leoncio Prado”	77
Figura 32 Sección transversal del Parque “Leoncio Prado”	77
Figura 33 Asoleamiento y vientos del Parque “Leoncio Prado”	78
Figura 34 Rutas de acceso al Parque” Leoncio Prado”.....	79
Figura 35 Zonificación de uso de suelo comercial.....	80
Figura 36 Zonificación del Parque “Leoncio Prado”.....	80
Figura 37 Equipamiento urbano del contexto de la propuesta.	81
Figura 38 Equipamiento educativo	82
Figura 39 Equipamiento residencial.....	82
Figura 40 Equipamiento comercial.	83
Figura 41 Equipamiento complementario.....	83
Figura 42 Representación gráfica de Damero en Huánuco.....	84
Figura 43 Representación gráfica de Damero en la propuesta arquitectónica.	85
Figura 44 Ingreso de la propuesta arquitectónica.	86
Figura 45 Planta de distribución de la propuesta.	87
Figura 46 Vista 3D de distribución de estantes.....	87
Figura 47 Vista 3D Stand2.....	88
Figura 48 Vista exterior de Modulo.....	89
Figura 49 Vista exterior de Modulo.....	90
Figura 50 Vista de acabado de piso.....	90
Figura 51 Espectro de pseudo aceleraciones Ejes X y Y.	96
Figura 52 Unidades de entrada y salida de datos Etabs.	97
Figura 53 Propiedades de material Bambú. Etabs.	98
Figura 54 Secciones de Bambú (Col 1, Col 2 y Col 3) . Etabs.	99
Figura 55 Modelo matemático. Etabs.	100
Figura 56 Asignación de carga de viento en cobertura. Etabs.	100
Figura 57 Asignación de carga de carga viva en techo Etabs	101
Figura 58 Asignación de carga de viento en muros Etabs.	101
Figura 59 Definición de caso de carga X y Y. Etabs	102
Figura 60 Combinaciones de carga por sismo y viento.	103
Figura 61 Liberación de nudos.....	104

Figura 62 Asignación de restricción de Nudos.	104
Figura 63 Casos a analizar.	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema de variables-dimensiones e indicadores.	17
Tabla 2 Resumen valores típicos para los distintos tipos de suelos.	35
Tabla 3 Parámetros de suelo (S), según zona.	36
Tabla 4 Periodos T_p y T_l	36
Tabla 5 Categoría de las edificaciones y factor "U".	37
Tabla 6 Sistemas estructurales y coeficiente básico de Reducción sísmica (R_o).	38
Tabla 7 Categoría y regularidad de las edificaciones.	41
Tabla 8 Esfuerzos admisibles para bambú guadua angustifolia.	43
Tabla 9 Fórmula para el cálculo de deflexiones.	44
Tabla 10 Módulo de sección para secciones compuestas de vigas.	45
Tabla 11 Coeficiente CL para diferentes relaciones d/b en vigas de bambú.	46
Tabla 12 Coeficiente de longitud efectiva K, para elementos a compresión.	48
Tabla 13 Cargas admisibles para uniones empernadas con doble cizallamiento.	54
Tabla 14 Coeficiente de reducción por C_g	56
Tabla 15 Factores de Forma para cálculo de Carga por viento.	93
Tabla 16 Derivas por sismo modulo I.	106
Tabla 17 Derivas por sismo módulo II.	107
Tabla 18 Derivas por viento modulo I.	108
Tabla 19 Derivas por viento módulo II.	109

INTRODUCCIÓN

La presente investigación nace por la necesidad de proponer espacios con un material eco amigable que sea una alternativa para la promoción y difusión de los trabajos artesanales en el distrito de amarilis.

Se ha demostrado que el bambú es útil para los humanos en diversos campos socioeconómicos gracias a sus propiedades mecánicas y ambientales, principalmente flexibilidad y resistencia a la flexión, que son ampliamente utilizadas en la fabricación de muebles, instrumentos musicales, herramientas, aparejos de pesca, 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 papel y otros productos industriales, y más recientemente incluso para la producción de electricidad. En la presente tesis se analizara el bambú como elemento estructural, para lo cual se tendrá en cuenta que se realizó el análisis y diseño de la estructura de un espacio modular sostenible de artesanía con un área superior a los 53.12 m², empleando columnas y vigas de bambú, todo ello se realizó siguiendo los lineamiento de la norma, E. 020, E. 030 y la E. 100, se empleó el software ETABS como herramienta de modelamiento y análisis estructural, la tesis se dividirá en 7 capítulos fundamentales; el primer capítulo abarcara el planteamiento del problema, los objetivos de la tesis, justificación, limitaciones, hipótesis y variables, el capítulo dos estará centrado en el marco teórico, capítulo 3 se verá la metodología de la investigación , capítulo 4 se verá el análisis del sitio y contexto, capítulo 5 se verá la propuesta arquitectónica, capítulo 6 procesamiento de datos, capítulo 6 análisis y discusión de resultados y finalmente el capítulo 7 veremos las conclusiones recomendaciones y la bibliografía.

CAPÍTULO I: ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación

El sector construcción es una de las principales actividades que emite dióxido de carbono (CO₂), la cual contribuye al efecto invernadero causando el calentamiento global. Por cada metro cuadrado (m²) de construcción convencional (concreto – acero) se emiten 7 toneladas de CO₂ (Barnet Yann. 2019).

En el mundo, un 20% del dióxido de carbono se genera en industrias, sobre todo al crear materiales de construcción como el cemento. (Antena3 noticias, 2019).

El desafío en el sector es proyectar y desarrollar construcciones con un impacto ambiental mínimo, utilizando materiales eco amigables, renovables, materiales locales y con procesos participativos.

Las edificaciones, la mayoría de ellos están construidos sobre una base de acero 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. (Ministerio de Vivienda C. y., Manual de operación y mantenimiento, 2019)

Actualmente existe un reglamento vigente (E.100) sobre el bambú, que brinda pautas y parámetros para el uso correcto del bambú.

El espacio modular sostenible planteado, busca desarrollarse dentro de un área de concurrencia, adaptándose al entorno, teniendo como enfoque principal promover la artesanía local en el distrito de Amarilis (207 artesanos).

En el presente trabajo de investigación se plantea el uso de bambú como material prioritario para aportar en la reducción del uso del concreto en infraestructuras de promoción y ventas artesanales.

Por ello se propone acceso a herramientas, análisis y diseño de espacio modular sostenible para seleccionar las mejores opciones a aplicar a nuestra geografía de valles.

1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1 Problema General

¿Cómo se realizará el espacio modular sostenible de artesanías con elementos estructurales de bambú para analizar el diseño sismorresistente Amarilis Huánuco 2023?

1.2.2 Problemas Específicos

-) ¿Cómo se integrará con el entorno el espacio modular sostenible con elementos estructurales de bambú en Amarilis - Huánuco -2023?
-) ¿Qué valores presentará los parámetros de análisis estructural del espacio modular sostenible con elementos estructurales de bambú para el diseño sismorresistente en Amarilis - Huánuco -2023?
-) ¿Cómo identificar las derivas por sismo y viento de un espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú para el diseño sismorresistente en Amarilis - Huánuco -2023?
-) ¿Cómo se determinará la resistencia y rigidez de los elementos estructurales del espacio modular sostenible de artesanía con elementos de bambú en Amarilis - Huánuco -2023?

1.3 Formulación del objetivo general y específicos

1.3.1 Objetivo General

Proyectar el espacio modular sostenible de artesanías con elementos estructurales de bambú para analizar el diseño sismorresistente Amarilis Huánuco 2023.

1.3.2 Objetivos Específicos

-) Analizar el entorno de la propuesta arquitectónica del espacio modular sostenible con elementos estructurales de bambú en Amarilis - Huánuco -2023.
-) Determinar los parámetros de análisis estructural del espacio modular sostenible con elementos estructurales de bambú para el diseño sismorresistente en Amarilis - Huánuco -2023.
-) Realizar el análisis comparativo de las derivas por sismo y viento del espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú para el diseño sismorresistente, Amarilis - Huánuco -2023.

-) Realizar el diseño de los elementos estructurales de bambú del espacio modular sostenible de artesanía, Amarilis - Huánuco -2023..

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación práctica

El uso del bambú es una opción viable, ya que este es un material flexible, barato, ecoeficiente y sismorresistente. La propuesta de usar este material en espacios modular sostenible de artesanía es muy importante para el entorno de los usuarios, ya que el bambú es un material que genera un confort ambiental.

La propuesta presenta un gran aporte en la sociedad, por ello proponemos el uso de materiales alternativos como el bambú como elemento estructural.

Huánuco cuenta con cultivos de Bambú Guadua angustifolia, Leoncio prado, Tingo María.

1.4.2 Justificación teórica

Ésta presente investigación estará teóricamente justificada ya que se empleará las normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, ya que se analizará la estructura para determinar si estas cumplen con las normas E. 030, E. 100.

Emplearemos el software ETABS para el análisis.

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

-) Poca difusión de información sobre el diseño de estructuras utilizando el bambú.
-) Falta de información y apoyo de la municipalidad distrital de amarilis para la recolección de datos sobre el tema de estudios.

1.6 Formulación de hipótesis general y específica

1.6.1 Hipótesis General

El espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú permite una estructura funcional y sismorresistente en Amarilis - Huánuco -2023.

1.6.2 Hipótesis Especifico

-) El espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú se integra adecuadamente en el entorno propuesto en Amarilis - Huánuco -2023.
-) Los parámetros para el análisis estructural del espacio modular sostenible con elementos estructurales de bambú están en función al RNE E. 030.
-) Se presenta mayores derivas en el análisis por viento en el espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú en Amarilis - Huánuco -2023.
-) La resistencia y rigidez de los elementos estructurales de bambú se determinan con la norma del RNE en el espacio modular sostenible de artesanía en Amarilis - Huánuco -2023.

1.7 Variables

1.7.1 Variable independiente

Diseño sismorresistente

1.7.2 Variable dependiente

Elementos estructurales de bambú

1.8 Definición teórica y operacionalización de variables

Tabla 1

Sistema de variables-dimensiones e indicadores.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. Dependiente Elementos estructurales de bambú	Resistencia) Flexión	Cuantitativa	Discreta
) Sismorresistente		
) Corte		
) Compresión		
V. Independiente Diseño sismorresistente	Análisis dinámico) Derivas	Cuantitativa	Discreta
) Aceleraciones		
) Modos y periodos de vibración		
) Modos y periodos de vibración		

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Copo (2022) en su tesis titulada “*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*”; se presentaron dos maquetas realizadas en Guadua Angustifolia Kunth (Gak) y en madera del Grupo Estructural A, donde detalla:

El bambú entre sus características más sobresalientes es el de tener un peso relativamente bajo, lo que facilita su manipulación y transporte, además de ser un material económico para construir debido a que se produce dentro del país y en otros países de América del Sur, este material debe pasar por procesos adecuados para su preservación y correcto funcionamiento estructural, al igual que la madera provienen de un origen vegetal y estos pueden verse afectados por diferentes agentes perjudiciales como por ejemplo insectos.

El método de diseño utilizado para el bambú y la madera es el de esfuerzos admisibles (ASD), en el cual nos indica que los esfuerzos solicitantes deben ser menores a los esfuerzos admisible, en el caso del bambú deben ser modificados por diferentes factores, mientras que en la madera ya tenemos valores de esfuerzos admisibles exactos, criterio que se cumple en los elementos estructurales elegidos para los dos modelos. (Derivas Sismo X 0.0187, Y 0.01635)

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. Necesitamos proyectos conscientes destinados a garantizar la sostenibilidad a través de la conservación de la energía y el uso de este material natural. Llega a las siguientes conclusiones:

El bambú destaca su ligereza, flexibilidad, bajo coste y sobre todo su resistencia ante la aplicación de esfuerzos, su durabilidad se ve afectada por el ataque de organismos vivos y la exposición al sol y a la lluvia. Esto hace necesario aplicar tratamientos para alargar su vida útil.

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 evaluó experimentalmente 2 especies de bambú (*Bambusa Vulgaris Vulgaris* y *Guadua angustifolia*), 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 al utilizar el bambú, 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, 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 que demuestra esta tesis.

El cultivo de bambú podrá servir como medio de protección y salvaguardar de otras especies maderables de mayor valor económico y crecimiento lento, su rápido crecimiento lo convierte en una planta ideal para una reforestación rápida del ambiente.

El bambú reúne excelentes características como son:

- Z Rápido crecimiento y bajo costo de producción.
- Z Capacidad de reducir gases de efecto invernadero.
- Z Adaptación climática.

- Z Peso reducido, alta resistencia, gran flexibilidad y alta resistencia sísmica.
- Z Baja producción de residuos.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Castro (2018) en su tesis: “*Uso del bambú como estructura ligera y su aplicación en la construcción de espacios modulares para exposiciones efímeras en la plaza principal del distrito de Satipo al 2018*”; presentada a la Universidad Continental; el siguiente desarrollo de proyecto tiene como objetivo responder a la necesidad de promover, inculcar, reevaluar y brindar una alternativa de solución al problema constructivo relacionado con el uso del bambú, un producto único, liviano, sustentable y adecuado para el medio ambiente del distrito de Satipo. Los rasgos característicos se identifican durante la fase de recopilación de datos e investigación.

El bambú como estructura liviana, también se obtiene información sobre cosecha, comercialización y propagación del bambú en la zona de Satipo. Durante la fase de construcción se desarrolló la estructura modular de la instalación donde se concluye que el uso del bambú como estructura ligera es factible para su aplicación en la construcción de espacios modulares.

Residentes del distrito de Satipo ahora tienen mejor información la riqueza estructural que tiene el bambú, la cual está ausente por falta de conocimiento saber cómo obtener ganancias.

Faouzi (2018) en su tesis: “*Diseño de proyectos con bambú en Lima como estrategia de difusión de un método constructivo alternativo y sostenible*”; presentada a la Universidad San Martín de Porres; en el marco de su misión de innovación para el desarrollo sostenible, el Instituto de Vivienda, Urbanismo y Construcción (IVUC) de la Universidad de San Martín de Porres ha asumido un rol preponderante en el sector de la construcción eco-amigable a base de bambú, puesto que utiliza una especie nativa del Perú, la *Guadua angustifolia*, comúnmente, llamada caña Guayaquil. Los proyectos, elaborados con ONGs y el sector público, tienen un alto componente social y, a la vez, se hallan en la búsqueda de nuevas formas eficientes y sismorresistentes de utilizar este material y así ampliar, paulatinamente, los conocimientos y ejemplos sobre la arquitectura con bambú. En un afán de mostrar las posibilidades de este material y cambiar el

paradigma de su de uso temporal, dirigido hacia un público masivo de escasos recursos, el IVUC ha diseñado sus últimos proyectos en espacios de alta visibilidad en Lima, en el campo de la construcción, se requieren proyectos contruidos como ejemplares, cuya durabilidad y calidad arquitectónica real será el principal motor del cambio de imagen. Los proyectos realizados por el IVUC, que sean de vivienda social o de infraestructuras públicas han dado resultados muy positivos, tanto en el sector público como privado que empiezan a creer en el bambú e invertir con este material.

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 y busca 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 coste de construcción de una vivienda usando el bambú como material principal de construcción representa solo el 36.5% de costo de construir una vivienda de concreto armado.

El bambú es un material higroscópico lo que significa que absorberá o expulsará la humedad hacia su entorno hasta que se alcance un equilibrio. Por lo tanto, es importante mantener la humedad de esta manera se puede extender su vida útil.

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 de 80 m² respecto al sistema habitual.

La configuración estructural planteada de pórticos y arriostres es ideal ya que, con la presencias de arriostres en ambas direcciones se pudo controlar las derivas de entrepiso sometidas a cargas dinámicas tanto por sismo y viento

Paredes (2018) en su tesis: *“Uso del Bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto”*; presentada a la Universidad Cesar Vallejo; el objetivo general de este trabajo de investigación fue conocer el uso del bambú

como recurso de material de construcción en una casa ecológica en Tarapoto. Llegándose a las siguientes conclusiones: El sistema estructural que se utilizó para diseñar la vivienda es un sistema aperticado, lo cual influye de una manera óptima frente a los eventos sísmicos que, al ser modelado en el programa en análisis estático y dinámico, se observó que la vivienda si cumple con los requisitos de seguridad estructural de acuerdo a la norma sismo resistente E030.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sistema constructivo modular

Un sistema constructivo modular nos permite flexibilidad y personalización de la edificación a proyectar ya que consiste en un sistema de creación y ensamble de módulos estandarizados habitables que permiten crear espacios únicos de diseño. Además, gracias a configurarse con módulos ensamblados, tiene siempre la oportunidad de crecer en el momento que sea necesario pudiendo optar a mejoras y avances. Pero, además, uno de los aspectos más importantes de la edificación modular es que los tiempos son mucho más cortos que en una construcción convencional y los costos son un real ahorro.

“Una construcción modular, sea cual sea su carácter, puede solucionar todas las necesidades iniciales y posteriores de cualquier cliente. Ahorro de costes, menor tiempo de ejecución, calidades supremas y personalización al detalle son los cuatro principios básicos que definen qué es una edificación modular y qué beneficios aporta”. (Castro, 2018)

2.2.2 Arquitectura modular

La arquitectura modular es el diseño de construcciones mediante elementos constructivos similares, llamados módulos, que se repiten y conectan hasta la formación del edificio.

Esta forma arquitectónica es tan importante debido a que ofrece una gran sostenibilidad con respecto a otros estilos arquitectónicos. La arquitectura modular favorece el diseño de construcciones temporales y permanentes, que poseen un gran nivel de personalización, ya que los diferentes módulos pueden ser sustituidos, intercambiados o eliminados. Además, resultan edificios energéticamente muy eficientes.

Se trata de una arquitectura versátil y personalizable, versátil en el sentido de que es utilizable en instalaciones permanentes y temporales; además, llega a lugares remotos, en los que construir un edificio convencional no es posible. Personalizable porque su sistema constructivo permite agregar, substituir y eliminar módulos, así como admitir todo tipo de terminaciones.

Al construirse en un entorno controlado y con unas pautas estandarizadas, el control sobre la calidad del producto es total y cumple exhaustivamente los criterios marcados para su certificación. Del mismo modo, se consiguen estructuras de precisión geométrica perfecta y de gran resistencia, ya que se utilizan materiales de alta calidad capaces de soportar el transporte al que deberán someterse. (Castro, 2018)

La sistematización e industrialización de los procesos y el entorno en el que se llevan a cabo, consigue que reducir el tiempo de producción con respecto al de una edificación convencional y, en consecuencia, minimizar los costes.

Figura 1

Espacio Modular de bambú para exposición efímera (Izquierda). Kiosko móvil de bambú (Derecha).



Fuente: Castro, 2018 (Izquierda). Fauzi 2018 (Derecha)

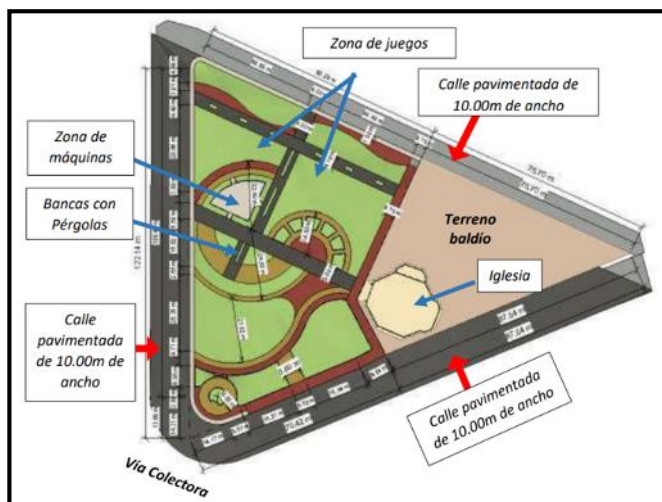
2.2.3 Espacios arquitectónicos atractivos

Las actividades que una persona realiza en un espacio público, cuando este posea características específicas como accesibilidad, transiciones suaves, seguridad, iluminación, son:

- J **Caminar.** Se requiere espacio suficiente pero no distancias excesivas, una distancia mayor a 500 metros en línea recta se vuelve algo poco atractivo y desprotegido, por otro lado, una senda peatonal sinuosa con ciertas interrupciones, hace más interesante el recorrido peatonal.
- J **Estar de pie.** Esta actividad puede ser necesaria como hablar con otra persona, o puede ser una actividad opcional ya sea para observar o entretenerse con algo, las personas buscan lugares donde se sientan protegidos o al borde de un espacio orientado hacia donde pasan las personas o hacia algo que le entretenga.
- J **Estar sentado.** Los bancos deben situarse en lugares protegidos orientados hacia el centro del espacio por donde pasan las personas y cosas.
- J **Ver, oír y hablar.** Ver se requiere de distancia y de iluminación. Para oír se requerirá la disminución de los ruidos ocasionados por los coches. Hablar surge cuando las personas se encuentran cómodos o realizando la misma acción, como: estar de pie, sentados a costado del otro o mientras realizan la misma actividad.

Figura 2

Espacio arquitectónico atractivo.



Fuente: Caracterización del Parque “Leoncio Prado” Amarilis – Huánuco (Tarazona, 2022)

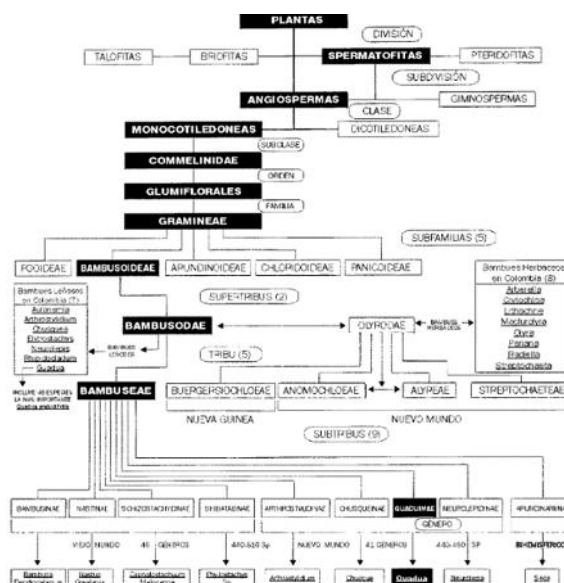
2.2.4 Bambú

Los departamentos de Perú, en el sureste de la Amazonía, Ucayali, Madre de Dios, Cusco y Junín albergan 1.250 especies y 90 géneros de bambú. 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*

- a) **Definición:** Planta herbácea con tallos leñosos, pertenece a la familia Poaceae (gramíneas) sub familia Bambusoideae, tribu Bambuseae.

- b) ***Guadua angustifolia*:** Es una de las especies más importantes del planeta, gracias a su extraordinaria resiliencia, flexibilidad y durabilidad, alcanzando una altura de 17 a 24 m, con un diámetro de 8 a 14 centímetros, por lo tanto, es el mejor material para la construcción. funciona debido a su enorme potencial para la construcción de materiales compuestos, por lo que es la elección para estructuras resistentes a terremotos. Se ha reportado una ganancia de altura de 21 centímetros por día, alcanzando su altura máxima (15 – 30 m) en los primeros 6 meses de ascensión, y la madurez es entre 4 y 5 años.

Figura 3
Taxonomía de la Guadua



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 100 – Bambú

Figura 4
Guadua angustifolia.



Fuente: *Circulo de investigación de la UNAS – Tingo María*

c) **Estructura del Bambú**

Posee una estructura de ejes vegetativos segmentados por nudos o nodos, que crecen verticales. Su estructura celular es lignificada, es decir, los depósitos de lignina de las paredes celulares hacen que el material se haga progresivamente más leñoso, como ocurre con la madera. A diferencia de los árboles, su tallo (denominado caña o culmo) es hueco y está dividido por tabiques. Además, la superficie del bambú es muy dura, mientras que el interior es blando.

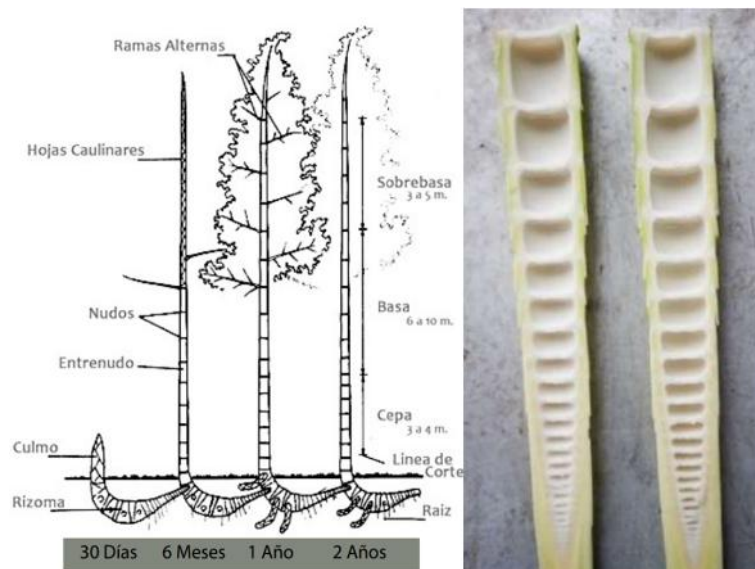
- **Rizomas o raíces:** Es la primera parte que se desarrolla cuando se cultiva. Puede llegar a alcanzar un gran tamaño y crece bajo tierra, pero superficialmente. Su forma es similar al culmo pero con brotes en cada nodo del que brotarán nuevos rizomas, la profundidad de las raíces puede alcanzar hasta 1,5 m, y se distinguen dos tipos de rizomas según el tipo de bambú: rizomas gruesos o simposios y rizomas ectomorfos o monopólicos.
- **Culmos o tallo:** Es un tronco fibroso que crece directamente del rizoma y queda expuesto al aire. Está separada con membranas en cada nodo. Son fuertes por el exterior y blandos y flexibles en el interior. Los culmos los forman los nodos, segmentos y diafragmas. El culmo nace del suelo con el máximo diámetro que llegará a alcanzar a lo largo de su vida, el cual

disminuye con la altura, pero no crece con los años, por lo que la planta tiene una ligera forma cónica.

- **Nudo:** Divide al bambú en secciones por medio de diafragmas, sirven para evitar que el tronco se rompa o se doble. Una característica del bambú es que tienen todos los nodos y los segmentos comprimidos en el corazón (brote) y solo los entrenudos se extienden cuando la planta crece, empezando por los segmentos de la parte inferior.
- **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 inactivas o activas, utilizadas para distinguir e identificar géneros y especies.
- **Hojas o follaje:** Son hojas que varían en forma y tamaño según la variedad, desde lineales hasta triangulares, y forman parte fundamental de la dieta de la planta.

Figura 5

Partes y crecimiento de una *Guadua angustifolia* (Izquierda), Sección longitudinal de un culmo (Derecha).



Fuente: *Bambusa.es* (Izquierda). Santiago 2022 (Derecha)

d) Ventajas y desventajas del bambú**Ventajas**

- J Crece y se reproduce desde el nivel del mar en Perú hasta los 2000 metros sobre el nivel del mar.
- J Puede llegar a crecer hasta 10 cm diarios en promedio, a partir de 3 años puede ser utilizada en la estructura de viviendas. (Rendimiento de crecimiento 3.3 veces el de la madera).
- J Reduce el CO₂, y dado que necesita poca energía primaria para ser producido, por lo que su huella ecológica es baja.
- J Recurso natural, abundante y renovable cuyo consumo favorece la explotación forestal local y la protección medioambiental.
- J Con un buen tratamiento o preservación puede durar hasta más de 50 años.
- J la *Guadua angustifolia* es la más conocida y utilizada, posee características como versatilidad, ductilidad, elasticidad, capacidad de deformación, resistencia a sismo (flexibilidad), liviano.
- J Posee resistencia de regular a buena contra el fuego.
- J A diferencia de la madera el bambú se poda, para que nuevamente retoñe.

Desventajas

- J Falta de uniformidad en sus dimensiones, adelgazamiento en la parte superior y prominencia en sus nudos.
- J El tronco raramente crece totalmente recto.
- J Su sección redonda y su tendencia a la rotura dificulta el anclaje de estos elementos. Quebradizo al usar clavos, se recomienda usar con tornillos.
- J Es sensible a la exposición a los rayos ultravioletas del sol y a la lluvia. Haciendo necesario protección y mantenimiento para su uso en la construcción.
- J Vulnerable al ataque de hongos e insectos. Siendo necesario un tratamiento contra ellos.
- J Las propiedades física-mecánicas dependen de contenido y diámetro de la fibra y espesor de pared del tallo o culmos.

Figura 6

Distribución de especies nativas y exóticas de bambú en el Perú.



Fuente: Osorio (2009)

e) Características técnicas para su uso

La norma técnica E.100 bambú nos da las siguientes características técnicas estructurales.

- J Debe utilizarse la especie *Guadua angustifolia*.
- J La edad de cosecha del bambú estructural debe estar entre los 4 y los 6 años.
- J El contenido de humedad del bambú estructural debe corresponderse con el contenido de humedad de equilibrio del lugar.
- J El bambú estructural debe tener una buena durabilidad natural y estar adecuadamente protegido ante agentes externos (humos, humedad, insectos, hongos, etc.).
- J Las piezas de bambú estructural no pueden presentar una deformación inicial del eje mayor al 0.33% de la longitud del elemento.
- J Las piezas de bambú estructural no deben presentar una conicidad superior al 1.0%.
- J No pueden presentar fisuras perimetrales en los nudos ni fisuras longitudinales a lo largo del eje neutro del elemento.
- J Piezas de bambú con agrietamientos superiores o iguales al 20% de la longitud del tronco no serán consideradas como aptas para uso estructural.
- J No deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos.
- J No se aceptan bambúes que presenten algún grado de pudrición.

f) Tratamiento

Tiene como fin reducir o descomponer el almidón o tratamiento preventivo con preservativo químico contra insectos y hongos.

- **Inmersión con químicos:** En un tanque con la siguiente dosificación, por cada 96 litros de agua se recomienda colocar 2 Kg de bórax y una similar cantidad de ácido bórico. Los culmos estarán sumergidos por lo menos 5 días en condiciones de temperatura ambiente o solo por 6 horas en temperaturas de entre 60°C y 80°C.
- **Inmersión en Agua:** Los tallos recién cortados en agua. Se recomienda un período de inmersión de 4 a 12 semanas.
- **Ahumado:** Se colocan las cañas en horizontal sobre carbones y separados a una distancia suficiente para que no se prendan, la gran cantidad de humo que se genera los ennegrece y por el calor se extraen los carbohidratos. Se mantiene de 8 a 10 horas a baja temperatura.
- **Presión:** El conservante se hace pasar bajo presión a través de los vasos de la caña hasta que sale por el otro extremo de la caña. Este método se debe usar solo en bambú con estado fresco, dentro de las 24 horas posteriores a la cosecha.
- **Savia:** El bambú es sumergido verticalmente en una solución a concentraciones del 5 al 10% de preservante hidrosoluble. La solución preservante sube por acción capilar a medida que la savia es desplazada.

Figura 7

Curado en inmersión de tallos de bambú.



Fuente: Santiago (2022)

g) Secado

- **Ambiente:** Los culmos pueden estar colocados en forma vertical para su secado en lugares ventilados, controlando el daño del material por la acción del clima, agentes biológicos u otras causas.

Figura 8

Secado en medio ambiente de tallos de bambú.



Fuente: Copo (2020)

- **Artificial:** Se puede desarrollar los siguientes métodos de secado artificial, hornos de secado, inyección de aire caliente, secado solar.

Figura 9

Secado en horno de tallos de bambú.



Fuente: Soler (2017)

h) **Mantenimiento**

El mantenimiento se deberá dar con ceras, lacas, barnices o pintura.

- J Las piezas exteriores de bambú, expuestas a la intemperie, se deberán realizar mantenimiento periódico cada 6 meses.
- J Las piezas exteriores de bambú, con protección a la intemperie, se deberán realizar mantenimiento periódico cada 1 año.
- J Las piezas interiores de bambú, se deberán realizar mantenimiento periódico cada 2 años.
- J Reajustar los elementos, por contracciones y/o vibraciones que haya sufrido la estructura.
- J Cambiar piezas que cuenten con roturas, deformaciones excesivas, podredumbres o ataque de insectos.
- J Realizar tratamiento en caso de presencia de insectos xilofagos.
- J Evitar humedad que pueda propiciar formación de hongos.
- J Revisar las uniones de la infraestructura.

2.2.5 **Análisis y diseño estructural**

a) **Sismo resistencia**

Una edificación sísmica es aquella que se diseña y construye con composición estructural adecuada, con componentes y materiales resistentes, para resistir la acción de fuerzas provocadas por sismos frecuentes, aun cuando se diseñe de acuerdo con los lineamientos y parámetros de la normativa. Aunque diseñado para fallar antes de un terremoto porque el terremoto fue mayor que el terremoto de diseño, la resistencia sísmica es la propiedad o capacidad que se le da a una estructura para proteger la vida humana y la propiedad privada. Se debe prestar atención al diseño y construcción de edificios para asegurar un desempeño sísmico adecuado.

b) **Parámetros de sitio**

- **Zonificación:** Nuestra norma E 030 divide el territorio del Perú en cuatro zonas sísmicas y le asigna un factor de zona (Z) a cada una. Se interpreta como la aceleración máxima en suelo duro que se puede superar con una probabilidad de 10 en 50 años. Debido a la naturaleza

aleatoria de los terremotos, el impacto sobre las estructuras solo puede expresarse probabilísticamente a través de un modelo probabilístico que considere la distribución espacial y temporal de la actividad sísmica y la amortiguación del movimiento en la corteza.

Para edificios ordinarios, se debe considerar una vida útil de 50 años y la probabilidad estadísticamente aceptable de excedencia es de solo 10 años, todo lo cual conduce a terremotos con un período de retorno de alrededor de 475 años, lo que equivale a alrededor de 0.45 g.

Según la norma E 030, se observa que la aceleración de las rocas tiene un valor de 0,45 g. Es por ello que la normativa divide el territorio del país en cuatro zonas sísmicas con el fin de obtener información más detallada e identificar las zonas donde se debe realizar el análisis y diseño.

Figura 10
Zonificación sísmica del Perú.



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030 – Diseño sismoresistente

c) Microzonificación y estudio de sitio

Los estudios de microzonificación y de sitio son estudios realizados para investigar cambios potenciales en eventos sísmicos en ubicaciones específicas en un área de interés. En las zonas de expansión de las ciudades, se organizan zonas más pequeñas (por ejemplo, distritos) con características similares (micro zonas) de manera que se pueda estimar posibles cambios para cada una de estas micro zonas en caso de un impacto de terremoto.

"Debido a que penetra a través de la capa de suelo hasta llegar a la superficie, modifica el movimiento del macizo rocoso. El propósito de la microzonificación y los estudios de campo es estimar este cambio e identificar la presencia de fenómenos relacionados como deslizamientos, licuefacción y tsunamis".

- **Condiciones geotécnicas:** De acuerdo con la normativa vigente, los perfiles de suelo se clasifican en cuatro tipos considerando la velocidad media de propagación de las ondas de corte. En cambio, para suelos granulares, la prueba SPT (penetración estándar) determina el promedio ponderado de N_{60} . Todas estas propiedades se determinan para un perfil de suelo a 30 m del fondo de la cimentación.

S0: Suelo Dura

S1: Roca o Suelos Muy Rígidos

S2: Suelos Intermedios

S3: Suelos Blandos

S4: Condiciones Excepcionales

Tabla 2

Resumen valores típicos para los distintos tipos de suelos.

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030 – Diseño sismoresistente

Según la norma NTE-E.030-2016, el factor de refuerzo del suelo 'S' se determina en función no solo del tipo de suelo sino también de la zona sísmica, y los periodos fundamentales T_p y T_L dependen del perfil del suelo sobre el que se construya la edificación. se encuentra por hacer o están planeando.

Tabla 3

Parámetros de suelo (S), según zona.

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030 – Diseño sismoresistente

Tabla 4

Periodos T_p y T_L .

Tabla N° 4 PERÍODOS " T_p " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030 – Diseño sismoresistente

d) Factor de amplificación sísmica

En un sismo, la aceleración máxima alcanzada por una composición flexible depende tanto de la aceleración experimentada en su base como de su luz importante (T). El cociente del costo de aceleración más alto en la composición y el costo de aceleración más alto en su base se denomina elemento de ganancia. Los estándares se refieren a este elemento como C, que se puede calcular utilizando las siguientes fórmulas:

$$T < T_P \quad C=2.5$$

$$T_P < T < T_L \quad C=2.5 (T_P/T)$$

$$T > T_L \quad C=2.5(T_P.T_L/T^2)$$

e) **Categoría de las Edificaciones y factor de Uso**

La norma E. 030, establece según la categoría de la edificación que adoptara el proyecto el factor de uso a utilizar para el análisis sismo resistente.

Tabla 5

Categoría de las edificaciones y factor "U".

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030 – Diseño sismoresistente

f) **Sistema estructural**

Dado que el comportamiento de la infraestructura está determinado en gran medida por sus características de regularidad, continuidad y simetría, la base del análisis y diseño de edificios depende en gran medida de la configuración

estructural para diferentes usos. terremotos, cuán fáciles son los mecanismos de análisis para prevenir este mal comportamiento, y cuán ineficaces son las estrategias de diseño cuando se trata de mitigar daños severos y colapso de edificios con importantes irregularidades y configuraciones.

Por todas estas razones, es fundamental asegurar una estática ordenada dentro del edificio, y cuando surgen problemas de configuración, se deben considerar algunas medidas especiales para un análisis y diseño estable. De acuerdo con la normativa vigente de la RNE , todas las edificaciones se clasificarán en estructuras irregulares y regulares a los efectos de proponer el método de análisis adecuado según el tipo de edificación y con ello determinar el coeficiente de resistencia sísmica (R) que se requiera. Categoría como esencial. Todo esto debe hacerse teniendo en cuenta la regularidad de planos y alturas.

Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis.

Tabla 6

Sistemas estructurales y coeficiente básico de Reducción sísmica (R_o).

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R_o (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030 – Diseño sismorresistente

g) Factores de Irregularidad

Irregularidad en altura

Bajo la Regla E030, el desnivel de altura evalúa el cambio de un entrepiso a otro en rigidez, masa, dimensiones en planta y discontinuidad viable de los recursos verticales de la estructura.

