



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

El Diseño en Bambú y su Influencia en la Sismorresistencia en  
Edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo,  
2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Pisco Perez, Jehu Samuel ([orcid.org/0000-0002-5373-2454](https://orcid.org/0000-0002-5373-2454))

Sisti Carbajal, Juan Manuel ([orcid.org/0000-0003-4837-4151](https://orcid.org/0000-0003-4837-4151))

**ASESOR:**

M.Sc Medrano Sanchez, Emilio Jose ([orcid.org/0000-0003-0002-5876](https://orcid.org/0000-0003-0002-5876))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**TARAPOTO – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

A mi familia, por brindarme el apoyo para tener el tiempo y poder dedicarlo al estudio de mi segunda profesión y alentarme a creer en lograr los objetivos por más difíciles que parezcan, estos, se cumplen con empeño y disciplina.

Juan Manuel Sisti Carbajal

A mis padres, Eli y Loicith, a mi amada esposa Llanina a mis hijos Derek y Cataleya por ser fuente de inspiración.

Jehu Samuel Pisco Perez

## Agradecimiento

Doy gracias a mi familia por animarme a este segundo reto profesional, por brindarme su apoyo de forma constante y alentarme a lograr marcar la diferencia con acciones acorde a la moral y buenas costumbres y lograr el deseo de aportar la presente investigación en bien del prójimo.

Juan Manuel Sisti Carbajal

A Dios por brindarme la oportunidad de vivir, a mis padres Eli y Loicith por ser mi guía a seguir mis sueños.

A mi esposa, a mis hijos.

Jehu Samuel Pisco Perez

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	31
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	31
3.2. Variables y operacionalización .....	32
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	33
3.5. Procedimientos.....	35
3.6. Método de análisis de datos.....	35
3.7. Aspectos éticos .....	36
IV. RESULTADOS .....	37
V. DISCUSIÓN.....	64
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS .....	76

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Esfuerzos admisibles .....	16
<b>Tabla 2</b> Coeficiente CL para diferentes relaciones d/b .....	17
<b>Tabla 3</b> Módulo de elasticidad.....	18
<b>Tabla 4</b> Carga mínima repartida para uso de viviendas .....	20
<b>Tabla 5</b> Combinación de carga NEC .....	22
<b>Tabla 6</b> Clasificación de los perfiles de suelo.....	28
<b>Tabla 7</b> Factor de suelo "S" .....	29
<b>Tabla 8</b> Periodos "TP" y "TL" .....	29
<b>Tabla 9</b> Periodo, participación de masa, modo de vibración sin refuerzos diagonales en el primer piso.....	41
<b>Tabla 10</b> Desplazamiento de piso sin diagonales primer piso, Sismo Dinámico X, Sismo Dinámico en Y.....	42
<b>Tabla 11</b> Periodo, participación de masa, modo de vibración sin diagonales en el segundo piso .....	48
<b>Tabla 12</b> Desplazamiento de piso sin diagonales segundo piso .....	49
<b>Tabla 13</b> Periodo de participación de masa, modo de vibración sin diagonales, sin refuerzos en Y .....	54
<b>Tabla 14</b> Desplazamiento de piso sin diagonales en eje Y, Sismo dinámico en X y Sismo Dinámico en Y .....	55
<b>Tabla 15</b> Periodo, participación de masa, modo de vibración .....	60
<b>Tabla 16</b> Desplazamiento de pisos: Sismo Dinámico en X, Sismo Dinámico en Y .....	61
<b>Tabla 17</b> Resumen de modos de vibración .....	66
<b>Tabla 18</b> Evolución del cumplimiento del desplazamiento mínimo permitido de pisos .....	67
<b>Tabla 19</b> Desplazamientos Máximos Permitidos Casa Sismorresistente .....	68

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Culmos de Bambú .....	12
<b>Figura 2</b> Regiones de producción de Guadua Angustifolia.....	13
<b>Figura 3</b> División de bambú .....	14
<b>Figura 4</b> Secciones de estructuras del bambú.....	14
<b>Figura 5</b> Zonificación sísmica del Perú.....	24
<b>Figura 6</b> Edificación de dos pisos de 2 Columna 2 Filas como soportes principales .....	38
<b>Figura 7</b> Casa Habitación 2 pisos, 2 Columnas 2 Filas como soportes principales .....	39
<b>Figura 8</b> Modelo 3D con volumen, 2 Columna 2 Filas como soportes principales. ....	40
<b>Figura 9</b> Máximo desplazamiento de dos pisos sismo dinámico en X.....	43
<b>Figura 10</b> Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en Y .....	44
<b>Figura 11</b> Vista de Planta Detalle de Columnas Reforzadas. ....	45
<b>Figura 12</b> Edificación de dos pisos columnas reforzadas, sin diagonales en eje X como eje Y .....	46
<b>Figura 13</b> Modelo 3D con volumen, 2 Columna 3 Filas como soportes principales. ....	47
<b>Figura 14</b> Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en X .....	50
<b>Figura 15</b> Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en Y.....	51
<b>Figura 16</b> Vista 3D de modelo Casa Habitación 2 pisos sin Soportes en Eje Y... ..	52
<b>Figura 17</b> Modelo 3D con volumen, sin considerar soportes diagonales en Y ....	53
<b>Figura 18</b> Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en X .....	56
<b>Figura 19</b> Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en Y .....	57
<b>Figura 20</b> Vista 3D de modelo sísmicamente estable, columnas reforzadas, refuerzos Diagonales en X y Y. ....	58
<b>Figura 21</b> Modelo 3D con volumen, se aprecian columnas principales de 2*3 culmos.....	59
<b>Figura 22</b> Máximo desplazamiento de pisos sismo dinámico en X.....	62
<b>Figura 23</b> Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en Y .....	63
<b>Figura 24</b> Impacto del reforzamiento estructural en el periodo fundamental. ....	66

## Resumen

El trabajo de investigación tuvo como objetivo principal Analizar si el Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022.

Con respecto a la metodología utilizada, se realizó una investigación aplicada y se estableció un diseño cuasi experimental, se diseñó una vivienda estructuralmente estable, que cumpla con la normatividad vigente, realizando recopilación de datos en un lapso de tiempo para poder describir y realizar análisis de resultados.

Con respecto a los resultados se planteó realizar un diseño de una vivienda familiar, para ello se realizó el predimensionamiento estructural en Bambú tomando la Norma E.060 (Concreto Armado), Norma E10 (Madera), Norma E20(Cargas) y Norma E.100 (Bambú). Los resultados de modelamiento estructural de los modelos de viviendas mediante el software ETABS 2020, SAP 2000, se realizó el análisis y correlación de resultados con la finalidad de determinar primero que la estructura sea sismorresistente, analizando para ello, el Análisis Estático, Dinámico, Desplazamientos Máximos y distorsiones en la dirección Y-Y, mientras en la dirección X-X y determinar si cumplían los requerimientos mínimos establecidos en la norma nacional de edificaciones, tomando sobre todo como referencia valores de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Importante resaltar que experiencias internacionales y regionales nos brindan antecedentes positivos a la construcción con Bambú.

**Palabras clave:** Diseño, bambú, vivienda unifamiliar, sismorresistente.

## **Abstract**

The main objective of the research work was to analyze if the Bamboo Design influences the Seismic Resistance of the 2-story buildings in Churuzapa, Pinto Recodo District, 2022.

Regarding the methodology used, an applied investigation was carried out and a quasi-experimental design was established, a structurally stable house was designed, which complies with current regulations, collecting data in a period of time to be able to describe and carry out analysis of results.

Regarding the results, it was proposed to carry out a design of a family home, for which the structural pre-dimensioning was carried out in Bamboo taking the E.060 Standard (Reinforced Concrete), E10 Standard (Wood), E20 Standard (Loads) and E Standard. 100 (Bamboo). The results of structural modeling of the housing models using the ETABS 2020, SAP 2000 software, the analysis and correlation of results was carried out in order to first determine that the structure is seismic resistant, analyzing for this, the Static, Dynamic Analysis, Forces Shears, Bending Moment, Torsion Moment, Maximum Displacements and distortions in the Y-Y direction, while in the X-X direction and determine if they met the minimum requirements established in the national building standard, taking as reference values of Standard E.030. Seismic resistant design.

It is important to highlight that international and regional experiences provide us with a positive background for the construction with Bamboo.

**Keywords:** Design, bamboo, single family home, seismic resistant.



## I. INTRODUCCIÓN

En San Martín en el sector rural, se presenta la dificultad de construir una vivienda de material noble que cumpla con la Norma Peruana a bajo costo, debido a la escasez de algunos materiales que lo componen, por otro lado, existen materiales de la zona como la guadua, que la presente investigación quiere dar uso y que busca construir una vivienda ecológica sismorresistente a base de una construcción con bambú de bajo costo, debido a esto, la realidad es que existen viviendas con materiales constructivos que no brindan la seguridad ante un movimiento sísmico de ligera a mediana intensidad. Además, si sabemos que el Perú está ubicado en una región de alta intensidad sísmica de América estamos ante un riesgo inminente de pérdidas materiales y humanas ante un cataclismo.

A partir de lo descrito se tiene una realidad problemática en Churuzapa, viviendas que no cumplen con estándares de calidad y diseño sismorresistente, donde las construcciones predominantes son de tierra apisonada, madera, hoja de palma y muros no portantes en viviendas unifamiliares, estos fueron realizados con métodos empíricos por pobladores de la zona, albañiles o constructores sin asesoría técnica ni profesional, teniendo viviendas vulnerables ante un sismo, lo que podría resultar en daños materiales, económicos y lamentables pérdidas humanas.

A nivel internacional, en Beijing, China, en el artículo científico de Qiu et ál., (2019), “Las propiedades mecánicas del bambú suelen ser mejores (típicamente de dos a tres veces) que las maderas convencionales, y se ha convertido en un componente primario principal para las industrias del hogar y la construcción” (p.1).

Además, en Valencia, España, en el trabajo de grado, teniendo conocimiento de las propiedades físicas y mecánicas del bambú el autor dio a conocer, “la capacidad del bambú como material estructural en pasarelas y puentes, comparando su resistencia con la de madera para dos

tipologías de pasarelas y evaluar su comportamiento estructural” (Martínez 2015, p.2).

También en el artículo científico plantea que el bambú “Ha sido utilizado en diferentes proyectos en el mundo demostrando que puede ser utilizado en la construcción de Puentes y edificios, siendo una opción económica y segura que ofrece versatilidad en la construcción, permitiendo acabados estéticamente atractivos” (Gómez et ál., 2020, p.1).

A nivel regional en Sangolquí, Ecuador, desarrollaron la tesis de investigación, “La evaluación técnica y económica comparativa entre una casa construida con hormigón armado y otra hecha a base de bambú laminado, siendo la segunda mucho más barata debido al bajo valor del bambú rollizo” (Revelo et ál., 2019).

Así también, en Puebla, México, en la tesis de maestría donde buscaba realizar:

El análisis de una construcción de una casa de bambú, con un área de 248.14 m<sup>2</sup>, donde se comparó el tiempo y costo de la obra del proyecto en comparación con el mismo proyecto construido con materiales tradicionales, esto permitió que los resultados sean comparables y confiables, arrojando que la construcción con bambú es 18% menos costosa que la construcción con materiales tradicionales. (Castilla, 2016, p. IX)

En San José, Costa Rica, en la tesis de maestría realizaron “la estimación del costo de construcción con Bambú y una estructura de Acero, donde representaron que el bambú tiene una durabilidad de 25 años como parte de una estructura y es 14% más económico que el acero” (Vega 2022).

Además, Manabí, Ecuador, se presentó la tesis de investigación:

Análisis dinámico de una residencia universitaria de dos plantas utilizando caña Guadua como elemento estructural, donde realizaron el análisis sísmico de la estructura partiendo desde el análisis de

derivadas que en ambos casos fue inferior al 2%, la participación de masas y un análisis de vibración donde se evaluó la rotación estructural que arrojó 0.5% siendo el límite 10%, todos dentro de la NEC-15, por lo que concluyeron que la estructura de bambú fue capaz de soportar cargas sísmicas sin sufrir deformaciones excesivas que puedan afectar su estabilidad o funcionalidad. (Lino, 2020, p.107)

A nivel nacional, en Chimbote desarrollaron la tesis de investigación de la influencia que tiene la “Utilización del bambú y diseño estructural de una vivienda, indicando que el bambú cumple con la NTP E.30 en desplazamientos y flexión, pero no en compresión, lo que sugiere que es apropiado para vigas, pero para columnas requeriría refuerzos” (Carranza y Huerta, 2021, p. 32).

Además, en Piura, se desarrolló la tesis donde se encontró que la investigación le permitió concluir que “una estructura de Bambú tiene menor rigidez en comparación con una de Albañilería confinada, pero, el bambú tiene una ventaja importante en la construcción: puede soportar mayores distorsiones sin fracturarse, lo que lo hace una opción segura y viable” (Frías, 2019, p. 114).

Así también, En Huancayo, se desarrolló la tesis de investigación que buscó “Determinar los resultados del análisis y diseño estructural de los elementos de bambú en el comportamiento sismo resistente de una edificación, los resultados indican que los desplazamientos inelásticos son menores al 1%, debido en parte al peso de la estructura” (Sapaico, 2019).

Teniendo entonces el Problema General como “¿El Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022?”, también como problemas específicos “¿El Análisis Estático del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022?”, “¿El Análisis Dinámico del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa,

Distrito de Pinto Recodo, 2022?”, “¿Los Desplazamientos Máximos del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022?”

Por consiguiente, la justificación recae en la necesidad de contar con el diseño de una vivienda sismorresistente que utilice materiales que sean de la zona, en este caso el bambú por su facilidad de acceso a conseguirlo y por el bajo costo del mismo, además de poseer probadas características para ser utilizado como material de construcción, con cimentación de concreto para lograr una edificación estable a nivel estructural y de bajo costo.

Con esto la presente tesis buscará dotar de un modelo que pueda ser considerado piloto para su aplicación en campo, proporcionando para ello los respectivos cálculos y planos para su adecuada construcción. Es importante recordar que para lo antes indicado se utilizará valores de Bambú estén dentro de lo requerido en la NTP (Norma Técnica Peruana) para garantizar los parámetros constructivos citados en el presente documento.

Para el presente proyecto se planteó el objetivo general “Determinar si el Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022” y contamos con los objetivos específicos como “Determinar si el Análisis Estático del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022”, “Determinar si el Análisis Dinámico del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022”, “Determinar si los Desplazamientos Máximos del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022”. También planteamos como Hipótesis General “El Diseño Estructural en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022” Con sus respectivas Hipótesis Específicas, “El Análisis Estático del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos

en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022”, “El Análisis Dinámico del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022”, “Los Desplazamientos Máximos del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022”.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, en Valencia se desarrolló el trabajo de grado denominado: “Bambú como material estructural, generalidades, aplicaciones y modelización de una estructura tipo” donde manifiesta que:

El objetivo fue estudiar las estructuras como son las pasarelas y puentes comparando la capacidad de resistencia del bambú con la madera, indica que el bambú presenta algunas limitaciones en su uso como material estructural, es un recurso valioso y sostenible que puede utilizarse de manera efectiva en la construcción de edificaciones y estructuras. Lo importante es tener en cuenta sus características y limitaciones específicas y diseñar las estructuras de manera adecuada para garantizar su seguridad y durabilidad.

Para el cálculo de la luz de la tipología I de madera y la tipología I de bambú, en esta estructura, La norma permite una deformación máxima, que según la norma es de 8.9 mm, para una luz máxima entre los apoyos centrales, es de 10.7m, realizando el análisis utilizando programas informáticos se obtuvo la deformación por debajo de los 8.9 mm que se utilizó como límite obteniendo en el presente estudio un total de 1.7 mm.

En la tipología II, utilizando madera y bambú con una luz máxima de 14 m y una deformación máxima permitida por la norma de 11.7 mm, los resultados obtenidos son diferentes para cada material. En el caso de la madera, sin considerar la fluencia, obteniendo una deformación total de 8.4 mm, que cumple con la norma. Sin embargo, al considerar la fluencia, se obtuvieron una deformación total de 12.38 mm, lo cual no cumple con la norma. En el caso del bambú, has señalado que no es recomendable utilizarlo en esta tipología debido a su falta de rigidez y su tendencia a curvarse antes de llegar al punto de rotura. (Martínez, 2015)

Así también, en Manabí, Ecuador, se desarrolló la tesis de grado denominada: “Alternativas de viviendas económicas sismorresistentes

hasta dos plantas y su aplicación” la investigación tiene la metodología comparativa, donde afirma lo siguiente:

El objetivo de proponer alternativas de viviendas económicas sísmo resistente que tengan dos pisos y su diseño pueda ser llevado a la aplicación en la construcción, indicando que uso del software de modelado ETABS para el análisis estático, el mismo que le permitió realizar el diseño de la estructura y así comprobar los resultados que indican (CEC, 2002) o Norma Ecuatoriana de la Construcción, obteniendo resultados satisfactorios como los periodos y derivas inelásticas menores al 30%. Los periodos analizados fueron el traslacional y torsional. (Tuárez, 2011)

Además, en Bogotá, Colombia, se desarrolló la investigación denominada: “Diseño arquitectónico y estructural de una vivienda de interés social rural en guadua (*angustifolia kunth*)” con metodología experimental y descriptiva donde manifiesta que:

Elaboraron los diseños, cumpliendo con los requerimientos de sismorresistencia requeridos por la norma colombiana, para obtener los resultados utilizaron el programa de modelación estructural SAP-2000, y determinaron que satisface adecuadamente las necesidades estructurales y de resistencia. Como resultado de esto, se obtuvo un modelo estructural eficiente y concluyeron que cumple con los parámetros de diseño estructural establecidos en la NSR-10. (Nieto y Trujillo, 2019)

Por otra parte, en Quito, Ecuador se desarrolló la tesis de investigación denominada: “Análisis y diseño estructural de viviendas sísmo resistentes, construidas con caña guadúa”, el tipo de investigación es experimental donde manifiesta que:

El objetivo de la investigación fue analizar y diseñar una estructura que cumpla con las normas de diseño sísmo resistente y evaluar el comportamiento de la estructura ante cargas sísmicas utilizando para ello el programa AUTODESK ROBOT, los resultados de la investigación indican que la estructura se comporta convenientemente ante cargas

sísmicas con desplazamientos máximos de hasta 2.54cm, esto indicó que algunos elementos se encuentran sometidos a grandes esfuerzos, para evaluar estos elementos, se compararon las fuerzas determinadas por el programa con la utilidad estipulada en las normas, teniendo en cuenta los esfuerzos de flexo compresión, tensión-compresión y corte. (García y Philco, 2018)

A nivel nacional, en Huancayo se desarrolló la tesis de investigación denominada: “Análisis y diseño estructural de los elementos en Bambú de una edificación” la investigación fue aplicada, de nivel explicativo con el diseño cuasiexperimental donde manifiesta que:

El objetivo de análisis y diseño estructural de los elementos de bambú que cumplan con los requerimientos sismorresistente, la investigación arrojó resultados que fueron analizados en la evaluación sismo resistente concluyendo que son óptimas, ya que cumplen con las especificaciones del RNE (E-100) en términos de desplazamientos inelásticos por debajo del 1%, en el módulo 01 derivas por sismo en  $X=0.001$  y en  $Y=0.001$  y en el módulo 02 derivas por viento  $X=0.0001$  y en  $Y=0.001$  cumpliendo con los desplazamientos inelástico.

Además, se obtuvieron resultados satisfactorios en el método de esfuerzos admisibles, indicando que obtuvo estructuras que eran livianas lo cual también contribuía a la resistencia de la misma, Después de realizar los análisis correspondientes, determinaron que las columnas requerían tener de 4 varas para soportar una carga de  $pult = 500.6\text{kg}$ ,  $Mult = 19.11\text{kg-m}$ , mientras que las vigas debían contar con 2 varas para soportar un máximo momento de  $M_{max} = 97.94\text{ kg-m}$  y una máxima fuerza cortante  $V_{max} = 114.11\text{ kg}$ . (Sapaico, 2019)

Además, en Chimbote se desarrolló la tesis de investigación denominada: “Utilización del bambú y diseño estructural de una vivienda” la investigación es tipo aplicada de nivel no experimental transversal y manifiesta que:

El objetivo Determinar la influencia de la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda aplicando la norma técnica E.030, obteniendo los resultados de modelamiento con el software Robot



Structural, demostraron en la simulación que el bambú es capaz de resistir sismos de manera adecuada, ya que los desplazamientos relativos entre pisos son muy bajos en la dirección x-x. para el primer piso, este valor fue de 0.000366, y para el segundo piso, fue de 0.000268. En cuanto a los desplazamientos relativos en la dirección y-y, el valor fue de 0.000369 para el primer piso y 0.000273 para el segundo piso. Estos valores cumplen con los límites establecidos en la norma E.030, tabla N°11 para la distorsión de entrepisos. Por lo tanto, se puede concluir que el bambú es un material sismorresistente. (Carranza y Huerta, 2021)

Por otra parte, en Lima se desarrolló la tesis de investigación de denominada: “Aplicación del bambú en el reforzamiento del concreto para medir el comportamiento estructural de una vivienda”, donde afirma que:

El objetivo en este caso fue determinar si la inclusión del bambú en una vivienda puede mejorar su comportamiento estructural. Los resultados indicaron que el uso de bambú tiene un efecto significativo en el refuerzo del concreto y la estabilidad de la vivienda desde el punto de vista estructural. Se encontró que los refuerzos de bambú que se aplicaron a la vivienda tienen cargas y derivas máximas menores en comparación con aquellas que cuentan con refuerzo de acero, debido a su peso liviano. Las columnas fortalecidas con bambú presentan una disminución del 0,12% en las fuerzas axiales máximas en comparación con las que tienen refuerzo de acero. Las fuerzas cortantes máximas en las columnas reforzadas con bambú tienen un valor menor en 23,39% en comparación con aquellas con refuerzo de acero. Por otro lado, en las vigas con refuerzo de bambú, se observa un aumento promedio del 1,20% en comparación con aquellas con refuerzo de acero. Por último, Se pudo comprobar que las derivas inelásticas en las casas fortalecidas con bambú tienen una disminución promedio del 26,77% en comparación con las casas fortalecidas con acero. (Salvatierra, 2019)

Así también, en Trujillo se desarrolló la tesis de investigación denominada: “Análisis del Comportamiento estructural y rentabilidad de una edificación ecológica de Bambú respecto a una de Albañilería Confinada” donde indica que la investigación fue de tipo cuantitativa y menciona que:

El objetivo fue realizar la comparación del comportamiento sísmico y evaluarla la rentabilidad de una vivienda de bambú con una de albañilería confinada, en ambos casos la vivienda es de dos pisos.

Realizaron los análisis sísmicos, diseño estructural y la comparativa de costos de construcción de dos viviendas de igual diseño arquitectónico. Ejecutaron el modelamiento en el software ETABS y se encontró que el periodo fundamental de vibración es de 0.277 s para la vivienda de albañilería y 0.48 s para la vivienda de bambú, se debe a que el bambú tiene menos rígides. También realizaron el análisis de distorsiones admisibles de entrepiso y encontraron valor de 0.0034 para la albañilería y 0.01 para el bambú. Además, se observó que el análisis de las derivas en la vivienda de bambú fue mayor que en la vivienda de albañilería, pero ambos se encontraron en ratios menores a 0.01 en bambú y 0.005 en albañilería. Como aporte muy importante de esta investigación se encontró que una edificación de bambú es un 31.8% más rentable que una de albañilería. (Rojas, 2022)

A nivel local, en Tarapoto se desarrolló la tesis de investigación denominada: “Uso del bambú como material estructural caso vivienda ecológica”, la investigación fue no experimental y menciona que:

El objetivo de examinar el uso del bambú como material estructural en la construcción de una vivienda ecológica. Se baso la construcción de la vivienda bajo el sistema aporticado, con la finalidad de favorecer la estabilidad de la estructura ante eventos sísmicos. Al realizar el análisis estático y dinámico para el modelamiento de la vivienda, los resultados arrojaron que cumple con las obligaciones de seguridad estructural establecidos en la norma E.30. En el piso 1, el desplazamiento para el sismo en el eje X es 0.00088 y para el sismo en el eje Y es 0.0017 y para el techo, el desplazamiento fue de 0.00048 en el eje X y 0.00094

en el eje Y, en todos los casos son inferiores a 0.10 establecido en la NTP E.30. (Paredes, 2020)

Así también, en Moyobamba se desarrolló la tesis de investigación denominada: “Diseño y comparación de una edificación con 2 Tipos de Bambú”, donde afirma que la investigación realizada fue de tipo aplicada y menciona que:

El objetivo fue evaluar el comportamiento sismo resistente de dos tipos de vivienda de bambú (tipo 01 y tipo 02) mediante el programa ETABS en Moyobamba. Se utilizó un sistema aporticado para el diseño estructural de la vivienda, lo cual fue óptimo para el proceso constructivo. El modelo de la vivienda fue analizado en el programa ETABS determinando sus fuerzas internas y se observó que se desempeña de acuerdo a los requisitos mínimos de seguridad estructural en concordancia con la norma E.30, teniendo en cuenta rasgos físicos y mecánicos, así como el procedimiento cuidadoso para el empleo del material, donde el suelo es de tipo arcilloso, se determinado a través de un ensayo SUCS, y presenta una capacidad portante de aproximadamente 0.95 kg/cm<sup>2</sup>. (Castillo, 2020)

Las bases para el desarrollo de esta investigación son las normas y disposiciones establecidas que rigen la construcción de edificaciones a nivel nacional, las cuales son:

NTP E.100: Bambú

NTP E.020: Cargas

NTP E.060: Concreto armado

NTP E.030: Diseño sismorresistente

El Bambú, pertenece a la familia de las gramíneas y son de tipo perenne, tiene su habitat en las regiones cálidas de Asia y América, Además:

La guadua angustifolia, puede crecer hasta los 30 metros de altura, y es originaria de los países andino-amazónicos. En Perú, puede encontrarse en altitudes de hasta 2000 m.s.n.m. y se encuentra en

forma de bosques naturales en la Amazonia y en plantaciones en otras regiones.

Esta especie se caracteriza por su capacidad adecuada como elemento estructural, contando con una buena relación peso resistencia que puede llegar a ser igual o superior a la de ciertas maderas, y ha sido comparada en términos de resistencia con el acero y fibras avanzadas de alta tecnología. Gracias a su capacidad para absorber energía y soportar una mayor flexión, Además este bambú es un material ideal para la construcción de estructuras resistentes a los eventos sísmicos. (NTP E.100, 2012)

### **Figura 1**

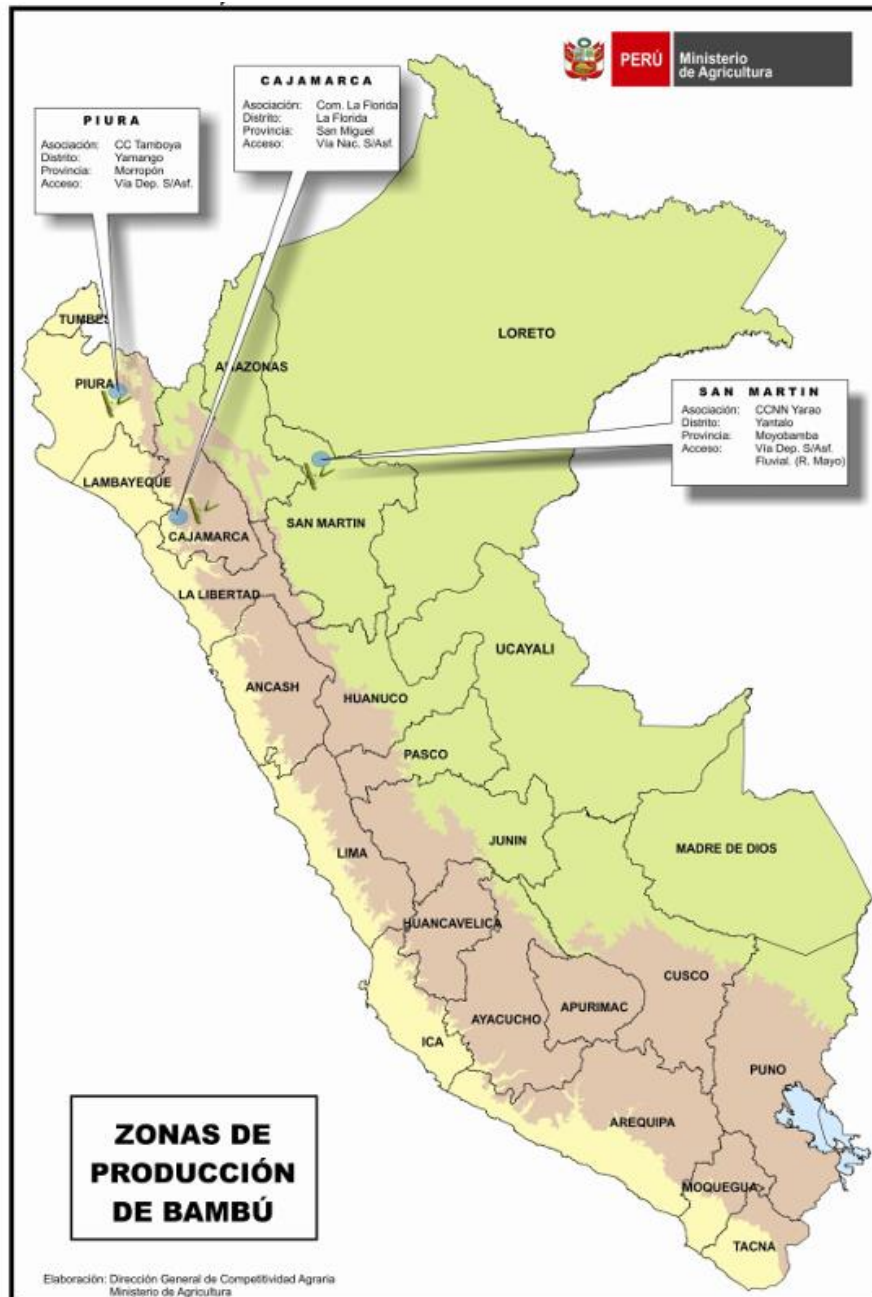
*Culmos de Bambú*



*Fuente:* Boletín de Bambú (2011, pág.01)

**Figura 2**

*Regiones de producción de Guadua Angustifolia*

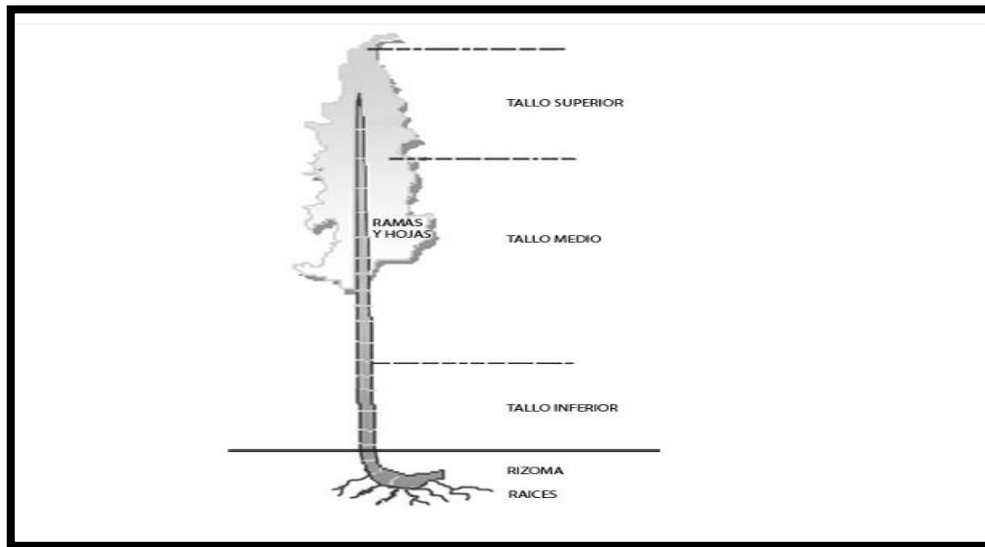


*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (NTP E.100, 2012).*

*Nota:* Se muestra las zonas del Perú con mayor producción de Bambú empezando por la provincia de Morropón, Piura, Provincia de San Miguel, Cajamarca y provincia de Moyobamba, san Martín.

### Figura 3

#### División de bambú



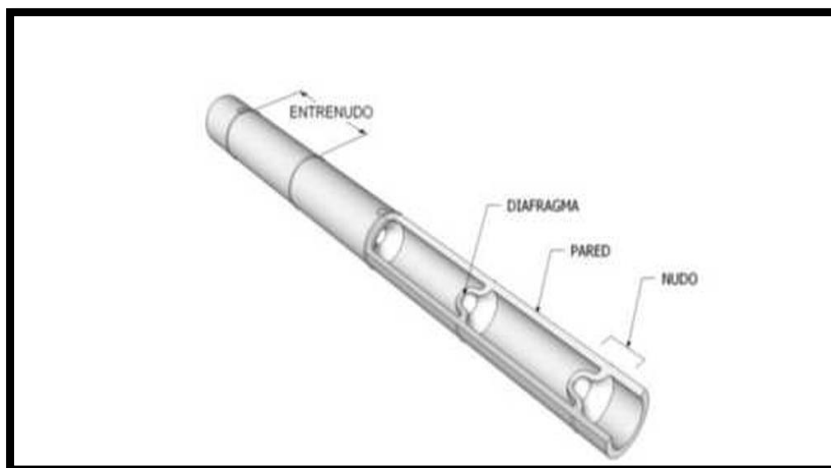
Fuente: (NTP E.100, 2012).