- **Irregularidad de rigidez- piso blando:** Irregularidad de rigidez: un piso blando es una función de la flexibilidad del piso. Por ejemplo, en un edificio donde la planta baja es mucho más flexible que el resto de plantas, los suelos blandos ya las hacen irregulares.
Las irregularidades de rigidez se definen como "si la rigidez transversal es menor de 70° en una de las direcciones de análisis del entrepiso, si el entrepiso inmediatamente superior Ocorre cuando la rigidez lateral promedio del nivel es menor de 80° ".
- **Irregularidad de resistencia- piso débil:** Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.
- **Irregularidad de masa o peso:** Evitando las aplicaciones en cubierta o sótano de acuerdo con la normativa RNE E030, las irregularidades de peso se producen cuando las cargas sísmicas superan en grado significativo 1,5 veces el peso del forjado adyacente.
- **Irregularidad geométrica vertical:** La irregularidad geométrica vertical se presenta cuando ninguna persona en la dirección de estudio tiene la magnitud de la composición de carga lateral mayor a 1.3 veces la magnitud de un piso adyacente, sin aplicar este criterio ni a techos ni a sótanos.
- **Discontinuidad en los sistemas resistentes:** Se considera que una composición es irregular si algún elemento que resiste más del 10% del esfuerzo cortante se desplaza verticalmente, por cambio de orientación o desplazamiento del eje de intensidad en más del 25% del eje correspondiente. componentes estructurales.

Irregularidad en planta

- **Irregularidad torsional:** se crea un desnivel cuando el mayor movimiento relativo del suelo en un extremo de la composición es superior a 1,2 veces el desplazamiento del centro de masa del mismo suelo para el mismo modo de carga (CM) de la composición, calculado teniendo en cuenta excentricidad (Max).

Todo lo anterior aplica para diseños que tengan en cuenta un diafragma rígido, tomando como requisito si el movimiento relativo máximo del entrepiso es mayor al 50% del movimiento admisible que debe alcanzar la composición.

- **Irregularidad torsional extrema:** la irregularidad extrema se da cuando, en cualquiera de las orientaciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (*máx*), es mayor en 1,5 veces el desplazamiento promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (*P*).

Todo esto sólo se aplica en edificaciones con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que un 50 % de la distorsión permisible de la estructura.

- **Esquina entrante:** Una configuración se califica como irregular si tiene una esquina de entrada con medidas laterales en ambas direcciones superiores al 20 % del tamaño de total vista en planta de la configuración que se está inspeccionando y diseñando.
- **Discontinuidad del diafragma:** Se cree que las irregularidades del diafragma son importantes. Esto se debe a discontinuidades significativas o variaciones asociadas en la rigidez de la composición del diafragma, incluidas las aberturas superiores al 50 % del área total del diafragma, de acuerdo con el Código Nacional de Construcción (E030).
- **Sistemas no paralelos:** Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los

elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.

Los factores de irregularidad en altura (Ia) y en planta (Ip) son calculados según detalla la norma E. 030 (Tabla 08 y 09)

De acuerdo a su categoría y la zona donde se ubique, la edificación se proyecta respetando las restricciones a la irregularidad

Tabla 7

Categoría y regularidad de las edificaciones

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 030 – Diseño sísmoresistente

2.2.6 Cargas

Las cargas son el resultado de fuerzas o actividades resultantes del peso de los materiales de construcción, así como de influencias ambientales como el movimiento diferencial.

a) Cargas estáticas

- **Carga muerta:** Las auto cargas son las cargas que se mantienen constantes en el tiempo, ya que las cargas debidas al peso del material consisten en su mayor porcentaje en el peso propio de la composición, así como de los elementos e instalaciones de la estructura.

b) Cargas dinámicas

- **Cargas vivas:** Son cargas no permanentes producida por materiales o equipos móviles, así como el flujo de personas.
- **Cargas vivas de techo:** Para el diseño de cubiertas y marquesinas se tendrán en cuenta las cargas vivas, sísmicas y de aire que se van a aplicar.
- **Cargas de Sismo:** acciones que un sismo provoca sobre la estructura de un edificio.
- **Cargas debidas al viento:** De acuerdo con los códigos de construcción nacionales (E. 020), cada una de las estructuras expuestas al aire deben soportar cargas externas e internas (presión y succión) asociadas con el aire, suponiendo que actúa en 2 direcciones horizontales mutuamente perpendiculares en los lados de barlovento y sotavento, respectivamente.

c) Combinación de Cargas

La NTP E. 020, establece combinación de cargas para el diseño por esfuerzos admisibles.

La NTP E. 060, establece combinación de cargas para el diseño de concreto armado por resistencia.

2.2.7 Diseño de Elementos de Bambú

El diseño de los elementos de bambú, se desarrolla según detalla la norma E. 100, que menciona que ha de realizarse por el método de ESFUERZOS ADMISIBLES.

Se deben calcular en los siguientes casos:

-) Combinación más desfavorable de cargas permanentes y sobrecargas de servicio.
-) Sobrecargas de servicio actuando solas.

a) Esfuerzos admisibles

El RNE, E. 100, detalla los esfuerzos admisibles de diseño a utilizar para los elementos de bambú, del tipo guadua angustifolia, siendo los siguientes:

Tabla 8

Esfuerzos admisibles para bambú guadua angustifolia.

ESFUERZOS ADMISIBLES				
FLEXION (f_m)	TRACCION PARALELA (f_t)	COMPRESION PARALELA (f_c)	CORTE (f_v)	COMPRESION PERPENDICULAR ($f_{c\perp}$)
5 Mpa (50 Kg/cm ²)	16 Mpa (160 Kg/cm ²)	13 Mpa (130 Kg/cm ²)	1 Mpa (10 Kg/cm ²)	1.3 Mp (13 g/cm ²)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 100 – Bambú

b) Modificación de los esfuerzos admisibles

Los esfuerzos admisibles se modificarán de acuerdo a la formula general:

$$f'_i = f_i \cdot C_D \cdot C_L \cdot C_r$$

f'_i = Esfuerzo admisible modificado para la sollicitación i

f_i = Esfuerzo admisible en la sollicitación i

C_D = Coeficiente de modificación por duración de carga (0.9 para carga permanente y 1 para carga viva)

C_L = Coeficiente de modificación por estabilidad de viga

C_r = Coeficiente de modificación por redistribución de cargas, acción conjunta. Para el caso

c) Diseño de elementos por flexión

Z Deflexiones máximas admisibles

-) Para cargas permanentes más sobrecarga de servicio en edificaciones con cielo raso de yeso: L/300, sin cielo raso: L/250. Para techos inclinados y edificaciones industriales L/200.
-) Para sobrecarga de servicio de todo tipo de edificación, L/300 o 13 mm como máximo.

Tabla 9**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: Santiago (2022)

- Z El esfuerzo a flexión actuante sobre cualquier sección de guadua rolliza, no debe exceder el valor de esfuerzo a flexión admisible, modificado por los coeficientes correspondientes.

$$f_m = M/S \quad F'_m$$

f_m = esfuerzo a flexión actuante, en Mpa.

f'_m = esfuerzo admisible modificado, en Mpa.

M= momento actuante sobre el elemento N mm.

S= módulo de sección en mm³.

- Z Calculo de Módulo de sección para vigas

S= módulo de sección en mm³

De= diámetro promedio exterior de bambú en mm

t= espesor promedio de la pared del bambú en mm



Para 1 un bambú

$$S = \frac{\pi * (De^4 - (De - 2t)^4)}{32 * De}$$

Para 2 y 3 bambú

Tabla 10

Módulo de sección para secciones compuestas de vigas.

Sección	S (mm ³)
	$\frac{\pi \left(5D_e^4 - 4D_e^2 [D_e - 2t]^2 - [D_e - 2t]^4 \right)}{32D_e}$
	$\frac{\pi \left(35D_e^4 - 4D_e^2 [D_e - 2t]^2 - [D_e - 2t]^4 \right)}{96D_e}$

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 100 – Bambú

Para más de 3 bambú

Cuando se empleen varios bambú, la inercia del conjunto se calcula como la suma de las inercias individuales de cada uno.

$$I = (A_i d_i^2) + I_i$$

I = inercia de la sección compuesta en mm⁴

A_i = área para el i-enésimo bambú, en mm²

D_i = distancia entre el centroide del conjunto de bambúes y el centroide de i-enésimo bambú, en mm

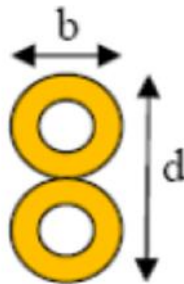
Z Estabilidad lateral y coeficiente de modificación (CL)

Para vigas o vigas compuestas por una sola caña de bambú, el coeficiente de modificación es CL = 1. Una vez que una viga está compuesta por 2 o más cañas de bambú (vigas mixtas), se debe verificar si necesita ser apoyada o no en el comprimido área.

En el caso de vigas de sección compuesta (dos o más varas), cuya relación alto (d) ancho (b) sea mayor que ($db > 1$), deben incluirse soportes laterales para prevenir el pandeo o la rotación.

Figura 11

Sección compuesta en vigas para determinar b, d y CL.



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 100 – Bambú

Para vigas de sección compuesta por dos o más bambús se debe reducir el esfuerzo admisible a flexión (F_b), por el valor de C_L , que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11

Coficiente C_L para diferentes relaciones d/b en vigas de bambú.

d/b	C_L
1	1.00
2	0.98
3	0.95
4	0.91
5	0.87

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 100 – Bambú

La igualdad lateral en vigas que constan de significativamente más de un bambú y que tienen una altura mayor que el ancho debe evaluarse para la necesidad de soporte lateral del área comprimida del miembro de acuerdo con las siguientes sugerencias. (RNE E. 100 - Bambú).

- Si $d/b = 2$, no se requerirá soporte lateral.
- Si $d/b = 3$, se debe restringir el desplazamiento lateral de los apoyos.

- Si $d/b = 4$, se debe restringir el desplazamiento lateral de los apoyos y del borde en compresión mediante correas o viguetas.

- Si $d/b = 5$, se debe restringir el desplazamiento lateral de los apoyos y proveer soporte continuo del borde en compresión mediante un entablado.

Z 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).

El esfuerzo cortante más alto debe definirse para tener en cuenta 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).

d) Diseño por tensión axial

La tensión axial actuante, no debe exceder el valor del esfuerzo admisible a tensión axial, modificado por los coeficientes correspondientes.

$$f_t = T/A_n \quad F'_t$$

f_t = esfuerzo a tensión actuante en MPA

T = fuerza de tensión axial aplicada, en N

F'_t = esfuerzo de tensión admisible, modificado por los coeficientes en MPA

A_n = área neta del elemento mm²

e) **Diseño a compresión axial**

La compresión axial actuante, no debe exceder el valor del esfuerzo admisible a compresión axial, modificado por los coeficientes correspondientes.

$$f_c = T/A_n \quad F'_c$$

f_c = esfuerzo a compresión actuante en MPA

T = fuerza de tensión axial aplicada, en N

F'_c = esfuerzo de compresión admisible, modificado por los coeficientes en MPA

A_n = Área neta del elemento mm²

Z Longitud efectiva

$$l_e = l_u k$$

l_u = longitud no soportada lateralmente del elemento, en mm

l_e = longitud efectiva, en mm

k = coeficiente de longitud efectiva

Tabla 12

Coficiente de longitud efectiva K , para elementos a compresión.

Condición de los apoyos	k
Ambos extremos articulados (Ambos extremos del elemento deben estar restringidos al desplazamiento perpendicular a su eje longitudinal)	1.0
Un extremo con restricción a la rotación y al desplazamiento y el otro libre	2.0

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 100 – Bambú

Z Esbeltez

$$= l_e/r$$

= relación de esbeltez del elemento.

l_e = longitud efectiva del elemento, en mm.

r = radio de giro de la sección.

Z Radio de giro

1 solo bambú

$$r = \frac{\sqrt{D^2 + (D - 2t)^2}}{4}$$

De = diámetro externo promedio de la sección de guadua rollizo, en mm.

t = espesor promedio de la sección guadua rolliza en mm.

r = radio de giro de la sección.

2 o más bambú

$$r = \sqrt{I/A}$$

I = Inercia del conjunto de bambú.

A = Área de la sección.

Z Inercia del conjunto

$$I = \sum I_i$$

La inercia será calculada (Compresión tipo celosía)

$$I = \sum (A_i d_i^2)$$

A = Área para el inesimo bambú

Di = distancia entre el centroide del conjunto de bambú y centroide del inesimo bambú.

La inercia será calculada (Compresión unidos en toda su longitud)

$$I = \sum (A_i d_i^2) + \sum I_i$$

Ii = inercia individual de cada bambú referida a su propio centroide

Z Clasificación de columnas

Las columnas se clasifican en:

Cortas < 30

Intermedias $30 < Ck$

Largas $Ck < 150$

Z Cálculo de C_k (límite entre columnas intermedias y columnas largas)

$$C = 2.5 \sqrt{\frac{E_{0.05}}{F'_c}}$$

F'_c = esfuerzo admisible en compresión paralela a las fibras, modificado, en MPa.

$E_{0.05}$ = módulo de elasticidad percentil 5, en MPa

Nota: no se permiten trabajar con columnas con esbeltez mayor a 150.

Z Esfuerzo admisible para columnas

) Columnas cortas

$$N_{adm} = f_c \cdot A$$

) Columnas intermedias

$$N_{ai} = f \cdot A \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{C} \right)^4 \right]$$

) Columnas largas

Columnas en general

$$N_{ai} = \frac{\pi^2 E}{2.5(\lambda)^2}$$

Columnas circulares

$$N_{ai} = 0.2 \frac{E}{(\lambda)^2}$$

f) Diseño por flexión y carga axial

Elementos solicitados a flexión con tensión axial: Los elementos de la estructura que se encuentren sometidos simultáneamente a fuerzas de tensión axial y flexión deben ser diseñados para cumplir la siguiente ecuación:

$$\frac{f_t}{F'_t} + \frac{f_b}{F'_b} \leq 1.0$$

Donde:

- f_t = esfuerzo a tensión actuante, en MPa.
 F'_t = esfuerzo de tensión admisible, modificado por los coeficientes a que haya lugar, en MPa.
 F_b = esfuerzo a flexión actuante, en MPa.
 F'_b = esfuerzo a flexión admisible modificado, en MPa.

Elementos solicitados a flexo-compresión: Los elementos de la estructura que se encuentren sometidos simultáneamente a fuerzas de compresión y flexión deben ser diseñados para cumplir la siguiente ecuación:

$$\frac{f_c}{F'_c} + \frac{k_m f_b}{F'_b} \leq 1.0$$

Donde:

- f_c = esfuerzo de compresión paralela a la fibra actuante, en MPa.
 F'_c = esfuerzo de compresión paralela a la fibra admisible, modificado, en MPa.
 f_b = esfuerzo a flexión actuante, en MPa.
 F'_b = esfuerzo a flexión admisible modificado, en MPa.

-
- K_m = coeficiente de magnificación de momentos, calculado con la siguiente fórmula :

$$k_m = \frac{1}{1 - 1.5(N_a/N_{cr})}$$

Donde:

- K_m = coeficiente de magnificación de momentos
 N_a = carga de compresión actuante, en N
 N_{cr} = carga crítica de Euler, calculada con la siguiente fórmula:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E_{0.05} I}{\ell_e^2}$$

Donde:

- N_{cr} = carga crítica de Euler, en N
 $E_{0.05}$ = módulo de elasticidad del percentil 5, en MPa
 I = momento de inercia de la sección, en mm⁴
 ℓ_e = longitud efectiva del elemento, en mm

g) Diseño por flexo compresión

8.7.7.1 Los elementos sometidos a esfuerzos de flexión y compresión combinados deben diseñarse para satisfacer la siguiente expresión:

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

8.7.7.2 Cuando existen flexión y compresión combinadas los momentos flectores se amplifican por acción de las cargas axiales. Este efecto de incluirse multiplicando el momento por " K_m ".

$$K_m = \frac{1}{1 - 1,5 \frac{N}{N_{cr}}}$$

Donde:

N	Carga axial aplicada.
N_{adm}	Carga axial admisible, calculada según las fórmulas de las columnas.
K_m	Factor de magnificación de momentos.
$ M $	Valor absoluto del momento flector máximo en los elementos.
Z	Módulo de sección con respecto al eje alrededor del cual se produce la flexión.
f_m	Esfuerzo admisible en flexión.
N_{cr}	Carga crítica de Euler para pandeo en la sección en que se aplican los momentos de flexión.

h) Aplastamiento

Para los esfuerzos de compresión perpendiculares a la fibra (f_p), se verificarán especialmente en apoyos y lugares con cargas puntuales de pequeña superficie. Todos los entrenudos sometidos a esfuerzos de compresión perpendiculares a la dirección de la fibra deberán ser rellenados con mortero de cemento, en la situación en que esto no se cumple, se deben considerar los costos del esfuerzo permisible $F'p$ se puede minimizar a la 4ta parte $F'p/4$.

$$f'_{c\perp} = \frac{3 R D_e}{2 t^2 l} < F'p$$

En donde:

$f'_{c\perp}$	=	esfuerzo admisible en compresión perpendicular a la fibra, modificado por los coeficientes a que haya lugar, en MPa
d_c	=	esfuerzo actuante en compresión perpendicular a la fibra, en MPa
D_e	=	diámetro externo promedio de la sección de guadua rolliza, en mm
t	=	espesor promedio de la sección de guadua rolliza, en mm
l	=	longitud de apoyo, en mm
R	=	Fuerza aplicada en el sentido perpendicular a las fibras, en N.

2.2.8 Diseño de uniones

Las consideraciones a tener en cuenta al diseñar juntas de bambú son muchos componentes y condiciones de tensión a las que estará sujeto el componente de bambú, ya sea compresión, tensión o flexión debido a que el diseño y el tamaño del plan de construcción dependerán del tipo. de composición que le damos, cada componente de un material compuesto debe diseñarse de modo que no falle en tensión perpendicular al grano y corte paralelo.

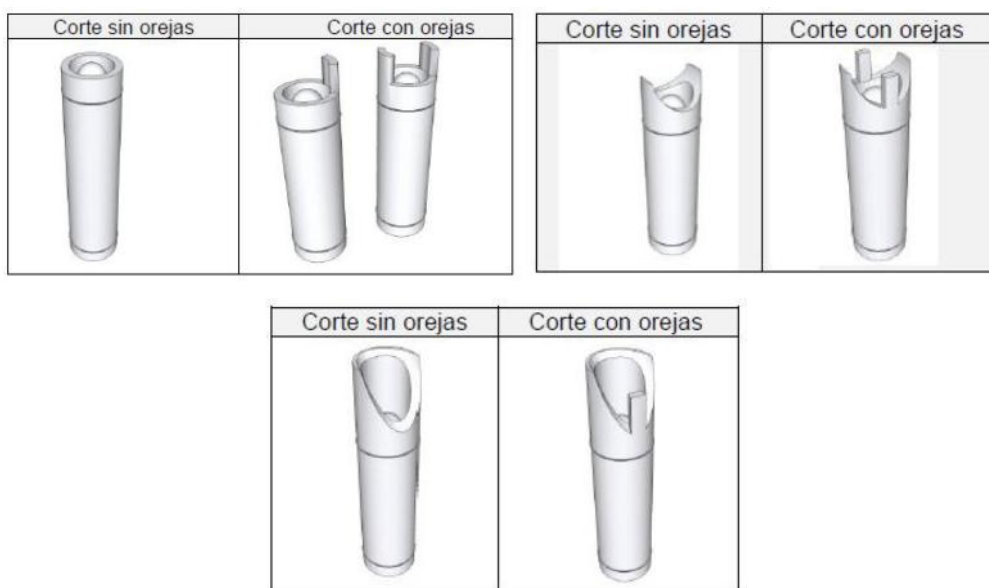
a) Tipos de corte

Los tres tipos de cortes más utilizados para la fabricación de uniones con elementos de bambú, son: corte recto, corte boca de pescado y corte pico de flauta.

- Corte recto: es el corte recto perpendicular al eje del bambú.
- Corte boca de pescado o corte cóncavo transversal al eje de la vara de bambú: generalmente se utiliza para acoplar dos elementos de bambú.
- El corte pico de flauta, este corte se utiliza para acoplar bambús que llegan en ángulos diferentes a 0° y 90° , se puede hacer como una boca de pescado inclinado o con dos cortes rectos.

Figura 12

Corte recto sin oreja y con orejas en Bambu



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 100 – Bambú

b) 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.

Tabla 13

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	3840	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
#4	150	13039	5216	3000
	80	9710	3884	2000
	90	9916	3966	2100
	100	10943	4377	2200
	110	11970	4788	2300
	115	12521	5009	2400
	120	13072	5229	2500
	125	13623	5449	2600
	130	14174	5670	2700
	135	14725	5890	2800
#5	140	15276	6110	2900
	150	16303	6521	3000
	80	11540	4616	2000
	90	12806	5122	2100
	100	13250	5300	2200
	110	14515	5806	2300
	115	15185	6074	2400
	120	15855	6342	2500
	125	16525	6610	2600
	130	17195	6878	2700
#5	135	17865	7146	2800
	140	18535	7414	2900
	150	19800	7920	3000

Fuente: Santiago (2022)

Especificaciones.

- Las uniones roscadas deben ser de acero dulce con límite elástico superior a 240 MPa; El diámetro mínimo permitido para los tornillos es de 9,5 mm (#3) y el grosor mínimo de las placas es de 4,8 mm (3/16 de pulgada).
- Para la colocación de un montante, las perforaciones deben estar bien alineadas con respecto a su eje y tener un diámetro superior al diámetro del montante, 1,5mm. (1/16”), los huecos destinados al relleno de los entrenudos

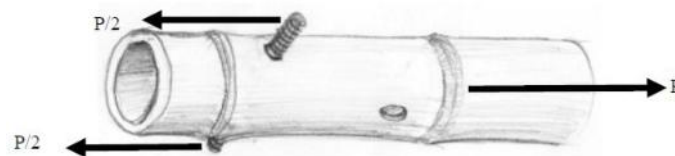
deberán ser mayores a 26mm de diámetro y deberán ser debidamente tapados con el mismo mortero de relleno para asegurar la continuidad estructural del factor.

- En el caso de juntas en las que las cañas de bambú estén sometidas a cargas de aplastamiento, es absolutamente necesario rellenar los entrenudos adyacentes a la unión por donde pasan los pernos, con una mezcla de los morteros de cemento enumerados del 1 al 3, preferentemente con un aditivo superplastificante, que asegura esta fluidez de la mezcla y su resistencia.

- Para las cargas admisibles para conexiones con pernos de doble cortante, se calculará a partir de los valores P, Q y T dados en la tabla, dependiendo del diámetro exterior del bambú (D_e) y del diámetro del perno (D).

Figura 13

Fuerzas paralelas a la fibra

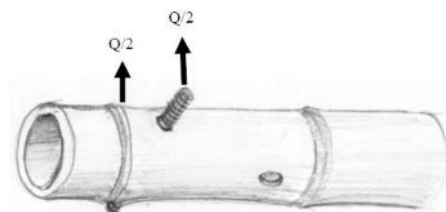


Fuente: Santiago (2022)

- En el momento en que las fuerzas se hacen paralelas a las fibras del factor central pero perpendiculares a las fibras de los recursos laterales o viceversa, se dan como Q, constante y en cuanto el factor central y los recursos laterales están en paralelo.

Figura 14

Carga Q

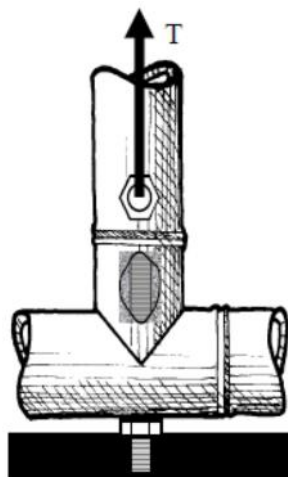


Fuente: Santiago (2022)

- Si la fuerza es perpendicular a las fibras de uno de los elementos y paralela a las fibras en el otro se indican como T, siempre y cuando los elementos de bambú estén en el mismo plano de análisis.

Figura 15

Carga T



Fuente: Santiago (2022)

- Cada una de las cargas admisibles dadas en la Tabla correspondiente a una unión con un perno. Si la alianza es mucho más que dos pernos alineados paralelos a la dirección de la carga, la carga admisible en alianza viene dada por: Multiplique el margen por perno de esa tabla por el número de pernos y el factor de reducción C_g por ensamblaje.

Tabla 14

Coefficiente de reducción por C_g .

Clase de unión	Numero de pernos				
	2	3	4	5	6
Uniones con elementos de guadua	1.0	0.97	0.93	0.89	0.82
Uniones con elementos de acero	1.0	0.98	0.95	0.92	0.90

Fuente: Santiago (2022)

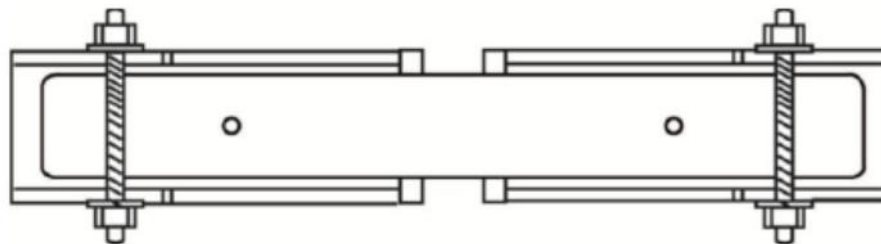
La distancia entre los tornillos no debe ser menor de 150mm ni mayor de 250mm, en todo caso debe existir un nudo entre cada tornillo, la distancia del tornillo al extremo independiente del miembro debe ser mayor a 150mm en uniones en tracción y 100 mm en juntas sometidas a compresión.

c) Uniones coloniales

Este es un tipo de alianza que utiliza tacos de madera y pernos de 1 3/8 de pulgada en cada extremo para dar una resistencia admisible de 200 kilogramos. Use clavijas de madera y pernos de 2 3/8 de pulgada en cada extremo para obtener 350 kilogramos de resistencia permitida.

Figura 16

Unión colineal.



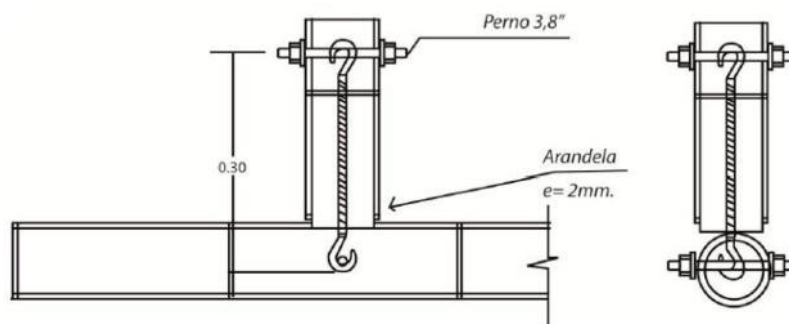
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 100 – Bambú

d) Uniones perpendiculares

para las uniones perpendiculares se utiliza barras, pernos y pasadores de 3/8" según los siguientes gráficos para una resistencia admisible de 200kg.

Figura 17

Unión perpendicular.

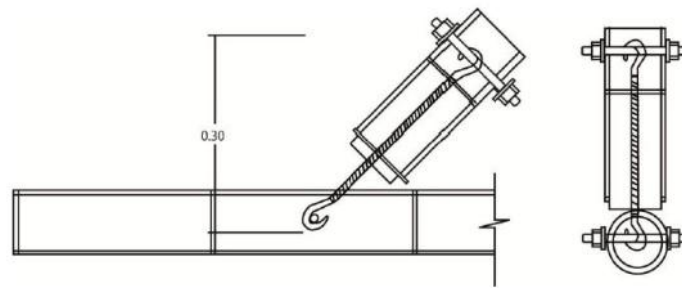


Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 100 – Bambú

e) Uniones diagonales

En uniones diagonales se emplean barras, pernos y pasadores de 3/8" con mortero (1:3 cemento: arena), según los siguientes gráficos para resistencia admisible de 200 Kg.

Figura 18
Uniones diagonales.

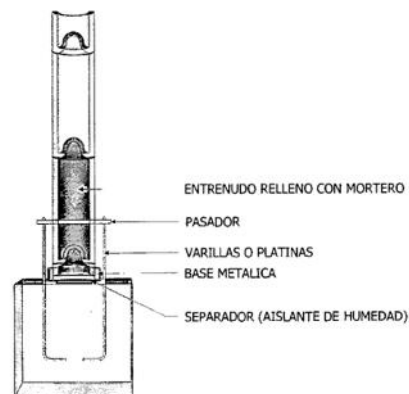


Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 100 – Bambú

f) Unión con anclaje externo

Empotrada a la cimentación una base metálica con dos varillas o platinas de fiero de 9mm de diámetro como mínimo. Las platinas tendrán una longitud mínima de 40 cm sobre la cimentación. Se coloca un perno de diámetro mínimo de 9mm, que se unira con dos varillas o platinas, sujetando a la columna de bambú.

Figura 19
Uniones diagonales.



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 100 – Bambú

2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos

Espacio: El espacio en arquitectura no es simplemente la dimensión física, sino más bien una experiencia sensorial y perceptiva creada por la interacción entre la forma, la luz, la escala y el contexto. (Juhani, 2017)

Sostenibilidad: La sostenibilidad en arquitectura implica el diseño y la construcción de entornos habitables que satisfagan las necesidades del presente sin comprometer los recursos y las posibilidades de las generaciones futuras. (Armstrong, 2019)

Función: La función en arquitectura se refiere a la utilidad y propósito de un espacio o estructura, considerando cómo se utiliza y satisface las necesidades de sus usuarios. (Scott, 2018)

Forma: En arquitectura, la forma no se limita a la apariencia visual, sino que abarca la configuración espacial, la relación con el entorno y la expresión estética que emerge de la interacción entre los elementos físicos y conceptuales. (Christopher, 2018)

Carga: Fuerza u otras ocupaciones que resulten del peso de los materiales, efectos ambientales, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos.

Bambú: Planta herbácea originaria de China de la familia de las gramíneas puede alcanzar hasta los 25 metros de altura.

Modelación: Una manera de hallar la carga máxima que puede soportar los tipos de conexiones evaluadas en el proyecto, es por medio de programas de diseño estructural.

Diseño: Es un resultado final de un proceso, que trabaja en intervenciones concretas, itera sobre representaciones parciales para construir.

Estructura: Se trata de la distribución y el orden de las partes principales de un edificio o de una casa, así como también de la armadura o base que sirve de sustento a la construcción.

Derivas: Cociente entre el desplazamiento horizontal relativo de entre piso y la altura de entre piso.

Cimentación: Conjunto de elementos estructurales de una edificación cuya misión es transmitir sus cargas o elementos en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales. (Norma E060, 2019)

Flexión: Esfuerzo sobre una pieza perpendicular a su lado mas largo que genera una combinación de esfuerzos de compresión y de tracción. Mientras que las fibras superiores de la pieza están sometida a un esfuerzo de flexión (se alargan), las inferiores se acortan (compresión), o viceversa, produciendo una deformación a lo largo de su eje, que tiendan a doblarlo.

Tracción y compresión paralela: Fuerza paralela a las fibras de bambú que son ellos quienes soportan a fuerzas tractivas y de compresión. Compresión (las fuerzas tienden a comprimir), Tracción (las fuerzas tienden a estirar)

Corte: Fuerza que es perpendicular a su eje principal.

Torsión: Esfuerzos o cargas opuestas que tienen a retorcer al elemento.

Centriode: Punto donde se concentra el área total de una figura.

Inercia: Propiedad de los cuerpos de permanecer en su estado de reposo o movimiento relativo.

Isotrópico: Cuando los valores medidos en cualquier dirección de un material son iguales en todas sus direcciones.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Población y selección de la muestra

3.1.1 Población

Para el presente proyecto la población viene a estar dada por todos los espacios modulares sostenibles con elementos estructuras de bambú en el distrito de Amarilis – Huánuco – 2023.

En el presente estudio, no se cuenta con población determinada, porque no existe infraestructura con características del estudio en el distrito de Amarilis.

3.1.2 Muestra

La muestra del presente proyecto será no probabilista, ya que para el estudio se plantea un espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú para analizar el diseño sismorresistente en Amarilis - Huánuco -2023

3.2 Enfoque, Alcance y diseño de investigación

3.2.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación tendrá un enfoque **cuantitativo**, los resultados obtenidos y el análisis del mismo estudio se basan en el uso de fórmulas ya definidas en los códigos de construcción nacionales y normas internacionales, valorando así el comportamiento de las estructuras a través de valores numéricos que evalúan el comportamiento de las estructuras.

3.2.2 Alcance de la investigación

En el presente proyecto presentará nivel de investigación **descriptivo** ya que se centra en la caracterización del espacio modular sostenible planteado, la misma que deberá cumplir con los parámetros establecidos en la Reglamento Nacional de edificaciones.

3.2.3 Diseño

En el presente proyecto presentara un diseño a nivel **no experimental** ya que no se manipula las variables.

3.3 Métodos, técnicas e instrumentos

3.3.1 Para la recolección de datos

Técnica: Como principal técnica para la recolección de datos emplearemos la observación, se partirá de realizar la propuesta arquitectónica del espacio modular sostenible y reconocer las propiedades estructurales del bambú para poder posteriormente realizar el análisis sismoresistente, también se recolectará los datos de la mecánica de suelo con datos obtenidos de un proyecto cercano ya realizado.

Instrumentos: Como instrumento se utilizó material bibliográfico, normas técnicas, softwares para procesamiento.

- 1) **Ficha de recolección de datos:** Se realizó análisis del sitio donde se planteará la propuesta arquitectónica del espacio modular sostenible, a través de la caracterización de espacios.
- 2) **Material bibliográfico:** Se emplearán diferentes fuentes bibliográficas y documentos nacionales para la elaboración de la investigación.
 -) Norma E020 Cargas
 -) Norma E030 Diseño sismorresistente
 -) Norma E050 Suelos y cimentaciones
 -) Norma E100 Bambú.

3.3.2 Procedimiento para la presentación de datos

Figura 20

Procedimiento para la presentación de datos



Fuente: Elaboración propia

3.4 Procedimiento

Para el procesamiento de los datos se procesara empleando los programas de diseño y calculo estructura, se realizara un predimensionamiento de los elementos estructurales para la el modelamiento estructural en el programa EXCEL, se empelara el software ETABS para el modelamiento, análisis sismorresistente, se empleará el software SAFE 2016 para el diseño de la cimentación, además de una computadora de última generación que permitirá obtener rápidamente modelos tabulares, modelos gráficos y modelos numéricos, listos para ser presentados y analizados.

3.5 Consideraciones éticas

Esta investigación es netamente de autoridad de los tesistas, en esta investigación se revisó diversas fuentes de donde se obtuvo la información necesaria para desarrollar este trabajo.

CAPITULO IV: ANÁLISIS DEL SITIO Y CONTEXTO

4.1 Diagnóstico de la Artesanía Local

4.2 Artesanía en Huánuco

La artesanía es una actividad que busca resaltar la cultura, costumbres, tradiciones de un determinado lugar o situación con trabajos a mano, con trabajos sencillos y de manera tradicional.

Actualmente es una de las actividades que se ven afectadas en la provincia de Huánuco, en los últimos años los artesanos se han visto afectados por el bajo ingreso que les ha generado este trabajo, viéndose en la necesidad de cerrar sus locales alguno de ellos.

El bajo turismo, la falta de difusión y centros de promoción ha hecho que los artesanos se sientan abandonados y olvidados por los representantes municipales y distritales.

Con el objetivo de reconocer y enaltecer la labor de hombres y mujeres de la región que se dedican a la artesanía, el Gobierno Regional Huánuco a través de la Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo (Dircetur), en un trabajo articulado con la Municipalidad Provincial de Huánuco inauguró la “Expo Venta Artesanal 2022”.

El evento se desarrolla entre 17 al 19 de marzo en la Plaza Mayor de Huánuco, donde se instalaron 31 stands para la participación de las Asociaciones de Artesanos en las líneas de textiles, cerámica, trabajos en madera, fibras vegetales (especialmente cabuya), bordaduría y bisutería entre otras.

Las asociaciones que participan con regularidad dentro de la region huanuco son, “Quilla Wasi”, “Cielo Huanuqueño”, “Avhala Wasi”, “Región Huánuco”, “Ayni”, “Sungu Ruruy”, “Valle del Pillco”, “Pañaquita”, “Huaricchaca”, “Tomayquichua”, la Agrupación de Artesanos del INPE, Asociación Regional de Bordadores “Alabor” y la Junta de Artesano de Ambo.

Las principales líneas artesanales de Huánuco son: *cerámica, textilería, trabajos en madera, fibras vegetales, semillas, bordaduría, bambú y pirograbados*, etc.

- **Bordados:** Se elaboran los trajes de los negritos, banderines, vestimenta típica, estandartes, banderolas, cotones para lo cual utilizan pana, razo, velur, flecos, mostacilla.

Productos de madera y en raíces

Se elaboran figuras humanas, animales, religiosas en madera de la zona, bambú y topa.

- **Cerámica:** Se realizan trabajos de jarras, platos, jarrones, keros, licoreras, floreros, maceteros, réplicas de Kotosh, templos, imágenes y esculturas.
- **Cuadros decorativos:** Cuadros y tarjetas elaborados con plumas de aves y cuadros de mariposas e insectos.
- **Fibra de cabuya:** Se elaboran figuras de los negritos, artesanía decorativa, cofres, portavasos, carteras, cuadros, figuras de campesinos, sandalias.
- **Cornoplastia:** En cuernos, se elaboran trofeos, porta lapiceros, llaveros, cofres, lámparas, negritos, porta vasos, etc.
- **Textilería:** En las provincias de Huánuco, Ambo, Dos de mayo, Huamalíes, Yarowilca, Lauricocha, Pachitea y Puerto Inca, se confeccionan ponchos, mantas, polleras, frazadas, gorros, en lana de oveja.
- **Artesanía en Topa y Taco:** Se fabrican loros, gallitos de las rocas, Guacamayo, collares.

Indumentaria típica

Se elaboran muñequitas con la vestimenta típica de cada provincia de Huánuco, negrita y campesina con cordón y lana.