Nuestra norma indica las partes de una planta de Bambú y está conformado por el siguiente listado:

Nudos, Son las estructuras del tallo que lo separan en secciones, donde cada una está delimitada por un diafragma. Entrenudo, Parte del tallo de la que se encuentra entre dos nudos. Diafragma, Membrana rígida que se encuentra en el nudo de la planta y tiene la función de dividir el interior de la caña en secciones. Pared, Parte externa del tallo formada por tejido leñoso. (NTP E.100, 2012)

### Figura 4

#### Secciones de estructuras del bambú



Fuente: (NTP E.100, 2012)

**Características Técnicas para el Bambú Estructural**, Para la aplicación de la presente NTP.E.100, (2012) debe utilizarse la especie *Guadua Angustifolia*:

- El bambú alcanza la madurez para usos estructurales entre los 4 y 6 años que es cuando debe cosecharse, luego pierde calidad de forma progresiva.
- El % de humedad del bambú debe estar en equilibrio con el de la zona donde se va construir, así mismo si se planea construir con Bambú verde se deben tomar en cuenta todas las precauciones necesarias para que al secarse este material conserve las medidas previstas en el diseño.
- El almacenamiento del bambú que se utiliza con fines estructurales debe favorecer la durabilidad natural y la protección para agentes externos (humedad, insectos, hongos, etc)
- Las deformaciones mínimas permitidas del eje no pueden ser mayor al 0.33% de la longitud de cada elemento en el bambú estructural, esto se puede comprobar al colocar el elemento en una superficie plana.
- La conicidad máxima permitida en el bambú estructural no puede ser mayor al 1.0%.
- No están permitidas las fisuras en el bambú estructural, ni fisuras perimetrales ni longitudinales en los nudos a lo largo del eje neutro.
- Las fisuras sólo se permiten en la fibra externa superior o inferior.
- Se rechazan como bambú estructural las piezas con agrietamientos superiores al 20% de la longitud total del elemento.
- Cualquier perforación por ataque de insectos xilófagos no se permiten en el bambú estructural, su existencia las invalida como material para construcción.
- Si el diseño de elementos estructurales toma en cuenta criterios de resistencia, rigidez y estabilidad, estos se ven completamente alterados por pudrición del culmo por lo que su sola presencia anula el elemento como bambú estructural. (NTP E.100, 2012)

**Método de Diseño**, “El diseño de los elementos estructurales de bambú en deberán ir de acuerdo a esta NTP.E.100 Bambú, deberán realizarse utilizando el método de esfuerzos admisibles los cuales serán aplicados al bambú estructural” (NTP E.100, 2012).

**Esfuerzos Admisibles**, “Para el diseño de elementos estructurales de bambú, especie Guadua se deben considerar los esfuerzos admisibles de la N.T.P. E. 100” (NTP E.100, 2012).

**Tabla 1**

*Esfuerzos admisibles*

Flexión	Tracción Paralela	Compresión Paralela	Corte	Compresión Perpendicular
$f_m$	$f_t$	$f_c$	$f_v$	$f_c$
5Mpa	16Mpa	13Mpa	1Mpa	1.3Mp
$50kg/m^2$	$1600kg/m^2$	$1300kg/m^2$	$100kg/m^2$	$13kg/m^2$

*Fuente:* (NTP E.100, 2012).

Con base en los valores de esfuerzos admisibles y los módulos de elasticidad, afectados por los coeficientes de modificación a que haya lugar por razón de la duración de carga, esbeltez y cualquier otra condición modificatoria, se determinan los esfuerzos (o solicitaciones) admisibles modificados de todo miembro estructural de acuerdo con la formula general:

$$f_i = f_i CD CL Cr$$

Donde:

$f_i$  = Esfuerzo admisible modificado para la sollicitación i.

$f_i$  = Esfuerzo admisible en la sollicitación i.

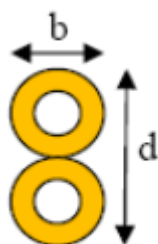
CD = Coeficiente de modificación por duración de carga (0.9 para carga permanente y 1 para carga viva).



CL = Coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.

Cr = Coeficiente de modificación por redistribución de cargas, acción conjunta. Para el caso de diseño de viguetas, correas, entablados y entramados, donde exista una acción de conjunto garantizada, estos esfuerzos podrán incrementarse en un 10% ( $Cr=1.1$ ) siempre y cuando la separación entre elementos no sea superior a 0.6 m. (NTP E.100, 2012)

**Estabilidad para elementos en flexión**, “El principal problema es el pandeo lateral de las fibras a compresión, uno, dos o más bambús son inestables sobre todo si la altura es mayor que la base, para lo cual debe incluirse soportes laterales que cumplan con la relación alto (**d**) ancho (**b**) sea mayor que **1(d/b>1)**, deben incluirse soportes laterales para prevenir el pandeo o la rotación”. (NTP E.100, 2012)



**Estabilidad lateral de vigas compuestas:** En las vigas de bambú se debe evaluar el esfuerzo admisible a flexión ( $F_b$ ), siendo el objetivo del diseño reducir este, para vigas de sección compuesta por dos o más bambúes, por el valor de CL.

**Tabla 2**

*Coeficiente CL para diferentes relaciones d/b*

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

*Fuente:* (NTP E.100, 2012).

**Estabilidad Lateral,** Al ser el Bambú un material con forma cilíndrica y existiendo la necesidad de apilar en vigas compuestas dando como resultado que la altura sea mayor que su ancho, debe tomarse en cuenta para investigar la necesidad de crear soportes laterales a la zona comprimida que brinde estabilidad del elemento tal cual se detalla líneas abajo.

Si  $d/b = 2$  no será necesario el soporte lateral.

Si  $d/b = 3$  se debe limitar el desplazamiento lateral de los apoyos.

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

Si  $d/b = 5$  se debe limitar el desplazamiento lateral de los apoyos y proveer soporte continuo del borde en compresión mediante un entablado. (NTP E.100, 2012)

**Módulos de Elasticidad,** “Los elementos de bambú deben considerar el módulo de elasticidad indicado en la norma técnica de bambú en su proceso de prediseño y diseño” (NTP E.100, 2012).

**Tabla 3**

*Módulo de elasticidad*

MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)	
$E_{prom}$	$E_{min}$
9500Mpa	7300Mpa
<b>95000kg/m<sup>2</sup></b>	73000kg/m <sup>2</sup>

*Fuente:* (NTP E.100, 2012)

**Concreto armado,** Para esto se tomó en cuenta lo estipulado en la Norma E.060 que contempla los elementos de concreto armado en un sistema estructural:

Resaltando que en esta norma se encuentran las especificaciones mínimas por ejemplo para pórticos, muros estructurales, pedestales.

Por ejemplo, en caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez. Y en Pórticos se deberá considera como mínimo el 80% de la fuerza cortante en la base sobre las columnas de los pórticos. (R.N.E. E.060, 2021)

**Cargas,** Las estructuras deberán diseñarse pensando en su vida útil y tomando en cuenta que deben resistir todas las cargas que puedan obrar sobre:

“Para las acciones sísmicas se utilizará la Norma Técnica de Edificaciones E.30 Diseño sismorresistente y las cargas serán determinadas según lo indicado en la Norma Técnica de la Construcción E.20.

Además, se mencionan algunas cargas específicas que deben tenerse en cuenta durante el diseño, como las cargas de montaje y construcción, las cargas de puentes grúa, la vibración, el impacto, la retracción, las variaciones de temperatura, el flujo plástico, la expansión de concretos de retracción compensada y los asentamientos diferenciales de los apoyos. Estos son factores importantes que pueden afectar la estabilidad y el rendimiento de la estructura del edificio, y deben ser considerados cuidadosamente durante el diseño”. (R.N.E. E.020, 2021).

**Cargas Muertas,** “Son todos los elementos permanentes que no pueden ser desplazados o que cuenten con una pequeña variación en su magnitud, pequeña en el tiempo y que son soportados por la edificación, en ellos se puede incluir a el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio” (R.N.E. E.020, 2021).

**Carga Viva,** “Son todos los elementos que soporta la edificación y que pueden ser desplazados, movidos considerando a todos los ocupantes,

materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles” (R.N.E. E.020, 2021).

**Carga Viva Mínima Repartida**, “Según la normativa vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones se debe utilizar los valores mínimos que se establecen según el uso de la edificación y los ambientes” (R.N.E. E.020, 2021).

#### **Tabla 4**

*Carga mínima repartida para uso de viviendas*

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m <sup>2</sup> )
Viviendas	2.0 (200)
Corredores y Escaleras	2.0 (200)

(\*) Estas cargas no incluyen la posible tabiquería móvil

*Fuente:* (RNE E.020, 2016).

**Carga Viva de Techo**, Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas vivas, las de sismo, viento y otras prescritas a continuación:

Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m<sup>2</sup>), con inclinación mayor de 3°, con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m<sup>2</sup>) reducida en 0,05 kPa (5 kgf/m<sup>2</sup>), por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 0,50 kPa (59 kgf/m<sup>2</sup>), Para techos curvos, 0,50 kPa (50 kgf/m<sup>2</sup>), para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0,30 kPa (30 kgf/m<sup>2</sup>), excepto cuando en el techo pueda haber acumulación de nieve, cuando se trate de malecones o terrazas, se aplicará la carga viva correspondiente a su uso particular, Cuando los techos tengan jardines, la carga viva mínima de diseño de las porciones con jardín será de 1,0 kPa (100 kgf/m<sup>2</sup>). Excepto cuando los jardines puedan ser de uso común o público, en cuyo caso la carga

viva de diseño será de 4,0 kPa (400 kgf/m<sup>2</sup>), el peso de los materiales del jardín será considerado como carga muerta y se hará este cómputo sobre la base de tierra saturada. (R.N.E. E.020, 2021)

**Combinación de cargas,** Todas las cargas consideradas en la presente norma a excepción de los indicados en las normas propias de los diversos materiales estructurales, se considerará que actúan en las siguientes combinaciones, la que produzca los efectos más desfavorables en el elemento estructural considerando, con las reducciones, cuando sean aplicables (R.N.E. E.020, 2021).

- (1) D
- (2) D + L
- (3) D + (W o 0,70 E)
- (4) D + T
- (5)  $\alpha$  [D + L + (W o 0,70 E)]
- (6)  $\alpha$  [D + L + T]
- (7)  $\alpha$  [D + (W o 0,70 E) + T]
- (8)  $\alpha$  [D + L + (W o 0,70 E) + T]

**Donde:**

D = Carga muerta.

L = Carga viva.

W = Carga de viento.

E = Carga de sismo, según NTE E.030 Diseño de Sismorresistente.

T = Acciones por cambios de temperatura, contracciones y/o deformaciones diferidas en los materiales componentes, asentamientos de apoyos o combinaciones de todos ellos.

$\alpha$  = Factor que tendrá un valor mínimo de 0.75 para las combinaciones (5), (6) y (7); y de 0.67 para la combinación (8). En estos casos no se permitirá un aumento de los esfuerzos admisibles.

Según la normativa ecuatoriana nos presenta combinaciones más específicas de acuerdo al tipo de uso que se le va dar a las edificaciones según NEC (estructuras de guadua, Gak).

**Tabla 5***Combinación de carga NEC*

1	D
2	D+L
3	$D+0.75L+0.525 E_x$
4	$D+0.75L-0.525 E_x$
5	$D+0.75L+0.525 E_y$
6	$D+0.75L-0.525 E_y$
7	$D+0.7E_x$
8	$D-0.7E_x$
9	$D+0.7E_y$
10	$D-0.7E_y$
11	$D+0.75L+0.525 EQ_x$
12	$D+0.75L-0.525 EQ_x$
13	$D+0.75L+0.525 EQ_y$
14	$D+0.75L-0.525 EQ_y$
15	$D+0.7EQ_x$
16	$D-0.7EQ_x$
17	$D+0.7EQ_y$
18	$D-0.7EQ_y$

*Fuente:* Estructuras de guadua, GAK.

Dónde:

D Carga muerta.

L Carga viva.

Ex: Carga estática de sismo en sentido X.

Ey: Carga estática de sismo en sentido Y.

EQx: Carga del espectro de aceleraciones en sentido X.

EQy: Carga del espectro de aceleraciones en sentido Y.

**Rigidez,** Las columnas están sometidas a flexión y torsión, así como los muros, sistemas de entrepiso y cubierta, para esto se toman las suposiciones razonables que permitan calcular la rigidez relativa para

realizar un diseño acorde a la norma que permita soportar las cargas y adicione sismoresistencia a la edificación. Las suposiciones que se hagan deberán ser consistentes en todo el análisis (R.N.E. Norma E.060).

**Columnas**, Se debe desarrollar un diseño adecuado y:

Que cumpla con los parámetros mínimos exigidos en el R.N.E. como son que debe ser capaz de soportar las cargas axiales que provienen de las cargas amplificadas ejercidas sobre ella, considerar la altura adecuada ya que a mayor altura mayor peso, los refuerzos de acero que le permitan soportar las cargas y el diseño sísmico.

También debe considerarse la condición de carga que produzca la máxima relación (excentricidad) entre el momento y carga axial. (NTP.E.020, 2006)

**Sismo resistencia**, Una edificación es sismo resistente es aquella que está diseñada y construida para luego de un sismo conservar su integridad estructural, minimizando los daños por efecto del sismo que permitan garantizar la integridad física de sus ocupantes. Cabe recalcar que así una estructura cumpla con toda la normatividad exigida no se puede garantizar que no sufra daños, sin embargo, se busca que los daños no sean de gravedad que terminen comprometiendo la integridad estructural volviendo inviable su refacción.

La Norma E.030 - 2016 analiza las potenciales amenazas y determina las mejores condiciones mínimas de diseño de edificaciones sismo resistentes en nuestro país, Perú. Esto permite que se pueda considerar las características geotécnicas del suelo y estructurales de la edificación a la par de la normativa con el objetivo de garantizar que la estructura tenga un comportamiento sísmico adecuado y pueda resistir los efectos de los movimientos sísmicos frecuentes en la zona.

**Zonificación**, Nuestra NTP.E.030 (2019) divide nuestro territorio nacional en cuatro zonas sísmicas asignando a cada una un Factor de Zona (Z), que viene a ser la aceleración máxima en un suelo rígido que tiene una

probabilidad de 10% de ser superada en un periodo de 50 años que experimente una aceleración en el suelo rígido que supere los 2g.

Se observa que las aceleraciones en la roca tienen valores diferentes según la zona que van desde 0.45 g. en la costa hasta 0.10 en la Selva, utilizando los rangos para dividir nuestro territorio en 4 zonas sísmicas para mejorar el detalle y la identificación de las zonas en las que se va a realizar el análisis y diseño según la (NTP E.030, 2019)

### Figura 5

Zonificación sísmica del Perú



Fuente: (NTP E030, 2019, p. 7).



Citamos, además:

**Microzonificación, estudio de sitio,** Los estudios de Microzonificación y de Sitio son esenciales para el diseño sísmico de estructuras y edificios en zonas de alta sismicidad, con estos estudios se puede tener un panorama claro que permita determinar las condiciones geotécnicas y geológicas del suelo, así como las características de las ondas sísmicas que se propagan a través del suelo.

En áreas de expansión urbana estos estudios son de mucha importancia porque en estas zonas los edificios y otras estructuras pueden estar sujetas a importantes cargas sísmicas y los Estudios de Sitio permiten estimar y anticipar la presencia de fenómenos vinculados como los deslizamientos, licuefacción, tsunamis, etc. (Sapaico,2019, p. 50).

Citamos a continuación los perfiles de suelo contenidas en la norma técnica peruana E-30 que indica:

**Condiciones geotécnicas,** Nuestra normativa vigente contempla cuatro tipos de perfiles de suelo, para ello se toma en cuenta la velocidad de propagación de las ondas de corte, para suelos granulares se determina el promedio ponderado de los ensayos de SPT (penetración estándar) con el promedio ponderado de los N60, todas estas pruebas se realizan a 30 m superior del perfil del suelo considerados desde el nivel del fondo de las cimentaciones. (NTP E030, 2019, p. 9).

Por lo que es importante mencionar los 5 tipos de suelos como, por ejemplo:

- a) **Perfil Tipo S0: Roca Dura:** Tipos de suelo que cuentan con roca dura o sana en su estructura y que cuentan con velocidad de propagación de ondas de corte  $\bar{V}_s$  mayor que 1500 m/s. Este tipo de suelos pueden contener a rocas Ígneas, Sedimentarias o Metamórficas que han pasado por un proceso de compactación.