Figura 21

Principales líneas artesanales de Huánuco



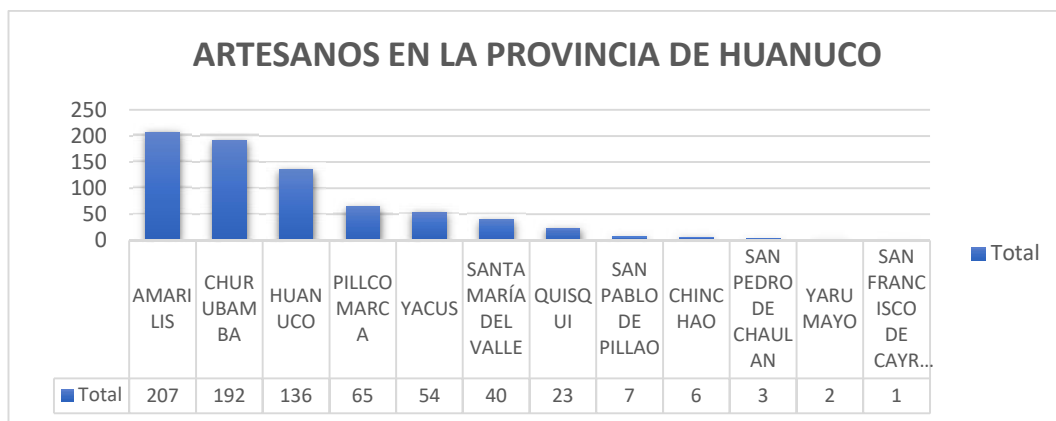
Fuente: Huanuco.com

4.3 Relación de Artesanos

- **Provincia de Huánuco:** Según DIRCETUR (Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo), en la provincia de Huánuco existen 737 artesanos inscritos formalmente, se mencionan los siguientes distritos:
 - Huánuco: 136 artesanos
 - Amarilis: 207 artesanos
 - Pillco marca: 65 artesanos
 - Churubamba: 192 artesanos
 - Quisqui: 23 artesanos
 - San Pablo de Pillao: 7 artesanos
 - Santa María del Valle: 40 artesanos
 - Yacus: 54 artesanos
 - San Pedro de Chaulán: 3 artesanos
 - Yarumayo: 2 artesanos
 - San Francisco de Cayrán: 1 artesano

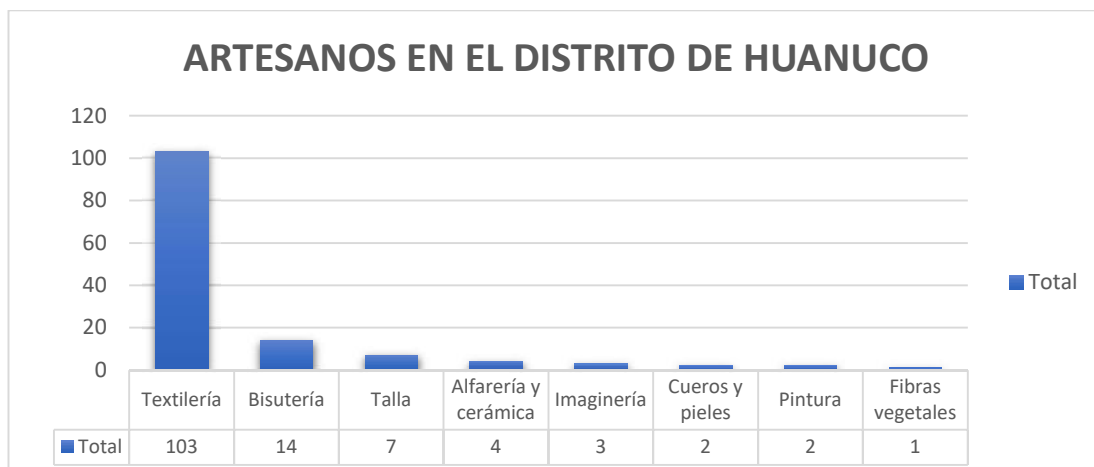
Figura 22

Numero de artesanos en la provincia de Huánuco



Fuente: *Elaboración propia*

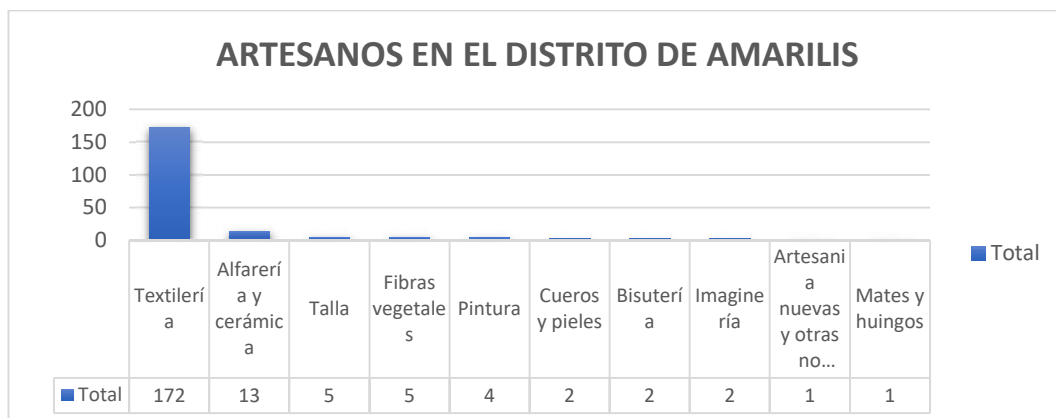
- **Distrito de Huánuco:** Actualmente en Huánuco se encuentran registrados 136 artesanos, que son parte de 25 asociaciones dentro del distrito, los cuales vienen desarrollando las siguientes actividades de artesanía; textilera, pintura, bisutería, alfarería y cerámica, cueros y pieles, talla

Figura 23**Principales líneas artesanales de distrito de Huánuco**

Fuente: Elaboración propia

En Huánuco la actividad artesanal que se desarrolla en mayor porcentaje es la textilería, dentro de los cuales se encuentra; bordaduría, tejido a mano, tejido en telar.

- **Distrito de Amarilis:** En Amarilis existen 207 artesanos registrados en la DIRCETUR, lo cual son parte de 12 asociaciones de dicho distrito, la artesanía es una de sus principales actividades que en su mayoría tiene como autores a mujeres madres de familia (artesanos), donde desarrollan trabajos en Textilería, pintura, fibras vegetales, bisutería, talla, alfarería y cerámica, cueros y piles.

Figura 24**Principales líneas artesanales en el distrito de amarilis.**

Fuente: Elaboración propia

4.4 Problemática

La falta de espacios de promoción ha hecho que los artesanos adecuen sus viviendas como espacios de venta y difusión de sus trabajos artesanales.

En la actualidad existe un solo espacio de promoción y difusión de los trabajos de las diferentes actividades artesanales que beneficia solo a 9 asociados del distrito de Amarilis, se encuentra ubicado en el "Bosque de la Memoria", jr, los laureles, al costado del puente San Sebastián. Lo cual resulta un espacio insuficiente para para promocionar y promover los trabajos de los artesanos del distrito de Amarilis.

Dentro del distrito de Huánuco se ubica dos espacios de carácter privado para la promoción de la artesanía local, "Casa del Artesano", ubicado en Jr. Damaso Beraun 1145 y "Artesanías", ubicado en Jr. Dos de mayo 1157.

Figura 25

Ubicación de espacios de promoción de artesanía en el distrito de Huánuco.



Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Ubicación de espacios de promoción de artesanía en el distrito de Amarilis.



Nota: Se ubicaron 13 centros de promoción de artesanía de carácter privado en el distrito de Amarilis y uno de carácter público. Fuente: Elaboración propia

La siguiente propuesta de diseño nace por la falta de espacios de Promoción y difusión de los diferentes trabajos de los artesanos del distrito de Amarilis, donde uno de los principales objetivos de dicha propuesta es buscar la integración del diseño con el entorno.

4.5 Criterios para la ubicación del espacio Modular sostenible de artesanía

Para la ubicación de la propuesta arquitectónica del “ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANÍA CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ EN AMARILIS – HUÁNUCO 2023” se toma en cuenta las consideraciones generales de las siguientes normativas.

- **A.090 Servicios Comunales:** La presente normativa indica que los espacios artesanales (tienda artesanal) deben ser ubicados en espacios establecidos según el PDU del distrito.
- **Reglamento de la Ley N° 29073 – Ley del Artesano y del Desarrollo de la Actividad Artesanal:** Indica que las entidades públicas como; Municipalidades provinciales, municipalidades distritales, son las encargadas de ubicar los espacios de promoción artesanal en plazas, alamedas, parques urbanos, en espacios de concurrencia pública.
- **RNE A.070 Comercio:** Los espacios de ventas independientes deben ser ubicados en predios urbanos de uso comercial, recreacional, y otros usos.
- **RNE A.010 Condiciones Generales de Diseño:** La presente norma establece los criterios y requisitos mínimos de diseño arquitectónico que deberán cumplir las edificaciones con la finalidad de garantizar el confort espacial del usuario.
- **Plan de desarrollo Urbano de la Provincia de Huánuco 2019-2029:** Clasificación de uso de suelo.

Zona de uso comercial: Estos espacios de actividades comerciales pueden desarrollarse en conjunto con infraestructuras y equipamientos que le brindan el soporte adecuado para su fin.

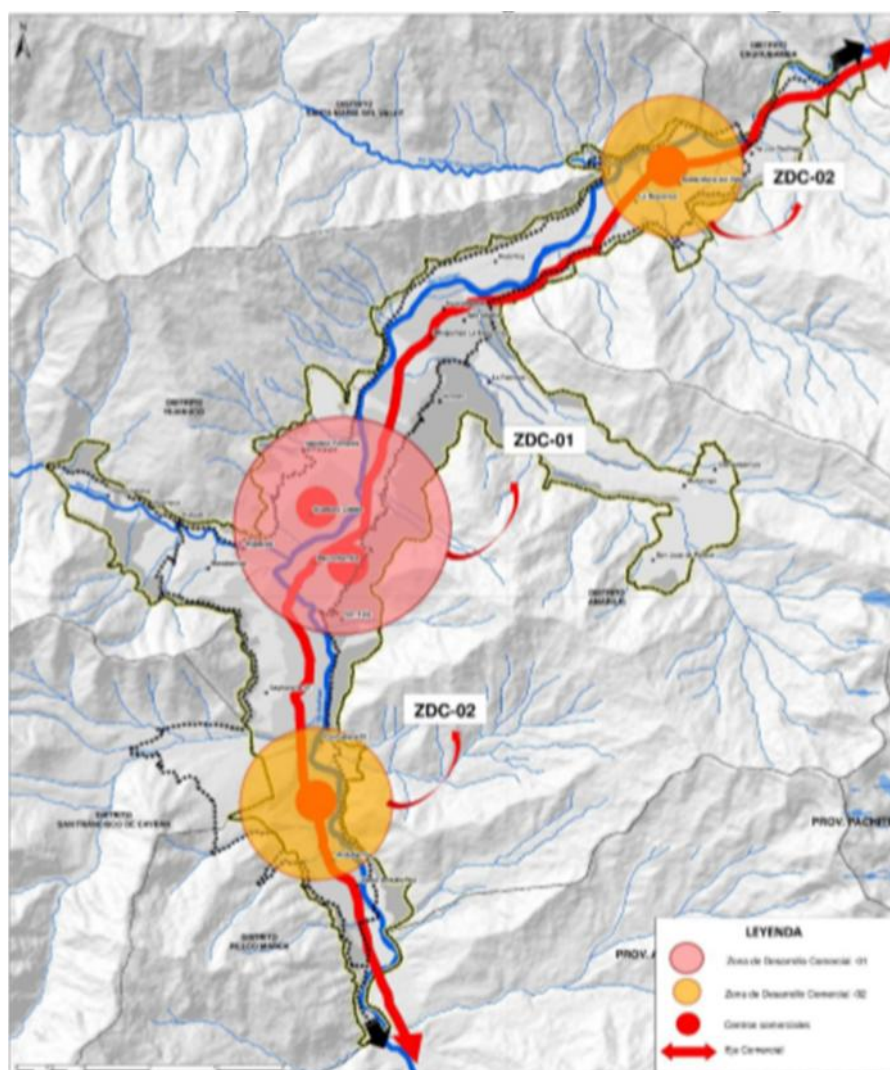
La zonificación para este tipo de uso de suelo se desarrolla en base a espacios acordes con las exigencias y necesidades de las actividades desarrolladas por la población económicamente activa. Buscando la descentralización de la actividad comercial del espacio central de la ciudad

y diversificándolas hacia las vías principales, corredores principales y ejes de desarrollo.

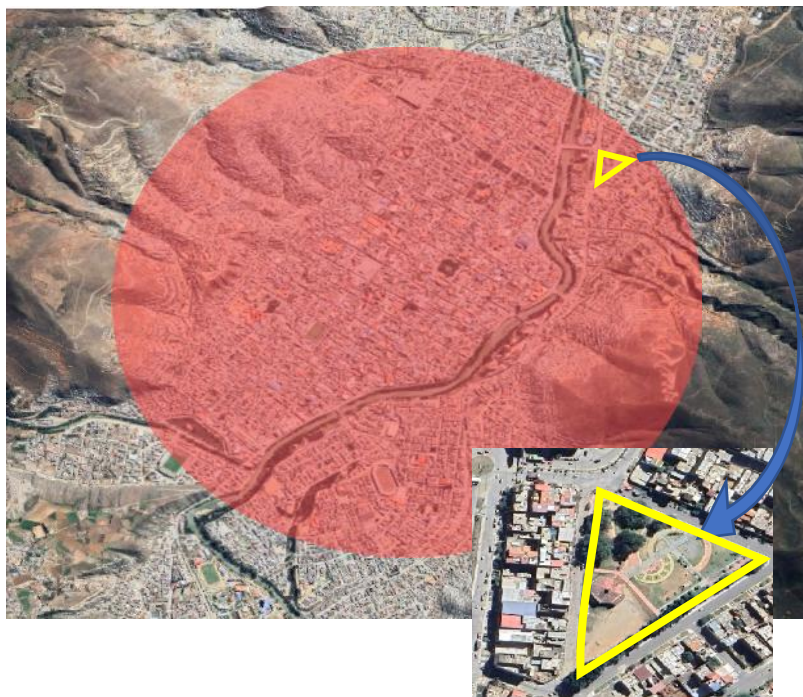
Esta propuesta de zonificación de uso comercial va incentivar la consolidación y el incremento de pequeñas y micro empresas, sobre todo las de carácter artesanal.

Figura 27

Área de desarrollo comercial



Fuente: PDU Huánuco 2019-2029.

Figura 28*Área de desarrollo comercial central**Fuente: Elaboración propia a base de Google Eart.*

4.6 Análisis de espacios arquitectónicos atractivos

Teniendo en cuenta las normativas mencionadas, la presente propuesta arquitectónica se desarrollará en un parque urbano del distrito de Amarilis, para ello se hizo un recorrido y análisis de ubicación de los parques de dicho distrito.

PARQUES DE AMARILIS

DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO

**Parque 18 de mayo**

-) Es de uso recreativo pasivo.
-) Tiene forma triangular, con una losa deportiva, caminos y bancas con pequeños espacios de área verde.
-) Cuenta con veredas perimetrales y vías secundarias colindantes pavimentadas (malecón Huallaga y Jr. Esteban Pavletich).

PARQUES DE AMARILIS
DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO

Parque La Florida

-) Es de uso residencial.
-) Tiene forma cuadrada, tiene un diseño interior con caminos y bancas con espacios verdes agradables.
-) Cuenta con veredas perimetrales y vías secundarias colindantes pavimentadas (jr. Las cucardas y jr. Las violetas)
-) Tiene 2 infraestructuras en sus frentes; una iglesia y un jardín inicial.


Segundo parque de Paucarbambilla

-) Es de uso recreativo pasivo
-) Tiene forma rectangular, tiene un diseño interior que los separa en 3 partes, en el centro tiene una losa deportiva y en sus costados tiene pequeños recorridos y bancas que confluyen en un centro verde, está rodeado de viviendas.
-) Cuenta con veredas perimetrales y vías secundarias colindantes pavimentadas (jr. Los Jazmines, jr. Los Lirios, jr. Los Geranios)


Primer parque de Paucarbambilla

-) Es de uso residencial.
 -) Tiene forma rectangular, su diseño es simple, tiene pequeños recorridos y bancas, está rodeado de viviendas.
 -) Cuenta con veredas perimetrales y vías secundarias colindantes pavimentadas (jr. Los Nardos y jr. Los Tulipanes)
-

PARQUES DE AMARILIS

DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO



Parque Leoncio Prado

) Es de uso residencial y/o recreativo pasivo.
) Tiene forma triangular, en su diseño interior utiliza recorridos circulares que tienen como eje una alameda de ingreso a la Iglesia Virgen del Carmen. La pendiente del terreno hizo que se desarrollara 3 plataformas, donde podemos apreciar zona de juegos, zonas de descanso. El área verde es el 50% del área total del parque.

) Está ubicado a dos minutos del Colegio Integrado “Marino Meza”, del Instituto “La católica”, del colegio “La Aplicación”, está rodeado de comercio vecinal por todo el perímetro del parque.

) Cuenta con veredas perimetrales, está ubicado en la intersección de una vía principal “Vía Colectora” y dos calles secundarias pavimentadas (Calle 04 y Calle 03)

) Es de uso residencial.

) Tiene forma rectangular, su diseño es simple, tiene pequeños recorridos y bancas, está rodeado de viviendas, uno de sus extremos es área verde con frondosos árboles en su perímetro

) Cuenta con veredas perimetrales y vías secundarias colindantes pavimentadas (jr. Los Cedros, jr. Los Nogales y jr. Los Cerezos)



Tercer Parque de los Portales

4.7 Análisis del sitio

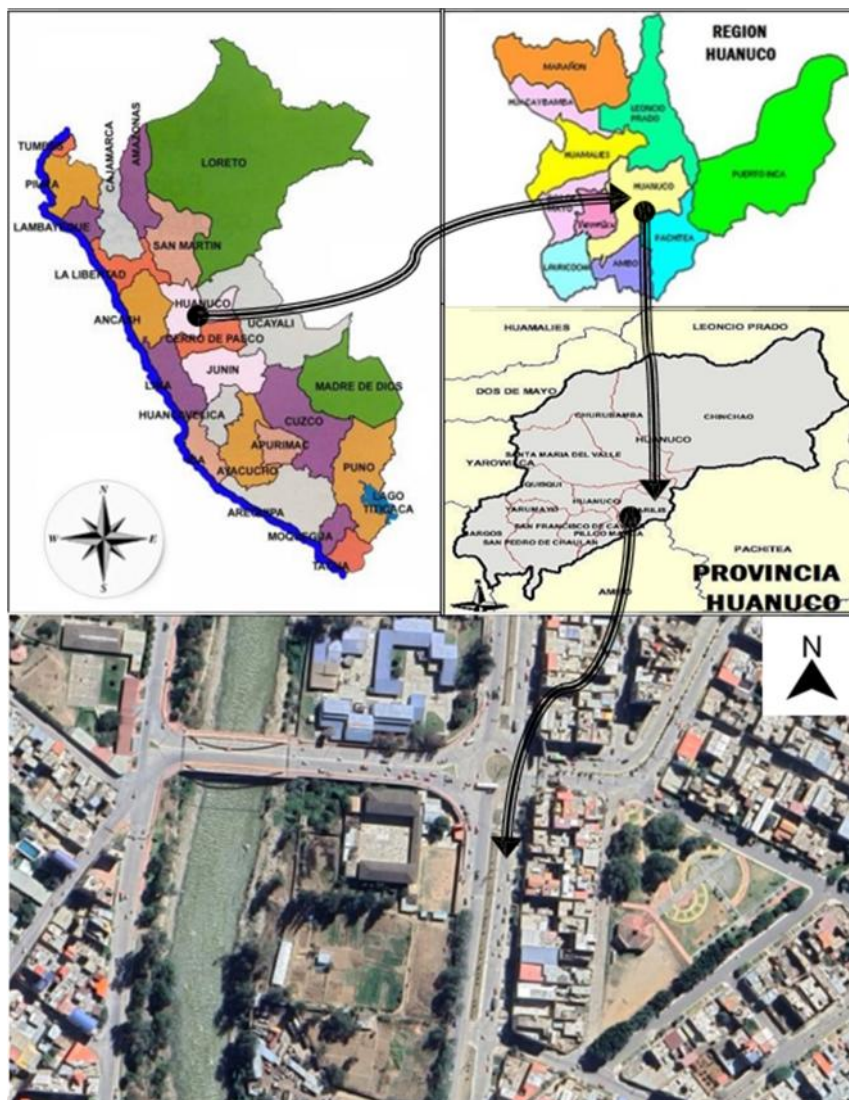
El espacio urbano ubicado dentro de la Zona comercial en el PDU de Huánuco que cumple con las condiciones adecuadas para desarrollar el proyecto “ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANÍA CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ EN AMARILIS – HUÁNUCO 2023” es el parque “Leoncio Prado”, se encuentra ubicado al

noreste de la ciudad de Amarilis, dentro del sector urbano VIII los Portales, definido por el PDU de la ciudad de Huánuco.

4.7.1 Ubicación del proyecto

Figura 29

Ubicación y localización del proyecto



Nota: el proyecto está ubicado en Perú, departamento de Huánuco, provincia de Huánuco, distrito de Amarilis

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2 Descripción del terreno

- **Ubicación:** Urbanización “Leoncio Prado”, Vía Colectora, Jr. José Varallanos, Jr. Javier Pulgar Vidal y Jr. Raúl Córdova, Amarilis.
- **Área intervenida:** 8961.00 m²
- **Perímetro:** 428.00ml.
- **Uso de suelo:** Zona Residencial y/o recreacional.
- **Servicios Básicos:** Se cuenta con los servicios básicos, agua, luz y desagüe en la zona.

Figura 30

Accesibilidad a la zona de proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

4.7.3 Topografía

El parque "Leoncio Prado" Tiene una pendiente ondulada de 3%-5%, que se divide en tres plataformas.

Parque urbano de uso recreativo y residencial con veredas perimetrales de 1.50 mts en promedio, en su interior tiene circulaciones internas entre 4 a 6m de formas circulares y lineales que genera una zonificación espacial agradable, contiene áreas verdes, gimnasia libre, juegos infantiles, zona de descanso (bancas con pérgolas), zona de exposiciones.

Figura 31

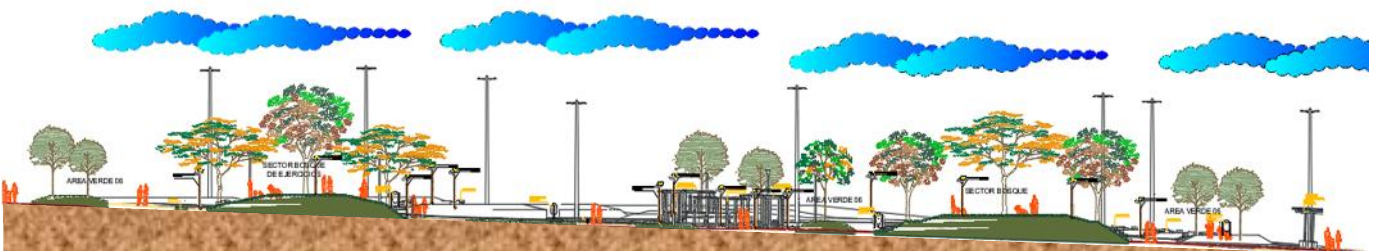
Línea de corte de la sección transversal del Parque "Leoncio Prado"



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32

Sección transversal del Parque "Leoncio Prado".



Nota: sección transvasar paralelo a calle 3, donde se aprecia la topografía de Parque Leoncio Prado.

Fuente: Elaboración propia.

4.7.4 Asoleamiento

Para el análisis del proyecto se considera vientos de 55km/h, según detalla el mapa eólico del Perú (RNE E. 020). Los vientos predominantes son de Noreste a Sureste. El recorrido del sol es de Este a Oeste.

Figura 33

Asoleamiento y vientos del Parque “Leoncio Prado”.



Fuente: Fuente propia

4.7.5 Accesibilidad

Para el acceso al Parque Leoncio Prado, tenemos dos recorridos principales.

- Desde el distrito de Huánuco, iniciando en la Plaza de Armas, por Jr. 28 de Julio, siguiendo la dirección del tráfico, hasta llegar al ingreso de la vía colectora.
- Desde el distrito de Pillco Marca, iniciando en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, por la carretera central en la dirección del Norte, hasta llegar al ingreso de la vía colectora.

Figura 34*Rutas de acceso al Parque "Leoncio Prado".*

Nota: Ruta 1 UNHEVAL – Parque Leoncio Prado (Morado), Ruta 2 Plaza de Armas de Huanuco - Parque Leoncio Prado (Rojo)

Fuente: Elaboración propia con Google Heart

4.7.6 Paisaje

El lugar de estudio presente una vegetación principal de árboles de molle, almendra, ficus, guaranguay y plantas ornamentales, ante este contexto se pretende integrar la propuesta arquitectónica del espacio modular sostenible con elementos estructurales de bambú.

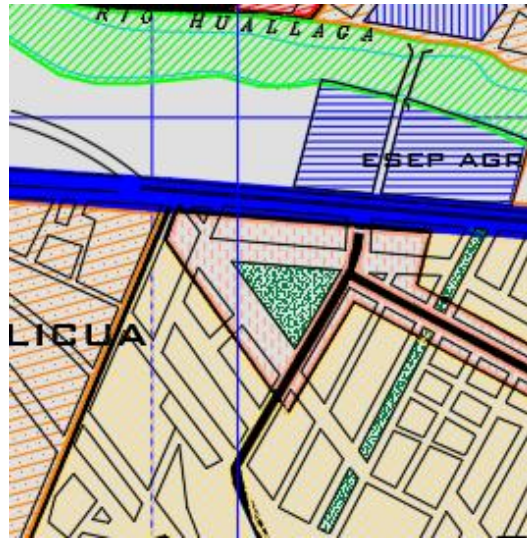
4.8 Análisis del Contexto de la propuesta

4.8.1 Zonificación

El terreno del parque "Leoncio Prado" se encuentra ubicada en la zona denominada Zona de Desarrollo comercial (ZDC), y a sus alrededores la zona predominante es el comercio vecinal (CV) seguido del equipamiento educativo (E2)

Figura 35

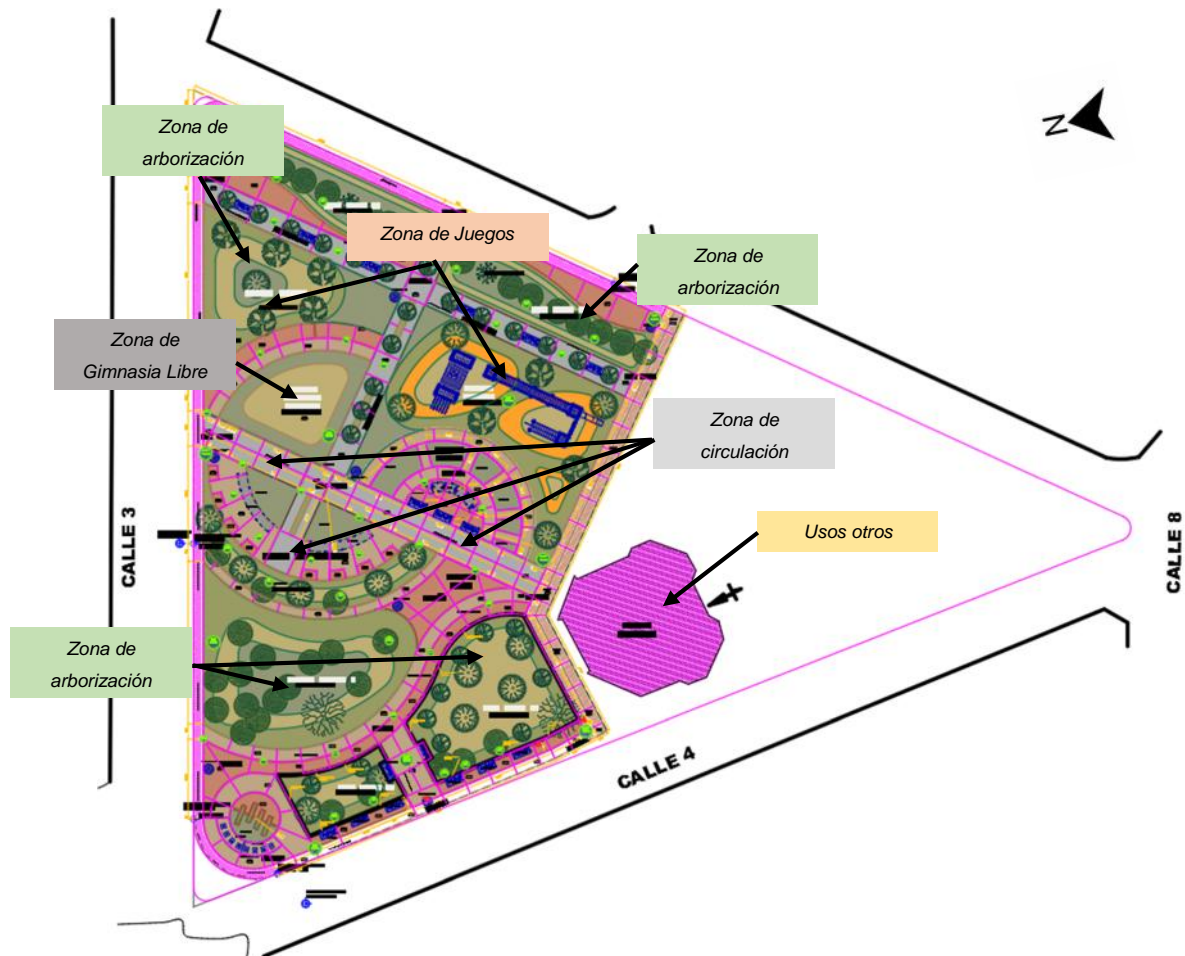
Zonificación de uso de suelo comercial.



Fuente: PDU Huanuco 2019-2029.

Figura 36

Zonificación del Parque "Leoncio Prado".



Fuente: Elaboración propia.

4.8.2 Equipamiento Urbano

Figura 37

Equipamiento urbano del contexto de la propuesta.



Fuente: Elaboración propia en Google Eart.

Z Equipamiento Educativo: Alrededor del parque LEONCIO PRADO Existen zonas de equipamiento educativo como EL INSTITUTO ISABEL LA CATÓLICA ubicado en el jr. Daniel Alomía Robles, COLEGIO DE APLICACIÓN UNHEVAL ubicado en la calle 2 del AA. HH 4 de diciembre, INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO APARICIO POMARES, COLEGIO NACIONAL AGROPECUARIO MARINO MEZA, ambos ubicados a los extremos laterales del puente ESTEBAN PAVLETICH.

Figura 38*Equipamiento educativo**Fuente: Elaboración propia.*

- Z Equipamiento Residencial:** El parque Leoncio Prado tiene usos de suelos compartidos, donde el que más predomina es el uso de viviendas, sean unifamiliares y multifamiliares, se puede evidenciar viviendas construidas en buen estado y de material noble, ubicados en el jr. José Varallanos (calle 3), jr. Javier Pulgar Vidal (calle 4) y jr. Raúl Córdoba

Figura 39*Equipamiento residencial.**Fuente: Elaboración propia.*

Z Equipamiento Comercial: El parque LEONCIO PRADO está rodeado de comercio vecinal tales como; bodegas, licorerías, boticas, pollerías, cevicherías, veterinarias, ubicados en la Vía Colectora, en el jr. José Varallanos (calle 3), jr. Javier Pulgar Vidal (calle 4) y jr. Raúl Córdoba.

Figura 40

Equipamiento comercial.



Fuente: Elaboración propia.

Z Equipamiento Complementario: En el equipamiento complementario encontramos la iglesia VIRGEN DEL CARMEN, LOSA DEPORTIVA, CASETA DE VIGILANCIA, ubicados en el jr. Javier Pulgar Vidal (calle 4) y Vía Colectora respectivamente.

Figura 41

Equipamiento complementario.



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V: PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

5.1 Criterios de Diseño

5.1.1 Conceptualización de la propuesta

Para la forma geométrica del módulo se consideró la forma cuadrangular DAMERO, que nació en el diseño de la plaza de armas de Huánuco y se extendió al esto de manzanas de 100 X 100 alrededor de esta, formando una trama cuadrangular ordenada.

En la propuesta se busca generar una trama ordenada del módulo con las circulaciones principales del parque ‘LEONCIO PRADO’, el cual tiene como eje principal una alameda que es el ingreso principal de la iglesia del parque.

Figura 42

Representación gráfica de Damero en Huánuco.



Fuente: Elaboración propia a base de Google Eart.

Figura 43

Representación gráfica de Damero en la propuesta arquitectónica.



Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Ingreso

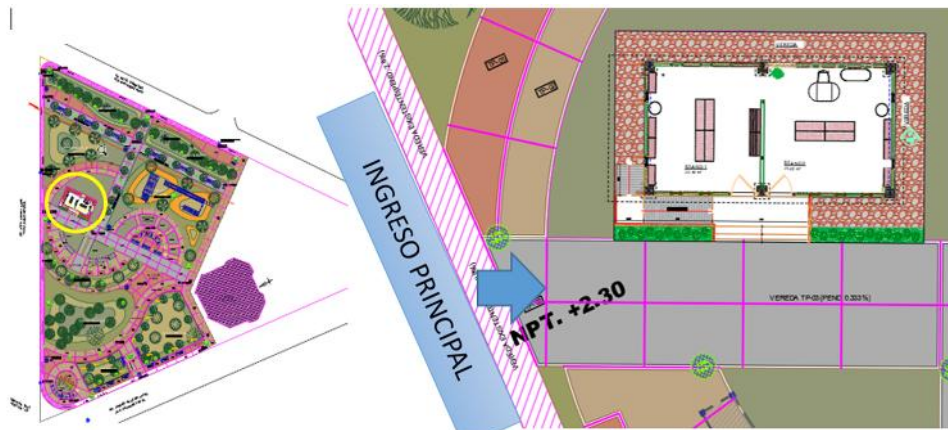
Su ingreso principal de la propuesta es por el jr. Varallanos (Calle 3), ya que es una vía de mayor dimensión y se une directamente con la Vía Colectora.

La ubicación estratégica del “ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANÍA CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ EN AMARILIS – HUÁNUCO 2023” es una respuesta a la búsqueda de la integración con el entorno, donde buscamos darle realce e importancia al entorno con una propuesta arquitectónica de material natural que armonice con la vegetación existente.

Este espacio arquitectónico busca dotar condiciones de confort ambiental, espacial, funcionalidad, durabilidad y flexibilidad.

Figura 44

Ingreso de la propuesta arquitectónica.



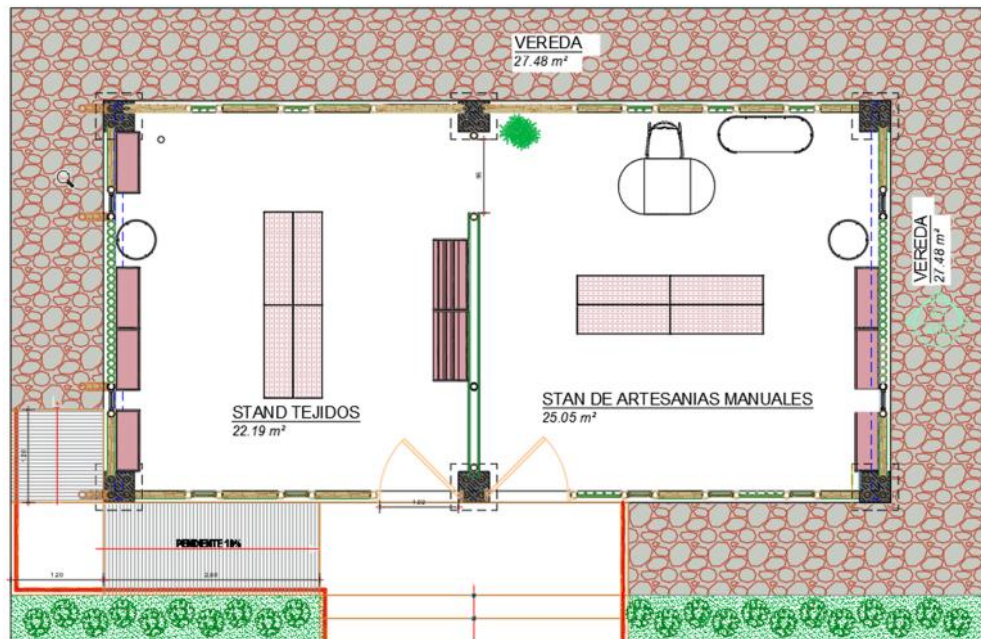
Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Distribución espacial

- El módulo está rodeado de veredas perimetrales de piedras chancadas de la zona para no perder el carácter natural de la circulación del parque, con un ancho mínimo de 1.20m. Aprovechamos el desnivel para proponer escaleras y rampas en el ingreso del módulo.
- El diseño plantea una propuesta de formas limpias, un rectángulo como forma organizadora, donde permite una circulación fluida en los ambientes de exhibición.
- Se planteó 2 espacios de exhibición y venta de los trabajos artesanales; stand 1 con un área de 22.19m², stand 2 con un área de 25.05m². Cada espacio cuenta con estantes, mostradores para la exhibición de los trabajos artesanales.
- Los ambientes tienen una ventilación cruzada, lo cual nos permite lograr un confort térmico agradable para evitar la acumulación de los olores.
- El aforo máximo para cada ambiente es de 10 personas, ya que según la norma A-070 (comercio), nos indica que en los espacios de galería artesanal el área de ocupación es de 2m² por persona.

Figura 45

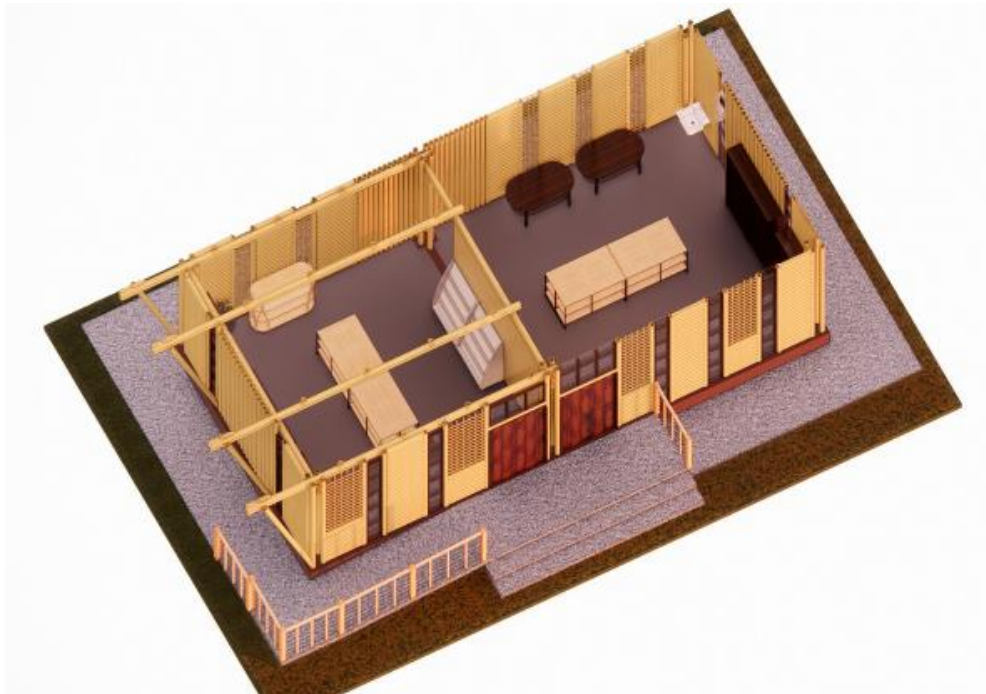
Planta de distribución de la propuesta.