Mediante la sismografía se pueden realizar mediciones en el sitio del proyecto o en perfiles de la misma roca buscando las zonas con mayor variación causadas por fracturas o imtemperismo, para asegurar la mayor confiabilidad de los resultados, si además se conoce que la roca dura es continua hasta 30m, las mediciones de la velocidad de las ondas de cortes superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de  $\bar{V}_s$ . (NTP E030, 2019, p. 9)

**b) Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos:** Son los tipos de suelo conocidos como tipo rocoso o de roca intacta, que tienen diferentes tipos de fracturas, pudiendo presentar macizos homogéneos, lo que implica que no hay mucha diferencia en la estructura interna de la roca, lo que los pone como muy rígidos y resistentes a la deformación por carga, importante resaltar que las velocidades de propagación de ondas de corte  $\bar{V}_s$ , entre 500 m/s y 1500 m/s, adicionando a esto casos donde se cimienta sobre roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada  $q_u$  mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm<sup>2</sup>). (NTP E030, 2019, p. 9)

- ✓ Arena muy densa o grava arenosa densa, con  $\bar{N}_{60}$  mayor que 50.
- ✓ Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{s}_u$  mayor que 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad. (NTP E030, 2019, p. 9)

**c) Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios:** Son los suelos que se cimentan sobre arena densa, gruesa o media, así como grava arenosa medianamente densa, para este tipo de suelos corresponde SPT (Ensayo de Penetración Estándar)  $\bar{N}_{60}$ , entre 15 y 50. – también se consideran los suelos cohesivos compactos, los que se distinguen por contar con una resistencia al corte en condiciones no drenada

$\bar{s}_u$ , entre 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>), importante resaltar que estos suelos tienen un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

Según la Clasificación Geotécnica Unificada (CGU). Estos suelos se caracterizan por contar con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$ , entre 180 m/s y 500 m/s. Estos suelos están dentro del rango de dureza media, por lo que su comportamiento mecánico es difícil de predecir ya que puede variar al verse influenciado por factores de humedad, densidad y si tiene en su estructura capas de grava o arcilla. (NTP E030, 2019, p. 10)

**d) Perfil Tipo S3: Suelos Blandos:** En esta clasificación están los suelos que tienen características de baja resistencia y baja rigidez, lo que los hace propensos a la deformación y al asentamiento. Sus velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$  menor o igual a 180 m/s.

En caso de realizar cimentación sobre arena fina o grava, característica de este tipo de suelo, que presentan valores de SPT  $\bar{N}_{60}$  menor que 15, se considera que estos suelos son relativamente blandos y tienen baja capacidad de soporte. En el caso de suelos cohesivos blandos con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{s}_u$  entre 25 kPa y 50 kPa y un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

Además, cualquier perfil de suelo que no se ajuste a la descripción del tipo S4 y tenga más de 3 metros de suelo con índice de plasticidad PI mayor que 20, contenido de humedad  $\omega$  mayor que 40% y resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{s}_u$  menor que 25 kPa se clasifica como tipo S3. (NTP E030, 2019, p. 10)

**e) Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales:** Los cuales pueden presentar dificultades para la construcción de estructuras debido a su alta flexibilidad o a condiciones geológicas y/o topográficas desfavorables, para poder construir se requiere realizar un estudio de

mecánica de suelos o E.M.S. que sea específico del lugar donde se piensa construir, donde se determine su comportamiento y las medidas necesarias para garantizar la estabilidad de la estructura a construir. La Tabla 2 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo. (NTP E.030, 2019, p. 10)

**Tabla 6**

*Clasificación de los perfiles de suelo*

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N60	Su
So	>1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50kPa a 100 kPa
S3	<180 m/s	<15	25kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en EMS		

*Fuente:* (NTP E.030, 2019).

Según Normatividad existente:

Se determinan los factores de amplificación del suelo "S" estos factores no sólo dependen del tipo de suelo sino también de la zona sísmica y claro está de los periodos fundamentales TP y TL dependen del perfil del suelo en donde se va de plantear la edificación, siendo TP relacionado a la el periodo de oscilación más corto relacionado además a la rigidez del suelo y TL es el periodo de oscilación más largo que se relaciona con la profundidad de la capa rígida del suelo, dados en las tablas N° 3 y tabla N° 4. (NTP E030, 2019, p. 10)

**Tabla 7***Factor de suelo "S"*

TABLA N°03 FACTOR DE SUELO				
ZONA / SUELO	S0	S1	S2	S3
4	0.80	1.00	1.05	1.10
3	0.80	1.00	1.15	1.20
2	0.80	1.00	1.20	1.40
1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: (NTP E.030, 2019).

**Tabla 8***Periodos "TP" y "TL"*

Periodos "Tp" y "Tl"				
ZONA- SUELO	S0	S1	S3	S4
Tp	0.30	0.4	0.60	1.00
Tl	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: (NTP E.030, 2019).

En la NTP se toma como referencia:

De acuerdo con las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones”:

$$T < TP \quad C = 2,5 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$TP < T < TL \quad C = 2,5 \cdot (Tp / Tl) \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$T > TL \quad C = 2,5 (Tp \cdot Tl / T2) \quad (\text{Ecuación 3})$$

Este coeficiente relaciona la aceleración del suelo y la aceleración de una estructura durante un sismo.

Si multiplicamos la aceleración del suelo por el coeficiente de amplificación nos brinda una estimación de la aceleración de la estructura durante el sismo.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

Utilizaremos la referencia de Lozada (2014). “Implica generar conocimiento que pueda ser aplicado directamente en la resolución de problemas específicos en nuestro entorno social o en el entorno productivo, lo que implica también trabajar instituciones estatales o con empresas” (p. 47)

La tesis es de tipo aplicada, y tuvimos el objetivo de determinar el Diseño en Bambú y su Influencia en la Sismorresistencia en Edificaciones de 2 pisos, así como también la utilización del software ETABS 2020 herramienta que utiliza como base las Normas de construcción para las respectivas simulaciones y lograr determinar las bondades del Bambú como material constructivo.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

Tomamos como referencia a Sampieri (2014). “El diseño para una investigación será la crucial para brindar respuesta a la interrogante propuesta en el trabajo de investigación, además que debe ser práctica y concreta que facilite la respuesta a las preguntas que dicta la investigación, esto, además, persigue el cumplimiento de los objetivos planteados. Finalmente, es importante seleccionar un diseño de investigación que sea apropiado para el tipo de pregunta que se formulando, así como para el contexto específico del estudio” (p. 38)

Se desarrollo un modelo de investigación Cuasi Experimental, ya que se busca diseñar una vivienda estructuralmente estable y realizar las pruebas para determinar su sismorresistencia.

### 3.2. Variables y operacionalización

Contamos con la variable independiente: Diseño en Bambú, consideramos como **Definición conceptual**. Lo manifestado por Seismous (2020) “Al referirnos a desempeño estructural tomamos como referencia el estado de un edificio, luego de la evaluación estructural, a la fachada, instalaciones eléctricas y sanitarias posterior a un evento sísmico de considerable magnitud. Esto nos arrojará diferentes niveles de desempeño dependiendo del nivel de daño que presente la estructura”. (p. 1), Así mismo según Herrera (2008) “El siguiente trabajo pretende ofrecer los conocimientos para una edificación con bambú como elemento esencial de las estructuras de la vivienda, en situaciones hipotéticas de disipación de energía” (p. 2)

La Sismorresistencia Definición operacional. Es el cálculo de Análisis Estático, Análisis Dinámico, Desplazamientos Máximos.

**Dimensiones:** Nos indica el Diseño en bambú. Como **indicadores** tenemos el Análisis Estático, Análisis Dinámico, Desplazamientos Máximos. La **escala de medición**\_será por razón. Variable dependiente: Sismorresistencia **Definición conceptual**. NORMA E060, NORMA E010, NORMA E0100. La estructura con Bambú **Definición operacional**. Para cada elemento estructural se toma en cuenta las evaluaciones mediante el análisis sísmico que permita conocer su capacidad, el debido comportamiento y resistencia de las estructuras frente a un eventual movimiento sísmico. **Dimensiones**, se incluyó el análisis a la estructura mediante una simulación de un sismo para poder analizar el comportamiento de los dos pisos de la vivienda. Para los **indicadores** tenemos: el análisis estático y dinámico y la comparación de resultados de los sistemas estructurales estudiados. La **escala de medición**\_será por razón, porque las mediciones del análisis sísmico del sistema estructural que brindarán diferentes resultados que permitieron optar por el sistema constructivo conveniente.



### **3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **3.3.1 Población**

Según Arias (2006) “Es un conjunto de integrantes que comparten características frecuentes, en ellos se pueden aplicar conclusiones extensivas a través de una investigación que parte del estudio a una muestra” (p. 81). Para el desarrollo de la tesis se consideraron las viviendas del Centro Poblado de Churuzapa, distrito de Pinto Recodo.

#### **3.3.2 Muestra**

Según: Hernández, et ál. (2014) “Consiste en una pequeña parte o un subconjunto de individuos seleccionados al azar y deben ser representativas de una población o conjunto más grande.” (p. 208)

Se trabajó con una muestra de edificaciones que no cumple la N.T.P. E.30, Centro Poblado de Churuzapa, distrito de Pinto Recodo.

#### **3.3.3 Muestreo**

Muestras escogidas por conveniencia para el diseño en viviendas en Bambú y su influencia en la sismorresistencia.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1 Técnica**

Realizamos la tesis tomando en cuenta técnicas ya establecidas como:

Inspección de documentos: Compendiamos información de investigaciones preliminares efectuadas en todo el Planeta, Europa, La región de Latino América, Sudamérica, a Nivel nacional y Local tomando en cuenta artículos de investigación, proyectos y tesis propuestas; asimismo, se revisó y utilizó como normativa y guía técnica el R.N.E. (Reglamento Nacional de Edificaciones) y los pasos de la Guía de Construcción para Estructuras de Bambú, para conocer los fundamentos del diseño estructural de los sistemas constructivos estudiados.

Trabajo de gabinete: Formulamos el diseño de una casa modelo de 2 pisos, el predimensionamiento de las estructuras del diseño en Bambú de acuerdo a las normas de diseño específicas, como son: Norma E060. Concreto Armado, Norma E030. Diseño Sismorresistente, Norma E010. Madera, Norma E0100 Bambú y Norma E020. Cargas, en hojas de cálculo en Excel, pasando por el predimensionamiento de las estructuras de una vivienda unifamiliar y dibujar en el programa AutoCAD. El modelamiento y análisis sísmico en el software ETABS 2020, SAFE.

### **3.4.2 Instrumentos**

Para la puesta en marcha de la investigación se emplearon los siguientes instrumentos:

- Planos de arquitectura de las viviendas unifamiliares.
- Estructura de la edificación.
- R.N.E. (Reglamento Nacional de Edificaciones).
- Guía de Construcción para Estructuras de Bambú.

- Guía de Construcción para estructuras de concreto armado.
- Trabajos de investigación realizados.
- Hojas de cálculo de Excel.
- Programas: ETABS 2020, AutoCAD y Microsoft Excel.

### **3.5. Procedimientos**

Para esta investigación se tomó como base las referencias primarias tomadas de la investigación bibliográfica y antecedentes de investigaciones realizadas, esto permitió sumar contenido, procedimientos, criterios sobre la problemática vinculadas a la presente investigación, en segundo lugar el predimensionamiento de una vivienda de 2 pisos de bambú basándonos en las N.T.P del Reglamento Nacional de Edificaciones. Posterior a esto se trabajó en el Programa AUTOCAD 2022 donde se realizó el diseño de plantas y estructuras. Luego se realizó el ingreso de los parámetros y medidas en el programa ETABS 2020, en este programa se simuló fuerzas sísmicas sobre la estructura que nos arrojaron resultados para su posterior evaluación. Concluido el análisis, se realizaron comparaciones de resultados de los valores de distorsión y desplazamientos máximos obtenidos en el modelo constructivo para establecer la viabilidad de la edificación y su sismorresistencia.

#### **3.7.3.6. Método de análisis de datos**

Se utilizará el EXCEL como herramienta para el predimensionamiento de la construcción, llámese columnas, vigas y ETABS2020 para el cálculo estructural. En Ambos casos se realizaron cuadros y gráficos que permitan obtener resultados para poder dar respuesta a variables en estudio.

### **3.8.3.7. Aspectos éticos**

El trabajo a realizar desarrollará el cálculo estructural, lo que permitirá obtener datos y resultados que serán originales y propio de los autores, también se cumplirá estrictamente la normativa de citas y referencias para respetar los derechos de autor. Como parte del proceso y de los requisitos se cumplió con las normativas de la Universidad Cesar Vallejo, y el principio de la verdad en esta investigación se incorporó al trabajo de tesis. También se consideraron las normas E030, E020, E060, E010 y E100 y la Guía de Construcción para Estructuras de Bambú. Este trabajo de investigación busca dotar de información clave para ser considerada como referente para los profesionales de la Ingeniería Civil y demás ramas del sector constructivo y para los futuros tesisistas.

## **IV. RESULTADOS**

**Descripción del modelo de edificación,** La edificación proyectada es de 8 metros de frente por 9 metros de fondo, el sistema estructural principal está conformada por pórticos basados en guadua que reciben un refuerzo con soportes diagonales (arriostres) utilizando uniones atornilladas que en toda la estructura forman una especie de cercha que logre obtener una estructura sismoresistente.

**Definición de las propiedades de la guadua,** Se trabajó con la RNE (E-100), encontrando en esta norma gran parte de las propiedades de la guadua, lo cual nos permitió poder crear los materiales en el programa ETABS.

Se procedió a realizar modelos constructivos para escenificar los posibles modelos constructivos, analizando para ello los Periodos, Distorsión del entre piso.

### **Modelos Constructivos.**

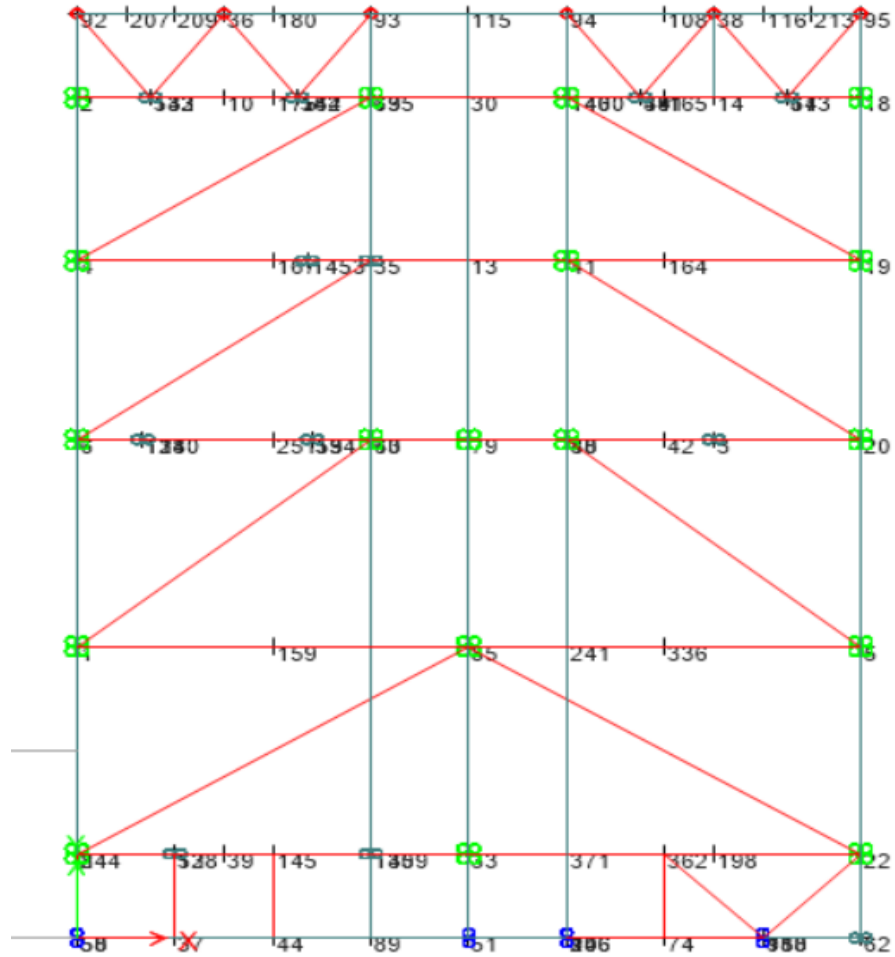
Se detallan los modelos utilizados para analizar la influencia del diseño en la Sismorresistencia.

#### **4.1. Modelo I**

Diseño Casa Habitación Sismorresistente de 2 pisos de Bambú columnas de 2\*2 culmos como soporte principal sin soportes en X tampoco en Y.

**Figura 6**

*Edificación de dos pisos de 2 Columna 2 Filas como soportes principales*



*Fuente:* Elaboración Propia.