Fuente: Elaboración propia

Figura 46

Vista 3D de distribución de estantes.



Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Volumetría

- Según la Norma A-070 (comercio), la altura mínima en una galería comercial y/o en edificaciones comerciales es de 3.00m, medido desde el nivel del piso terminado hasta la parte inferior del techo (cielo raso).
- La altura mínima del proyecto planteado es de 3.10m en el Stand 1 y en el Stand 2 es de 3.75m.
- La volumetría remata con un juego jerárquico de alturas de dos ambientes con techos inclinados, que contribuyan a la dinámica y fluidez del viento del medio circundante. La inclinación de la cobertura, responde la necesidad de protección del bambú, de la radiación solar. Siendo el bambú, un recurso natural vulnerable al sol y la humedad, agua, hay que darle la protección debida en la propuesta arquitectónica.

Figura 47

Vista 3D Stand2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 48*Vista exterior de Modulo.**Fuente: Elaboración propia*

5.1.5 Materiales y acabados

El material predominante en la propuesta arquitectónica es el bambú, donde buscamos el aprovechamiento máximo de sus características físico-mecánicas, ambientales, morfológicas, para lograr una armonía natural con la vegetación existente en el contexto de la propuesta.

- El material de acabado para los pisos será de porcelanato antideslizante de alto tránsito.
- La cobertura propuesta es de fibrocemento modelo teja, es un material liviano, impermeable que servirá para proteger de la humedad a los bambúes, será utilizada en la parte superior del cerramiento de todo el perímetro, a manera de decoración.
- El mantenimiento para bambúes expuestos a la intemperie se realizará con material de laca, cada 6 meses para lograr la conservación del material.
- El mantenimiento para piezas de bambúes en interiores se realizará con material de laca, cada 1 año para lograr la conservación del material.

Figura 49

Vista exterior de Modulo.



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 50

Vista de acabado de piso.



Fuente: *Elaboración propia*

El material predominante es el bambú. Se propone utilizar una especie de bambú, considerando en el diseño sus características físico mecánicas y su morfología.

Especie propuesta en el diseño:

Guadua Angustifolia, especie contemplada en la Norma E-100 bambú.

Debido a sus características físico mecánicas y morfológicas, cumple el papel principal en el diseño, su utilización es en toda la estructura. Su procedencia será de la UNAS, ciudad de Tingo María. Se consideran bambúes rollizos con diámetros externos de 8 cm, 9 cm, 10 cm, 10.5 cm y 11 cm para elementos estructurales y de 7 cm para los no estructurales, como también elementos delgados para darle plástica superficial.

Se considera bambúes chancados para el recubrimiento del cerramiento y de la cubierta.

Algunas consideraciones importantes que debemos tener cuando se hace una propuesta arquitectónica con Bambú, para preservar el material y la durabilidad de la construcción son los siguientes:

- Selección de los bambúes maduros
- Corte
- Vinagrado
- Manejo
- Transporte
- Inmunización con Pentaborato
- Secado posterior

CAPÍTULO VI: RESULTADOS

6.1 Análisis estructural

Una vez definido la propuesta arquitectónica del espacio modular sostenible teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente se procedió a realizar el análisis de los parámetros estructurales de diseño y su modelamiento en el software Etabs, a fin de evaluar y diseñar una estructura sismoresistente.

6.1.1 Metrado de Cargas

a) Carga muerta de Cobertura

Dentro de este capítulo primeramente partiremos con el metrado de cargas de la estructura, para ello las cargas de servicio se tomarán siguiendo la norma E.0020, y considerando una cobertura de fibrocemento modelo teja

Peso específico de Bambú	= 0.60 tn/m ³
Peso de accesorios aprox.	= 1.00 Kg/m ²
peso cobertura policarbonato	= 7.10 Kg/m ²
Peso de fibrocemento teja	= 8.40 Kg/m ²
Peso de luminaria/otros	= 3.00 Kg/m ²
<i>Total, carga muerta de cobertura</i>	<i>= 19.50 kg/m²</i>

b) Carga viva de techo

Según E. 020, se debe considerar como carga viva en techo una sobrecarga mínima de 30.00 kg/m²

Total, carga viva de cobertura = 30.00 kg/m²

c) Cargas de Viento

Se determinará también las cargas de viento siguiendo la norma E. 020, ya que es una carga significativa para este tipo de estructuras y mediante el mapa eólico que nos brinda la norma se determinó que para una altura de 10 metros se tendrá una velocidad de **55km/h.**

Datos de la propuesta arquitectónica

h total = 4.85 m (Según propuesta arquitectónica)

$V = 55$ km/h (Según mapa eólico del Perú E. 020)

Calculo de velocidad de diseño

$$V_h = V(h/10)^{0,22}$$

donde:

V_h : velocidad de diseño en la altura h en Km/h

V^0 : velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h

h : altura sobre el terreno en metros

$V_h = 46.91$ km/h (Según E. 020, velocidad de diseño mínima es 75km/h)

Tomamos, $V_h = 75$ km/h

Calculo de carga por viento

$$P_h = 0,005 C V_h^2$$

donde:

P_h : presión o succión del viento a una altura h en Kg/m²

C : factor de forma adimensional indicado en la Tabla 4

V_h : velocidad de diseño a la altura h , en Km/h, definida en el Artículo 12 (12.3)

Tabla 15

Factores de Forma para cálculo de Carga por viento.

FACTORES DE FORMA (C) *

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	+0,8	-0,5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0,3-0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0,7-0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0,8	-0,6
Superficies verticales ó inclinadas (planas ó curvas) paralelas a la dirección del viento	-0,7	-0,7

* El signo positivo indica presión y el negativo succión.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E. 020 – Cargas

- Barlovento (Techo)

$$Phbt1 = 0.005 \cdot (+0.3) \cdot 75^2 = 8.43 \text{ kg/m}^2$$

$$Phbt2 = 0.005 \cdot (-0.7) \cdot 75^2 = -19.69 \text{ kg/m}^2$$

- Sotavento (Techo)

$$Phst1 = 0.005 \cdot (-0.6) \cdot 75^2 = -16.88 \text{ kg/m}^2$$

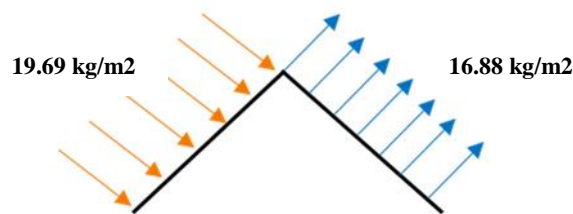
- Barlovento (Muro)

$$Phbm1 = 0.005 \cdot (+0.8) \cdot 75^2 = 22.5 \text{ kg/m}^2$$

- Sotavento (Muro)

$$Phsm1 = 0.005 \cdot (-0.6) \cdot 75^2 = -6.88 \text{ kg/m}^2$$

Carga de viento a considerar para el diseño (más desfavorable)



6.1.2 Cálculo de parámetros de diseño

a) Factor de Zona

El proyecto se ubica en el distrito de Amarilis – Huánuco, el cual corresponde a la zona 2, según el RNE E. 030. (Ver Figura 10)

Tomamos, Zona 2 $Z=0.25$

b) Factor de Suelo

Según estudio de mecánica de suelos adjunto (EMS del proyecto de CUI 2196540) (Ver anexos), el suelo característico de la zona del proyecto, corresponde a S2: suelos intermedios, con una capacidad portante característica de 1.23kg/cm². Para la determinación de S, TP y TL, ver Tabla 3 y 4.

Tomamos, con Z2 y S2 $S=1.20$

Tomamos, con S2 $Tp(s) = 0.60$ $TL(S) = 2.0$

c) Factor de amplificación Sísmica (C)

El Factor de amplificación Sísmica (C), toma el valor según las siguientes expresiones:

$$T < T_P \quad C=2.5$$

$$T_P < T < T_L \quad C=2.5 (T_P/T)$$

$$T > T_L \quad C=2.5(T_P.T_L/T^2)$$

Tomamos, $C=2.45$, con periodo fundamental de la estructura de 0.612.

d) Categoría de Edificación y Factor de Uso (U)

El espacio modular proyectado corresponde a uso de comercio de artesanía, donde no albergará gran cantidad de gente, el cual corresponde según la clasificación de categoría de edificación (E. 030) como *Edificaciones comunes*. (Ver tabla 5).

Tomamos $U=1$

e) Sistema estructural

Determinamos el tipo de sistema estructural a emplear en el espacio modular sostenible planteado. El espacio modular sostenible plantea elementos estructurales de bambú, que corresponde a madera tipo C, según RNE E. 100. Por lo que seleccionamos el coeficiente básico de reducción (Ro) que corresponde a madera (Ver tabla 6).

Tomamos $Ro=7$

f) Factores de irregularidad

- **Factores en altura**

Según los planos detallados, se plantea un espacio modular de 1 nivel, no encontrándose irregularidad en altura.

Tomamos $Ia=1$

- **Factores en planta**

No se presenta irregularidades en planta, ya que el planteamiento general del módulo es simétrico en sus elementos estructurales planteados.

Tomamos $Ip=1$

g) **Coefficiente de reducción de las fuerzas sísmicas R**

Viene a estar dado por:

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p$$

Habiéndose determinado R_o , I_a e I_p se obtiene:

$$R = 7 \cdot 1 \cdot 1$$

$$R = 7$$

6.1.3 Espectro de aceleraciones

Para calcular el espectro de aceleraciones se empleará la norma E. 030, la cual nos indica que debemos tener en cuenta la siguiente formula:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Se tiene, para X y Y.

$$Z = 0.25 \quad U = 1.00$$

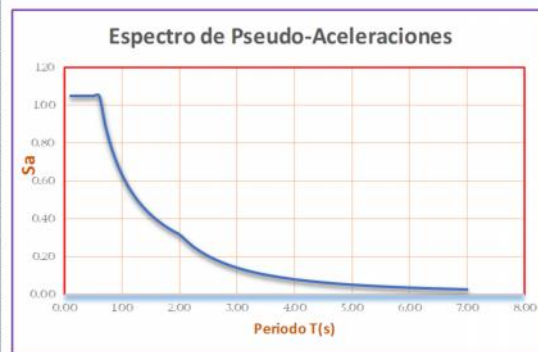
$$C = 2.45 \quad S = 1.20$$

$$R = 7.00$$

Figura 51

Espectro de pseudo aceleraciones Ejes X y Y.

Factor de Amplificación Sísmica	Periodo	Aceleración Espectral
C	T	S _a
2.50	0.10	1.05
2.50	0.20	1.05
2.50	0.30	1.05
2.50	0.40	1.05
2.50	0.50	1.05
2.50	0.60	1.05
2.14	0.70	0.90
1.88	0.80	0.79
1.67	0.90	0.70
1.50	1.00	0.63
1.36	1.10	0.57
1.25	1.20	0.53
1.15	1.30	0.49
1.07	1.40	0.45
1.00	1.50	0.42
0.94	1.60	0.39
0.88	1.70	0.37
0.83	1.80	0.35
0.79	1.90	0.33
0.75	2.00	0.32
0.59	2.25	0.25
0.48	2.50	0.20
0.40	2.75	0.17
0.33	3.00	0.14
0.28	3.25	0.12
0.24	3.50	0.10
0.21	3.75	0.09
0.19	4.00	0.08
0.17	4.25	0.07
0.15	4.50	0.06
0.13	4.75	0.06
0.12	5.00	0.05
0.11	5.25	0.05
0.10	5.50	0.04
0.09	5.75	0.04
0.08	6.00	0.04
0.07	6.50	0.03
0.06	7.00	0.03



Nota: El espectro de pseudo aceleraciones nos muestra la aceleración espectral en el eje X y Y de la estructura (vibración natural), según se va variando el periodo y calculando el coeficiente de amplificación sísmica según el RNE E. 030.

Fuente: Elaboración propia.

6.2 Procedimiento del análisis sismo resistente

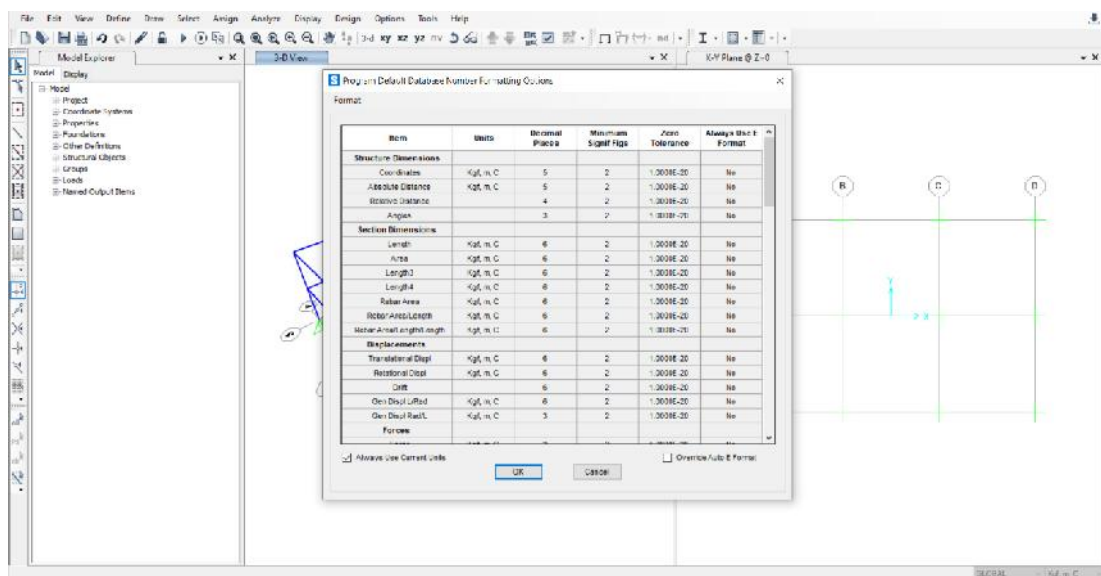
Habiéndose obtenido toda la información necesaria para el análisis sismoresistente, a continuación, se detallan los pasos realizados en el software ETABS, para el análisis sismoresistente.

6.3.1 Configuración de Unidades del programa

Se debe determinar las unidades de trabajo, para la entrada y salida de datos, Ctr + U

Figura 52

Unidades de entrada y salida de datos Etabs.



Fuente: Etabs

6.3.2 Definición de características del Material (Bambú)

Se tomó las características físico mecánicas del bambú que detalla la norma E. 100, para tipo guadua Angustifolia.

Se introdujo los valores tales como módulo de elasticidad, coeficiente de poisson, coeficiente térmico de expansión, peso por unidad de volumen.

Figura 53
Propiedades de material Bambú. Etabs.

Fuente: Creación de propiedades de material Bambú. Etabs

6.3.3 Definición de secciones de los Elementos Estructurales

Para definir las secciones en Etabs, de los elementos estructurales se predimensionaron,. Después de completar las dimensiones anteriores, se crea un elemento unidimensional o "marco". Cabe detallar que tras el modelamiento y la obtención de datos, y tras la verificación de las solicitaciones de la normativa peruana, las secciones se van modificando según se requiera hasta alcanzar una estructura sismoresistente.

La sección del bambú no son secciones predefinidas del programa, se debe crear una nueva sección completando los campos apropiados, para lo cual se debe hacer clic en la sección de diseñador.

Se definen los siguientes elementos:

Columnas/Elementos verticales (Compresión, flexión y tensión)

Z Col 1

04 bambú De= 8.00 cm t= 0.65 cm Di = 6.70 cm

Z Col 2

01 bambú De= 10.00 cm t= 1.00 cm Di = 8.00 cm

Z Col 3 (Tijeral)

01 bambú De= 9.00 cm t= 0.85 cm Di= 7.30 cm

Vigas/Elementos verticales (Flexión, tracción, cortante)

Z Vig 1 (Eje largo X)

02 bambú De= 11 cm t= 1 cm Di= 9.00 cm

Z Vig 2 (Tijeral)

01 bambú De= 9 cm t= 0.85 cm Di= 7.30 cm

Z Vig 3 (Eje corto Y)

02 bambú De= 11 cm t= 1.8 cm Di= 7.40 cm

Z Vig 4 (Tijeral)

02 bambú De= 10 cm t= 1.5 cm Di= 7.00 cm

Z Vig 5 (Tijeral)

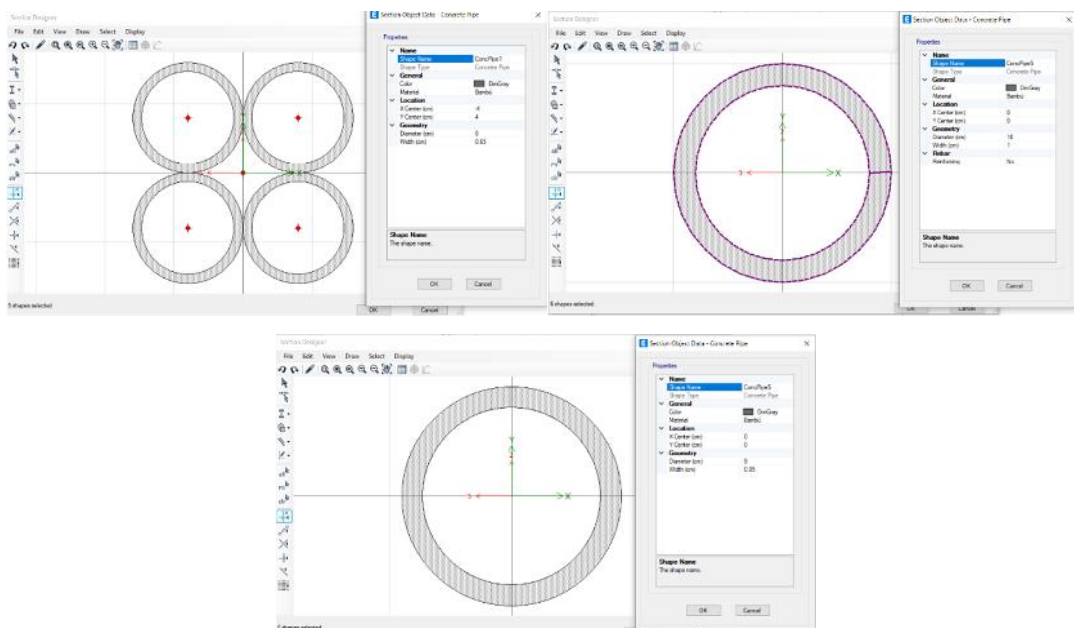
01 bambú De= 10.5 cm t= 2.75 cm Di= 5.00 cm

Cobertura (Shell)

Z Con peso específico predefinido 19.50 kg/m²

Figura 54

Secciones de Bambú (Col 1, Col 2 y Col 3) . Etabs.



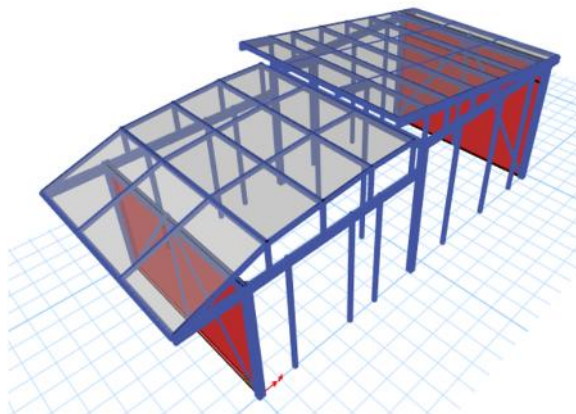
Fuente: Creación de secciones de material Bambú. Etabs

6.3.4 Modelo matemático

Con la ayuda de las grillas definimos las columnas/Elementos verticales y vigas/Elementos horizontales dentro de nuestro modelo matemático.

Figura 55

Modelo matemático. Etabs.



Fuente: Elaboración propia. Etabs

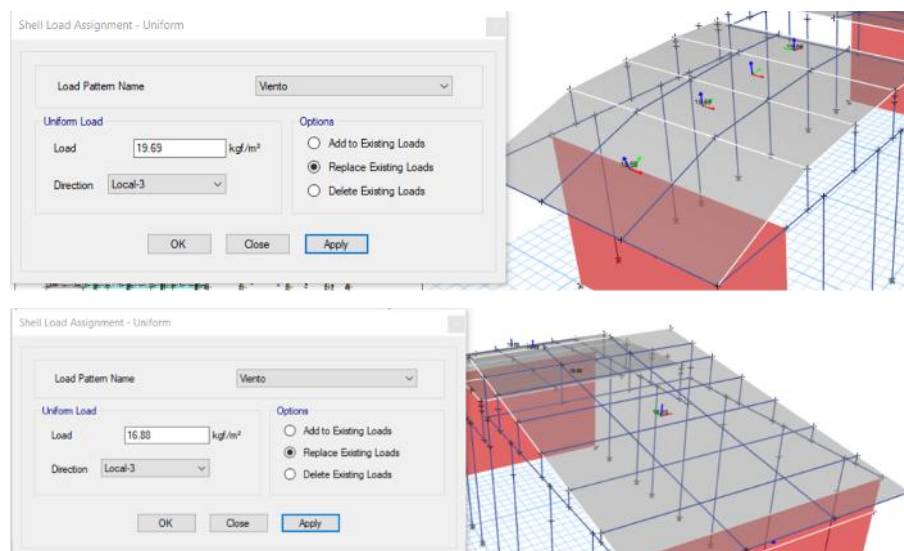
6.3.5 Asignación de cargas

El programa determina por defecto la carga de peso propio según las características de los elementos predefinidos, adicional a ello se asignaron la sobrecarga en techo, cargas de viento y de sismo.

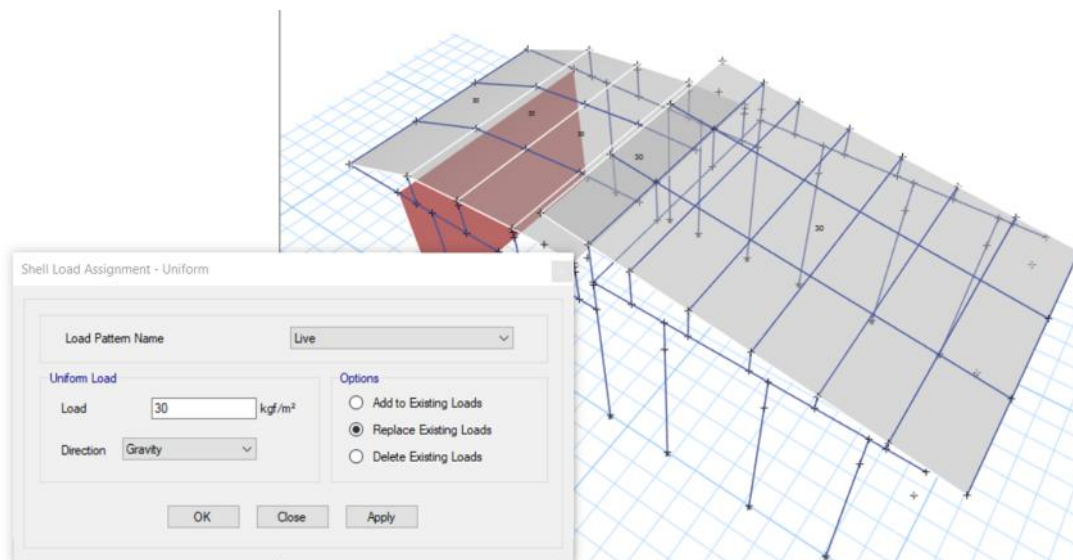
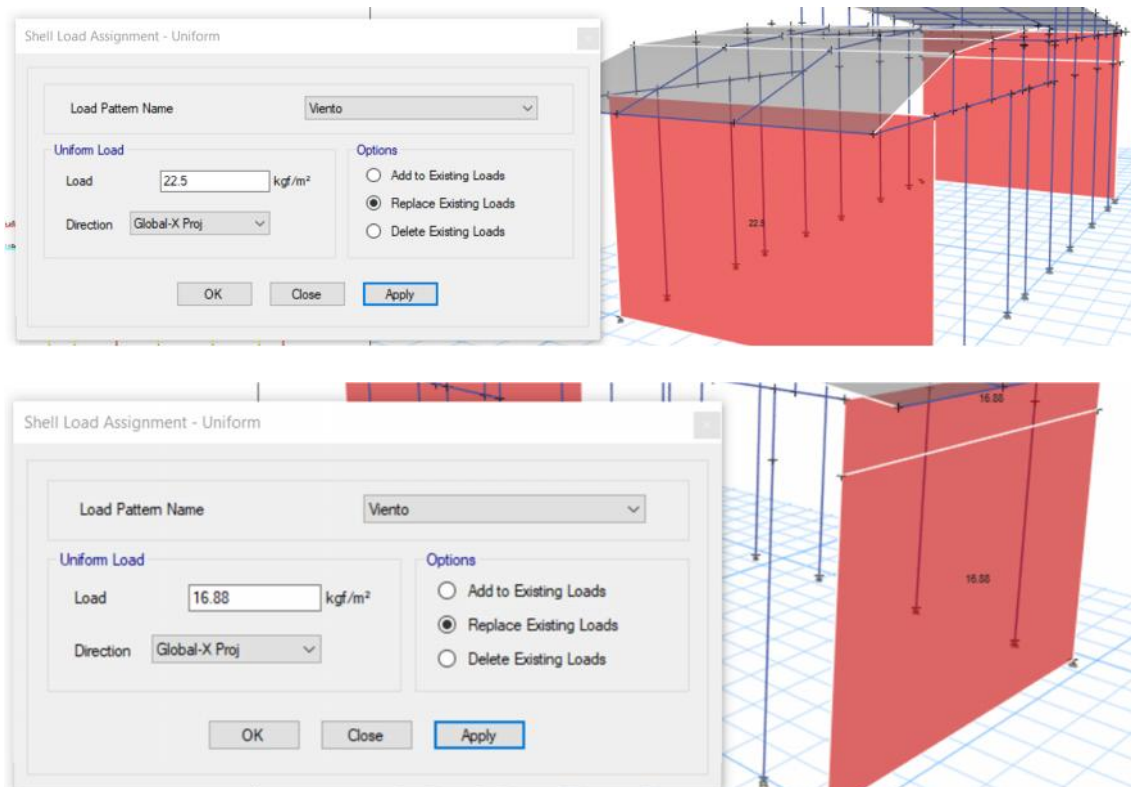
- Carga de Viento

Figura 56

Asignación de carga de viento en cobertura. Etabs.



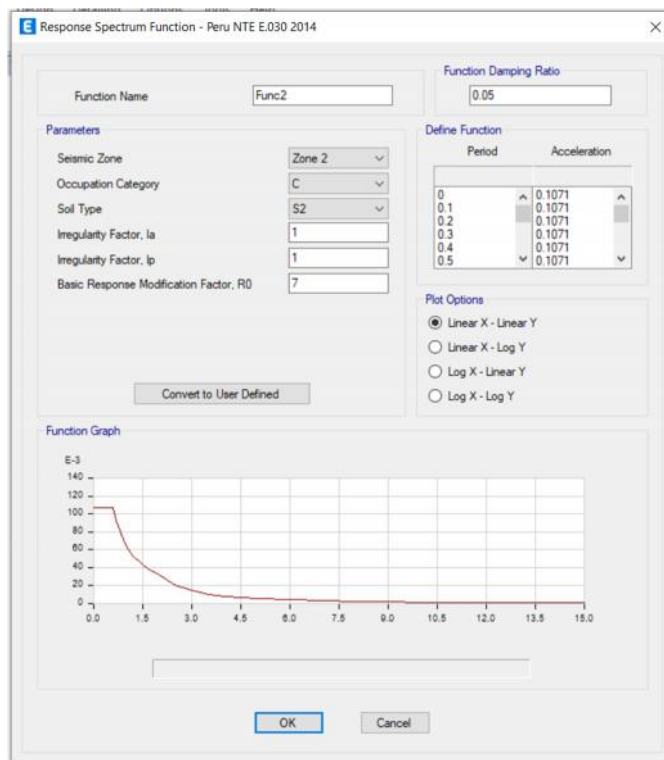
Fuente: Asignación de carga de viento en cobertura (barlovento y sotavento).
Etabs

Figura 57**Asignación de carga de carga viva en techo Etabs****Fuente:** Asignación de carga de viento en cobertura (barlovento y sotavento). .Etabs**Figura 58****Asignación de carga de viento en muros Etabs.****Fuente:** Asignación de carga de viento en cobertura (barlovento y sotavento).

Etabs

- Espectro de Respuesta

Figura 59
Definición de caso de carga X y Y. Etabs



Load Case Name: CSISMO X

Notes: Modify/Show...

Load Case Type: Response Spectrum

Modal Combination:

- CQC
- SRSS
- Absolute
- GMC
- NRC 10 Percent
- Double Sum

GMC #1: 1

GMC #2: 0

Periodic + Rigid Type: SRSS

Modal Load Case: MODAL

Use Modes from this Modal Load Case:

- Standard - Acceleration Loading
- Advanced - Displacement Inertia Loading

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	ESPECTRO	9.81
Accel	U1	ESPECTRO	9.81
Accel	U2	ESPECTRO	1

Other Parameters:

Modal Damping: Constant at 0.05

OK Cancel

Nota: Definición de caso de carga de Sismo X y Y para el modelamiento de la estructura en el software ETABS para el análisis de la estructura con elementos de bambú.

6.3.6 Combinación/Casos de cargas

Determinamos la combinación de cargas según la E. 020.

D

D + L

D + (W o 0.70E)

D + T

[D + L + (W ó 0.70E)]

[D + L + T]

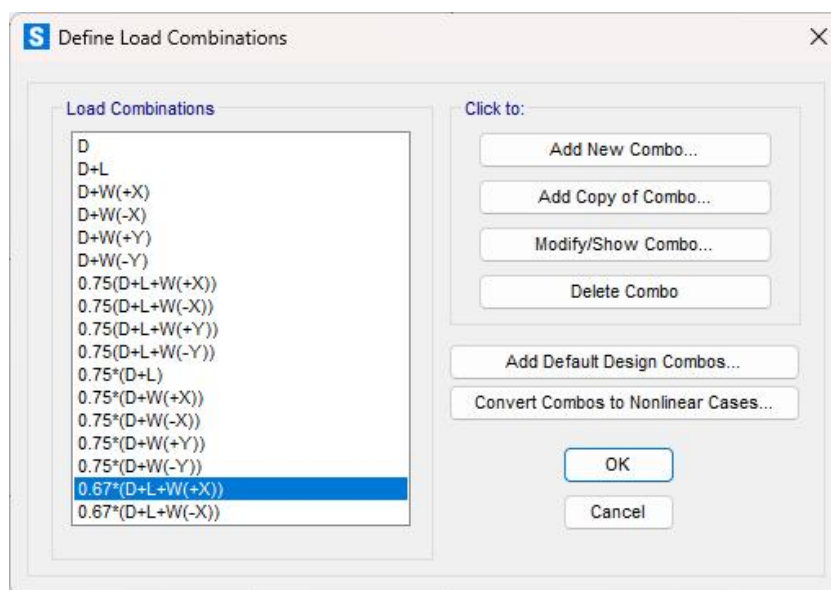
[D + (W ó 0.70E) + T]

[D + L (W ó 0.70E) + T]

= 0.75 (5, 6 y 7); 0.67 (8)

Figura 60

Combinaciones de carga por sismo y viento.



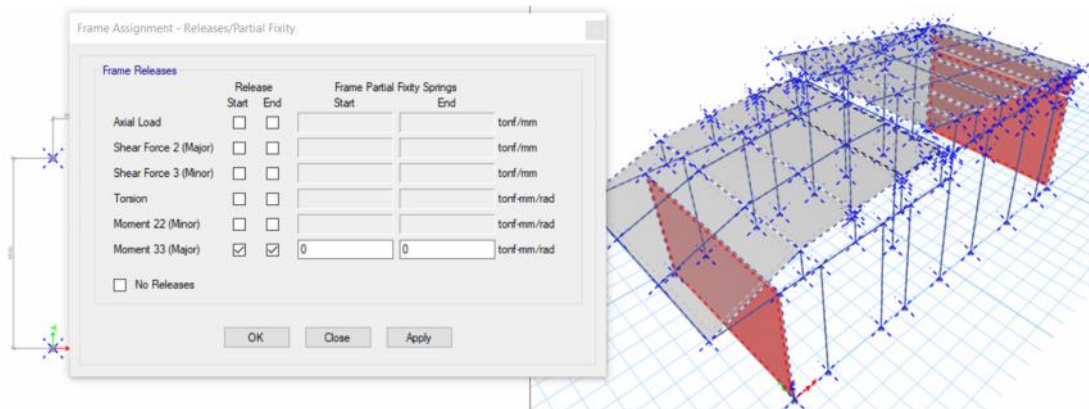
Nota: En la anterior figura se aprecia la asignación de los casos de carga para el modelamiento de la estructura en el software ETABS para el análisis de la estructura con elementos de bambú.

Fuente: Elaboración propia. Etabs

6.3.7 Liberación de Nudos

Figura 61

Liberación de nudos.



Fuente: Elaboración propia. Etabs

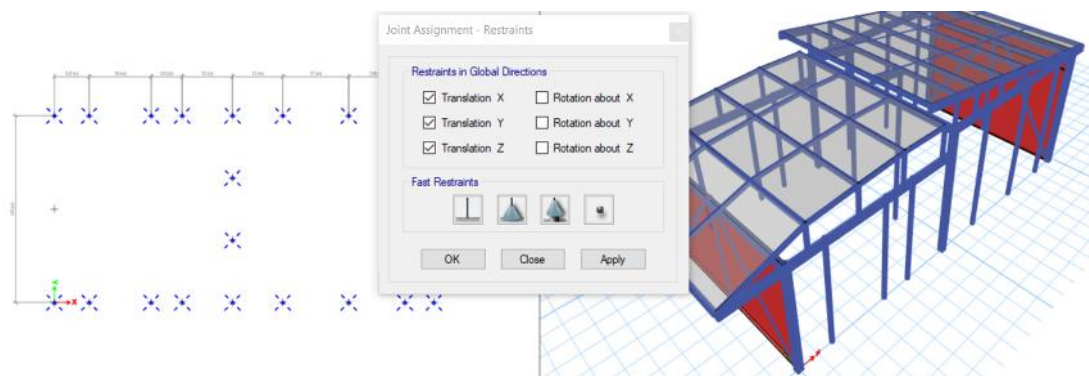
Nota: En caso de nudos con mortero no se realizara la liberación.

6.3.8 Asignación de restricciones en los apoyos

En el nivel cero ($Z=0$), se realiza la asignación de restricciones, según se muestra en la siguiente figura.

Figura 62

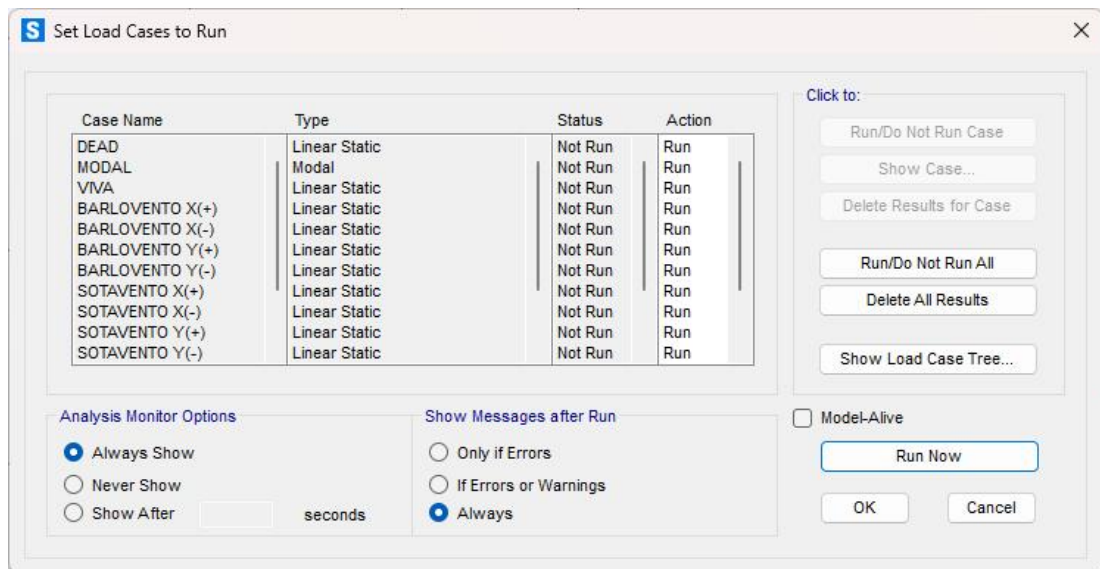
Asignación de restricción de Nudos.



Fuente: Elaboración propia. Etabs

6.3.9 Casos de carga para correr el programa

Habiéndose realizado las configuraciones correspondientes, se realiza el análisis correspondiente a través del programa, para ello seleccionamos los casos de carga que se requiere para analizar la estructura y se coloca correr.

Figura 63*Casos a analizar.*

Nota: En la anterior figura se aprecia la asignación de los casos de carga para el modelamiento de la estructura en el software ETABS para el análisis de la estructura con elementos de bambú.

Fuente: Elaboración propia. Etabs

6.3 Análisis de resultados

Cuando los distintos pasos y configuraciones del método de diseño propuesto en este caso se realizan utilizando Etabs, su herramienta se utiliza para realizar el análisis estructural, y los datos se obtienen de los resultados del diseño estructural, se pueden realizar diversas comprobaciones de acuerdo con la tabla de desplazamiento mostrada con diferentes cargas de combinación de los datos relacionados.

Para verificar la deflexión se debe tomar en cuenta cada elemento que conforma el nivel del piso para calcular la deflexión y por ende la conformidad de la deflexión con base E030.

Se consideran factores para la determinación de las derivas de piso.

REGULAR: 0.75R

IRREGULAR: 0.85R

Tabla 16

Derivas por sismo modulo I.