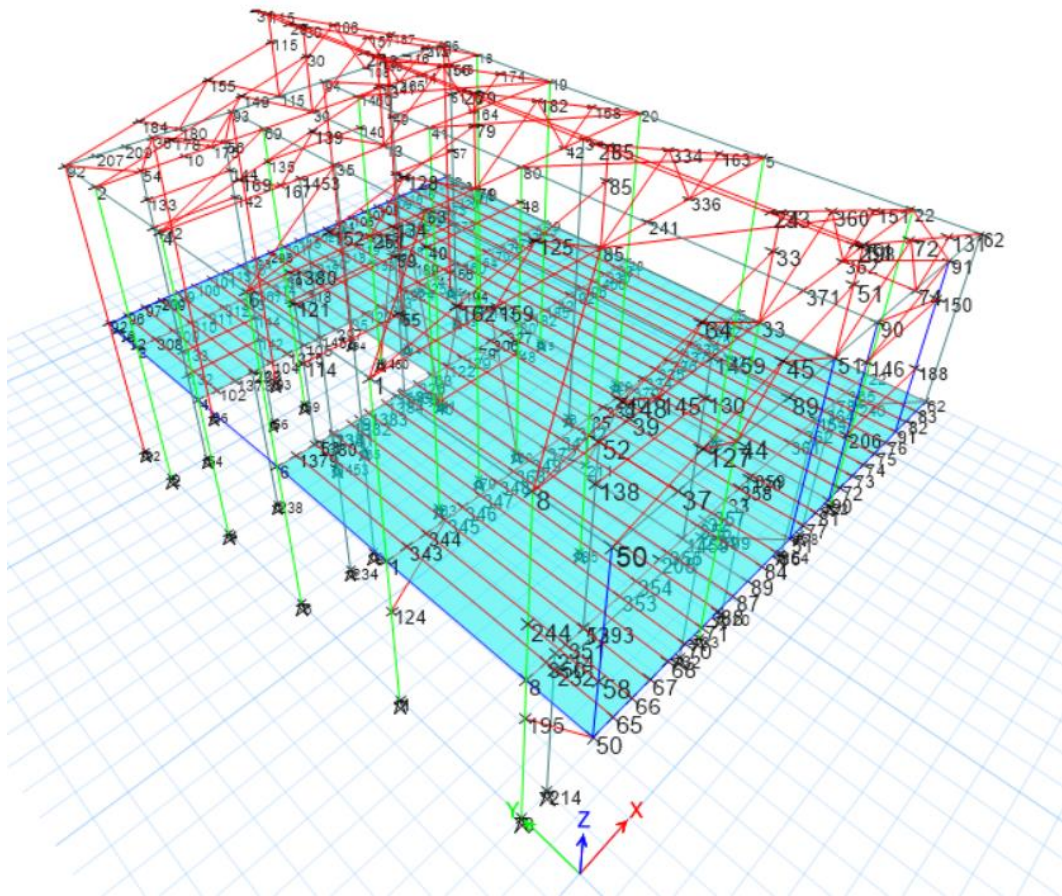
*Nota 1:* Se aprecian columnas de 2 columnas y 2 filas en verde.

*Nota 2:* Se aprecian columnas de 1 columna 2 filas en azul y plomo, según eje.

*Nota 3:* Se aprecian columnas de 1 culmo (Bambú) en color rojo.

**Figura 7**

*Casa Habitación 2 pisos, 2 Columnas 2 Filas como soportes principales*

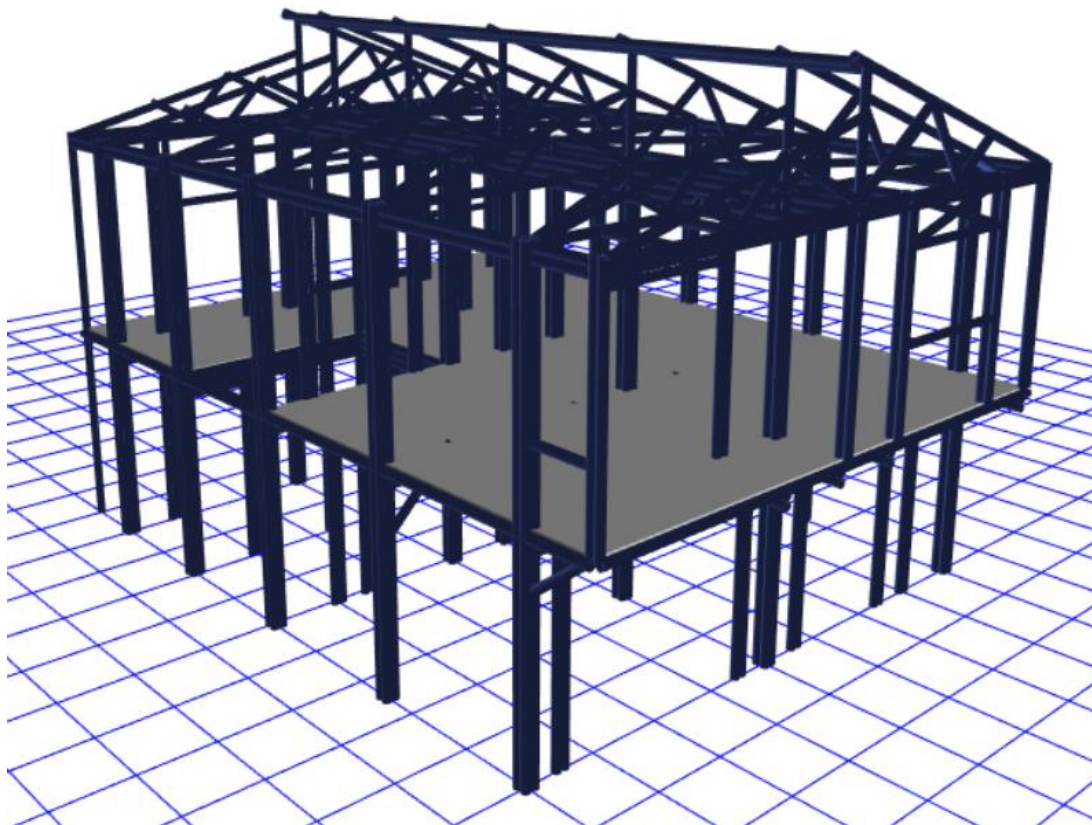


*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota:* Diseño en 3D alámbrico que refleja la diferenciación de tipo de columnas por colores, en este caso se aprecian columnas principales de 2\*2 culmos de color verde,

**Figura 8**

*Modelo 3D con volumen, 2 Columna 2 Filas como soportes principales.*



*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota:* Diseño en 3D con culmo de bambú estructural de 2 columnas o filas como soporte principal.,



**Tabla 9**

*Periodo, participación de masa, modo de vibración sin refuerzos diagonales en el primer piso*

M.	Period sec	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
1	0.994	0.052	0.719	0	0.035	0.001	0.217	0.035	0.001	0.217
2	0.943	0.222	0.267	0	0.009	0.004	0.510	0.043	0.005	0.726
3	0.802	0.715	0.004	0	0.000	0.043	0.260	0.043	0.047	0.986
4	0.267	0.006	0.000	0	0.000	0.588	0.004	0.044	0.636	0.990
5	0.249	0.005	0.000	0	0.007	0.341	0.010	0.051	0.976	0.999
6	0.243	0	0.010	0	0.942	0.002	0.001	0.993	0.978	1
7	0.145	0	0	0	0.006	0	0	0.999	0.978	1
8	0.136	0	0	0	0.001	0	0	1	0.978	1
9	0.082	0	0	0	0	0	0	1	0.978	1
10	0.056	0	0	0	0	0	0	1	0.978	1
11	0.051	0	0	0	0	0	0	1	0.978	1
12	0.051	0	0	0	0	0	0	1	0.978	1

*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota 1.* El Periodo estuvo muy elevado, sobrepasando el 0.40 de antecedentes encontrados, llegando a 0.994, 0.943, 0.802 de los Modales 1,2 y 3 respectivamente, Siendo estos valores superiores a 0.4 se consideran altos, representan una voz de alarma para reforzar columnas, debiendo contrastar con los desplazamientos máximos de piso.

*Nota 2.* Participación de masas, SumRX, SumUY y SumRZ desde los modales 6, 5 y 3, lo cual es un buen indicio de participación de masas.

*Nota 3.* Rotación, RZ Modal 1 indica estructura eminentemente rotacional, cumple en participación de masas, pero con alta rotación, lo cual evidencia necesidad de reforzamiento estructural.

**Tabla 10**

*Desplazamiento de piso sin diagonales primer piso, Sismo Dinámico X,  
Sismo Dinámico en Y.*

<b>PISO</b>	<b>Output Case</b>	<b>Direc tion</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>NTP 0.01</b>	<b>Estado</b>
Piso 2	S Din X	X	0.003186	36	0.0167265	No Cumple
Piso 2	S Din X	Y	0.001236	143	0.006489	No Cumple
Piso 2	S Din Y	X	0.000679	36	0.00356475	No Cumple
Piso 2	S Din Y	Y	0.003266	54	0.0171465	No Cumple
Piso 2	S Din X	X	0.004885	92	0.02564625	No Cumple
Piso 2	S Din X	Y	0.002386	95	0.0125265	No Cumple
Piso 2	S Din Y	X	0.001977	154	0.01037925	No Cumple
Piso 2	S Din Y	Y	0.00518	92	0.027195	No Cumple

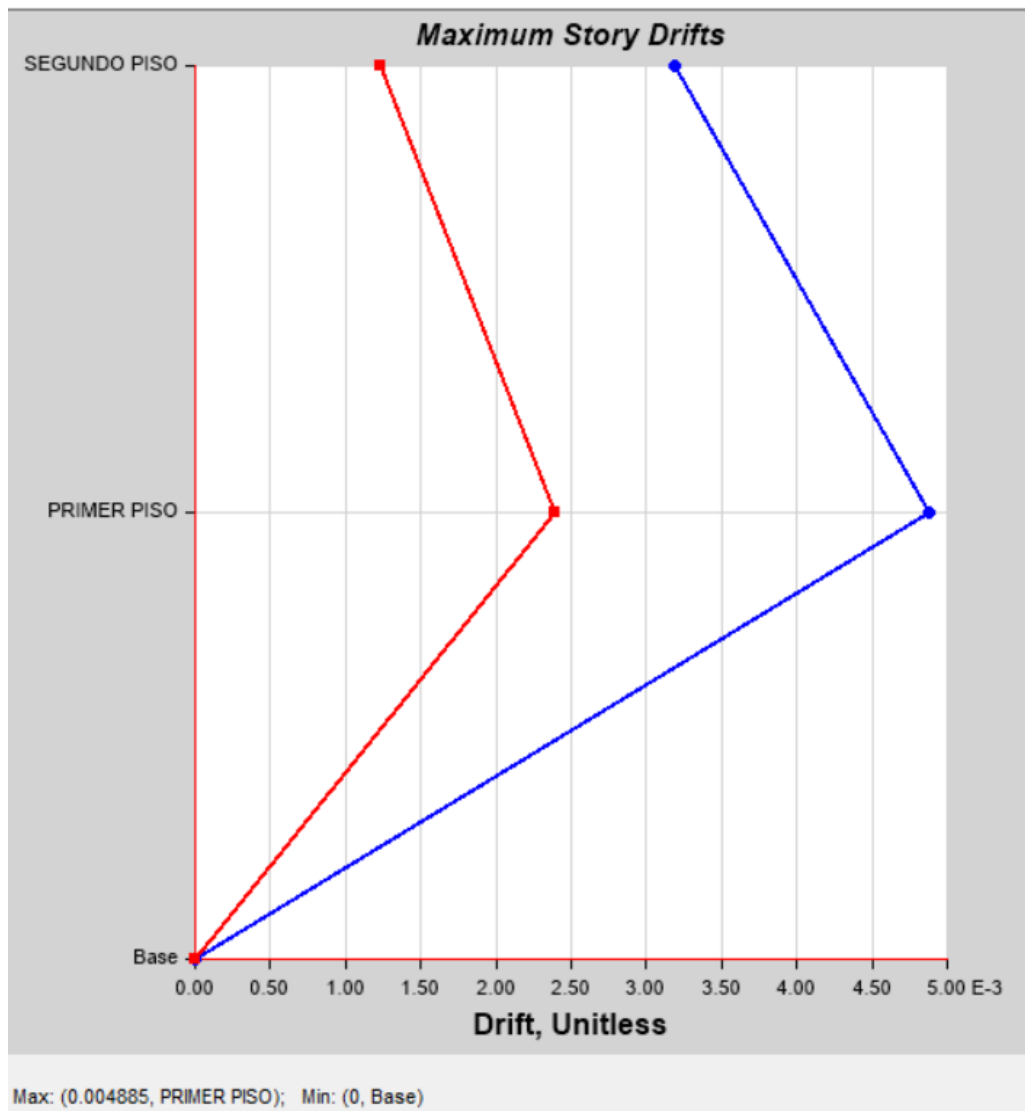
*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota1.* Se aprecia que los máximos desplazamientos no cumplen en su totalidad, indicando que se debe reforzar estructura, ninguno de los valores de DRIFT son menores a 0.01, (según TP 030)

*Nota2.* Se debe iniciar reforzamiento estructural a nivel de columnas.

**Figura 9**

*Máximo desplazamiento de dos pisos sismo dinámico en X*

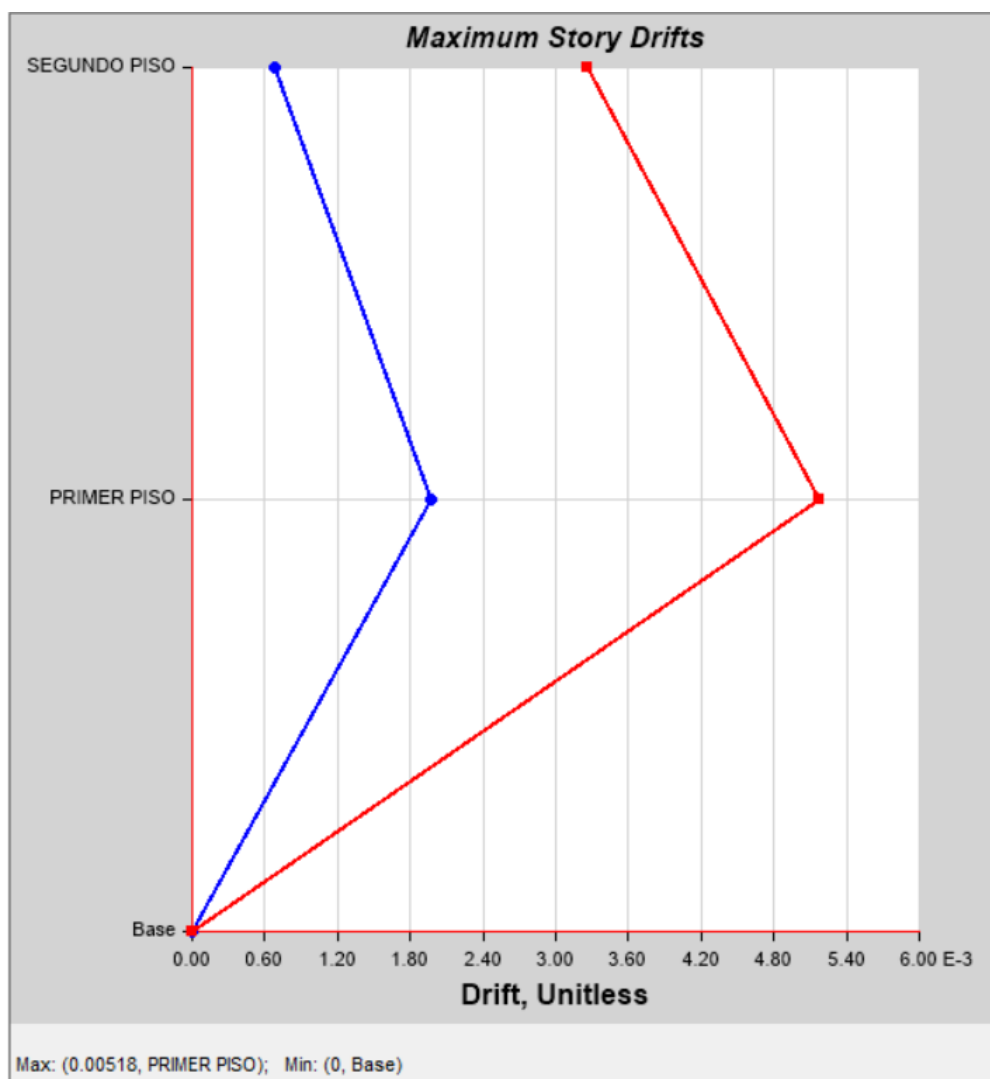


*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota.* Se aprecia máximo desplazamiento de 0.004885, que corresponde a Label 92 eje x de la Tabla 11, el mismo que evidencia no cumplimiento del máximo desplazamiento permitido de 0.01 (según NTP 030).