MODULO I				MODULO I			
DERIVAS POR SISMO EN LA DIRECCIÓN X				DERIVAS POR SISMO EN LA DIRECCIÓN Y			
Joint	Outputcase	Δx elastico	Δx inelastico	Joint	Outputcase	Δy elastico	Δy inelastico
Text	Text	m	$\Delta x \cdot 0.75 R$	Text	Text	m	$\Delta y \cdot 0.75 R$
2	SDXX	0.000010	0.0001	2	SDYY	0.0003	0.0014
5	SDXX	0.000012	0.0001	5	SDYY	0.0003	0.0014
8	SDXX	0.000013	0.0001	8	SDYY	0.0003	0.0014
11	SDXX	0.000012	0.0001	11	SDYY	0.0003	0.0014
16	SDXX	0.000013	0.0001	16	SDYY	0.0001	0.0005
20	SDXX	0.000012	0.0001	20	SDYY	0.0001	0.0004
24	SDXX	0.000014	0.0001	24	SDYY	0.0001	0.0004
28	SDXX	0.000017	0.0001	28	SDYY	0.0001	0.0004
29	SDXX	0.000015	0.0001	29	SDYY	0.0001	0.0003
30	SDXX	0.000012	0.0001	30	SDYY	0.0001	0.0006
31	SDXX	0.000010	0.0001	31	SDYY	0.0002	0.0012
35	SDXX	0.000012	0.0001	35	SDYY	0.0001	0.0003
38	SDXX	0.000014	0.0001	38	SDYY	0.0001	0.0003
41	SDXX	0.000021	0.0001	41	SDYY	0.0001	0.0003
150	SDXX	0.000012	0.0001	150	SDYY	0.0002	0.0011
152	SDXX	0.000014	0.0001	152	SDYY	0.0002	0.0009
		Max=	0.0001			Max=	0.001

Nota: En la anterior tabla se aprecia los desplazamientos relativos laterales máximos obtenidos del análisis sismorresistente mediante la carga de sismos para el módulo I de la estructura con elementos de bambú, se observa que todos los puntos cumplen con los requisitos de la norma E030.

Tabla 17
Derivas por sismo módulo II.

MODULO II				MODULO II			
DERIVAS POR SISMO EN LA DIRECCIÓN X				DERIVAS POR SISMO EN LA DIRECCIÓN Y			
Joint	Outputcase	Δx elastico	Δx inelastico	Joint	Outputcase	Δy elastico	Δy inelastico
Text	Text	m	$\Delta x \cdot 0.75 R$	Text	Text	m	$\Delta y \cdot 0.75 R$
1	SDXX	0.00001	0.00005	1	SDYY	0.0008	0.004
4	SDXX	0.00001	0.00004	4	SDYY	0.0008	0.004
7	SDXX	0.00001	0.00004	7	SDYY	0.0008	0.004
10	SDXX	0.00001	0.00004	10	SDYY	0.0008	0.004
14	SDXX	0.00001	0.00005	14	SDYY	0.0003	0.002
18	SDXX	0.00001	0.00003	18	SDYY	0.0003	0.002
22	SDXX	0.00001	0.00004	22	SDYY	0.0003	0.002
26	SDXX	0.00001	0.00007	26	SDYY	0.0003	0.002
32	SDXX	0.00001	0.00005	32	SDYY	0.0007	0.004
42	SDXX	0.00001	0.00004	42	SDYY	0.0007	0.004
43	SDXX	0.00001	0.00005	43	SDYY	0.0006	0.003
46	SDXX	0.00001	0.00005	46	SDYY	0.0005	0.002
		Max=	0.0001			Max=	0.004

Nota: En la anterior tabla se aprecia los desplazamientos relativos laterales máximos obtenidos del análisis sismorresistente mediante la carga de sismos para el módulo 2 de la estructura con elementos de bambú, se observa que todos los puntos cumplen con los requisitos de la norma E030.

Para el cálculo de los desplazamientos debido a la carga del viendo para el modelo 1 se verifico de acuerdo a la norma E030 en donde estable el límite no deberá exceder a 0.01

Tabla 18
Derivas por viento modulo I.

MODULO I								
DERIVAS DE PISO POR VIENTO								
Joint	OutputCase	Δx	Δy	H	Δx elastico	Δy elastico	Δx inelastico	Δy inelastico
Text	Text	m	m	m	m	m	$\Delta x^{*0.75}$ R	$\Delta y^{*0.75}$ R
2	ENVOLVENTE VIENTO	0.000497	0.002818	3.1	0.00016032	0.00090903	0.001	0.005
5	ENVOLVENTE VIENTO	0.00024	0.002764	3.1	7.7419E-05	0.00089161	0.000	0.005
8	ENVOLVENTE VIENTO	0.000288	0.002767	3.1	9.2903E-05	0.00089258	0.000	0.005
11	ENVOLVENTE VIENTO	0.000475	0.002832	3.1	0.00015323	0.00091355	0.001	0.005
16	ENVOLVENTE VIENTO	0.000518	0.000937	3.1	0.0001671	0.00030226	0.001	0.002
20	ENVOLVENTE VIENTO	0.000293	0.000926	3.1	9.4516E-05	0.00029871	0.000	0.002
24	ENVOLVENTE VIENTO	0.000371	0.000899	3.1	0.00011968	0.00029	0.001	0.002
28	ENVOLVENTE VIENTO	0.00055	0.000933	3.1	0.00017742	0.00030097	0.001	0.002
29	ENVOLVENTE VIENTO	0.00051	0.000587	3.1	0.00016452	0.00018935	0.001	0.001
30	ENVOLVENTE VIENTO	0.00051	0.001311	3.1	0.00016452	0.0004229	0.001	0.002
31	ENVOLVENTE VIENTO	0.000504	0.003051	3.1	0.00016258	0.00098419	0.001	0.005
35	ENVOLVENTE VIENTO	0.00031	0.000611	3.1	0.0001	0.0001971	0.001	0.001
38	ENVOLVENTE VIENTO	0.00039	0.000715	3.1	0.00012581	0.00023065	0.001	0.001
41	ENVOLVENTE VIENTO	0.000544	0.000798	3.1	0.00017548	0.00025742	0.001	0.001
150	ENVOLVENTE VIENTO	0.0005	0.002385	3.1	0.00016129	0.00076935	0.001	0.004
152	ENVOLVENTE VIENTO	0.000524	0.001833	3.1	0.00016903	0.00059129	0.001	0.003
Max=							0.001	0.005

Nota: En la anterior tabla se aprecia los desplazamientos relativos laterales máximos obtenidos del análisis sismorresistente mediante la carga de viento para el módulo 1 de la estructura con elementos de bambú, se observa que todos los puntos cumplen con los requisitos de la norma E030.

Para el cálculo de los desplazamientos debido a la carga del viento para el modelo 2 se verifico de acuerdo a la norma E030 en donde estable el límite no deberá exceder a 0.01.

Tabla 19
Derivas por viento módulo II.

MODULO II								
DERIVAS DE PISO POR VIENTO								
Joint	OutputCase	Δx	Δy	H	Δx elastico	Δy elastico	Δx inelastico	Δy inelastico
Text	Text	m	m	m	m	m	$\Delta x^*0.75 R$	$\Delta y^*0.75 R$
1	ENVOLVENTE VIENTO	0.000368	0.002268	3.95	9.3165E-05	0.00057418	0.000	0.003
4	ENVOLVENTE VIENTO	0.000429	0.002288	3.95	0.00010861	0.00057924	0.001	0.003
7	ENVOLVENTE VIENTO	0.000427	0.002284	3.95	0.0001081	0.00057823	0.001	0.003
10	ENVOLVENTE VIENTO	0.000355	0.002259	3.95	8.9873E-05	0.0005719	0.000	0.003
14	ENVOLVENTE VIENTO	0.000384	0.001011	3.95	9.7215E-05	0.00025595	0.001	0.001
18	ENVOLVENTE VIENTO	0.000489	0.000957	3.95	0.0001238	0.00024228	0.001	0.001
22	ENVOLVENTE VIENTO	0.000482	0.000963	3.95	0.00012203	0.0002438	0.001	0.001
26	ENVOLVENTE VIENTO	0.000403	0.000946	3.95	0.00010203	0.00023949	0.001	0.001
32	ENVOLVENTE VIENTO	0.000361	0.002358	3.95	9.1392E-05	0.00059696	0.000	0.003
42	ENVOLVENTE VIENTO	0.000363	0.002422	3.95	9.1899E-05	0.00061316	0.000	0.003
43	ENVOLVENTE VIENTO	0.000374	0.002333	3.95	9.4684E-05	0.00059063	0.000	0.003
46	ENVOLVENTE VIENTO	0.000388	0.001855	3.95	9.8228E-05	0.00046962	0.001	0.002
						Max=	0.001	0.003

Nota: En la anterior tabla se aprecia los desplazamientos relativos laterales máximos obtenidos del análisis sismorresistente mediante la carga de viento para el módulo 2 de la estructura con elementos de bambú, se observa que todos los puntos cumplen con los requisitos de la norma E030.

Para comprobar el diseño estructural de los elementos sometidos a flexo compresión y también a compresión se empleará el método de comprobación de los esfuerzos admisibles todo esto según la norma E100, ver en anexos.

Teniéndose como resultado las siguientes derivas de la estructura:

Sismo

max SX=0.0001

max SY=0.004

Viento

max VX=0.001

max VY=0.005

CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN

Con respecto a los espacios atractivos arquitectónicos analizados, el parque “Leoncio Prado” responde al PDU de Huánuco que pertenece a zona comercial que busca la descentralización del casco urbano de Huánuco, presentando una ubicación estratégica de acceso y visibilidad.

A 0.90 – Servicios comunales, precisa que los servicios culturales – galerías de arte, serán ubicados según el PDU vigente.

El parque Leoncio Prado cumple con las características específicas de un espacio arquitectónico atractivo (Usuario puede caminar, estar de pie, estar sentado, ver, oír y hablar.) (Kevin Lynch 1959).

El espacio modular sostenible planteado responde a una infraestructura de promoción y difusión de artesanía, con carácter público y proyectual.

Un análisis sísmo resistente deberá obedecer a las normativas vigentes peruanas, la E.030 – Diseño sísmo resistente, establece de aplicación obligatoria a nivel nacional el uso de esta norma, en todas edificaciones nuevas.

Los antecedentes analizados de carácter de diseño estructural, Pozo (2020) y Paredes (2018), realizan la determinación de parámetros de análisis estructural, según la norma E. 030 - Diseño sísmo resistente.

La configuración estructural sobre el espacio modular planteado, responde a la arquitectura propuesta, de pórticos en el eje X, y de arriostres en el eje Y. Habiéndose analizado las derivas por sísmo y viento, se obtuvieron los siguientes resultados. Por sísmo, Dirección X-X: 0.0001, Dirección Y-Y: 0.004, por viento Dirección X-X: 0.001, Dirección Y-Y: 0.005, presentándose las mayores derivas por viento.

Pozo (2020), en su diseño estructural de vivienda unifamiliar de dos niveles, detalla que una configuración estructural de pórticos y arriostres es ideal ya que, con la presencia de arriostres en ambas direcciones se pudo controlar las derivas de entrepiso sometidas a cargas dinámicas tanto por sísmo y viento. En su análisis se presentó mayores derivas por viento que sísmo.

Copo (2020), analiza en diseño estructural del bambú en un centro cultural recreativo de dos niveles por sísmo, con una configuración estructural de pórticos en ejes X y Y,

para cumplir con las normas ecuatorianas sobre derivas máximas realiza arriostres en el primer nivel.

El bambú presenta características físicas y mecánicas que permiten realizar planteamientos estructurales y funcionales de espacios modulares.

Soler (2020), tras su análisis del uso del bambú en la arquitectura contemporánea en España, establece al bambú como un material sostenible ambientalmente, económica, resistente a la abrasión, dureza, ligereza, flexibilidad, su durabilidad se ve afectada por el ataque de organismos vivos y la exposición al sol y a la lluvia.

Castro (2018) y Faouzi (2018), proponen una estructura ligera de espacios modulares con el uso de bambú.

Para el diseño de elementos estructurales de bambú, se verifican con las formulas detalladas en la E.100 - Bambú y formulas empíricas de resistencia de materiales ya establecidas.

En la presente tesis se llegó a los siguientes resultados:

Derivas máximas encontradas.

Sismo

$$\max SX=0.0001$$

$$\max SY=0.004$$

Viento

$$\max VX=0.001$$

$$\max VY=0.005$$

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

-) Se proyecta el espacio modular sostenible de artesanía con ambientes funcionales arquitectónica y estructuralmente, ya que se comprueba que el bambú cumple con las solicitaciones sismoresistentes de la normativa peruana (E. 030, E.100).
-) La propuesta arquitectónica del espacio modular sostenible, se integra favorablemente con el entorno ya que el bambú es un material natural que armoniza con la vegetación existente.
-) Los parámetros para el análisis estructural de la propuesta arquitectónica están dentro de lo establecido según la norma E. 030. ($Z=0.25$, $S=1.20$, $Tp(s) = 0.60$
 $TL(S) = 2.0$, $C= 2.45$, $U=1$, $Ro=7$, $Ia=1$, $Ip=1$).
-) El análisis estructural de la propuesta arquitectónica, realizado a través del software Etabs, se obtuvieron las siguientes derivas máximas: Por sismo, Dirección X-X: 0.0001, Dirección Y-Y: 0.004, por viento Dirección X-X: 0.001, Dirección Y-Y: 0.005, presentándose las mayores derivas por viento.
-) El análisis y diseño de los elementos estructurales de bambú propuestos, se determinaron en base a los procedimientos establecidos en la normativa peruana (E. 030, E.100).

RECOMENDACIONES

-)] Proyectar más espacios de bambú para promover el uso de materiales eco amigables.
-)] Proponer el uso del bambú como parte del mobiliario urbano dentro de parques.
-)] Realizar el análisis estructural para edificaciones de bambú considerando las cargas de viento según la norma E. 020, ya que se evidenció en propuesta arquitectónica, mayores derivas por viento que el sismo.
-)] A fin de mantener la resistencia y rigidez de los elementos de bambú, por un periodo prolongado, se recomienda previo a su uso estructural, realizar el proceso de tratamiento, secado y mantenimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI. (2006). *Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary*. EEUU: American Concrete Institute.
- Aguilar Falconi, R. (2007). *Análisis matricial de estructuras*. Ecuador: Universidad de Fuerzas Armadas ESPE.
- Analuca Avila, R. P. (2021). *Vulnerabilidad Sísmica De Las Edificaciones De Concreto Armado Del Barrio “El Triunfo” Norte De Quito, Parroquia De Cochapamba, Cantón Quito – Ecuador*. Quito- Ecuador: Universidad Intenacional SEK.
- Asto Garcia, O. K. (2020). *Comportamiento Estructural De Losas Macizas De Concreto Reforzadas Con Varillas De Basalto*. Lima – Perú: Universidad San Ignacio De Loyola.
- Balestrini Acuña, M. (1997). *Como se Elabora el Proyecto de Investigación*. Caracas, Venezuela: BI Consultores Asociados.
- Blanco Blasco, A. (1996). *estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima-Perú.
- Boroschek, R. (2009). *Dinamica avanzada de estructural*. Santiago-Chile: Universidad de Chile.
- Carlos, G. U. (2020). *Diseño del complejo deportivo municipal San José, distrito San José, provincia Pacasmayo – La Libertad*. La Libertad: Universidad Cesar Vallejo.
- Concepto.pe. (2021). *Concepto.pe*. Obtenido de <https://concepto.de/>
- 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

- Cuayla Vizcarra, K. V. (2021). *Diseño De Una Losa De Concreto Armado Para Mejorar La Funcionalidad De Una Edificación De Grandes Luces Con El Sistema Waffle*. Tacna – Perú: Universidad Privada De Tacna.
- Cueva Quispe, W. J. (2019). *Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en el distrito El Porvenir, Provincia Trujillo, 2019*. TRUJILLO - PERÚ: Universidad Cesar Vallejo; .
- DePerú. (2020). *DePerú*. Obtenido de <https://www.deperu.com/centros-poblados/matibamba-56220>
- Falcon Pardave, S. (2018). *Coefficientes de corrección de la resistencia en comprensión de prismas de albañilería por efectos de Esbeltez, de unidades de albañilería semi industrial y artesanal, en la ciudad de Huánuco*. Huánuco – Perú: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Flores Mena, E. A. (2021). *Modelación, Diseño Estructural Comparativo y Propuesta de Ampliación Vertical de la Edificación FLORES MENA, ubicada en la Ciudad de Quito-Ecuador, Sector Cofavi*. Quito- Ecuador: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.
- Franco Jumbo, M. J. (2017). *Vivienda Multifamiliar y Oficinas*. Quito-Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.
- Ganancias Martinez, F. (2020). *Estudio comparativo, a nivel de pre factibilidad, de edificio multifamiliar en altura, proyectado con estructura metálica y con sistemas constructivos industrializados*. Córdoba, Argentina: Universidad Católica de Cordova.
- Guerrero Proaño, K. P. (2020). *Diseño de vivienda multifamiliar sostenible en Cumbayá, Quito, 2020*. Quito-Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamerica.
- Hernández Sampieri, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.

- Hernández, H. (2018). *Respuesta sísmica de tanques elevados tipo péndulo invertido*. Morelia-México: Revista de Ingeniería Sísmica.
- Hernandez, R. F. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta ed.). México D.F: McGraw-Hill.
- IGP. (2021). *Instituto Geofísico del Perú*. Obtenido de Instituto Geofísico del Perú: <https://www.gob.pe/igp>
- López Gomez, M. (2019). *Modelos Para La Detección De Desviaciones De Valor Sistemáticas En Las Tasaciones De Viviendas Y Sus Causas*. Valencia-España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Mauricio Bonifacio, D. (2019). *Propuesta Metodológica Para La Estimación De Valores Unitarios Comerciales De Edificaciones Emitidos Por El Ministerio De Vivienda Construcción Y Saneamiento Anualmente Para Lima Metropolitana*. Lima-Perú: Universidad Privada del Norte.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2019). *Manual de operación y mantenimiento*. Obtenido de Sistema de agua potable: http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_SICA/modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/529736846_MANUAL%20O&M%20AGUA%20POTABLE.pdf
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2021). *Reglamento Nacional de Tasaciones del Perú*. Lima-Perú: El Peruano.
- Ministerio de Vivienda, C. y., & SENCICO. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima-Perú.
- Munevar Badillo, O. (2018). *La Estadística En Valoración Inmobiliaria Y La Aplicación De Los Avalúos En La Gestión Del Suelo*. Bogotá-Colombia: Universidad Santo Tomás.
- Nina Hañari, R. A. (2019). *Diseño Estructural En Concreto Armado De Un Edificio De Ocho Niveles Y Un Semisótano*. Arequipa – Perú: Universidad Nacional de San Agustín.

- 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.
- 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%20III%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
- Salinas, R. (2001). *curso de segunda especializacion de ingenieria sismorresistente*. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingenieria.
- San Bartolome Ramos, A. F. (1998). *Analisis de edificios*. Lima: Pontifica Universidad Catolica del Perú.
- San Bartolomé, Á. (1998). *Análisis de Edificios*. Lima-Perú.
- 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.

- Soler Soler, P. (2020). *Uso de bambú en la arquitectura contemporánea*. Ambato - Ecuador: Universidad Técnica Ambato.
- Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Limusa.
- Tipacti Gomez, L. J. (2020). *Modelamiento y diseño estructural de una edificación de 8 niveles de concreto armado, urbanización San Luis, distrito y provincia Ica*. TRUJILLO - PERÚ: Universidad Cesar Vallejo.
- Velayarce Llano, S. (2019). *Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de cuatro pisos más azotea de albañilería confinada ubicado en el Jr. Santa Rosa S/N, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martin*. Tarapoto – Perú: Universidad Nacional de San Martin.
- Veletanga Mena, L. D. (2018). *Diseño de aisladores sísmicos LRB y análisis por desempeño de edificios*. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca.

Nota bibliográfica

YANETH GÓMEZ ALBORNOZ

Identificada con DNI 73142403, nació el 29 de marzo de 1995 en la ciudad de Huánuco, sus padres son Doña Filonila Alcira ALBORNOZ ORTEGA y Don Eduardo GOMEZ ESPINOZA, realizó sus estudios primarios en el colegio “Julio Armando Ruiz Vásquez” del distrito de Amarilis, sus estudios secundarios en el colegio “José Carlos Mariátegui” del distrito de Amarilis, sus estudios superiores la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán” de Huánuco, en la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, escuela profesional de Arquitectura.

Experiencia Laboral: Trabajo en la Empresa “Neill Michael Rubio Gabriel” como parte del equipo técnico de Ejecución de Obra periodo enero 2020 a noviembre de 2022. Trabajo en la ejecución de Obra de CUI 2556845 del Gobierno Regional Huánuco, por la modalidad de Administración directa, como Asistente de Supervisión, periodo diciembre 2022 a enero 2023.

MARINO GERMAN FONSECA DÁVILA

Identificado con DNI 72899537, nació el 16 de marzo de 1994 en la ciudad de Huánuco, sus padres son Doña Zelly Gabriela DÁVILA GABRIEL y Don Celedonio FONSECA LAGUNA, realizó sus estudios primarios en el colegio “Julio Vergara Tello N° 34384” de la ciudad de Lata provincia de Huamalés, sus estudios secundarios en el colegio “Pillko Marca” (1er a 3er Grado) de la ciudad de Huánuco, siendo completado en el colegio “Aplicación” (4to a 5to Grado) del distrito de Amarilis, sus estudios superiores la Universidad Nacional “Hermilio Valdizán” de Huánuco, en la facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, escuela profesional de Ingeniería Civil.

Experiencia Laboral: Trabaja en la Empresa “Neill Michael Rubio Gabriel” como parte del equipo técnico de Ejecución y supervisión de Obras periodo enero 2018 hasta la actualidad.

ANEXOS

ANEXO N°1: EMS de la Obra de CUI 2196540 (Vía colectora)



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA DE
OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS DE
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- El área de influencia del proyecto se encuentran ubicado en el Distrito de Amarilis, Provincia de Huánuco y Región Huánuco, a una altitud promedio de 1910 m.s.n.m.
- Las muestras tomadas fueron sometidos a ensayos de laboratorio a efectos de determinar sus características físicas y mecánicas. Los certificados de los ensayos de laboratorio se anexan. Para la identificación de la estratigrafía del terreno de fundación se excavaron calicata a cielo abierto.

Calicata	Tipo de suelo		Distribución Granulométrica %			Contenido de		Índice	
	SUCS	AASHTO	Grava	Arena	Fino	Humedad %	Líquido %		
C-1	SM	A-1-b	30.37	47.61	22.02	16.30	14.00	12.00	3.00
C-2	SM	A-2-4	21.76	53.12	25.13	8.30	14.00	10.00	4.00
C-3	GP-GM	A-1-a	79.56	13.76	6.68	15.9	24.00	NP	NP
C-4	GP-GM	A-1-a	54.39	37.29	8.32	8.00	NP	NP	NP
C-5	SM	A-2-4	19.80	56.68	23.52	6.30	16.00	14.00	2.00
C-6	SM	A-2-4	17.31	62.61	20.08	7.50	21.00	18.00	3.00

- De acuerdo a los resultados de los análisis químicos, se utilizará cemento Pórtland normal tipo I, en la preparación del concreto en los cimientos.
- El valor del soporte CBR al 95% de la C-1, C-2, C-03, C-04, C-5 y de la C-6 se anexa en el siguiente cuadro.

v. Jr. Tarma N° 101 - Huánuco
: (082) 962634923
: #990844 - #962987090



Elio Augusto Szavedra C.
TEL: 962634923 - 962987090



Ing. Marco Antonio Arguedas Maza
C.I.P. 00554

CUADRO DE RESUMEN DE CBR				
PROGRESIVA	DMC (Gr/cm ³)	OCH (%)	100%	95%
C-1	1.700	16.3	16.0	11.0
C-2	1.756	8.3	39.9	17.4
C-3	1.800	15.9	23.0	14.0
C-4	1.754	8.0	39.7	17.4
C-5	1.787	6.3	29.9	12.2
C-6	1.729	7.5	36.4	14.2

- e. Los valores obtenidos para la capacidad de carga admisible para el diseño de la cimentación de los diversas estructuras


AV. COLECTORA		
MURO DE CONTENCIÓN	Qadm	1.23 kg/ cm ²

7.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un control de calidad de todos los materiales e utilizarse en la construcción de los cimientos, en especial a los agregados (piedra y arena).
- El supervisor deberá verificar que el proceso constructivo se realice de acuerdo a o indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.
- Si en el periodo de diseños se hacen cambios o si durante la construcción se encuentran diferencias con las condiciones del subsuelo establecidas en este informe, se debe comunicar a un especialista en mecánica de suelos para evaluar las recomendaciones de este informe.
- Todas las recomendaciones y conclusiones dadas en el presente estudio, Deberán ser compatibilizadas con las demás partes del proyecto.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son válidos única y exclusivamente para el proyecto: **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA COLECTORA ENTRE EL OVALO PAVLETICH DE LLICUA Y JIRÓN LA ESTANCIA DE LA URBANIZACIÓN LOS PORTALES, DISTRITO DE AMARILIS - HUÁNUCO"**.

ANEXO N°2: Resolución de reconocimiento de Asociaciones de Artesanos de Amarilis



Municipalidad Distrital de
Amarilis

Digital
ecológico
y emprendedor.

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

NOMBRES Y APELLIDOS	CARGO
PEDRO PABLO ESTEBAN CAJAS Regidor de la Municipalidad Distrital de Amarilis	PRESIDENTE
Lic. ELKIN VICTOR AREVALO ALVARADO Gerente de Desarrollo Económico	SECRETARIO TÉCNICO
Sr. EDGAR ROLANDO SANTIAGO BERNARDO Representante de la Asociación de Artesanos y Folkloristas (AFOL)	MIEMBRO TITULAR
Sra. NOLASCA CHÁVEZ FALCÓN Representantes de la Asociación de Artesanos y Folkloristas (AFOL)	MIEMBRO ALTERNO
Sra. PATRICIA VÁSQUEZ VALDIVIA Representante de la Asociación Cultural, Turística y Artesanal Amarilis	MIEMBRO TITULAR
Sra. CLARA CECILIANA HERRERA FARFÁN Representante de la Asociación Cultural, Turística y Artesanal Amarilis	MIEMBRO ALTERNO
Sr. INDOLENCIO LUCAS ROBLES Representante de la Asociación Bordaduría de Amarilis Huánuco	MIEMBRO TITULAR
Sra. ALILA MAGARIÑO CASTAÑEDA Representante de la Asociación Bordaduría de Amarilis Huánuco	MIEMBRO ALTERNO
Sr. Ronald Garay Sánchez Representante de la Asociación WUANUKOARTE	MIEMBRO TITULAR
Sra. ANDREA CECILIA MELGAR RECAVARREN Representante de la Asociación WUANUKOARTE	MIEMBRO ALTERNO
Sra. SONIA F. VENTURO BARRETO Representante de la Asociación MAKI AWAQ TUSHUY	MIEMBRO TITULAR
Sr. HUGO VAREA OCALIO Representante de la Asociación MAKI AWAQ TUSHUY	MIEMBRO ALTERNO
Sra. INÉS FALCÓN MOLINA Representante de la Asociación Regional de Artesanos en Bordaduría - Huánuco (ARABOR)	MIEMBRO TITULAR
Sr. MIGUEL ÁNGEL VILCA RAMÍREZ Representante de la Asociación Regional de Artesanos en Bordaduría - Huánuco (ARABOR)	MIEMBRO ALTERNO

ARTÍCULO 3º.- DEJAR SIN EFECTO, todo acto administrativo que se oponga a la presente resolución de alcaldía.

ARTÍCULO 3º.- NOTIFICAR, la presente resolución a los miembros que conforman el Consejo

de Fomento Artesanal, de acuerdo con el numeral 11.4 del artículo 12º de la Ley N° 29073, Ley del Artesano y del Desarrollo de la Actividad Artesanal, aprobado mediante Decreto Supremo N° 008-2010-MINCETUR. "Las municipalidades provinciales y distritales contarán con un Consejo Local de Fomento Artesanal como órgano de coordinación entre el sector público y privado. La composición y funciones son establecidas por normal local".

Que, mediante Ordenanza Municipal N° 008-2012-MDA de fecha 23 de noviembre del 2012, se aprueba la creación del Consejo Local de Fomento Artesanal del Distrito de Amarilis - COLOFAR Amarilis, y su Reglamento cuyo objetivo es regularizar su régimen interno, competencias y funciones, atribuciones, derechos de sus integrantes y otros.

Que, de acuerdo con el artículo 4º del Reglamento del Consejo Local de Fomento Artesanal, del Distrito de Amarilis, COLOFAR Amarilis, aprobado mediante Ordenanza Municipal N° 008-2012-MDA, "El COLOFAR Amarilis está integrado por los siguientes miembros: 1. El Alcalde Distrital de

ANEXO N°3: Matriz de consistencia

TÍTULO: ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANÍAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Dimensiones	Metodología
Problema general:	Objetivo General	Hipótesis General			Enfoque
¿Cómo se realizará el ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANÍAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023?	Proyectar el ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANÍAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023.	El espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú permite una estructura funcional y sismorresistente en Amarilis - Huánuco -2023.		Resistencia	Será cuantitativo
Problema específico:	Objetivos específicos	Hipótesis específico			Alcance o nivel
¿Cómo se integrará con el entorno el espacio modular sostenible con elementos estructurales de bambú en Amarilis - Huánuco -2023?	Analizar el entorno del espacio modular sostenible con elementos estructurales de bambú en Amarilis - Huánuco -2023.	El espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú se integra adecuadamente en el entorno propuesto en Amarilis - Huánuco -2023.	Variable independiente: Diseño sismorresistente		El alcance es explicativo
¿Qué valores presentará los parámetros de análisis estructural del espacio modular sostenible con elementos estructurales de bambú para el diseño sismorresistente en Amarilis - Huánuco -2023?	Determinar los parámetros de análisis estructural del espacio modular sostenible con elementos estructurales de bambú para el diseño sismorresistente en Amarilis - Huánuco -2023.	Los parámetros para el análisis estructural del espacio modular sostenible con elementos estructurales de bambú están en función al RNE E. 030.	Variable dependiente: Elementos estructurales de bambú	Análisis Dinámico	Diseño
¿Cómo identificar las derivas por sismo y viento de un espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú para el diseño sismorresistente en Amarilis - Huánuco -2023?	Realizar el análisis comparativo de las derivas por sismo y viento del espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú en Amarilis - Huánuco -2023.	Se presenta mayores derivas en el análisis por viento en el espacio modular sostenible de artesanía con elementos estructurales de bambú en Amarilis - Huánuco -2023.		Análisis estático	
¿Cómo se determinará la resistencia y rigidez de los elementos estructurales del espacio modular sostenible de artesanía con elementos de bambú en Amarilis - Huánuco -2023?	Realizar el diseño de los elementos estructurales de bambú del espacio modular sostenible de artesanía, Amarilis - Huánuco -2023..	La resistencia y rigidez de los elementos estructurales de bambú se determinan con la norma del RNE en el espacio modular sostenible de artesanía en Amarilis - Huánuco -2023.			Es no experimental

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°4: Diseño de los elementos

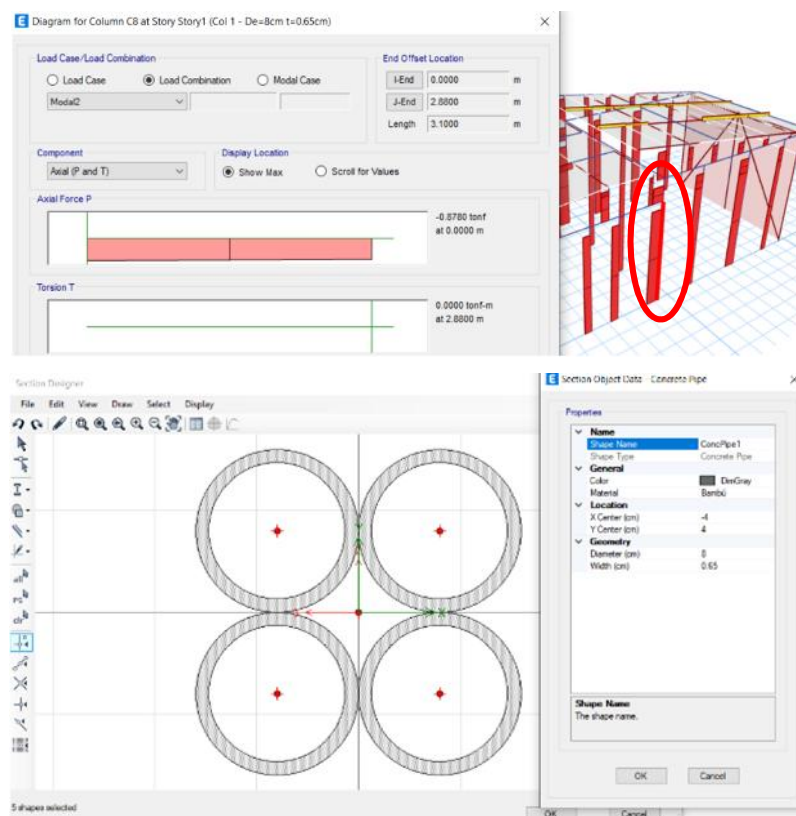
Tras el modelamiento realizado por el Etabs, se procede a verificar las dimensiones contempladas de los elementos estructurales de bambú a través del diseño por esfuerzos admisibles, según se detalla en el RNE E. 100. Para ello se ha determinado previamente los esfuerzos máximos (Cortantes, momentos, axiales, etc) que actúan dentro de la estructura en función a las combinaciones de carga por viento y sismo.

Cabe precisar que se diseña cada tipo de elemento tomando los esfuerzos más críticos, según se detalla a continuación:

1. DISEÑO DE ELEMENTOS A FLEJO COMPRESIÓN (COLUMNAS)

1.1. Columna 01 (COL 1)

1.1.1. COMPRESIÓN (COL 1) (1E)



Datos:

# de bambú (n)	04
Diámetro exterior (De)	8.00 cm
Espesor (t)	0.65 cm

Diámetro interior (Di)	6.70 cm	
Esfuerzo actuante (Nc)	878.8 kg	(Compresión)
Esfuerzo admisible (fc)	130 kg/cm ²	(Compresión)
Módulo de Elasticidad (E)	73000 kg/cm ²	
Longitud libre (lu)	375 cm	
Momento actuante	49.9 kg-m	
Esfuerzo admisible (fm)	50 kg/cm ²	(Flexión)

Área de sección compuesta (An):

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - (De - 2t)^2) \cdot n$$

An = 60.04 cm²

Longitud Efectiva (le)

$$L \cdot k$$

K depende de:

Condición de los apoyos	k
Ambos extremos articulados (Ambos extremos del elemento deben estar restringidos al desplazamiento perpendicular a su eje longitudinal)	1.0
Un extremo con restricción a la rotación y al desplazamiento y el otro libre	2.0

K=1

Le= 375 cm

Inercia (I) (Ejes paralelos)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - D^4)}{64}$$

... Un bambú

$$\sum I + \sum A \cdot d^2$$

... Sección compuesta

I = 1369.15 cm⁴

Radio de Giro (r)

$$\frac{\sqrt{(D^2 + (D - 2t)^2)}}{4}$$

... Un bambú

$$\sqrt{\frac{I}{A}}$$

... Sección compuesta

$$I = 13691547.53 \text{ mm}^4$$

$$A = 6003.58 \text{ mm}^2$$

$$r = 47.76 \text{ mm}$$

Relación de esbeltez ()

$$l_e / r$$

$$l_e = 3750 \text{ mm}$$

$$r = 47.75 \text{ mm}$$

$$= 78.53$$

Esfuerzo admisible modificado (f'c)

$$f'_i = f' \cdot C_D \cdot C_L \cdot C_r$$

$$C_D = 0.90$$

$$C_L = 1.00$$

$$C_r = 1.00$$

$$f'_c = 117 \text{ kg/cm}^2$$

Esbeltez (Ck)

$$2.565 \sqrt{\frac{E}{f'_c}}$$

$$E = 73000 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 117 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_k = 64.07$$

Carga Admisible (Nadm)

Determinamos tipo de columna

Columna	Esbeltez
Corta	$\lambda < 30$
Intermedia	$30 < \lambda < C_k$
Larga	$C_k < \lambda < 150$

Columna Intermedia

$$f \cdot A \quad \dots \text{Columna corta}$$

$$0.2467 \frac{E \cdot A}{2} \quad \dots \text{Columna intermedia}$$

$$f \cdot A \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{1}{C} \right)^4 \right] \quad \dots \text{columna larga}$$

$$\mathbf{Nadm = 1578.06 \text{ kg}}$$

Verificación de carga

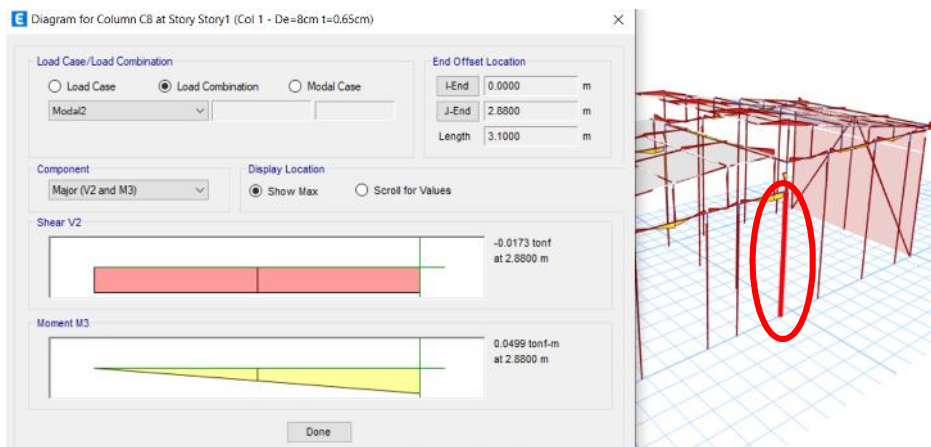
$$\frac{N}{A} > \frac{Nc}{A}$$

$$Nadm/An = 26.29 \text{ kg/cm}^2$$

$$Nc/An = 14.62 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mathbf{Nadm/An > Nc/An \quad ; \text{Cumple!}}$$

1.1.2. FLEXO COMPRESIÓN (COL 1)



Carga crítica de Euler (Ncr)

$$\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_k^2}$$

$$\mathbf{Ncr = 7014.76 \text{ kg}}$$

Magnificación de momentos (km)

$$\frac{1}{1 - 1.5 \left(\frac{N}{Nc} \right)}$$

$$\mathbf{Km = 1.23}$$

Módulo de sección (S)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - [D - 2t]^4)}{32D} n$$

$$S = 102.15 \text{ cm}^3$$

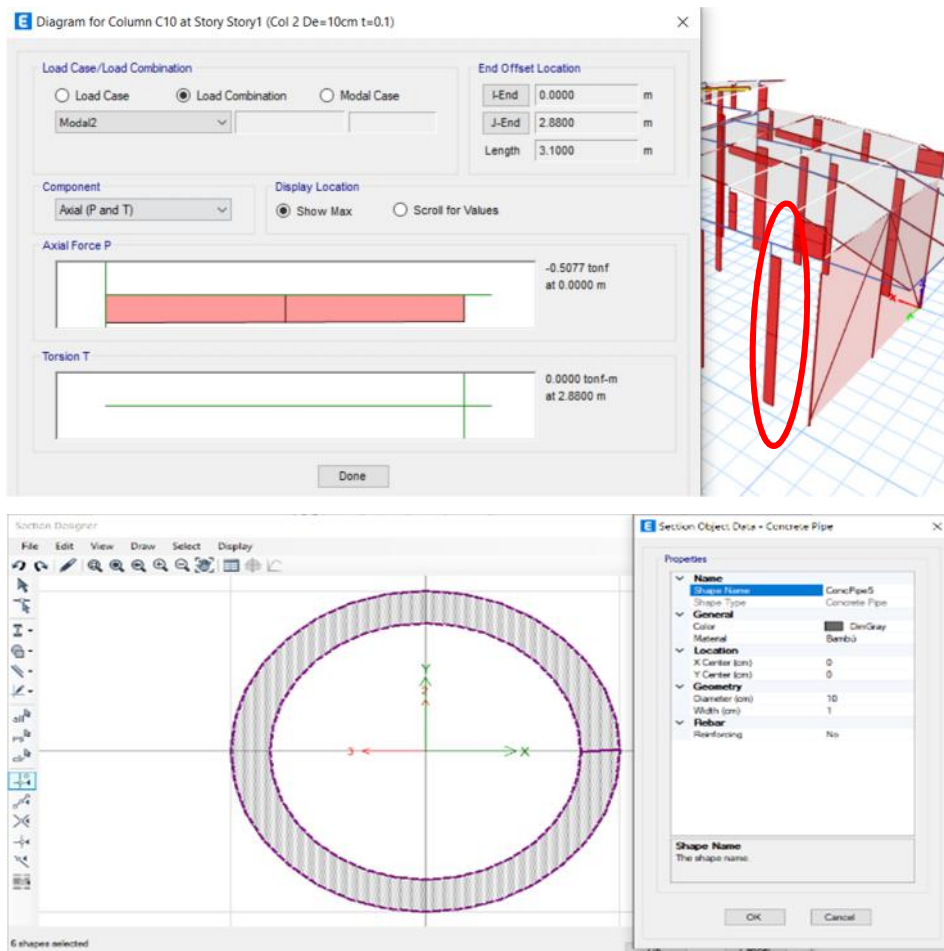
Satisfacer la expresión

$$\frac{N}{N} + \frac{K \cdot |M|}{Z \cdot f} < 1$$

$$0.677 < 1 \quad ; \text{Cumple!}$$

1.2. Columna 02 (COL 2)

1.2.1. COMPRESIÓN (COL 2) (2B)



Datos:

# de bambú (n)	01
Diámetro exterior (De)	10.00 cm
Espesor (t)	1.00 cm
Diámetro interior (Di)	8.00 cm
Esfuerzo actuante (Nc)	507.70 kg (Compresión)
Esfuerzo admisible (fc)	130 kg/cm ² (Compresión)
Módulo de Elasticidad (E)	73000 kg/cm ²
Longitud libre (lu)	310 cm
Momento actuante	18.5 kg-m
Esfuerzo admisible (fm)	50 kg/cm ² (Flexión)

Área de sección compuesta (An):

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - (De - 2 \cdot t)^2) \cdot n$$

$$An = 28.27 \text{ cm}^2$$

Longitud Efectiva (le)

$$L \cdot k$$

K depende de:

Condición de los apoyos	k
Ambos extremos articulados (Ambos extremos del elemento deben estar restringidos al desplazamiento perpendicular a su eje longitudinal)	1.0
Un extremo con restricción a la rotación y al desplazamiento y el otro libre	2.0

$$K=1$$

$$Le= 310 \text{ cm}$$

Inercia (I) (Ejes paralelos)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - D_i^4)}{64}$$

... Un bambú

$$\sum I + \sum A \cdot d^2$$

... Sección compuesta

$$I = 289.81 \text{ cm}^4$$

Radio de Giro (r)

$$\frac{\sqrt{(D^2 + (D - 2t)^2)}}{4}$$

... Un bambú

$$\sqrt{\frac{I}{A}}$$

... Sección compuesta

$$I = 2898119.223 \text{ mm}^4$$

$$A = 2827.43 \text{ mm}^2$$

$$r = 59.37 \text{ mm}$$

Relación de esbeltez ()

$$l_e/r$$

$$l_e = 3100 \text{ mm}$$

$$r = 59.37 \text{ mm}$$

$$= 52.21$$

Esfuerzo admisible modificado (f'c)

$$f'_i = f \cdot C_D \cdot C_L \cdot C_r$$

$$C_D = 0.90$$

$$C_L = 1.00$$

$$C_r = 1.00$$

$$f'_c = 117 \text{ kg/cm}^2$$

Esbeltez (Ck)

$$2.565 \sqrt{\frac{E}{f'_c}}$$

$$E = 73000 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 117 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_k = 64.07 \text{ kg/cm}^2$$

Carga Admisible (Nadm)

Determinamos tipo de columna

Columna	Esbeltez
Corta	$\lambda < 30$
Intermedia	$30 < \lambda < C_k$
Larga	$C_k < \lambda < 150$

Columna Larga

$$f \cdot A \quad \dots \text{Columna corta}$$

$$0.2467 \frac{E \cdot A}{2} \quad \dots \text{Columna intermedia}$$

$$f \cdot A \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{C_k} \right)^4 \right] \quad \dots \text{columna larga}$$

Nadm = 2821.73 kg

Verificación de carga

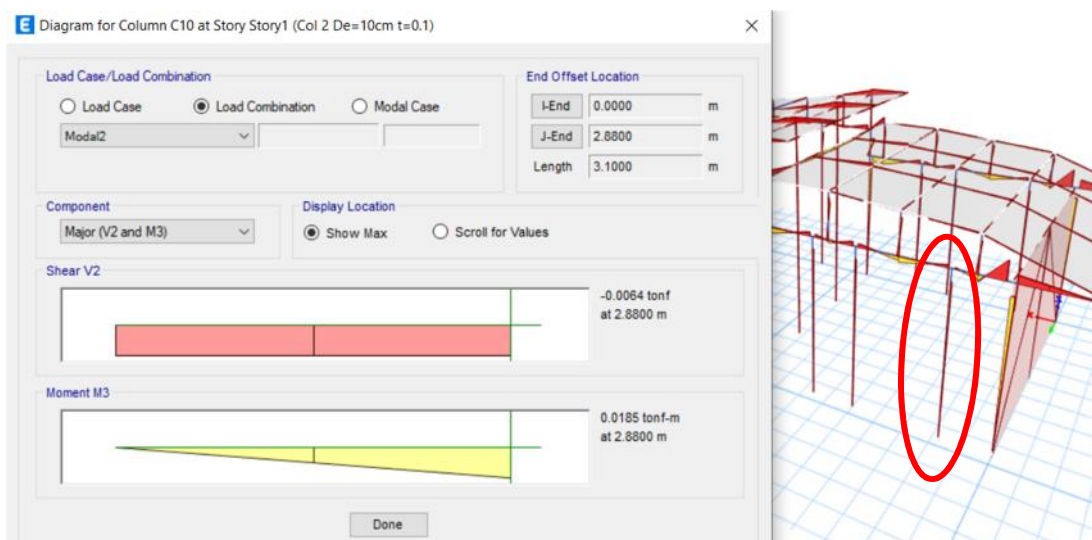
$$\frac{N}{A} > \frac{N}{A}$$

Nadm/An = 17.96 kg/cm²

Nc/An = 99.80 kg/cm²

Nadm/An > Nc/An ¡Cumple!

1.3. FLEXO COMPRESIÓN (COL 2)



Carga crítica de Euler (Ncr)

$$\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_e^2}$$

$$N_{cr} = 2172.78 \text{ kg}$$

Magnificación de momentos (km)

$$\frac{1}{1 - 1.5\left(\frac{N}{N_{cr}}\right)}$$

$$K_m = 1.54$$

Módulo de sección (S)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - [D - 2t]^4)}{32D} n$$

$$S = 57.96 \text{ cm}^3$$

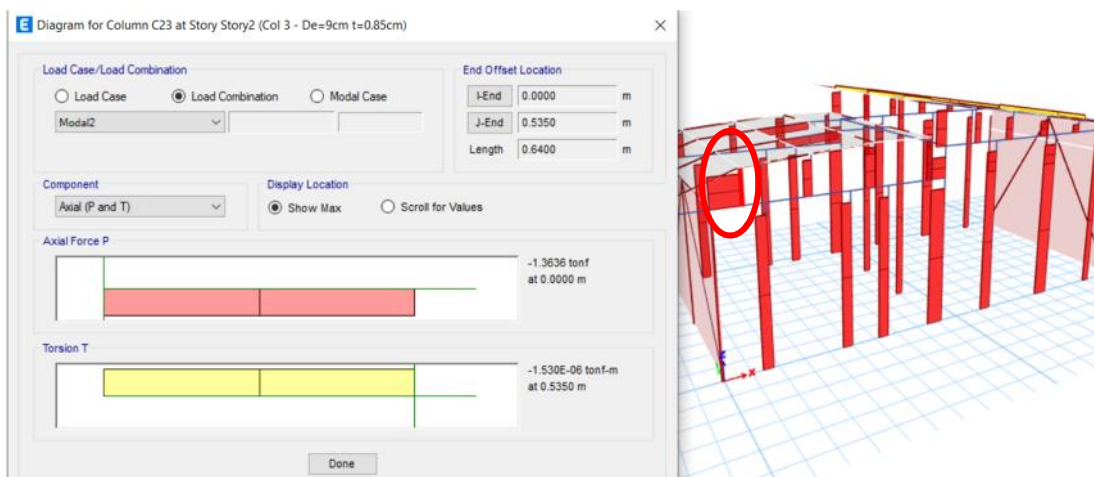
Satisfacer la expresión

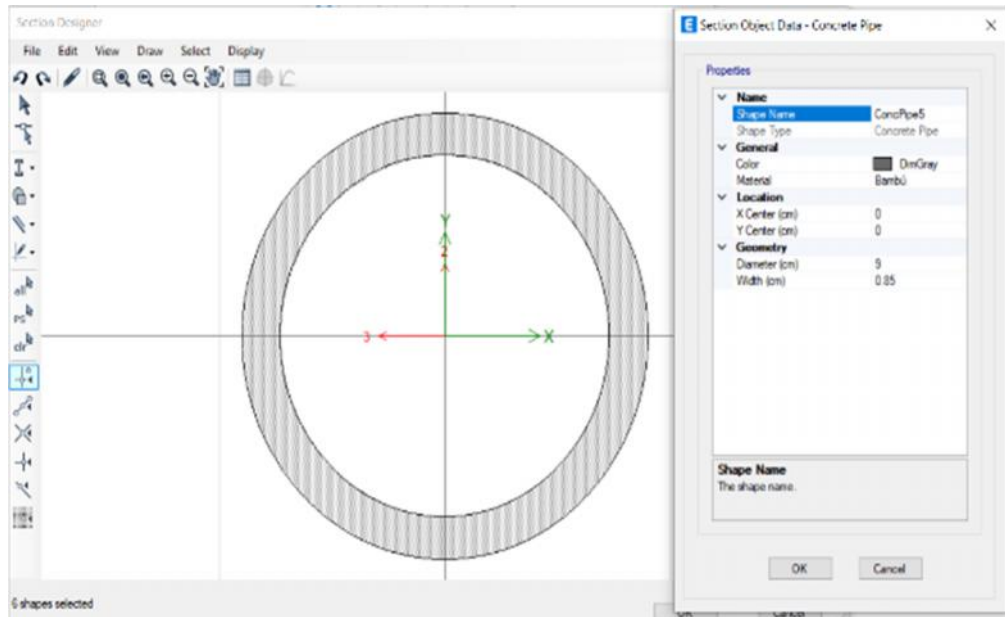
$$\frac{N}{N_{cr}} + \frac{K_m \cdot |M|}{Z \cdot f} < 1$$

$$0.278 < 1 \quad ; \text{Cumple!}$$

1.4. Columna 03 (COL 3)

1.4.1. COMPRESIÓN (COL 3)





Datos:

# de bambú (n)	01
Diámetro exterior (De)	9.00 cm
Espesor (t)	0.85 cm
Diámetro interior (Di)	7.30 cm
Esfuerzo actuante (Nc)	1363.60 kg (Compresión)
Esfuerzo admisible (fc)	130 kg/cm ² (Compresión)
Módulo de Elasticidad (E)	73000 kg/cm ²
Longitud libre (lu)	65 cm
Momento actuante	10.1 kg-m
Esfuerzo admisible (fm)	38.7 kg/cm ² (Flexión)

Área de sección compuesta (An):

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - (De - 2 \cdot t)^2) \cdot n$$

$$An = 21.76 \text{ cm}^2$$

Longitud Efectiva (le)

$$L \cdot k$$

K depende de:

Condición de los apoyos	k
Ambos extremos articulados (Ambos extremos del elemento deben estar restringidos al desplazamiento perpendicular a su eje longitudinal)	1.0
Un extremo con restricción a la rotación y al desplazamiento y el otro libre	2.0

$$K=1$$

$$L_e = 65 \text{ cm}$$

Inercia (I) (Ejes paralelos)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64}$$

... Un bambú

$$\sum I + \sum A \cdot d^2$$

... Sección compuesta

$$I = 182.66 \text{ cm}^4$$

Radio de Giro (r)

$$\frac{\sqrt{D^2 + (D - 2t)^2}}{4}$$

... Un bambú

$$\sqrt{\frac{I}{A}}$$

... Sección compuesta

$$I = 1826627.948 \text{ mm}^4$$

$$A = 2176.34 \text{ mm}^2$$

$$r = 28.97 \text{ mm}$$

Relación de esbeltez ()

$$l_e / r$$

$$l_e = 650 \text{ mm}$$

$$r = 28.97 \text{ mm}$$

$$= 22.44$$

Esfuerzo admisible modificado (f'c)

$$f'_i = f \cdot C_D \cdot C_L \cdot C_r$$

$$C_D = 0.90$$

$$C_L = 1.00$$

$$C_r = 1.00$$

$$f'_c = 117 \text{ kg/cm}^2$$

Esbeltez (Ck)

$$2.565 \sqrt{\frac{E}{f'c}}$$

$$E = 73000 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 117 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mathbf{Ck = 64.07 \text{ kg/cm}^2}$$

Carga Admisible (Nadm)

Determinamos tipo de columna

Columna	Esbeltez
Corta	$\lambda < 30$
Intermedia	$30 < \lambda < C_k$
Larga	$C_k < \lambda < 150$

Columna Larga

$$f \cdot A$$

... Columna corta

$$0.2467 \frac{E \cdot A}{2}$$

... Columna intermedia

$$f \cdot A \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{C} \right)^4 \right]$$

... columna larga

$$\mathbf{Nadm = 3308.10 \text{ kg}}$$

Verificación de carga

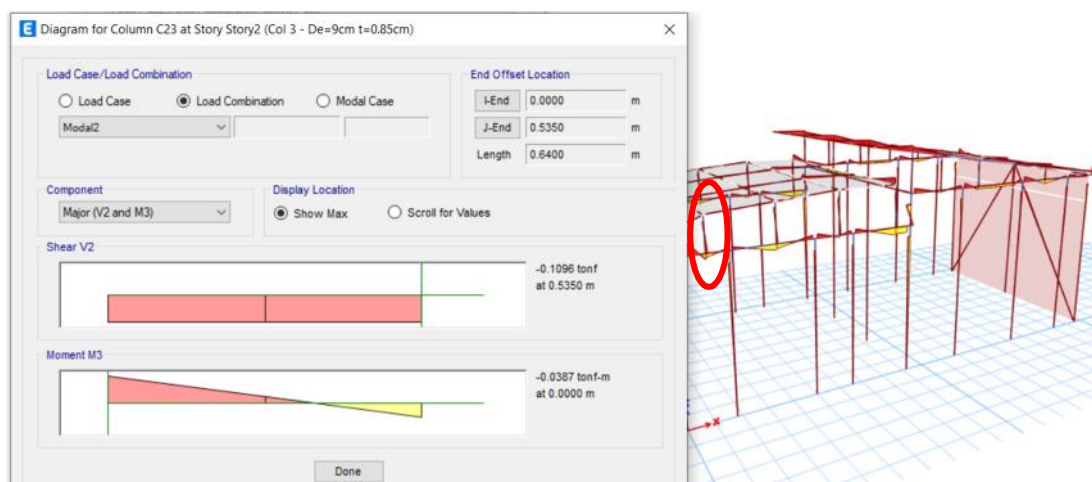
$$\frac{N}{A} > \frac{N}{A}$$

$$Nadm/An = 152.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$Nc/An = 62.66 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mathbf{Nadm/An > Nc/An \quad ; \text{Cumple!}}$$

1.4.2. FLEJO COMPRESIÓN (COL 3)



Carga crítica de Euler (Ncr)

$$\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_e^2}$$

Ncr = 3149.13 kg

Magnificación de momentos (km)

$$\frac{1}{1 - 1.5 \left(\frac{N}{N} \right)}$$

Km = 1.07

Módulo de sección (S)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - [D - 2t]^4)}{32D} n$$

S = 40.59 cm³

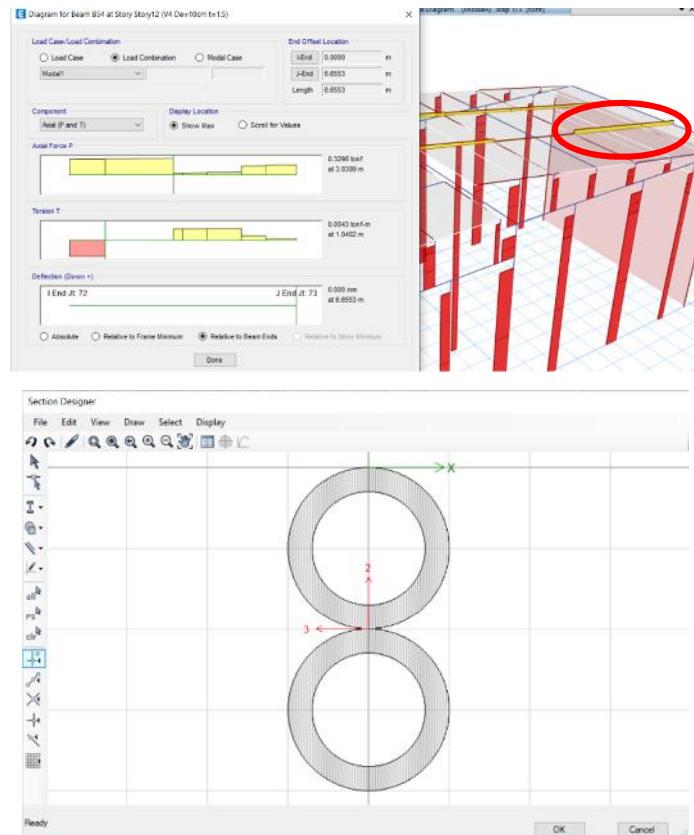
Satisfacer la expresión

$$\frac{N}{N} + \frac{K \cdot |M|}{Z \cdot f} < 1$$

0.616 < 1 ¡Cumple!

2. DISEÑO A ELEMENTOS A TRACCIÓN

2.1. Viga 04 (V 04)



Datos:

# de bambú (n)	02
Diámetro exterior (De)	10.00 cm
Espesor (t)	1.50 cm
Diámetro interior (Di)	7.00 cm
Esfuerzo actuante (Nt)	329.8 kg (Tracción)
Esfuerzo admisible (ft)	160 kg/cm ² (Tracción)
Módulo de Elasticidad (E)	73000 kg/cm ²

Área de sección compuesta (An):

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - (De - 2 \cdot t)^2) \cdot n$$

$$An = 80.11 \text{ cm}^2$$

Esfuerzo admisible modificado (f'c)

$$f'c = f \cdot C_D \cdot C_L \cdot C_T$$

$$C_D = 0.90$$

$$C_L = 1.00$$

$$C_r = 1.00$$

$$f't = 144 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación Carga actuante y carga admisible

$$f't > \frac{N}{A}$$

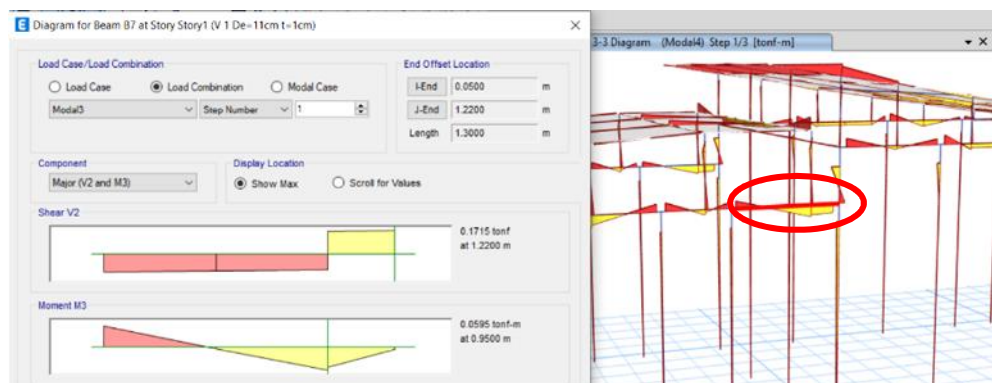
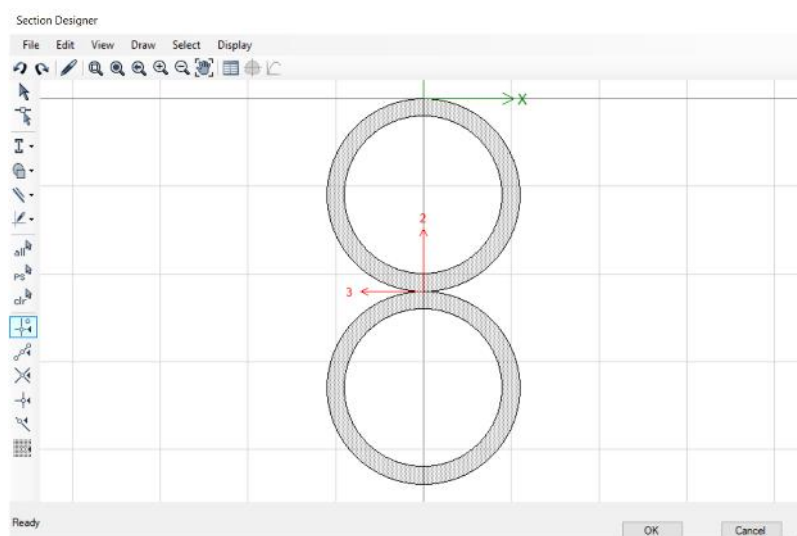
$$f't = 144.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$Nt/An = 4.11 \text{ kg/cm}^2$$

$$F't > Nt/An \quad \text{¡Cumple!}$$

3. DISEÑO DE ELEMENTOS A FLEXIÓN

3.1. Viga 01 (V 01)



Datos:

# de bambú (n)	02	
Diámetro exterior (De)	11.00 cm	
Espesor (t)	1.00 cm	
Diámetro interior (Di)	9.00 cm	
Momento Máximo actuante (Mmax)	59.5 kg-m	
Cortante máximo (Vmax)	171.5 kg	
Esfuerzo admisible (fm)	50 kg/cm ²	(Flexión)
Esfuerzo admisible (fv)	10 kg/cm ²	(Corte)
Módulo de Elasticidad (E)	73000 kg/cm ²	
Longitud (l)	130 cm	

Área de sección compuesta (An):

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - (De - 2t)^2) \cdot n$$

$$An = 62.83 \text{ cm}^2$$

Inercia (I) (Ejes paralelos)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - D_i^4)}{64}$$

... Un bambú

$$\sum I + \sum A \cdot d^2$$

... Sección compuesta

$$I = 4197.95 \text{ cm}^4$$

Radio de Giro (r)

$$\frac{\sqrt{(D^2 + (De - 2t)^2)}}{4}$$

... Un bambú

$$\sqrt{\frac{I}{A}}$$

... Sección compuesta

$$I = 41979531.83 \text{ mm}^4$$

$$A = 6283.19 \text{ mm}^2$$

$$r = 81.74 \text{ mm}$$

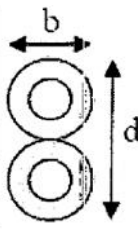
Esfuerzo admisible modificado ($f'm$, $f'v$)

$$f'i = f \cdot C_D \cdot C_L \cdot C_r$$

$C_D = 0.90$ (Cargas permanentes)

$C_L = 0.98$ (para $f'm$)

d/b	C_L
1	1.00
2	0.98
3	0.95
4	0.91
5	0.87



$C_L = 1.00$ (para f_v)

$C_r = 1.00$

$f'm = 44.01 \text{ kg/cm}^2$

$f'v = 9 \text{ kg/cm}^2$

Calculo de deflexión ()

$$\frac{l}{k}$$

K toma los siguientes valores:

Con cielo raso de yeso $k=300$

Sin cielo raso de yeso $k=250$

Para techos inclinados y edificaciones industriales $k=200$

Sobrecarga de servicio en todo tipo de edificaciones $k=350$

Deflexión máxima 13mm

$l = 130 \text{ cm}$

$k = 200$

$= 0.65 \text{ cm} \text{ O } 6.5 \text{ mm} \quad ; \text{Cumple!}$

Inercia necesario (I_n)

$$M \left(\frac{5 \cdot L \cdot K}{48 \cdot E} \right)$$

$I_n = 2207477.17 \text{ mm}^2$

$I > I_n \quad ; \text{Cumple!}$

Módulo de Sección (S)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 1 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (5D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 2 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (35D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{96D} \quad \dots \text{ para 3 bambú}$$

$$S = 244.90 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac)

$$\frac{\bar{M}}{s}$$

$$fm.ac = 24.30 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac) y admisible (f'm)

$$f \cdot a < f'm$$

$$fm.ac = 24.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'm = 44.01 \text{ kg/cm}^2$$

$$f \cdot ac < f'm; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo cortante paralelos a las fibras actuantes (fv.ac)

$$\frac{2v \left(\frac{3D^2 - 4D + 4t^2}{D^2 - 2D + 2t^2} \right)}{3A}$$

$$fv.ac = 3.19 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fv.ac) y admisible (f'v)

$$f \cdot a < f'v$$

$$fv.ac = 3.19 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'm = 9 \text{ kg/cm}^2$$

$$fv.ac < f'v \quad ; \text{Cumple!}$$

Carga repartida equivalente (w)

$$\frac{M \cdot 8}{l^2}$$

$$w = 2.817 \text{ kg/cm} \text{ O } 28.17 \text{ kg/m}$$

Deflexión calculada (c)

$$\frac{5 \cdot w \cdot l^4}{E \cdot I \cdot 384}$$

$$c = 0.342 \text{ mm} \quad ; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo perpendicular a las fibras(R)

$$w \cdot l$$

$$R = 366.15 \text{ kg}$$

Esfuerzo a compresión perpendicular actuante (f'c ac)

$$\frac{3 \cdot R \cdot D}{2 \cdot t^2 \cdot I}$$

$$f'c_{ac} = 1.44 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo admisible a compresión perpendicular(f'c)

$$f_c = 13 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de Esfuerzo a compresión perpendicular actuante (f'c.ac) y admisible (f'c)

$$f'c \cdot a < f'c$$

$$f'c \cdot ac = 2.24 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c \cdot ac < f'c \quad ; \text{Cumple!}$$

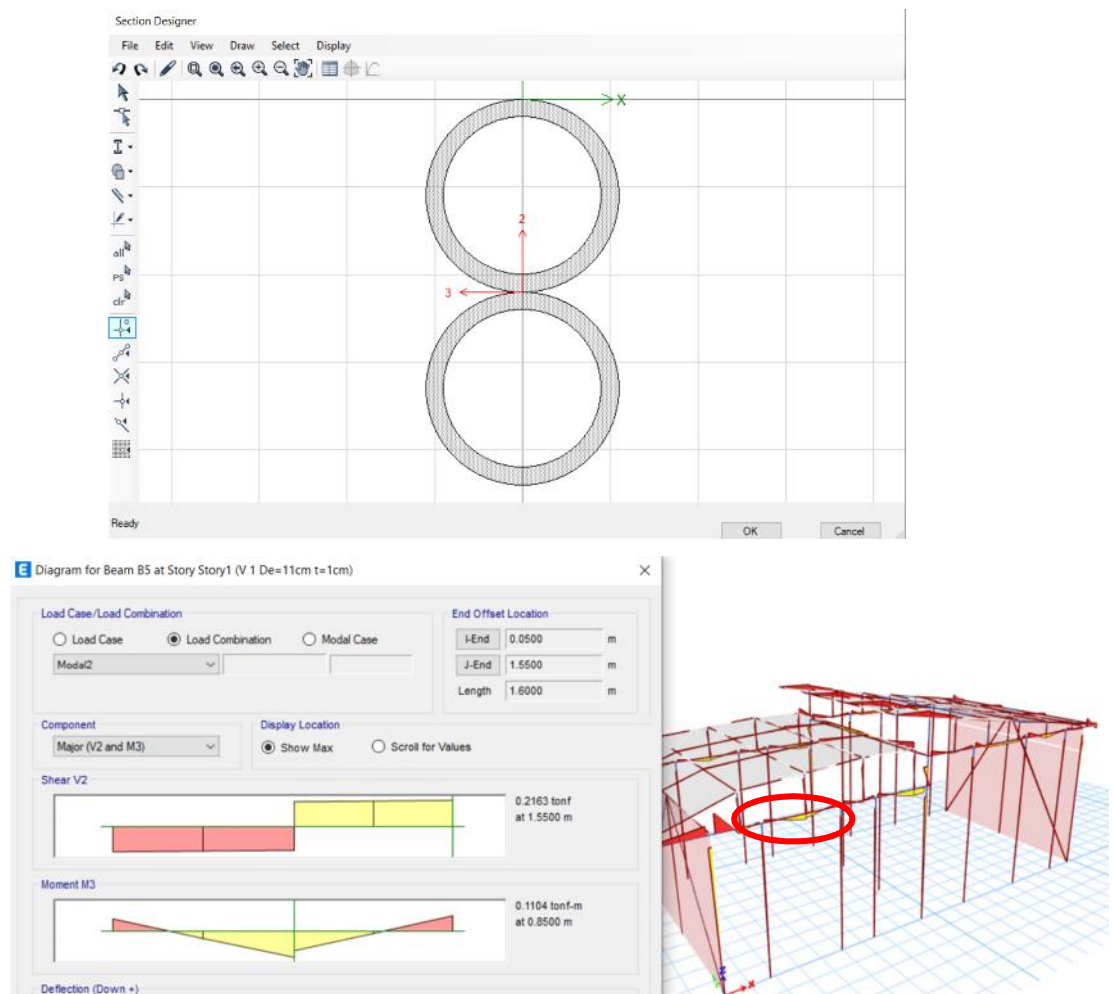
Distribución de conectores para vigas compuestas

$$\text{Espaciamiento 1} \quad 3 \cdot D \cdot n \quad e1 = 66 \text{ cm}$$

$$\text{Espaciamiento 2} \quad l/4 \quad e2 = 32.5 \text{ cm}$$

Se escoge el más conveniente.

3.2. Viga 01 (V 01)



Datos:

# de bambú (n)	02	
Diámetro exterior (De)	11.00 cm	
Espesor (t)	1.00 cm	
Diámetro interior (Di)	9.00 cm	
Momento Máximo actuante (Mmax)	132.9 kg-m	
Cortante máximo (Vmax)	216.3 kg	
Esfuerzo admisible (fm)	50 kg/cm ²	(Flexión)
Esfuerzo admisible (fv)	10 kg/cm ²	(Corte)
Módulo de Elasticidad (E)	73000 kg/cm ²	
Longitud (l)	160 cm	

Área de sección compuesta (An):

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - (De - 2 \cdot t)^2) \cdot n$$

$$A_n = 62.83 \text{ cm}^2$$

Inercia (I) (Ejes paralelos)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - D^4)}{64}$$

... Un bambú

$$\sum I + \sum A \cdot d$$

... Sección compuesta

$$I = 41979531.83 \text{ mm}^4$$

Radio de Giro (r)

$$\frac{\sqrt{(D^2 + (D - 2t)^2)}}{4}$$

... Un bambú

$$\sqrt{\frac{I}{A}}$$

... Sección compuesta

$$I = 41979531.83 \text{ mm}^4$$

$$A = 6283.19 \text{ mm}^2$$

$$r = 81.74 \text{ mm}$$

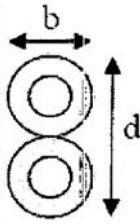
Esfuerzo admisible modificado (f'_m , f'_v)

$$f'_i = f \cdot C_D \cdot C_L \cdot C_r$$

$$C_D = 0.90 \text{ (Cargas permanentes)}$$

$$C_L = 0.98 \text{ (para } f'_m)$$

d/b	C_L
1	1.00
2	0.98
3	0.95
4	0.91
5	0.87



$$C_L = 1.00 \text{ (para } f'_v)$$

$$C_r = 1.00$$

$$f'_m = 44.01 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_v = 9 \text{ kg/cm}^2$$

Calculo de deflexión ()

$$\frac{l}{k}$$

K toma los siguientes valores:

Con cielo raso de yeso k=300

Sin cielo raso de yeso k=250

Para techos inclinados y edificaciones industriales k=200

Sobrecarga de servicio en todo tipo de edificaciones k=350

Deflexión máxima 13mm

$$l = 160 \text{ cm}$$

$$k = 200$$

$$= 0.80 \text{ cm } \text{ O } 8.0 \text{ mm} \quad ; \text{Cumple!}$$

Inercia necesario (In)

$$M \left(\frac{5 \cdot L \cdot K}{48 \cdot E} \right)$$

$$I_n = 6068493.15 \text{ mm}^2$$

$$I > I_n \quad ; \text{Cumple!}$$

Módulo de Sección (S)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 1 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (5D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 2 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (35D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{96D} \quad \dots \text{ para 3 bambú}$$

$$S = 244.90 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac)

$$\frac{M}{s}$$

$$fm.ac = 44.08 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac) y admisible (f'm)

$$f \cdot a < f'm$$

$$f_{m.ac} = 44.08 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'm = 44.10 \text{ kg/cm}^2$$

$$f \cdot ac < f'm; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo cortante paralelos a las fibras actuantes (fv.ac)

$$\frac{2v}{3A} \left(\frac{3D^2 - 4D + 4t^2}{D^2 - 2D + 2t^2} \right)$$

$$f_{v.ac} = 7.34 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fv.ac) y admisible (f'v)

$$f \cdot a < f'v$$

$$f_{v.ac} = 8.57 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'm = 9 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{v.ac} < f'v \quad ; \text{Cumple!}$$

Carga repartida equivalente (w)

$$\frac{M}{l^2} \cdot 8$$

$$w = 3.45 \text{ kg/cm}$$

Deflexión calculada (c)

$$\frac{5 \cdot w \cdot l^4}{E \cdot I \cdot 384}$$

$$c = 0.961 \text{ mm} \quad ; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo perpendicular a las fibras(R)

$$w \cdot l$$

$$R = 552.00 \text{ kg}$$

Esfuerzo a compresión perpendicular actuante (f'c ac)

$$\frac{3.R.D}{2.t^2.I}$$

$$f'_{cac} = 2.17 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo admisible a compresión ($f'c$)

$$f_c = 13 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de Esfuerzo a compresión perpendicular actuante ($f'c.ac$) y admisible ($f'c$)

$$f'c.a < f'c$$

$$f'c.ac = 2.17 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c.ac < f'c \quad ; \text{Cumple!}$$

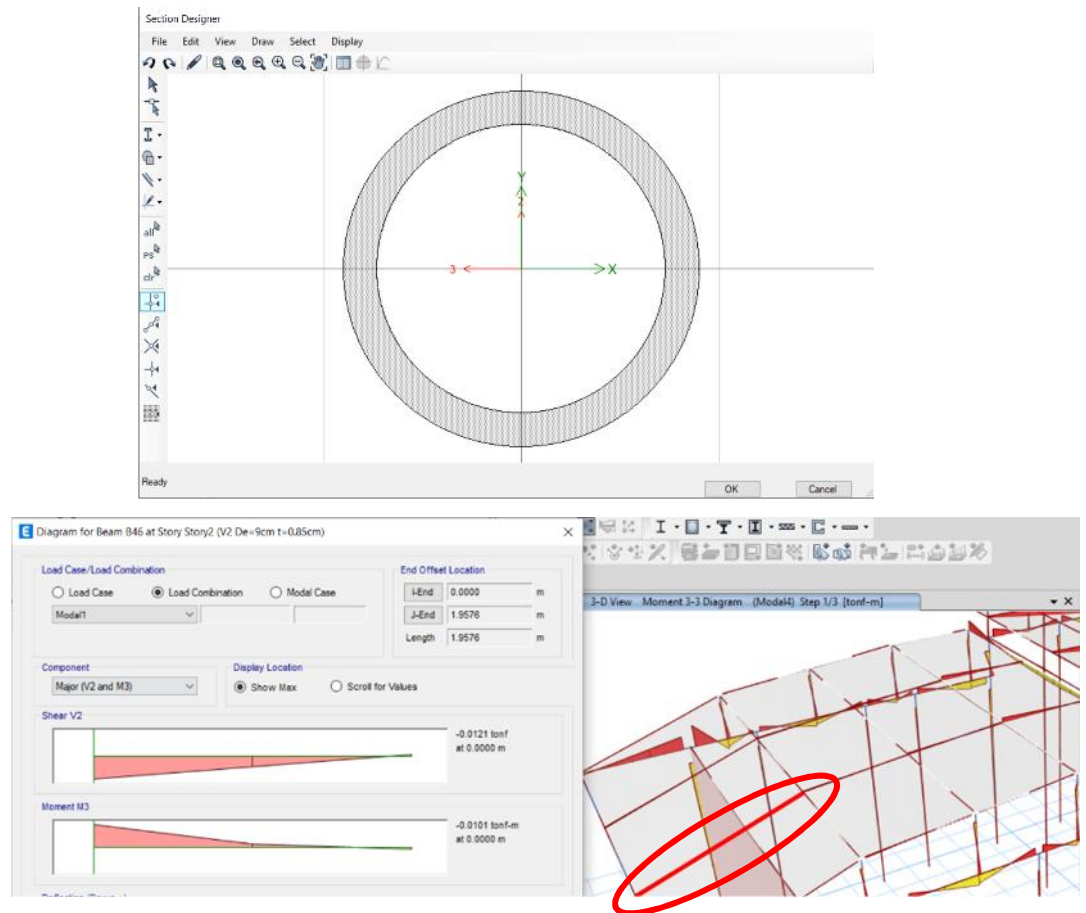
Distribución de conectores para vigas compuestas

$$\text{Espaciamiento 1} \quad 3.De.n \quad e1 = 66 \text{ cm}$$

$$\text{Espaciamiento 2} \quad l/4 \quad e2 = 40 \text{ cm}$$

Se escoge el más conveniente.