**Figura 10**

*Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en Y*



*Fuente: Elaboración Propia.*

*Nota 1.* Los desplazamientos en Sismo dinámico Y se ven extremadamente elevados con 0.00518, label 92, eje X, detallados en la Tabla 15.

*Nota 2.* Incumple la norma de desplazamiento máximo de 0.01 según la NTP 030.



Nota 2: Se aprecian Columnas de 2 Columnas 3 Filas en Rosado.

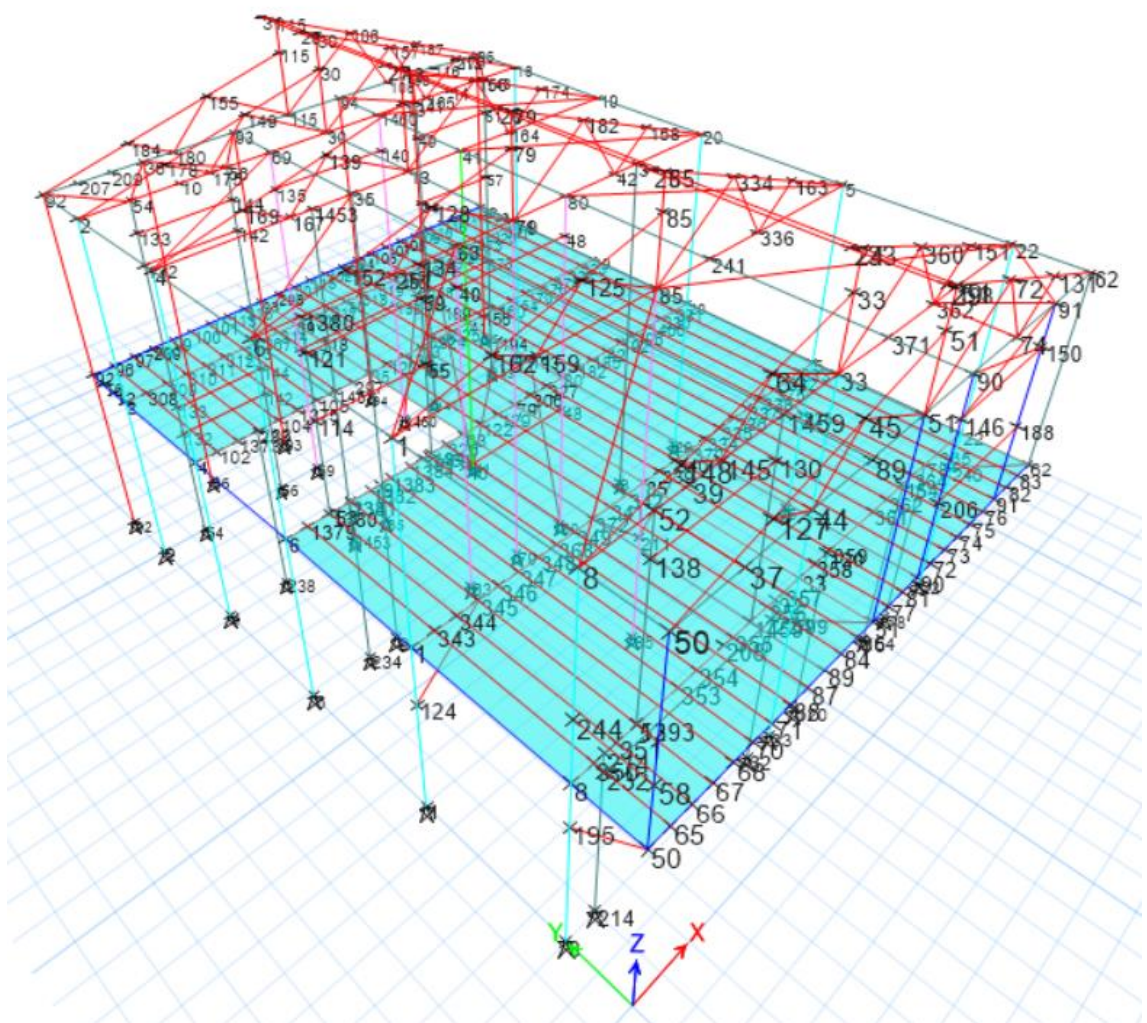
Nota 3: Se Aprecian Columnas de 2 columnas y 2 filas en Verde.

Nota 4: Se Aprecian Columnas de 1 Columna 2 filas en Azul y Plomo, según eje.

Nota 5: Se aprecian columnas de 1 Culmo (Bambú) en color rojo.

### Figura 12

*Edificación de dos pisos columnas reforzadas, sin diagonales en eje X como eje Y*

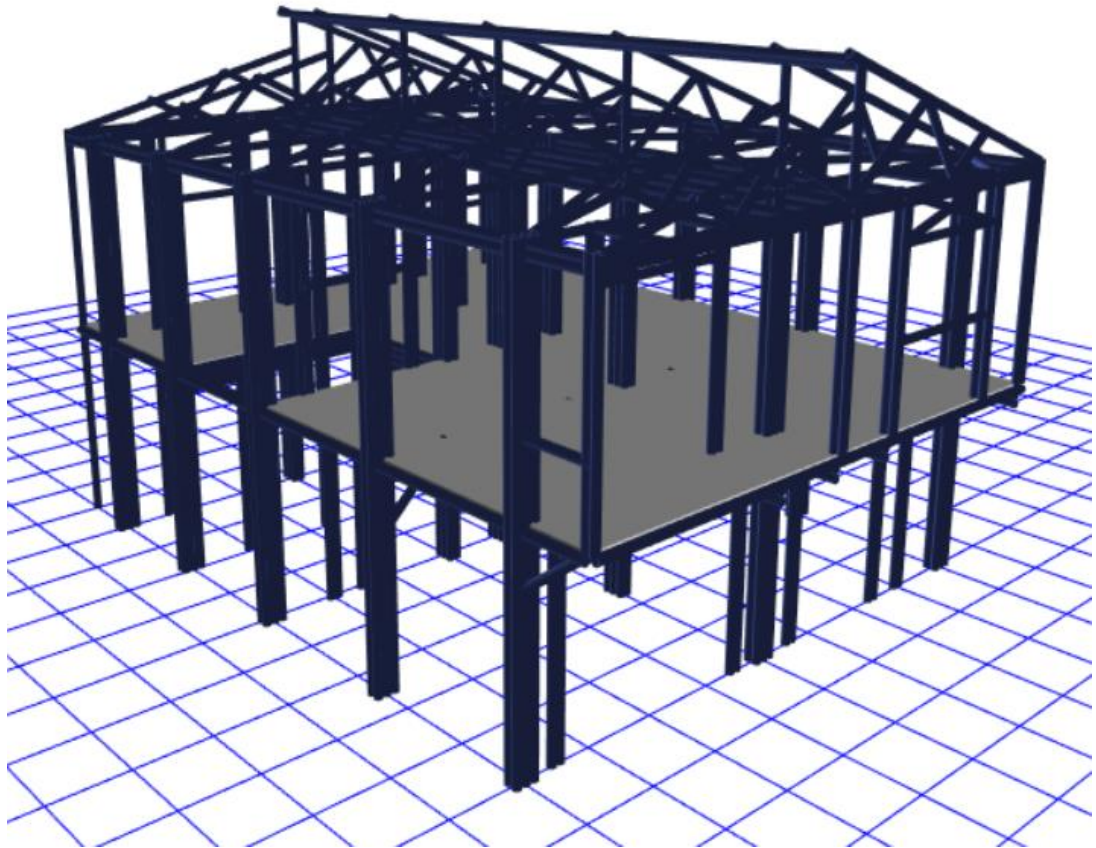


Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Diseño en 3D alámbrico que refleja la diferenciación de tipo de columnas por colores, en este caso se aprecian columnas principales de 2\*3 culmos de color celeste.

**Figura 13**

*Modelo 3D con volumen, 2 Columna 3 Filas como soportes principales.*



*Fuente: Elaboración Propia.*

**Tabla 11**

*Periodo, participación de masa, modo de vibración sin diagonales en el segundo piso*

M	P	UX	UY	U	RX	RY	RZ	Sum	Sum	Sum
	sec			Z				RX	RY	RZ
1	0.821	0.004	0.866	0	0.070	0.000	0.105	0.070	0.000	0.105
2	0.79	0.036	0.115	0	0.005	0.000	0.832	0.075	0.000	0.937
3	0.698	0.933	0.000	0	0.000	0.089	0.037	0.075	0.089	0.974
4	0.222	0.000	0.004	0	0.264	0.002	0.017	0.340	0.091	0.991
5	0.212	0.018	0.005	0	0.215	0.610	0.002	0.555	0.701	0.993
6	0.21	0.009	0.010	0	0.416	0.277	0.007	0.971	0.978	1
7	0.143	0.000	0.001	0	0.028	0	0	0.999	0.978	1
8	0.134	0.000	0.000	0	0	0	0	1	0.978	1
9	0.083	0.000	0.000	0	0	0	0	1	0.979	1
10	0.056	0.000	0.000	0	0	0	0	1	0.979	1
11	0.053	0.000	0.000	0	0	0	0	1	0.979	1
12	0.052	0.000	0.000	0	0	0	0	1	0.979	1

*Fuente: Elaboración Propia.*

*Nota 1.* Periodo se encuentra muy elevado para estructura de dos pisos, tomando como referencia 0.4 de otros autores, exponiendo un alto valor desde el modal 1,2 y 3 que van desde 0.821, 0.790 y 0.698 respectivamente.

*Nota 2.* Participación de masas, SumRX y SumRY, SumRZ cumplen desde el modal 8, 6 y 2 lo cual implica una repartición ideal de cargas.

*Nota 3.* Rotación, eminentemente rotacional desde el modal 1 en RZ, lo cual podría indicar necesidad de elementos de rigidez en los ejes X y Y, que debe ser contrastado con el desplazamiento, detallado líneas abajo.



**Tabla 12***Desplazamiento de piso sin diagonales segundo piso*

<b>Piso</b>	<b>Output Case</b>	<b>Direc tion</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>NTP 0.01</b>	<b>Estado</b>
Piso 2	S Din X	X	0.002703	36	0.01419075	No Cumple
Piso 2	S Din X	Y	0.000429	54	0.00225225	Cumple
Piso 2	S Din Y	X	0.000453	36	0.00237825	Cumple
Piso 2	S Din Y	Y	0.002820	54	0.01480500	No Cumple
Piso 1	S Din X	X	0.003752	92	0.01969800	No Cumple
Piso 1	S Din X	Y	0.000716	92	0.00375900	Cumple
Piso 1	S Din Y	X	0.000735	154	0.00385875	Cumple
Piso 1	S Din Y	Y	0.004091	92	0.02147775	No Cumple

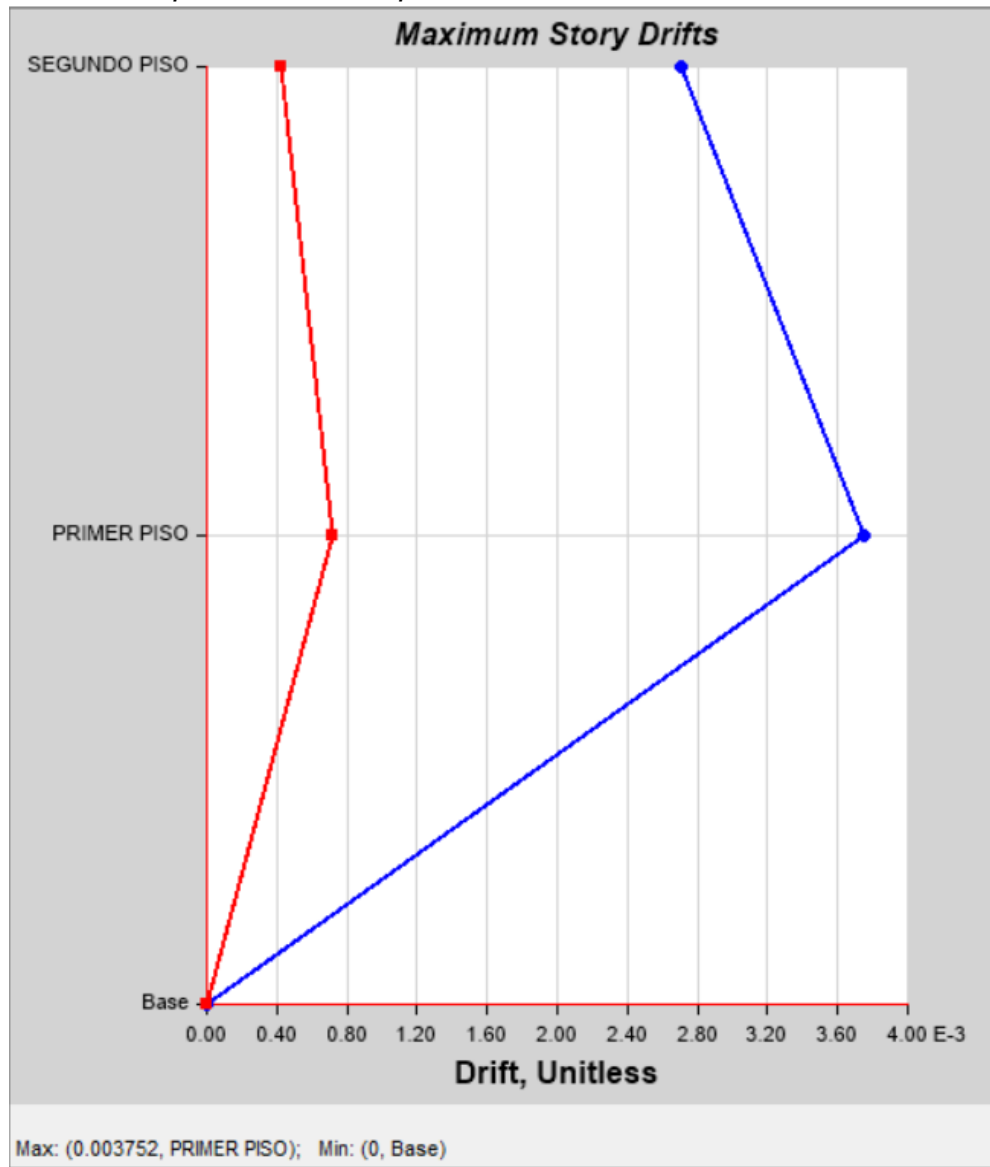
*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota.* Se aprecia incumplimientos en el eje X como en el eje Y, lo que indicaría que la estructura no es sismorresistente ya que no cumpliría los desplazamientos mínimos permitidos.

*Nota 2:* Comenzaremos por reforzar ejes X, siendo estos los Label 36,54,92. y 92 en Y. Para analizar el efecto de los mismos en la estructura.

**Figura 14**

*Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en X*

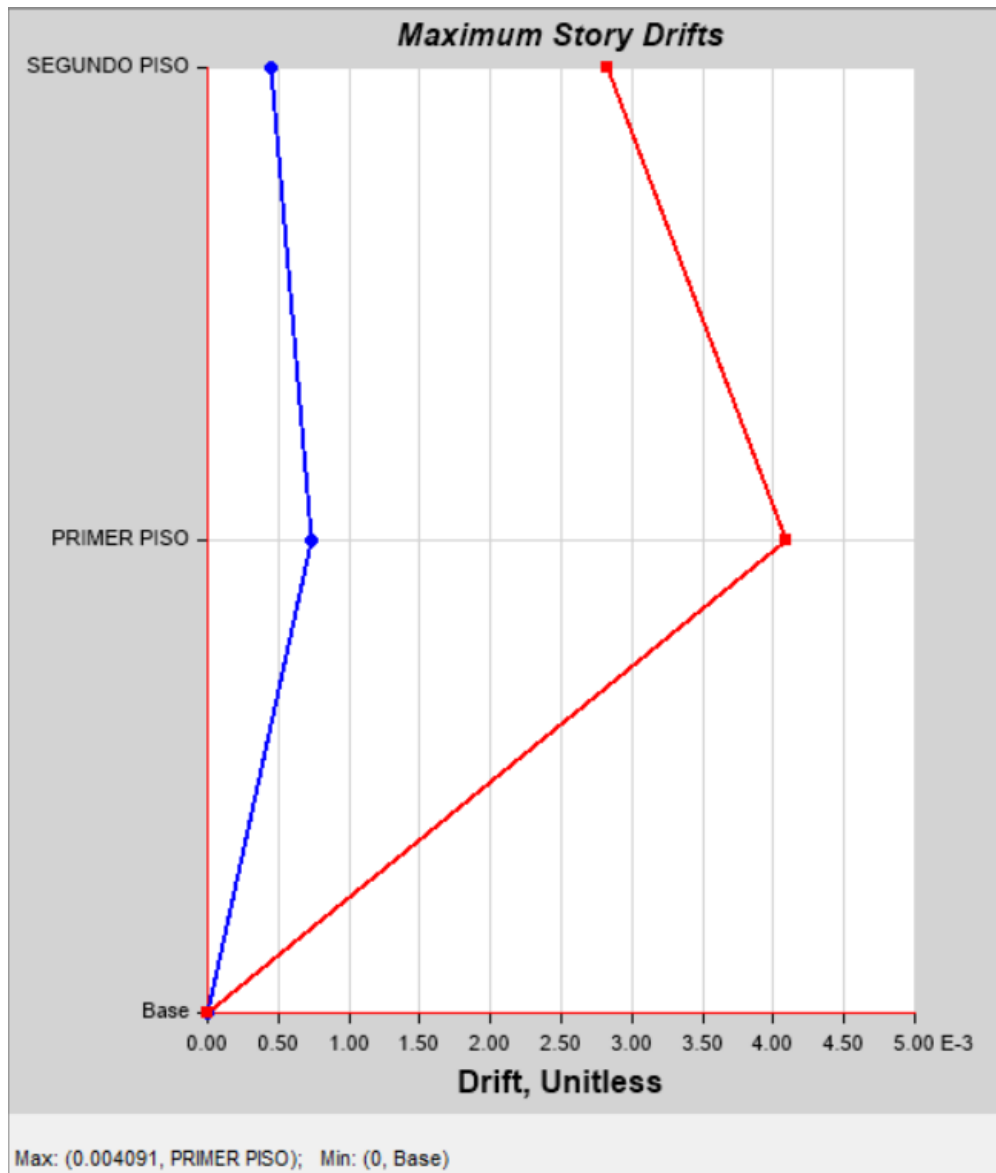


*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota.* Máximo desplazamiento de 0.003752 detallado también en la Tabla 13 Label 92, en eje X, indicando incumplimiento del máximo desplazamiento permitido, entonces su necesidad de reforzamiento.