3.3. Viga 02 (V 02)



Datos:

# de bambú (n)	01	
Diámetro exterior (De)	9.00 cm	
Espesor (t)	0.85 cm	
Diámetro interior (Di)	7.30 cm	
Momento Máximo actuante (Mmax)	10.1 kg-m	
Cortante máximo (Vmax)	12.1 kg	
Esfuerzo admisible (fm)	50 kg/cm ²	(Flexión)
Esfuerzo admisible (fv)	10 kg/cm ²	(Corte)
Módulo de Elasticidad (E)	73000 kg/cm ²	
Longitud (l)	195 cm	

Área de sección compuesta (An):

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - (De - 2 \cdot t)^2) \cdot n$$

$$A_n = 21.76 \text{ cm}^2$$

Inercia (I) (Ejes paralelos)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64}$$

... Un bambú

$$\sum I + \sum A \cdot d^2$$

... Sección compuesta

$$I = 41979531.83 \text{ mm}^2$$

Radio de Giro (r)

$$\frac{\sqrt{(D^2 + (D - 2t)^2)}}{4}$$

... Un bambú

$$\sqrt{\frac{I}{A}}$$

... Sección compuesta

$$I = 41979531.83 \text{ mm}^4$$

$$A = 2176.34 \text{ mm}^2$$

$$r = 28.97 \text{ mm}$$

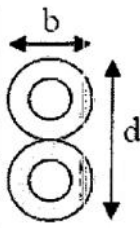
Esfuerzo admisible modificado (f'_m , f'_v)

$$f'_i = f \cdot C_D \cdot C_L \cdot C_r$$

$$C_D = 0.90 \text{ (Cargas permanentes)}$$

$$C_L = 1.00 \text{ (para } f'_m)$$

d/b	C_L
1	1.00
2	0.98
3	0.95
4	0.91
5	0.87



$$C_L = 1.00 \text{ (para } f'_v)$$

$$C_r = 1.00$$

$$f'_m = 45 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_v = 9 \text{ kg/cm}^2$$

Calculo de deflexión ()

$$\frac{l}{k}$$

K toma los siguientes valores:

Con cielo raso de yeso $k=300$

Sin cielo raso de yeso $k=250$

Para techos inclinados y edificaciones industriales $k=200$

Sobrecarga de servicio en todo tipo de edificaciones $k=350$

Deflexión máxima 13mm

$$l = 195 \text{ cm}$$

$$k = 200$$

$$= 0.975 \text{ cm} \text{ O } 9.75 \text{ mm} \quad ; \text{Cumple!}$$

Inercia necesario (In)

$$M \left(\frac{5 \cdot L \cdot K}{48 \cdot E} \right)$$

$$I_n = 562071.92 \text{ mm}^2$$

$$I > I_n \quad ; \text{Cumple!}$$

Módulo de Sección (S)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 1 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (5D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 2 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (35D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{96D} \quad \dots \text{ para 3 bambú}$$

$$S = 40.59 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac)

$$\frac{\bar{M}}{s}$$

$$fm.ac = 24.88 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac) y admisible (f'm)

$$f \cdot a < f'm$$

$$f_{m.ac} = 24.88 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'm = 44.01 \text{ kg/cm}^2$$

$$f \cdot ac < f'm; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo cortante paralelos a las fibras actuantes (fv.ac)

$$\frac{2v}{3A} \left(\frac{3D^2 - 4D + 4t^2}{D^2 - 2D + 2t^2} \right)$$

$$f_{v.ac} = 1.19 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fv.ac) y admisible (f'v)

$$f \cdot a < f'v$$

$$f_{v.ac} = 1.19 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'm = 9 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{v.ac} < f'v \quad ; \text{Cumple!}$$

Carga repartida equivalente (w)

$$\frac{M}{l^2} \cdot 8$$

$$w = 0.212 \text{ kg/cm}$$

Deflexión calculada (c)

$$\frac{5 \cdot w \cdot l^4}{E \cdot I \cdot 384}$$

$$c = 0.131 \text{ mm} \quad ; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo perpendicular a las fibras(R)

$$w \cdot l$$

$$R = 41.44 \text{ kg}$$

Esfuerzo a compresión perpendicular actuante (f'c ac)

$$\frac{3.R.D}{2.t^2.I}$$

$$f'_{cac} = 0.18 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo admisible a compresión ($f'c$)

$$f_c = 13 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de Esfuerzo a compresión perpendicular actuante ($f'c.ac$) y admisible ($f'c$)

$$f'c.a < f'c$$

$$f'c.ac = 0.18 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c.ac < f'c \quad ;\text{Cumple!}$$

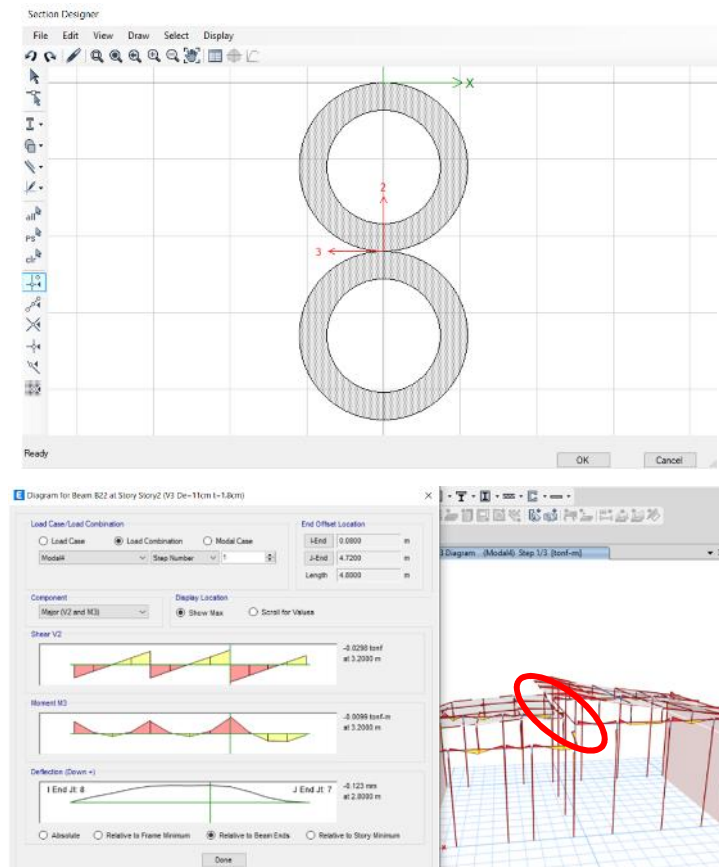
Distribución de conectores para vigas compuestas

$$\text{Espaciamiento 1} \quad 3.De.n \quad e1 = 21cm$$

$$\text{Espaciamiento 2} \quad l/4 \quad e2 = 48.75cm$$

Se escoge el más conveniente.

3.4. Viga 03 (V 03)



Datos:

# de bambú (n)	02
Diámetro exterior (De)	11.00 cm
Espesor (t)	1.80 cm
Diámetro interior (Di)	7.40 cm
Momento Máximo actuante (Mmax)	10.1 kg-m
Cortante máximo (Vmax)	30.3 kg
Esfuerzo admisible (fm)	50 kg/cm ² (Flexión)
Esfuerzo admisible (fv)	10 kg/cm ² (Corte)
Módulo de Elasticidad (E)	73000 kg/cm ²
Longitud (l)	160 cm

Área de sección compuesta (An):

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - (De - 2 \cdot t)^2) \cdot n$$

$$A_n = 104.05 \text{ cm}^2$$

Inercia (I) (Ejes paralelos)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64}$$

... Un bambú

$$\sum I + \sum A \cdot d^2$$

... Sección compuesta

$$I = 68664898.42 \text{ mm}^2$$

Radio de Giro (r)

$$\frac{\sqrt{(D^2 + (D - 2t)^2)}}{4}$$

... Un bambú

$$\sqrt{\frac{I}{A}}$$

... Sección compuesta

$$I = 68664898.42 \text{ mm}^4$$

$$A = 10404.95 \text{ mm}^2$$

$$r = 81.24 \text{ mm}$$

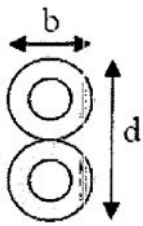
Esfuerzo admisible modificado (f'_m , f'_v)

$$f'_i = f \cdot C_D \cdot C_L \cdot C_r$$

$$C_D = 0.90 \text{ (Cargas permanentes)}$$

$$C_L = 0.98 \text{ (para } f'_m)$$

d/b	C_L
1	1.00
2	0.98
3	0.95
4	0.91
5	0.87



$$C_L = 1.00 \text{ (para } f'_v)$$

$$C_r = 1.00$$

$$f'_m = 44.01 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_v = 9 \text{ kg/cm}^2$$

Calculo de deflexión ()

$$\frac{l}{k}$$

K toma los siguientes valores:

Con cielo raso de yeso $k=300$

Sin cielo raso de yeso $k=250$

Para techos inclinados y edificaciones industriales $k=200$

Sobrecarga de servicio en todo tipo de edificaciones $k=350$

Deflexión máxima 13mm

$$l = 120 \text{ cm}$$

$$k = 200$$

$$= 0.60 \text{ cm} \text{ } \bar{Q} \text{ } 8.0 \text{ mm} \quad ; \text{Cumple!}$$

Inercia necesario (In)

$$M \left(\frac{5 \cdot L \cdot K}{48 \cdot E} \right)$$

$$I_n = 461187.21 \text{ mm}^2$$

$$I > I_n \quad ; \text{Cumple!}$$

Módulo de Sección (S)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 1 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (5D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 2 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (35D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{96D} \quad \dots \text{ para 3 bambú}$$

$$S = 390.04 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac)

$$\frac{\bar{M}}{s}$$

$$f_{m.ac} = 2.59 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac) y admisible (f'm)

$$f \cdot a < f'm$$

$$f_{m.ac} = 2.59 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'm = 44.01 \text{ kg/cm}^2$$

$$f \cdot ac < f'm; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo cortante paralelos a las fibras actuantes (fv.ac)

$$\frac{2v}{3A} \left(\frac{3D^2 - 4D + 4t^2}{D^2 - 2D + 2t^2} \right)$$

$$f_{v.ac} = 0.66 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fv.ac) y admisible (f'v)

$$f \cdot a < f'v$$

$$f_{v.ac} = 0.66 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'm = 9 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{v.ac} < f'v \quad ; \text{Cumple!}$$

Carga repartida equivalente (w)

$$\frac{M}{l^2} \cdot 8$$

$$w = 0.316 \text{ kg/cm}$$

Deflexión calculada (c)

$$\frac{5 \cdot w \cdot l^4}{E \cdot I \cdot 384}$$

$$c = 0.054 \text{ mm} \quad ; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo perpendicular a las fibras(R)

$$w \cdot l$$

$$R = 50.50 \text{ kg}$$

Esfuerzo a compresión perpendicular actuante (f'c ac)

$$\frac{3.R.D}{2.t^2.I}$$

$$f'_{cac} = 0.04 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo admisible a compresión ($f'c$)

$$f_c = 13 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de Esfuerzo a compresión perpendicular actuante ($f'c.ac$) y admisible ($f'c$)

$$f'c.a < f'c$$

$$f'c.ac = 0.04 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c.ac < f'c \quad ; \text{Cumple!}$$

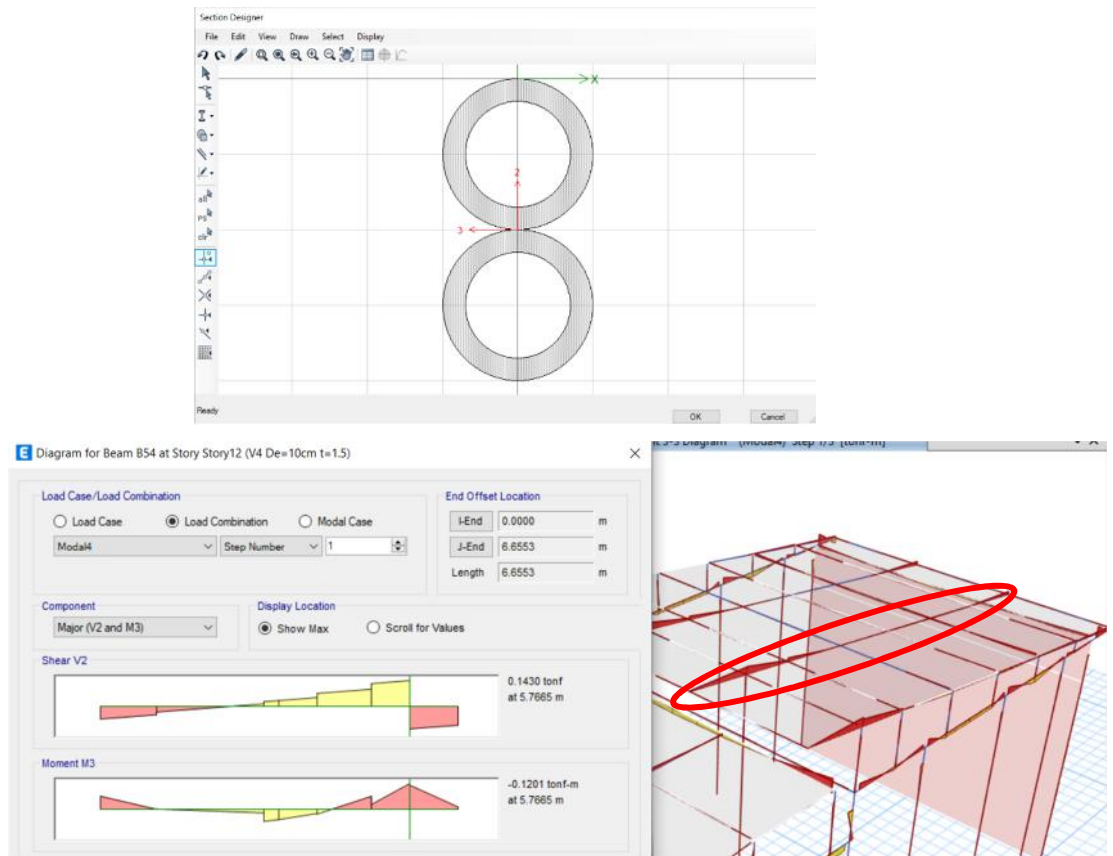
Distribución de conectores para vigas compuestas

$$\text{Espaciamiento 1} \quad 3.De.n \quad e1 = 66cm$$

$$\text{Espaciamiento 2} \quad l/4 \quad e2 = 40cm$$

Se escoge el más conveniente.

3.5. Viga 04 (V 04)



Datos:

# de bambú (n)	02
Diámetro exterior (De)	10.00 cm
Espesor (t)	1.50 cm
Diámetro interior (Di)	7.00 cm
Momento Máximo actuante (Mmax)	120.0 kg-m
Cortante máximo (Vmax)	143.0 kg
Esfuerzo admisible (fm)	50 kg/cm ² (Flexión)
Esfuerzo admisible (fv)	10 kg/cm ² (Corte)
Módulo de Elasticidad (E)	73000 kg/cm ²
Longitud (l)	490 cm

Área de sección compuesta (An):

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - (De - 2 \cdot t)^2) \cdot n$$

$$An = 80.11 \text{ cm}^2$$

Inercia (I) (Ejes paralelos)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64}$$

... Un bambú

$$\sum I + \sum A \cdot d^2$$

... Sección compuesta

$$I = 43785456.74 \text{ mm}^4$$

Radio de Giro (r)

$$\frac{\sqrt{I}}{\sqrt{A}}$$

... Un bambú

$$\sqrt{\frac{I}{A}}$$

... Sección compuesta

$$I = 43785456.74 \text{ mm}^4$$

$$A = 10404.95 \text{ mm}^2$$

$$r = 73.93 \text{ mm}$$

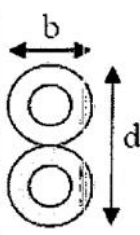
Esfuerzo admisible modificado (f'_m , f'_v)

$$f'_i = f \cdot C_D \cdot C_L \cdot C_r$$

$$C_D = 0.90 \text{ (Cargas permanentes)}$$

$$C_L = 0.98 \text{ (para } f'_m)$$

d/b	C_L
1	1.00
2	0.98
3	0.95
4	0.91
5	0.87



$$C_L = 1.00 \text{ (para } f'_v)$$

$$C_r = 1.00$$

$$f'_m = 44.01 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_v = 9 \text{ kg/cm}^2$$

Calculo de deflexión ()

$$\frac{l}{k}$$

K toma los siguientes valores:

Con cielo raso de yeso $k=300$

Sin cielo raso de yeso $k=250$

Para techos inclinados y edificaciones industriales $k=200$

Sobrecarga de servicio en todo tipo de edificaciones $k=350$

Deflexión máxima 13mm

$$l = 130 \text{ cm}$$

$$k = 200$$

$$= 0.245 \text{ cm} \text{ O } 24.5 \text{ mm} \quad \text{¡Se tiene que verificar deflexión por servicio!}$$

Inercia necesario (In)

$$M \left(\frac{5 \cdot L \cdot K}{48 \cdot E} \right)$$

$$I_n = 16780821.92 \text{ mm}^2$$

$I > I_n$;Cumple!

Módulo de Sección (S)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 1 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (5D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 2 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (35D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{96D} \quad \dots \text{ para 3 bambú}$$

$$S = 274.88 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac)

$$\frac{\bar{M}}{s}$$

$$fm.ac = 43.66 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac) y admisible (f'm)

$$f \cdot a < f' m$$

$$f_{m.ac} = 43.66 \text{ kg/cm}^2$$

$$f' m = 44.01 \text{ kg/cm}^2$$

$$f \cdot ac < f' m; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo cortante paralelos a las fibras actuantes (fv.ac)

$$\frac{2v \left(\frac{3D^2 - 4D + 4t^2}{D^2 - 2D + 2t^2} \right)}{3A}$$

$$f_{v.ac} = 3.98 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fv.ac) y admisible (f'v)

$$f \cdot a < f' v$$

$$f_{v.ac} = 3.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$f' m = 9 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{v.ac} < f' v \quad ; \text{Cumple!}$$

Carga repartida equivalente (w)

$$\frac{M \cdot 8}{l^2}$$

$$w = 0.40 \text{ kg/cm}$$

Deflexión calculada (c)

$$\frac{5 \cdot w \cdot l^4}{E \cdot I \cdot 384}$$

$$c = 9.39 \text{ mm} \quad ; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo perpendicular a las fibras(R)

$$w \cdot l$$

$$R = 195.52 \text{ kg}$$

Esfuerzo a compresión perpendicular actuante (f'c ac)

$$\frac{3.R.D}{2.t^2.I}$$

$$f'_{cac} = 0.30 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo admisible a compresión ($f'c$)

$$f_c = 13 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de Esfuerzo a compresión perpendicular actuante ($f'c.ac$) y admisible ($f'c$)

$$f'c.a < f'c$$

$$f'c.ac = 0.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c.ac < f'c \quad ; \text{Cumple!}$$

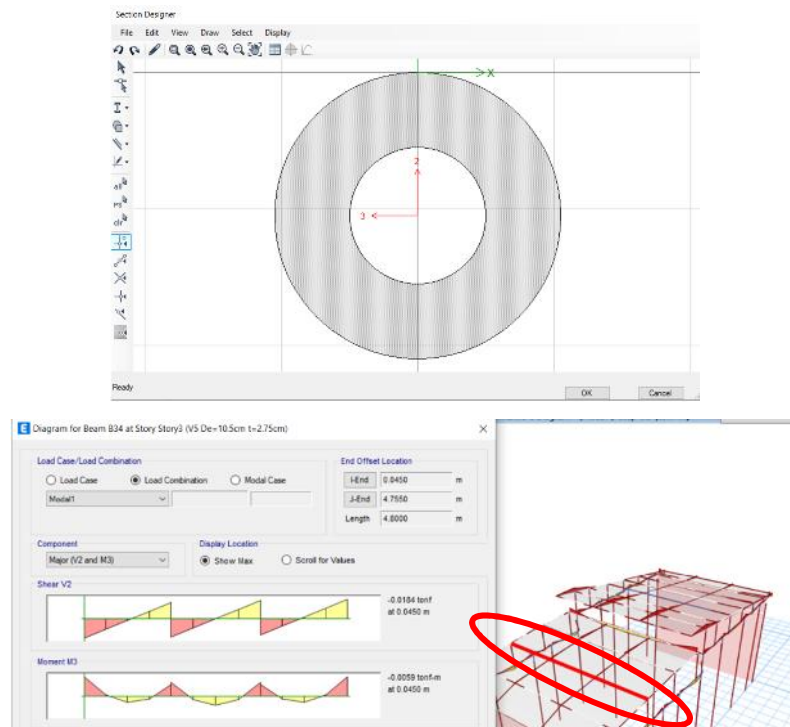
Distribución de conectores para vigas compuestas

$$\text{Espaciamiento 1} \quad 3.De.n \quad e1 = 60 \text{ cm}$$

$$\text{Espaciamiento 2} \quad l/4 \quad e2 = 122.5 \text{ cm}$$

Se escoge el más conveniente.

3.6. Viga 05 (V 05)



Datos:

# de bambú (n)	01
Diámetro exterior (De)	10.50 cm
Espesor (t)	2.75 cm
Diámetro interior (Di)	5.00 cm
Momento Máximo actuante (Mmax)	50.9 kg-m
Cortante máximo (Vmax)	18.4 kg
Esfuerzo admisible (fm)	50 kg/cm ² (Flexión)
Esfuerzo admisible (fv)	10 kg/cm ² (Corte)
Módulo de Elasticidad (E)	73000 kg/cm ²
Longitud (l)	160 cm

Área de sección compuesta (An):

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - (De - 2 \cdot t)^2) \cdot n$$

$$An = 66.96 \text{ cm}^2$$

Inercia (I) (Ejes paralelos)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{64}$$

... Un bambú

$$\sum I + \sum A \cdot d^2$$

... Sección compuesta

$$I = 43785456.74 \text{ mm}^2$$

Radio de Giro (r)

$$\frac{\sqrt{(D^2 + (D - 2t)^2)}}{4}$$

... Un bambú

$$\sqrt{\frac{I}{A}}$$

... Sección compuesta

$$I = 43785456.74 \text{ mm}^4$$

$$A = 6695.52 \text{ mm}^2$$

$$r = 29.07 \text{ mm}$$

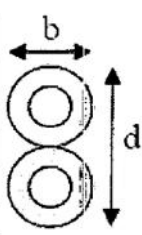
Esfuerzo admisible modificado (f'm, f'v)

$$f_i = f \cdot C_D \cdot C_L \cdot C_r$$

 $C_D = 0.90$ (Cargas permanentes)

 $C_L = 0.98$ (para f'm)

d/b	C _L
1	1.00
2	0.98
3	0.95
4	0.91
5	0.87


 $C_L = 1.00$ (para f'v)

 $C_r = 1.00$

$$f'm = 44.01 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'v = 9 \text{ kg/cm}^2$$

Calculo de deflexión ()

$$\frac{l}{k}$$

K toma los siguientes valores:

Con cielo raso de yeso $k=300$

Sin cielo raso de yeso $k=250$

Para techos inclinados y edificaciones industriales $k=200$

Sobrecarga de servicio en todo tipo de edificaciones $k=350$

Deflexión máxima 13mm

$$l = 160 \text{ cm}$$

$$k = 200$$

$$= 0.8 \text{ cm} \leq 8.0 \text{ mm} \quad ; \text{Cumple!}$$

Inercia necesario (In)

$$M \left(\frac{5 \cdot L \cdot K}{48 \cdot E} \right)$$

$$I_n = 2324200.91 \text{ mm}^2$$

$$I > I_n \quad ; \text{Cumple!}$$

Módulo de Sección (S)

$$\frac{\pi \cdot (D^4 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 1 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (5D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{32D} \quad \dots \text{ para 2 bambú}$$

$$\frac{\pi \cdot (35D^4 - 4D^2[D - 2t]^2 - [D - 2t]^4)}{96D} \quad \dots \text{ para 3 bambú}$$

$$S = 107.81 \text{ cm}^3$$

Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac)

$$\frac{\bar{M}}{s}$$

$$f_{m.ac} = 43.21 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fm.ac) y admisible (f'm)

$$f_{m.ac} < f'_{m}$$

$$f_{m.ac} = 43.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'm = 44.01 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'.ac < f'm; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo cortante paralelos a las fibras actuantes (fv.ac)

$$\frac{2v \left(\frac{3D^2 - 4D + 4t^2}{D^2 - 2D + 2t^2} \right)}{3A}$$

$$fv.ac = 0.67 \text{ kg}$$

Verificación de Esfuerzo a flexión actuante (fv.ac) y admisible (f'v)

$$f'.a < f'v$$

$$fv.ac = 0.67 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'm = 9 \text{ kg/cm}^2$$

$$fv.ac < f'v \quad ; \text{Cumple!}$$

Carga repartida equivalente (w)

$$\frac{M \cdot 8}{l^2}$$

$$w = 1.59 \text{ kg/cm}$$

Deflexión calculada (c)

$$\frac{5 \cdot w \cdot l^4}{E \cdot I \cdot 384}$$

$$c = 0.425 \text{ mm} \quad ; \text{Cumple!}$$

Esfuerzo perpendicular a las fibras(R)

$$w \cdot l$$

$$R = 254.5 \text{ kg}$$

Esfuerzo a compresión perpendicular actuante (f'c ac)

$$\frac{3 \cdot R \cdot D}{2 \cdot t^2 \cdot I}$$

$$f'cac = 0.12 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo admisible a compresión ($f'c$)

$$f_c = 13 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

Verificación de Esfuerzo a compresión perpendicular actuante ($f'c.ac$) y admisible ($f'c$)

$$f'c.a < f'c$$

$$f'c.ac = 0.12 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 11.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c.ac < f'c \quad ; \text{Cumple!}$$

Distribución de conectores para vigas compuestas

$$\text{Espaciamiento 1} \quad 3.De.n \quad e1 = 31.5cm$$

$$\text{Espaciamiento 2} \quad l/4 \quad e2 = 40cm$$

Se escoge el más conveniente.

4. DISEÑO DE UNIONES

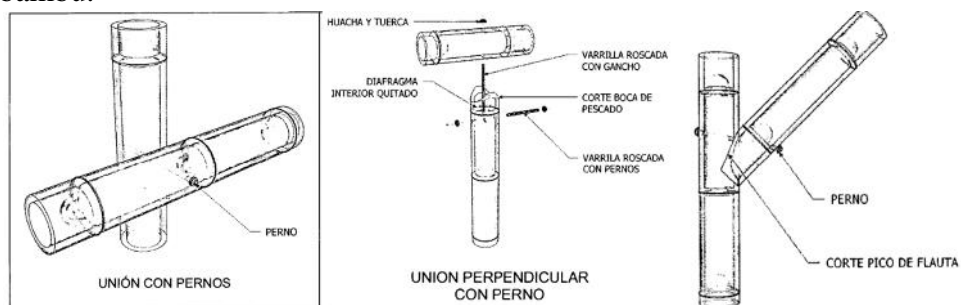
Las uniones de bambú, como lo detalla la norma E.100, se deberá realizar a través de ensayos (5 mínimo), que deberán soportar los esfuerzos causados con un factor de seguridad de 3.

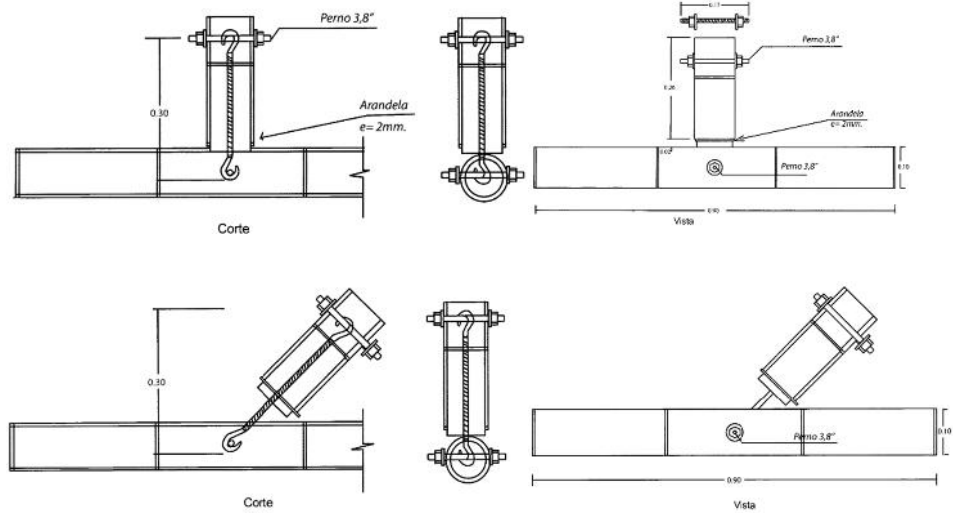
Se propone el diseño de uniones a través de fórmulas empíricas ya realizadas en los antecedentes y uso de valores admisibles de la E.100.

Las uniones planteadas para la estructura del Espacio Modular son (E. 100):

- Uniones con pernos

La perforación del entrenudo para el perno debe pasar por el eje central del bambú.

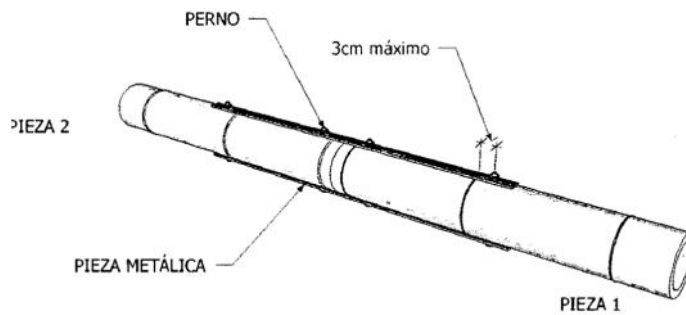




- Uniones con morteros
Cuando un entrenudo este sujeto a aplastamiento.

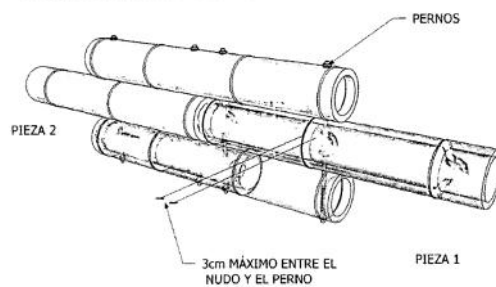


- Unión longitudinal – un bambú



- Unión longitudinal – dos a mas bambú

Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.



La resistencia admisible para uniones empernadas (3/8") se tomará de 200 kg.

Calculo para resistencia ultimo promedio en conjunto de unión con mortero

$$P = - 600 + 2400De - 2500Di$$

Calculo para resistencia ultimo promedio en conjunto de unión con laminas

$$P = 5000 + 2200De - 2400Di$$

Esfuerzos máximos en los nudos, según análisis. (Compresión)

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Step Label	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
Base	1	1	D-W	Combination				0.1553	0.1161	0.7382	0	0	0
Base	1	1	Moda2	Combination	Max			0.1553	0.1161	0.7382	0	0	0
Base	2	3	D-W	Combination				0.1552	-0.1165	0.7445	0	0	0
Base	2	3	Moda2	Combination	Max			0.1552	-0.1174	0.7445	0	0	0
Base	6	11	D-W	Combination				0.1232	-0.0693	0.4982	0	0	0
Base	6	11	Moda2	Combination	Max			0.1232	-0.0465	0.5402	0	0	0
Base	5	9	D-W	Combination				0.1221	0.0696	0.4956	0	0	0
Base	5	9	Moda2	Combination	Max			0.1221	0.0775	0.5378	0	0	0
Base	2	3	0.75 (D+L-W)	Combination				0.1184	-0.1079	0.6629	0	0	0
Base	1	1	0.75 (D+L-W)	Combination				0.1179	0.1074	0.6665	0	0	0
Base	1	1	Modal	LinModEigen	Mode	3		0.1163	-0.1113	-0.0759	0	0	0
Base	2	3	Modal	LinModEigen	Mode	3		0.1152	0.0150	-0.0683	0	0	0
Base	2	3	0.67 (D+L-W)	Combination				0.1057	-0.0964	0.5922	0	0	0
Base	1	1	0.67 (D+L-W)	Combination				0.1054	0.096	0.5954	0	0	0
Base	6	11	0.75 (D+L-W)	Combination				0.091	-0.0639	0.4376	0	0	0
Base	5	9	0.75 (D+L-W)	Combination				0.0902	0.0642	0.4345	0	0	0
Base	6	11	0.67 (D+L-W)	Combination				0.0813	-0.0571	0.391	0	0	0
Base	5	9	0.67 (D+L-W)	Combination				0.0806	0.0574	0.3882	0	0	0
Base	2	3	Moda4	Combination	Max			0.0673	-0.4747	2.8565	0	0	0
Base	2	3	Moda4	Combination	Min			0.0673	-0.4908	2.8351	0	0	0
Base	1	1	Moda4	Combination	Max			0.0627	0.3543	2.7629	0	0	0
Base	1	1	Moda4	Combination	Min			0.0627	0.3382	2.7414	0	0	0
Base	1	1	D-Ex	Combination	Max			0.0496	0.0554	0.5689	0	0	0
Base	1	1	D-Ex	Combination	Min			0.0496	0.0508	0.5627	0	0	0
Base	2	3	D-Ex	Combination	Max			0.0496	-0.0812	0.5691	0	0	0
Base	2	3	D-Ex	Combination	Min			0.0496	-0.0858	0.563	0	0	0
Base	6	11	D-Ex	Combination	Max			0.0337	-0.0592	0.4596	0	0	0
Base	6	11	D-Ex	Combination	Min			0.0337	-0.0638	0.4531	0	0	0
Base	5	9	D-Ex	Combination	Max			0.0331	0.0641	0.4587	0	0	0
Base	5	9	D-Ex	Combination	Min			0.0331	0.0586	0.4633	0	0	0

Esfuerzos máximos en los nudos, según análisis. (Tensión)

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Step Label	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
Base	1	1	Viento	LinStatic				-0.1537	-0.0566	-0.303	0	0	0
Base	2	3	Viento	LinStatic				-0.1531	0.0589	-0.322	0	0	0
Base	1	1	D-W	Combination				-0.1521	-0.0011	0.1322	0	0	0
Base	2	3	D-W	Combination				-0.1509	0.0013	0.1096	0	0	0
Base	6	11	Moda1	Combination				-0.13	-0.3797	2.7174	0	0	0
Base	5	9	Moda1	Combination				-0.1283	0.3606	2.7093	0	0	0
Base	6	11	D-W	Combination				-0.1264	-0.0534	0.4116	0	0	0
Base	1	1	Moda1	Combination				-0.1262	0.3504	2.5945	0	0	0
Base	5	9	D-W	Combination				-0.1252	0.0533	0.4126	0	0	0
Base	6	11	Viento	LinStatic				-0.1248	0.008	-0.0433	0	0	0
Base	5	9	Viento	LinStatic				-0.1236	-0.0061	-0.0415	0	0	0
Base	2	3	Moda1	Combination				-0.1203	-0.3515	2.4703	0	0	0
Base	1	1	0.75 (D+L+W)	Combination				-0.1126	0.0195	0.212	0	0	0
Base	2	3	0.75 (D+L+W)	Combination				-0.1112	-0.0195	0.1799	0	0	0
Base	1	1	0.67 (D+L+W)	Combination				-0.1006	0.0174	0.1893	0	0	0
Base	1	1	Moda2	Combination	Min			-0.1006	0.0174	0.1893	0	0	0
Base	2	3	0.67 (D+L+W)	Combination				-0.0994	-0.0174	0.1607	0	0	0
Base	2	3	Moda2	Combination	Min			-0.0994	-0.1185	0.1607	0	0	0
Base	6	11	0.75 (D+L+W)	Combination				-0.0962	-0.052	0.3727	0	0	0
Base	5	9	0.75 (D+L+W)	Combination				-0.0953	0.0521	0.3722	0	0	0
Base	6	11	0.67 (D+L+W)	Combination				-0.086	-0.0465	0.3329	0	0	0
Base	6	11	Moda2	Combination	Min			-0.086	-0.0773	0.3329	0	0	0
Base	5	9	0.67 (D+L+W)	Combination				-0.0851	0.0465	0.3325	0	0	0
Base	5	9	Moda2	Combination	Min			-0.0851	0.0465	0.3325	0	0	0
Base	6	11	Moda3	Combination	Max			-0.0581	-0.4083	2.6081	0	0	0
Base	6	11	Moda3	Combination	Min			-0.0581	-0.4132	2.6015	0	0	0
Base	5	9	Moda3	Combination	Max			-0.0567	0.3088	2.4437	0	0	0
Base	5	9	Moda3	Combination	Min			-0.0567	0.304	2.4371	0	0	0
Base	1	1	Same X	LinStatic	Step By Step	1		-0.039	-0.0257	-0.1306	0	0	0
Base	1	1	Same Y	LinStatic	Step By Step	3		-0.036	-0.036	0.1333	0	0	0

Según diámetros mínimos propuestos de bambú. (Col 3) (Vig 2)

$De = 9\text{cm}$, $Di = 7.30\text{cm}$

Resistencia con mortero:

$P = 2750\text{ kg}$

Resistencia con Laminas:

$P = 42320\text{ kg}$

Las uniones con mortero son suficientemente rígidas para los esfuerzos a compresión actuantes en los nudos y se cumple con el factor de seguridad de 3.

5. CIMIENTO

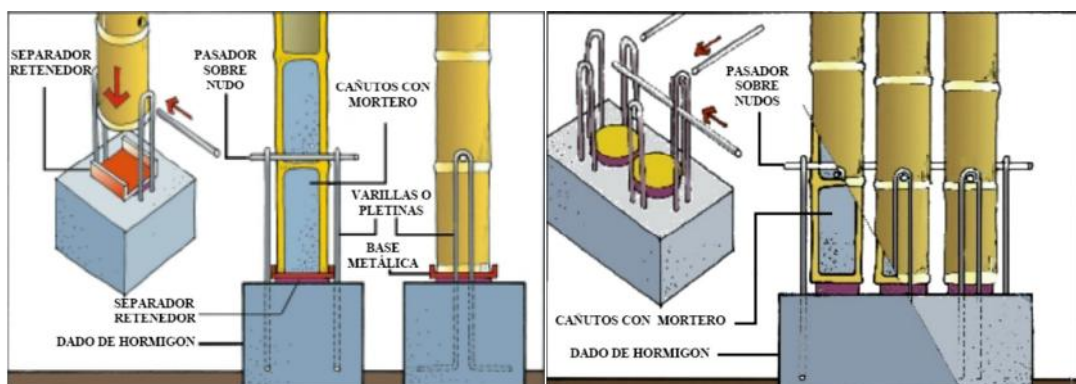
Según EMS adjunto, la capacidad portante estimada en la zona es de $1.35\text{kg}/\text{cm}^2$, se plantea un cimiento corrido con las medidas de 40cm de ancho por 60cm de alto., sobre cimiento de 0.20cm de ancho por 0.30 de alto.

6. UNIÓN ENTRE CIMIENTO Y COLUMNA

Por recomendación de la E.100 se propone transmitir las cargas a través de conexiones empernadas.

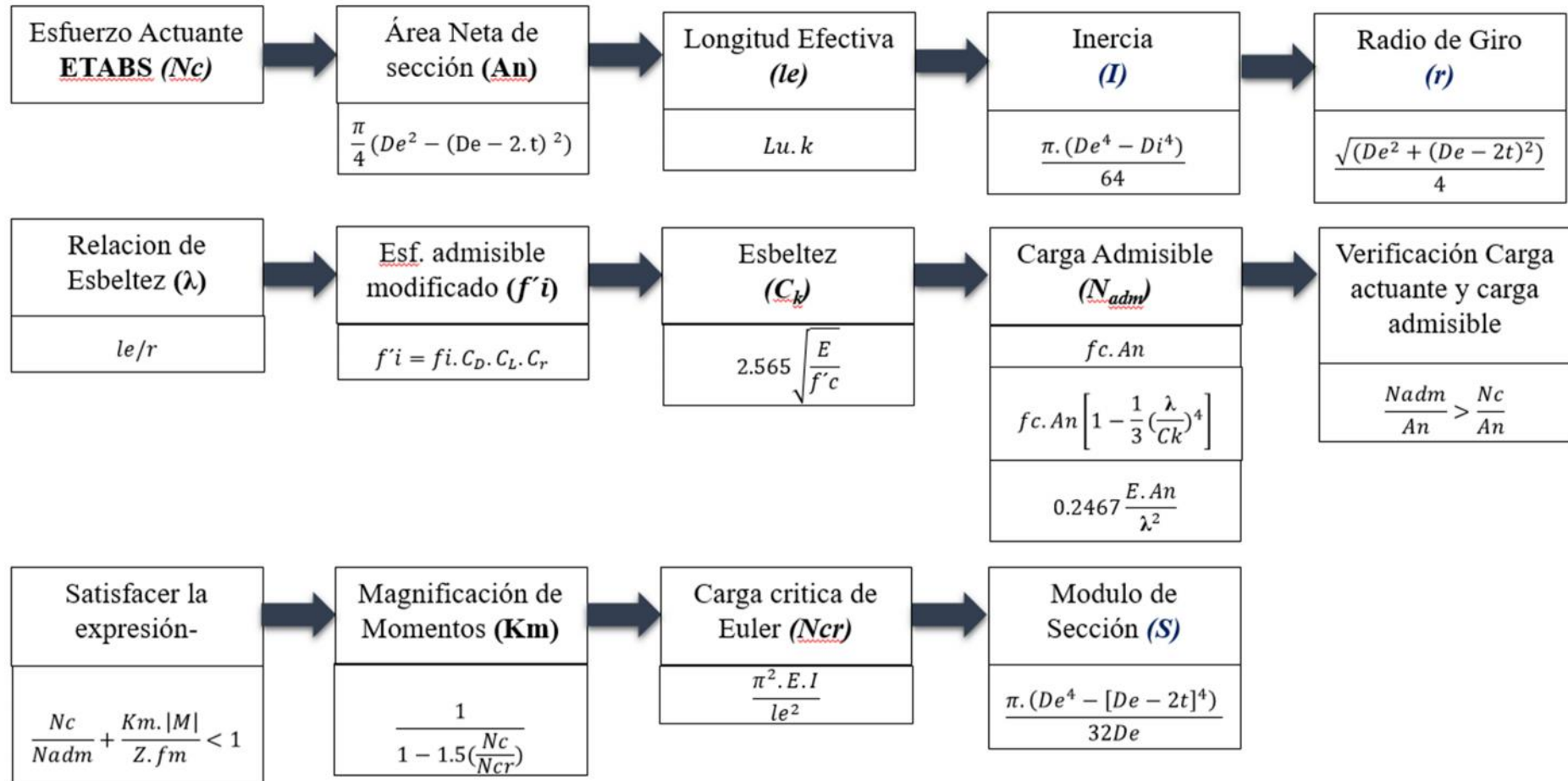
La unión se desarrollara con anclaje externo..

Se deja empotrada a la cimentación una base metálica, y se ancla según siguiente detalle:

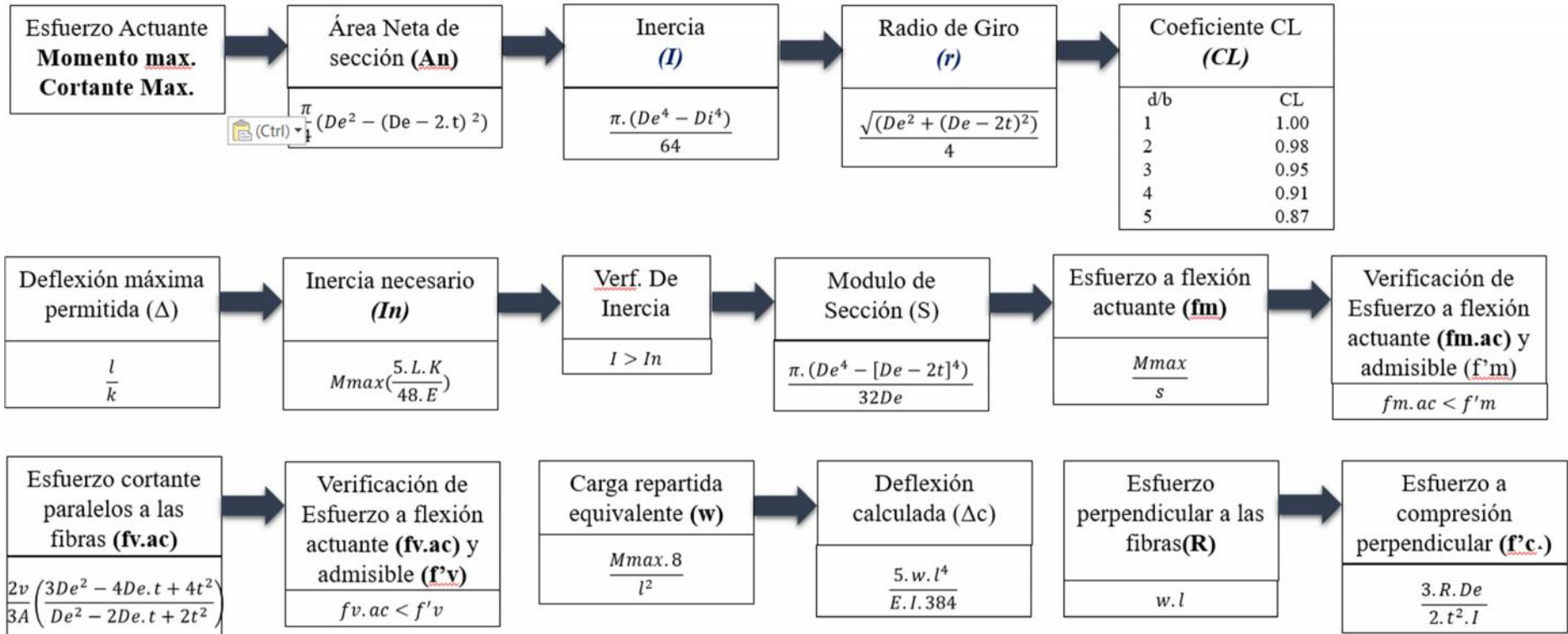


9. DIAGRAMA DE FLUJOS PARA DISEÑO DE ELEMENTOS DE BAMBÚ

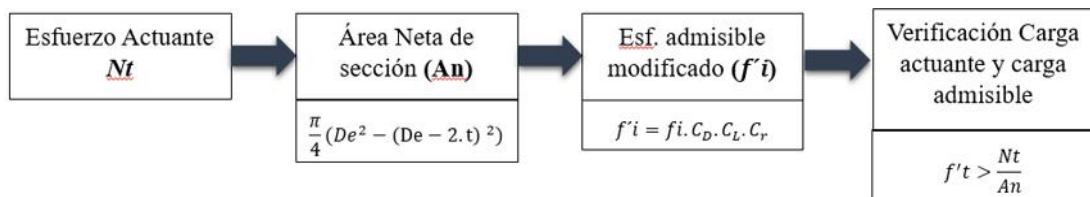
9.1. ELEMENTOS A FLEJO COMPRESIÓN



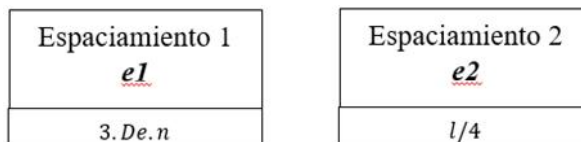
9.2. ELEMENTOS A FLEXIÓN Y CORTANTE



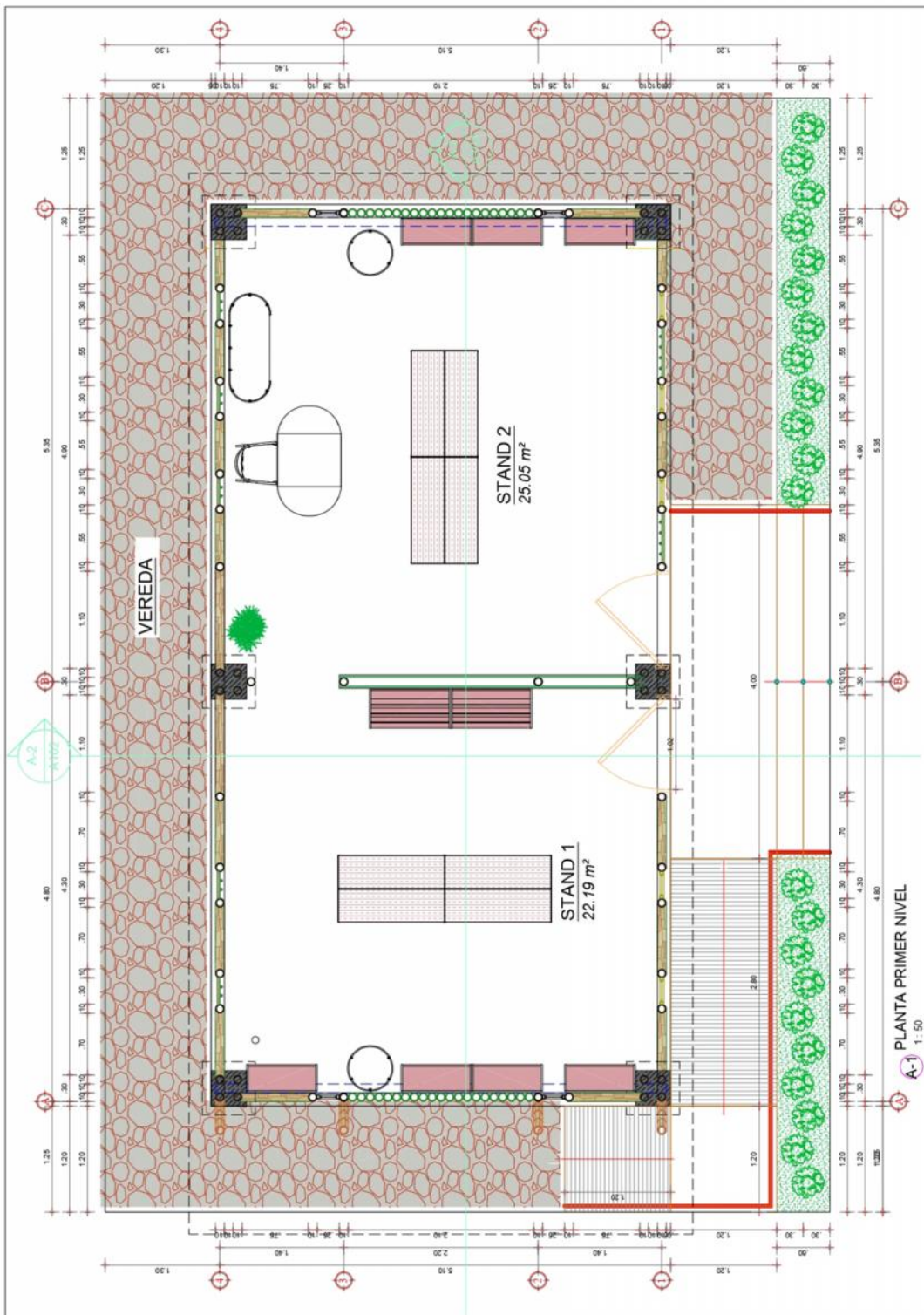
9.3. ELEMENTOS A TRACCIÓN



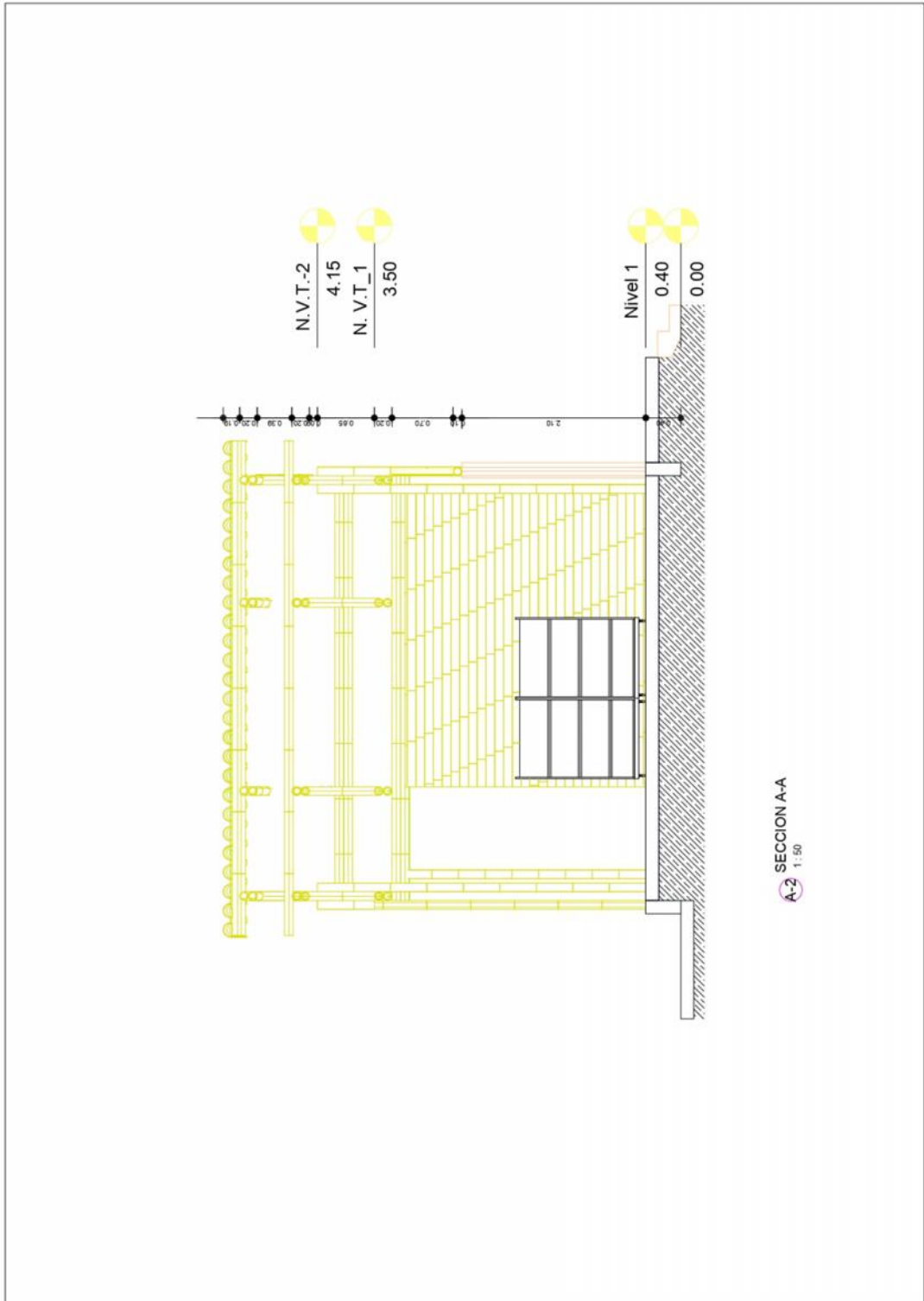
9.4. DISTRIBUCIÓN DE CONECTORES



ANEXO N°5: Planos



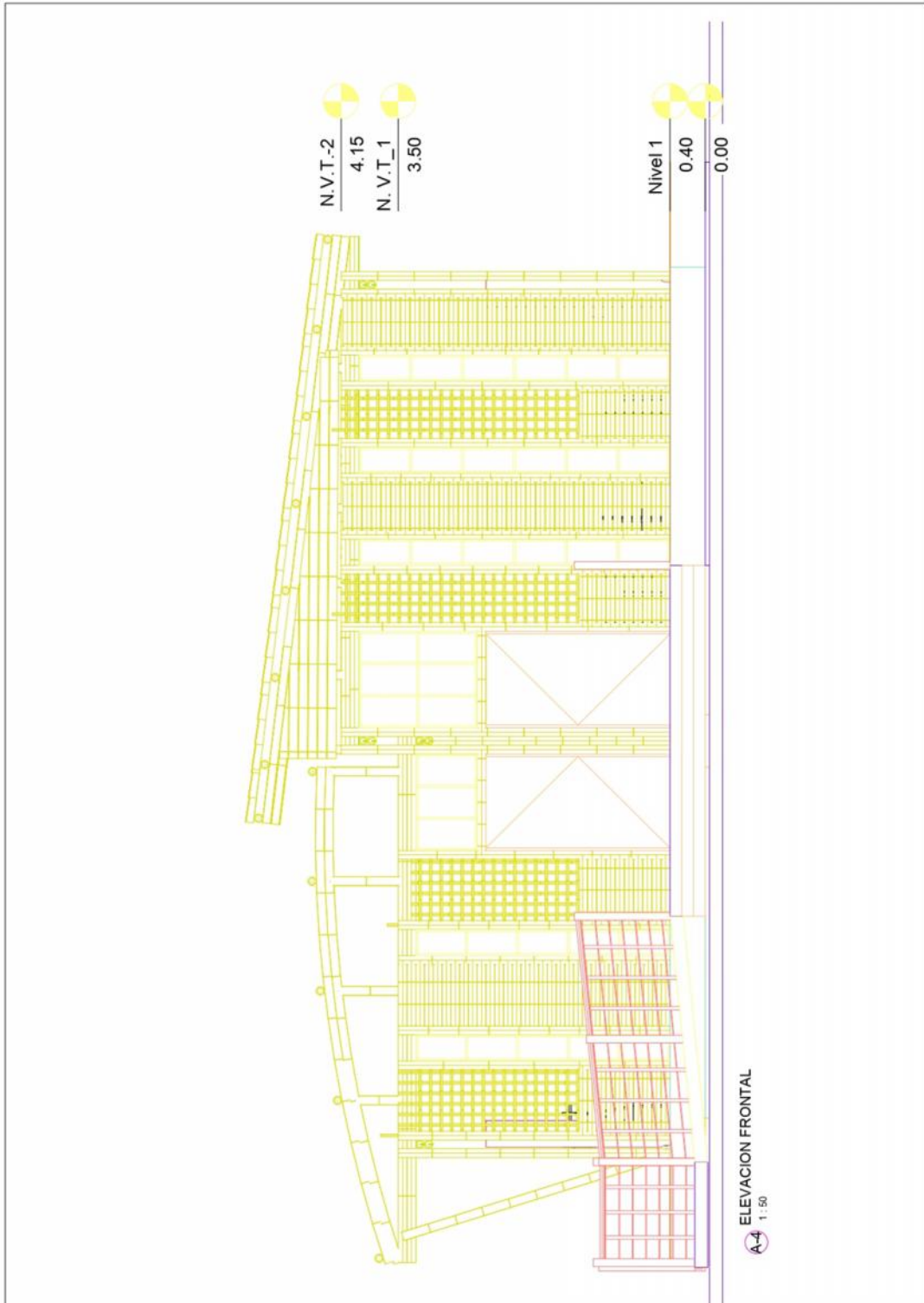
Planta de Modulo



Sección A-A de Modulo



Sección B-B de Modulo



Elevación frontal de Modulo

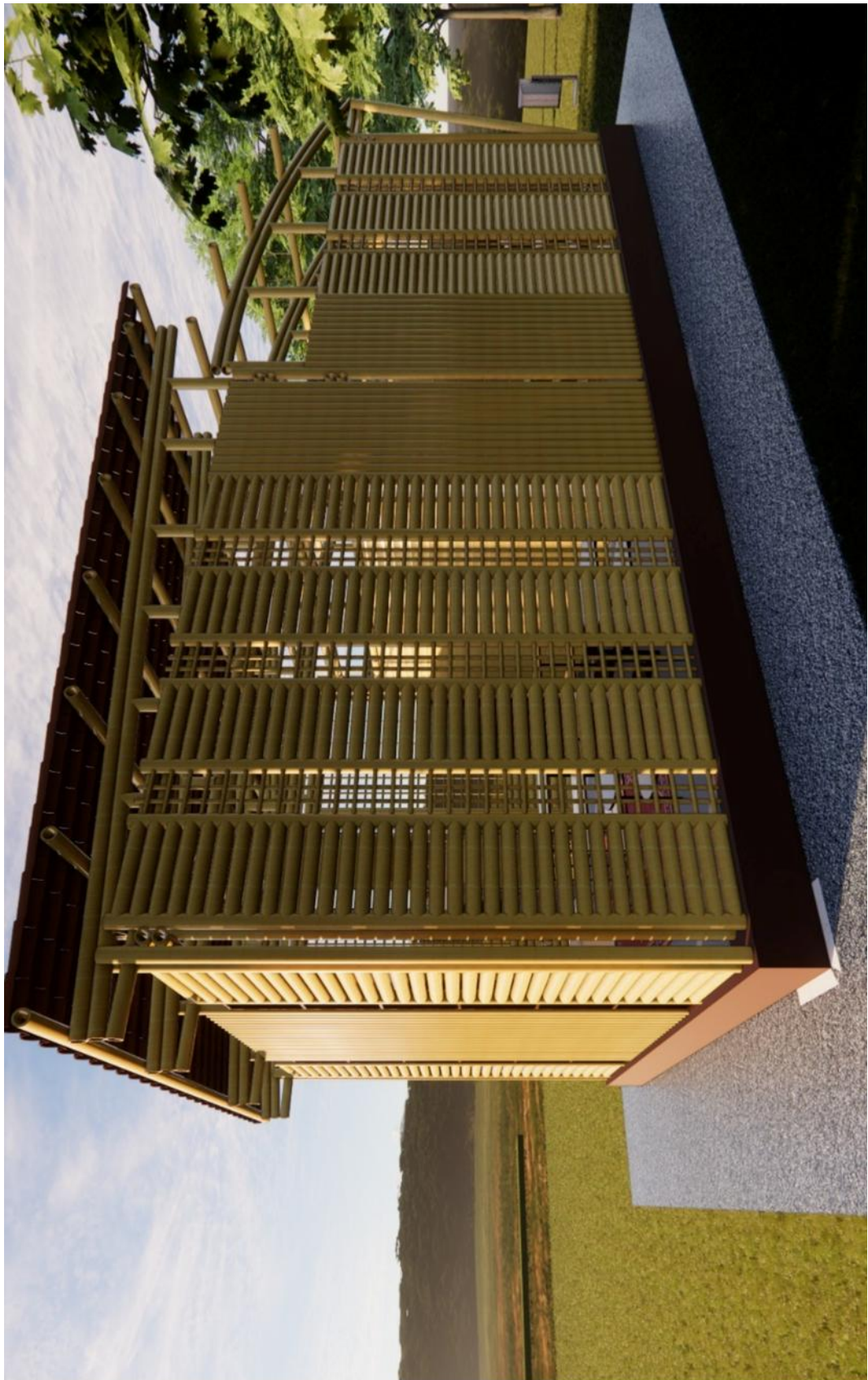


Planteamiento General

ANEXO N°6: 3D*Vista exterior*



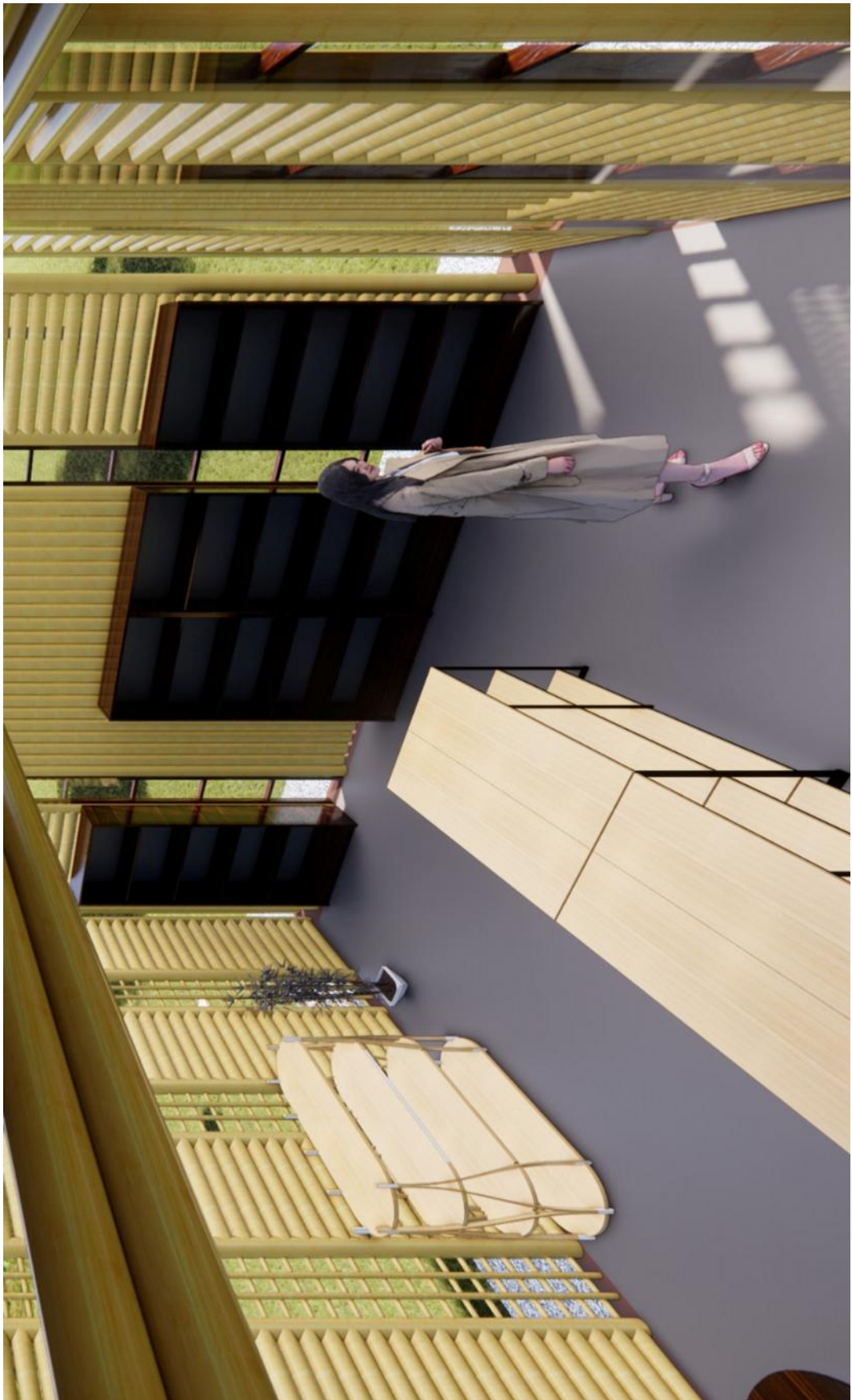
Elevación Frontal



Elevación Posterior



Propuesta general de distribución.



Vista interior Estand2



RESOLUCIÓN DE DECANO N°1168-2023-UNHEVAL-FICA-D

Cayhuayna, 14 diciembre 2023

VISTO: La solicitud virtual enviada por correo, de fecha 14.DIC.2023, de los Bachiller en Ingeniería Civil **MARINO GERMÁN FONSECA DAVILA** y de Arquitectura **YANETH GOMEZ ALBORNOZ**, pidiendo fecha y hora para sustentación de tesis titulada ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANIAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023;

CONSIDERANDO:

Que, con solicitud virtual enviada por correo, de fecha 14.DIC.2023 de los Bachiller en Ingeniería Civil **MARINO GERMÁN FONSECA DAVILA** y de Arquitectura **YANETH GOMEZ ALBORNOZ**, pidiendo fecha y hora para sustentación de tesis titulada: ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANIAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023;

Que, con Resolución Virtual N°1133-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 11.DIC.2023, se designa a los miembros del Jurado de revisión y evaluación a los docentes: Presidente Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas, Secretario Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, Vocal Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, ACCESITARIO Mg. Arq. Bethsy Liliana Serrano Mariño, como jurados revisores del Proyecto de Tesis Titulado ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANIAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023, de los Bachilleres en Ingeniería civil **MARINO GERMÁN FONSECA DAVILA** y de Arquitectura **YANETH GOMEZ ALBORNOZ**;

Que, con Constancia de revisión y aprobación de tesis, del Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas, CARTA N° 134-2023/Mg.LFNJ del Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, INFORME N° 040-2023-EAPIC-UNHEVAL-RMG del Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, dan la conformidad a la tesis titulado: ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANIAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023, de los Bachiller en Ingeniería Civil **MARINO GERMÁN FONSECA DAVILA** y de Arquitectura **YANETH GOMEZ ALBORNOZ**;

Que, mediante Resolución Consejo Universitario N° 3412 - 2022 - UNHEVAL, de fecha 24 de octubre del 2022 en el Capítulo IV - Título III - Tesis - Art. 44° Una vez que los miembros de Jurado de Tesis informen al Decano acerca de la suficiencia del trabajo de tesis para su sustentación, el interesado presentará una solicitud dirigida al Decano pidiendo se fije lugar, fecha y hora para el acto de sustentación...;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

SE RESUELVE:

- 1° **SEÑALAR** Fecha y hora para la sustentación Presencial de la tesis titulada ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANIAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023, de los Bachiller en Ingeniería Civil **MARINO GERMÁN FONSECA DAVILA** y de Arquitectura **YANETH GOMEZ ALBORNOZ**, para el día **jueves 21 diciembre 2023 a horas 18.00 pm**, en modalidad Presencial, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura por los considerandos anotados.

Regístrese, comuníquese y archívese.



Dr. Víctor Manuel Goicochea Vargas
DECANO



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL Y ARQUITECTO**

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 21 días del mes de diciembre de 2023, siendo las 18.00 pm, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°1133-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución de Decano N°1168-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 14.DIC.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los miembros del jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público de tesis titulada: **ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANIAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil y el Título Profesional de Arquitecto, los Bachilleres de Ingeniería Civil **MARINO GERMÁN FONSECA DAVILA** y de Arquitectura **YANETH GOMEZ ALBORNOZ**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas PRESIDENTE – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, SECRETARIO – Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, VOCAL y los bachilleres mencionados, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil y Título Profesional de Arquitecto** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil y de la Carrera Profesional de Arquitectura, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa los miembros de jurado, procedió a la evaluación de los aspirantes al Título Profesional de Ingeniero Civil y Título Profesional de Arquitecto, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
FONSECA DAVILA MARINO GERMÁN	APROBADO	15	BUENO
GOMEZ ALBORNOZ YANETH	APROBADO	15	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL - Título VII – Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las 19:30 PM del mismo día 21/12/2023 con lo que se dio por concluido y en fe de lo cual firmamos.


VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS
PRESIDENTE


RISSEL MACHUCA GUARDIA
SECRETARIO


LUIS FERNANDO NARRO JARA
VOCAL



CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 145-2023
SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.

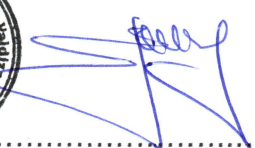
La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente constancia de Antiplagio, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un 22%. de similitud general, correspondiente a los Bachilleres interesados, **FONSECA DÁVILA Marino German y GÓMEZ ALBORNOZ Yaneth** del Borrador de Tesis "**ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANÍAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023**", considerando como asesor al **Mg ING. ABAL GARCÍA, Bladimir Jhon**

DECLARANDO (APTO)

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pillco Marca, 11 de diciembre 2023




.....
Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DI.JLVG 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANÍAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023

AUTOR

Marino German FONSECA DÁVILA Yanezh GÓMEZ ALBORNOZ

RECuento DE PALABRAS

22679 Words

RECuento DE CARACTERES

129950 Characters

RECuento DE PÁGINAS

187 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

9.4MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 11, 2023 9:43 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 11, 2023 9:45 AM GMT-5

● **22% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 21% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado



Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DOCENTE DE LA FICA

● 22% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 21% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.upla.edu.pe	Internet	6%
2	repositorio.unheval.edu.pe	Internet	4%
3	hdl.handle.net	Internet	1%
4	scribd.com	Internet	1%
5	es.scribd.com	Internet	1%
6	repositorio.uta.edu.ec	Internet	1%
7	issuu.com	Internet	1%
8	repositorio.ucv.edu.pe	Internet	<1%

9	peru.com	Internet	<1%
10	hcomcm.wordpress.com	Internet	<1%
11	docplayer.es	Internet	<1%
12	slideshare.net	Internet	<1%
13	coursehero.com	Internet	<1%
14	de.slideshare.net	Internet	<1%
15	Escuela Superior Politécnica del Litoral on 2018-09-13	Submitted works	<1%
16	repositorio.unica.edu.pe	Internet	<1%
17	Universidad Cesar Vallejo on 2019-03-12	Submitted works	<1%
18	repositorio.uncp.edu.pe	Internet	<1%
19	independent.academia.edu	Internet	<1%
20	Universidad Ricardo Palma on 2019-11-04	Submitted works	<1%

21	repositorio.unsa.edu.pe Internet	<1%
22	Universidad Catolica de Avila on 2021-10-13 Submitted works	<1%
23	Universidad Técnica Nacional de Costa Rica on 2023-02-28 Submitted works	<1%
24	antenatv.pe Internet	<1%
25	Universidad Cesar Vallejo on 2021-07-09 Submitted works	<1%
26	Universidad de Málaga - Tii on 2022-04-03 Submitted works	<1%
27	repositorio.uss.edu.pe Internet	<1%
28	Universidad Católica San Pablo on 2019-07-09 Submitted works	<1%
29	Universidad Cesar Vallejo on 2020-05-19 Submitted works	<1%
30	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2022-11-07 Submitted works	<1%
31	dspace.ucuenca.edu.ec Internet	<1%
32	vlex.com.pe Internet	<1%

33	pdfcoffee.com	Internet	<1%
34	repositorio.ujcm.edu.pe	Internet	<1%
35	Universidad Tecnologica de los Andes on 2017-12-17	Submitted works	<1%

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	<input checked="" type="checkbox"/>	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado
Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)							
Facultad	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA						
Escuela Profesional	INGENIERÍA CIVIL / ARQUITECTURA						
Carrera Profesional	INGENIERÍA CIVIL / ARQUITECTURA						
Grado que otorga	-----						
Título que otorga	INGENIERO CIVIL / ARQUITECTO						
Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)							
Facultad	-----						
Nombre del programa	-----						
Título que Otorga	-----						
Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)							
Nombre del Programa de estudio	-----						
Grado que otorga	-----						

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	FONSECA DÁVILA MARINO GERMAN						
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular: 941975349
Nro. de Documento:	72899537				Correo Electrónico: marger_147@hotmail.com		
Apellidos y Nombres:	GOMEZ ALBORNOZ YANETH						
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular: 918074672
Nro. de Documento:	73142403				Correo Electrónico: yanethalbornoz5@gmail.com		
Apellidos y Nombres:	-----						
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular: -----
Nro. de Documento:	-----				Correo Electrónico: -----		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)							SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
Apellidos y Nombres:	ABAL GARCÍA BLADIMIR JHON				ORCID ID:	https://orcid.org/0000-0002-9301-2099			
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de documento: 71509522		

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	GOICOCHEA VARGAS VÍCTOR MANUEL
Secretario:	NARRO JARA LUIS FERNANDO
Vocal:	MACHUCA GUARDIA RISSEL
Vocal:	-----
Vocal:	-----
Accesitario	-----



5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)	
"ESPACIO MODULAR SOSTENIBLE DE ARTESANÍAS CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE BAMBÚ PARA ANALIZAR EL DISEÑO SISMORRESISTENTE AMARILIS HUÁNUCO 2023"	
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)	
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL / ARQUITECTO	
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.	
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.	
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.	
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.	
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.	
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.	

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)		2023	
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo
	Trabajo de Investigación		Trabajo de Suficiencia Profesional
	Trabajo Académico		Otros (especifique modalidad)
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	ESPACIO MODULAR	BAMBÚ	DISEÑO SISMORRESISTENTE
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)
	Con Periodo de Embargo (*)		Fecha de Fin de Embargo:
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):		SI	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:	_____		

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.



7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma:		
Apellidos y Nombres:	FONSECA DÁVILA MARINO GERMAN	Huella Digital
DNI:	72899537	
Firma:		
Apellidos y Nombres:	GÓMEZ ALBORNOZ YANETH	Huella Digital
DNI:	73142403	
Firma: _____		
Apellidos y Nombres:	_____	Huella Digital
DNI:	_____	
Fecha: 11 DE MARZO DE 2024		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.