**Figura 15**

*Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en Y.*



*Fuente:* Elaboración Propia.

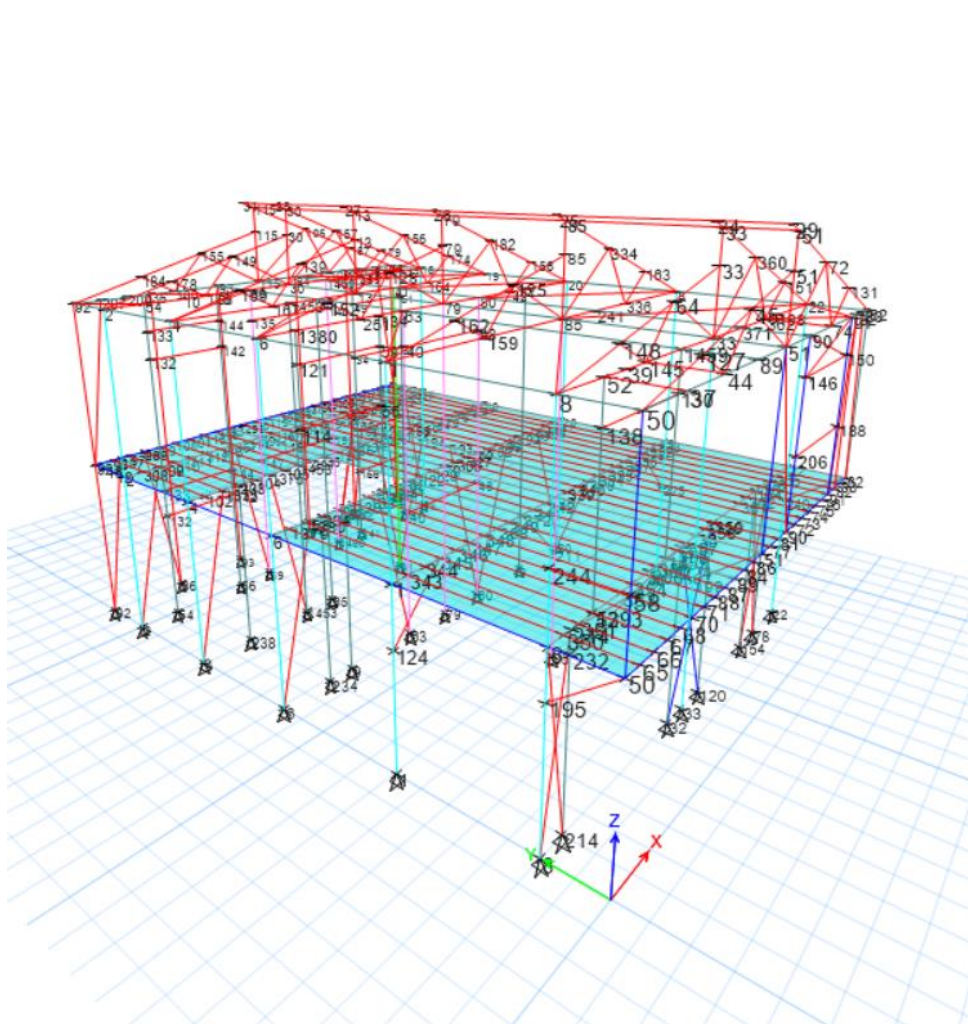
*Nota.* Se aprecia máximo desplazamiento de 0.004091 correspondiente a Label 92 eje Y de la Tabla 13, ya que al cálculo nos arroja 0.02147775 lo cual indica claramente el incumplimiento del máximo desplazamiento permitido en la NTP 030 el mismo que debe ser reforzado.

### 4.3. Modelo III.

Diseño Casa Habitación Sismorresistente de 2 pisos de Bambú columnas de 2\*3 culmos como soporte principal, con soportes diagonales en X pero sin soportes diagonales en Y.

**Figura 16**

*Vista 3D de modelo Casa Habitación 2 pisos sin Soportes en Eje Y.*

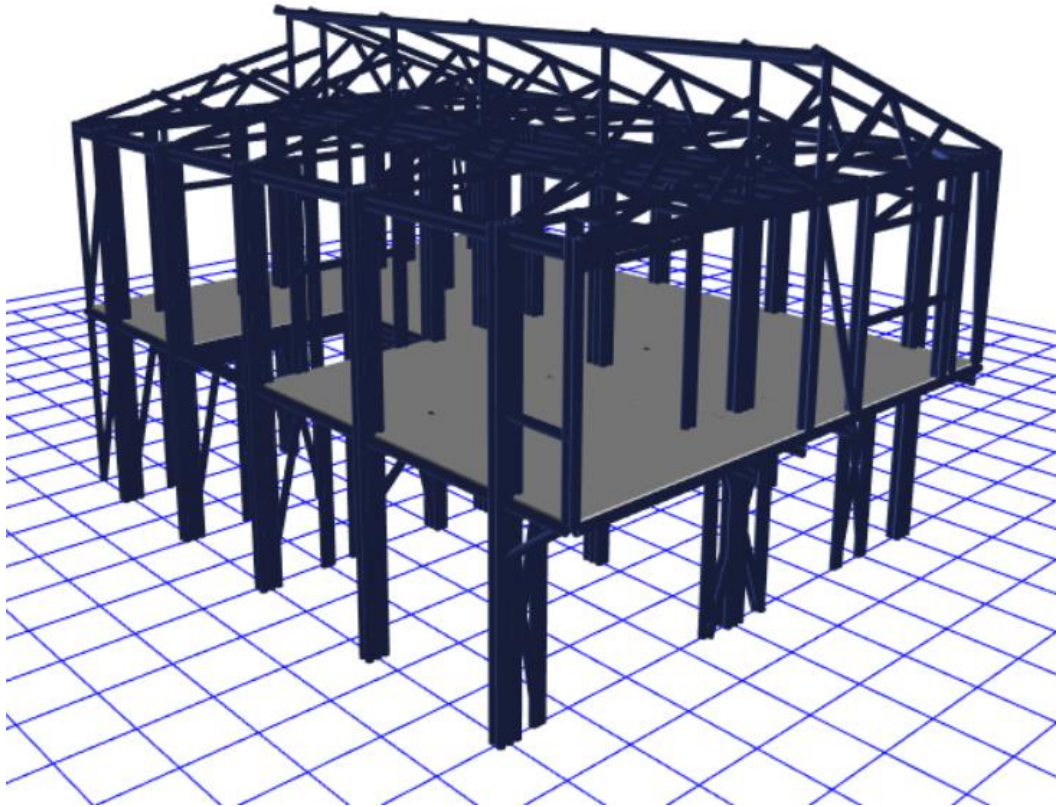


*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota:* Diseño en 3D alámbrico que refleja la diferenciación de tipo de columnas por colores, en este caso se aprecian columnas principales de 2\*3 culmos de color celeste y refuerzos diagonales en X.

**Figura 17**

*Modelo 3D con volumen, sin considerar soportes diagonales en Y*



*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota:* Diseño en 3D con volumen, en este caso se aprecian columnas principales de 2\*3 culmos.

**Tabla 13**

*Periodo de participación de masa, modo de vibración sin diagonales, sin refuerzos en Y*

<b>Mode</b>	<b>Per sec</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>UZ</b>	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>Sum RX</b>	<b>Sum RY</b>	<b>Sum RZ</b>
1	0.619	0.000	0.961	0	0.108	0.000	0.004	0.108	0.000	0.004
2	0.417	0.215	0.004	0	0.000	0.076	0.659	0.108	0.076	0.662
3	0.345	0.638	0.000	0	0.000	0.187	0.217	0.108	0.263	0.880
4	0.211	0.000	0.032	0	0.845	0.002	0.003	0.953	0.265	0.882
5	0.188	0.065	0.000	0	0.013	0.360	0.053	0.966	0.625	0.936
6	0.169	0.081	0.000	0	0.004	0.354	0.064	0.970	0.978	1
7	0.143	0	0.001	0	0.030	0.000	0	0.999	0.979	1
8	0.133	0	0	0	0	0.002	0	1	0.980	1
9	0.082	0	0	0	0	0	0	1	0.980	1
10	0.056	0	0	0	0	0	0	1	0.980	1
11	0.053	0	0	0	0	0	0	1	0.980	1
12	0.052	0	0	0	0	0	0	1	0.980	1

*Fuente:* Elaboración Propia.

Nota 1. El periodo nos da una alerta ya que sobrepasa lo normado para edificaciones de 2 pisos, se mantiene elevado 0.619, importante contrastar el desplazamiento de pisos, para el respectivo reforzamiento.

Nota 2. Participación de masas, SumRX, SumRY y SumRY, cumple en Modal 4, 6 y 5 respectivamente, lo cual indica que la participación de masas es adecuada.

Nota 3. Rotación, indica que tenemos alto grado de rotación en el eje Z con 0.69 en el modal 2.

**Tabla 14**

*Desplazamiento de piso sin diagonales en eje Y, Sismo dinámico en X y Sismo Dinámico en Y*

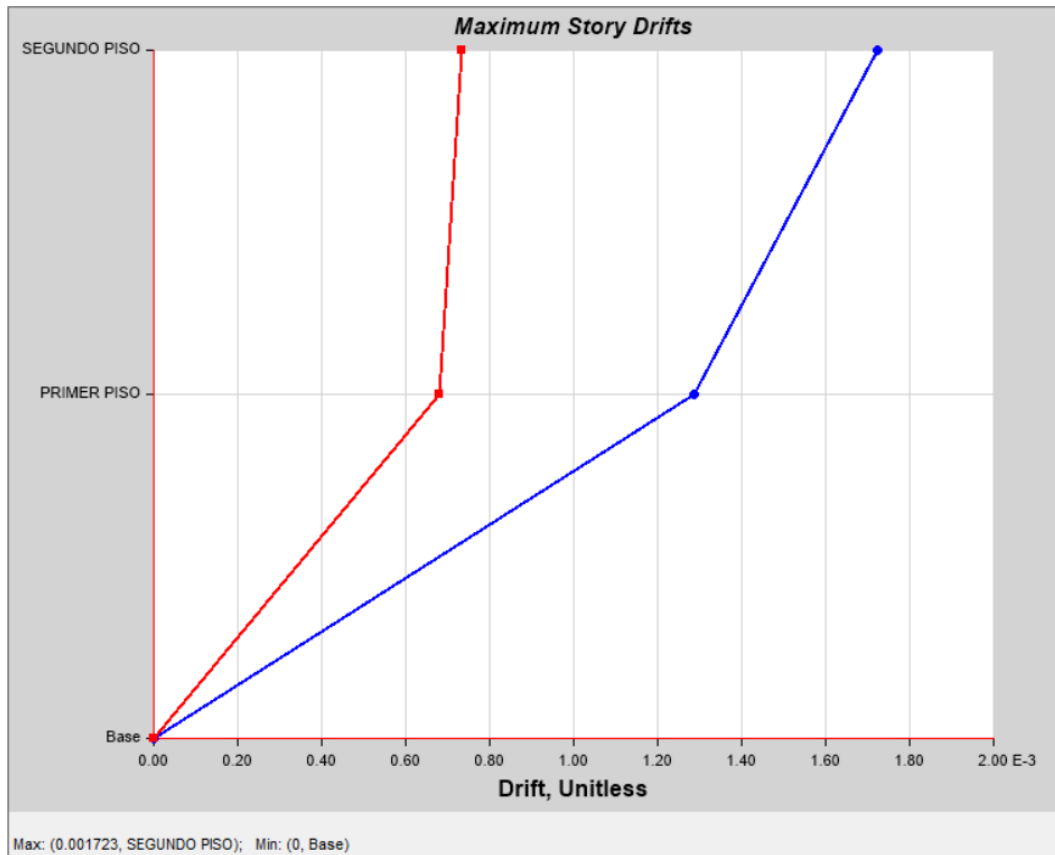
<b>Piso</b>	<b>Output Case</b>	<b>Direc tion</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>NTP 0.01</b>	<b>Estado</b>
Piso 2	S Din X	X	0.001723	50	0.00904575	Cumple
Piso 2	S Din X	Y	0.000735	95	0.00385875	Cumple
Piso 2	S Din Y	Y	0.002272	54	0.01192800	No Cumple
Piso 1	S Din X	X	0.001285	92	0.00674625	Cumple
Piso 1	S Din X	Y	0.000679	95	0.00356475	Cumple
Piso 1	S Din Y	Y	0.003053	92	0.01602825	No Cumple

*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota.* Se resalta dos puntos Label 54 con 0.002272 eje Y y Label 92 con 0.003053 en eje Y los que no cumplen la norma de desplazamiento del 0.01 indicando, los puntos que deben ser reforzados en eje Y.

**Figura 18**

*Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en X*



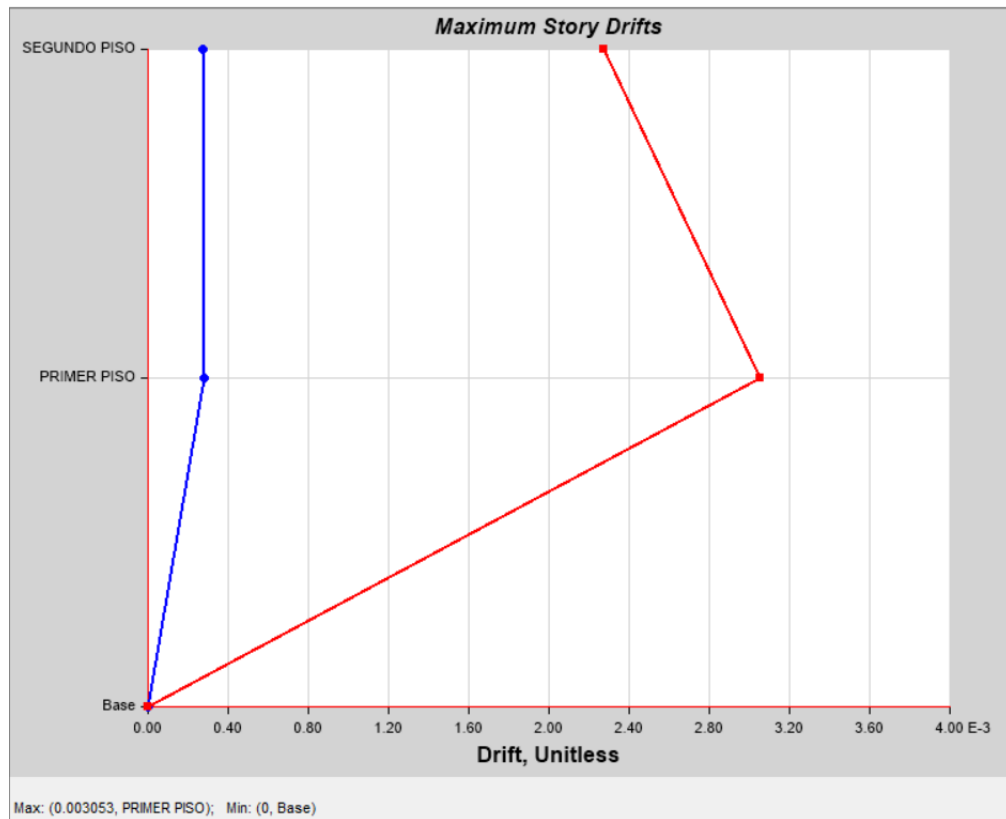
Fuente: Elaboración Propia.

*Nota.* Se aprecia un desplazamiento mayor en X hasta 0.001723, Label 50 reflejado que, si cumple el desplazamiento mínimo permitido, ver Tabla 15.



**Figura 19**

*Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en Y*



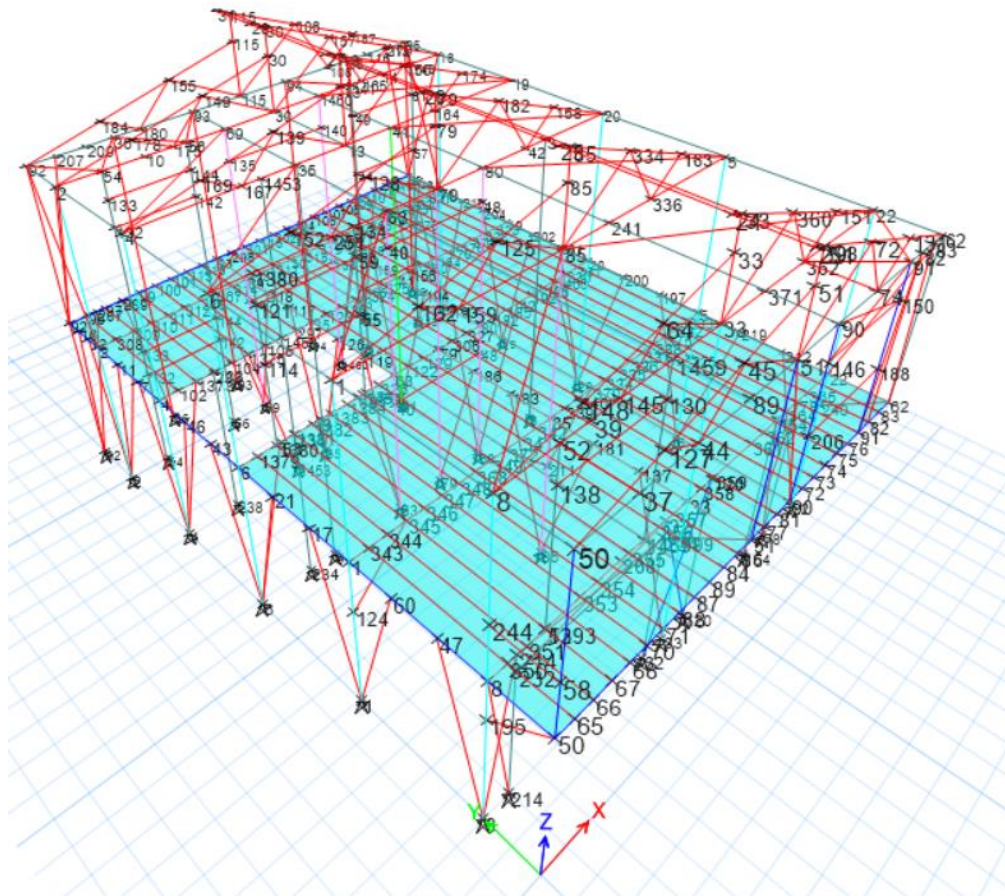
*Fuente: Elaboración Propia.*

*Nota.* Se aprecia un elevado desplazamiento en el segundo piso de 0.003053 en el eje Y, Label 92, ver Tabla 15, indicando la ruta para su reforzamiento.

#### 4.4. Modelo IV Estructura Sismorresistente.

**Figura 20**

*Vista 3D de modelo sísmicamente estable, columnas reforzadas, refuerzos Diagonales en X y Y.*

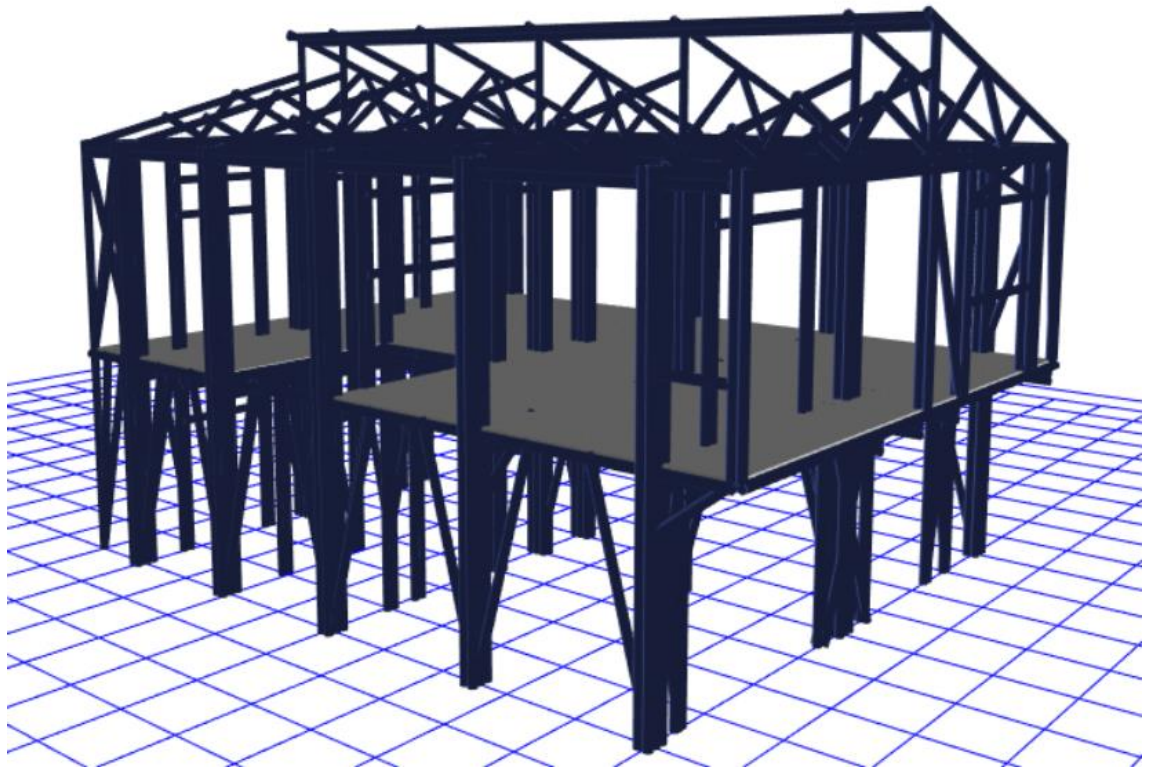


*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota:* Diseño en 3D alámbrico que refleja la diferenciación de tipo de columnas por colores, en este caso se aprecian columnas principales de 2\*3 culmos, refuerzos diagonales en X y Y.

**Figura 21**

*Modelo 3D con volumen, se aprecian columnas principales de 2\*3 culmos y refuerzos diagonales en X y Y.*



*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota:* Diseño en 3D volumétrico columnas 2\*3 culmos de color celeste y refuerzos diagonales en X y Y.

**Tabla 15***Periodo, participación de masa, modo de vibración*

<b>M</b>	<b>Per sec</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>UZ</b>	<b>RX</b>	<b>RY</b>	<b>RZ</b>	<b>Sum RX</b>	<b>Sum RY</b>	<b>Sum RZ</b>
1	0.382	0.504	0.077	0	0.019	0.174	0.281	0.019	0.174	0.281
2	0.355	0.133	0.747	0	0.193	0.043	0.004	0.212	0.217	0.285
3	0.32	0.219	0.067	0	0.017	0.056	0.580	0.229	0.272	0.865
4	0.181	0.124	0.002	0	0.009	0.620	0.014	0.238	0.892	0.878
5	0.179	0.002	0.093	0	0.605	0.009	0.000	0.843	0.901	0.878
6	0.155	0.018	0.000	0	0.000	0.079	0.117	0.843	0.979	0.996
7	0.135	0	0.014	0	0.154	0.001	0.000	0.998	0.980	0.996
8	0.127	0	0	0	0.002	0	0.004	0.999	0.980	1
9	0.082	0	0	0	0	0	0	1	0.980	1
10	0.056	0	0	0	0	0	0	1	0.980	1
11	0.053	0	0	0	0	0	0	1	0.980	1
12	0.052	0	0	0	0	0	0	1	0.980	1

*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota 1.* Periodo: No es encontramos en un rango adecuado, vinculado netamente a el cumplimiento de los desplazamientos de pisos con 0.382

*Nota 2.* Participación de masas: SumRX, SumRY y SumRY cumple en los tres ejes, desde el Modal 7, 5 y 6 respectivamente

*Nota 3.* Rotación: Se indica que la estructura tiene rotación en el eje Z con un desplazamiento de 0.281.

**Tabla 16***Desplazamiento de pisos: Sismo Dinámico en X, Sismo Dinámico en Y*

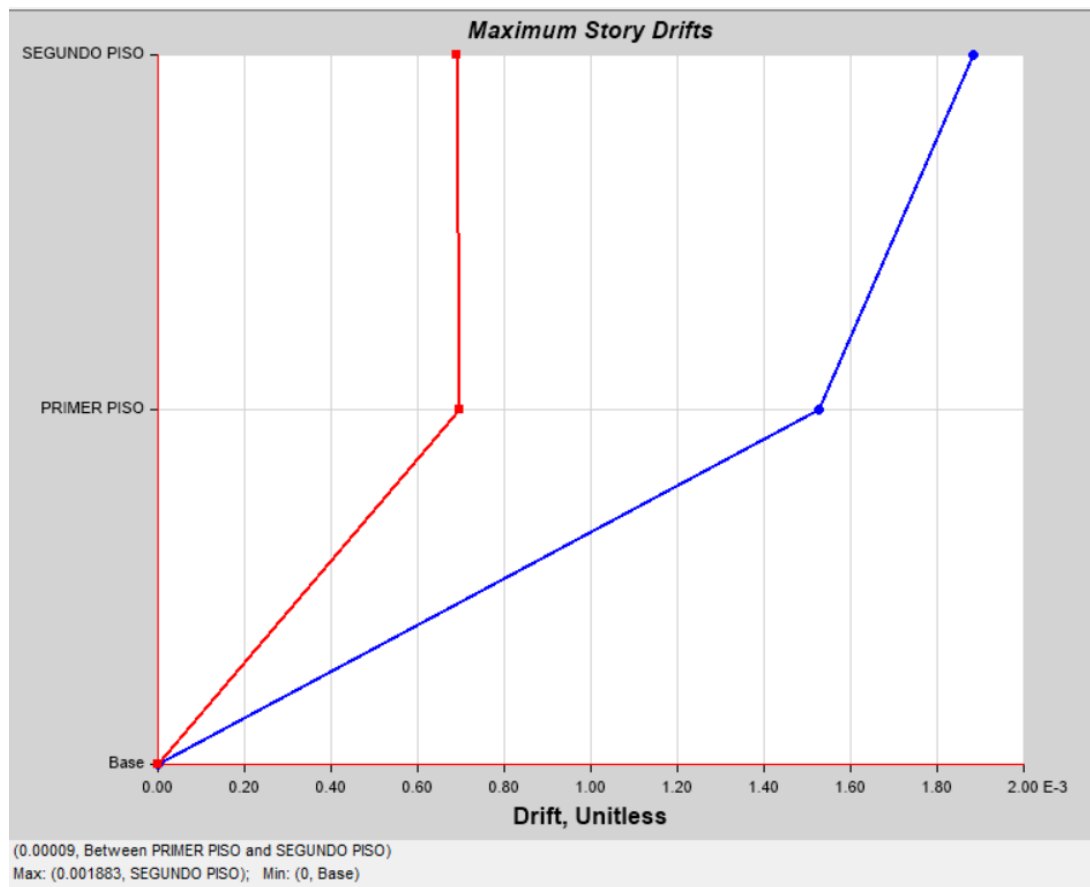
<b>PISO</b>	<b>Output Case</b>	<b>Direc tion</b>	<b>Drift</b>	<b>Label</b>	<b>NTP 0.01</b>	<b>Estado</b>
Piso 2	S Din X	X	0.001883	95	0.00988575	Cumple
Piso 2	S Din X	Y	0.000690	50	0.00362250	Cumple
Piso 2	S Din Y	X	0.000560	95	0.00294000	Cumple
Piso 2	S Din Y	Y	0.001226	50	0.00643650	Cumple
Piso 2	S Din X	X	0.001528	92	0.00802200	Cumple
Piso 2	S Din X	Y	0.000697	92	0.00365925	Cumple
Piso 2	S Din Y	X	0.000459	92	0.00240975	Cumple
Piso 2	S Din Y	Y	0.001321	92	0.00693525	Cumple

*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota.* Los desplazamientos máximos de entre pisos están en 0.01 (según la N.T.P. E030), realizando el cálculo de análisis de deriva de piso  $Drift \times 0.75 \times R = 0.001883 \times 0.75 \times 7 = 0.00988575 < 0.01$ , por lo tanto, cumple, mismo procedimiento para toda la tabla 17. Este valor es el más importante en el caso de estructuras de Bambú.

**Figura 22**

*Máximo desplazamiento de pisos sismo dinámico en X*



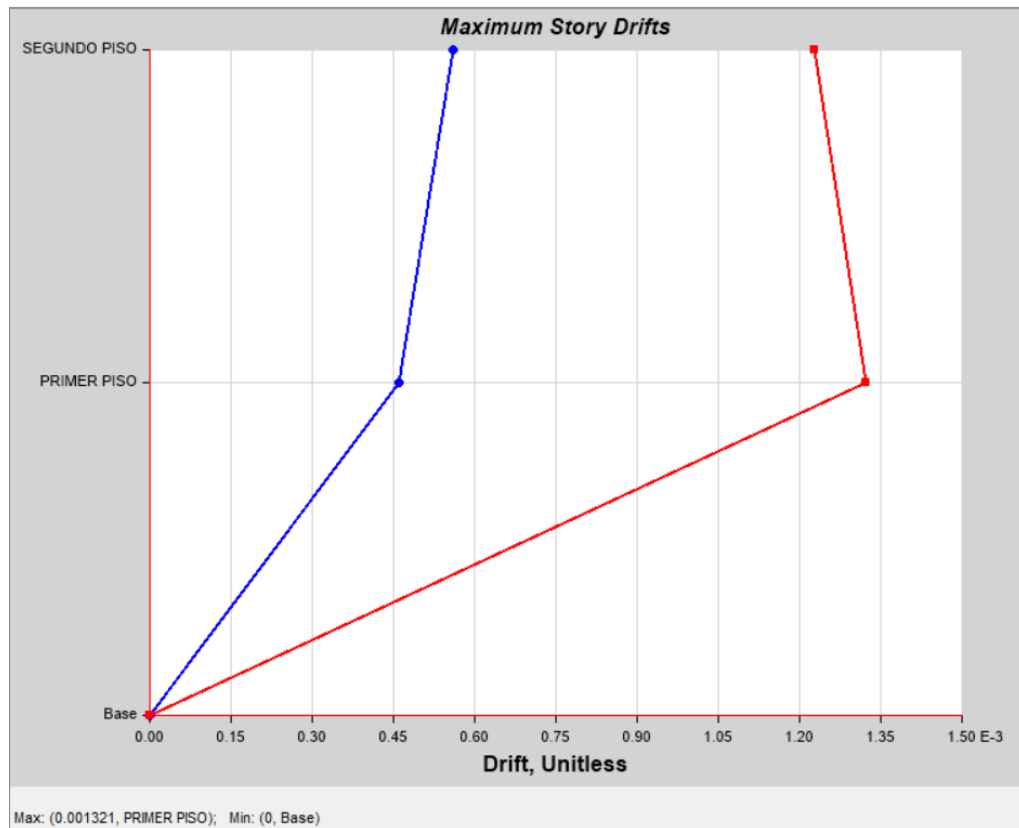
*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota 1.* Se aprecia que los entrepisos tienen un máximo desplazamiento en X:0.001883, Label 95 en el segundo piso, ver tabla 17.

*Nota 2.* Damos cumplimiento con la norma E030 de 0.01 como máximo desplazamiento permitido.

**Figura 23**

*Máximo desplazamiento de piso sismo dinámico en Y*



*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota.* El máximo desplazamiento fue obtenido en el eje x: 0.001321, Label 92, Piso 2, incluido en tabla 17, esto da validez a la hipótesis “El Diseño Estructural en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022 “ así mismo esto también cumple según norma E030.

## V. DISCUSIÓN

5.1. El diseño en bambú influye en la Sismorresistencia de la edificación, confirmado en los modelos I, II y III que el comparativo de las mismas refleja que el reforzamiento de la estructura va dotando a la misma de resistencia al desplazamiento, mejora del periodo de vibración ante sismos dinámicos tanto en X como en Y. De acuerdo a los resultados obtenidos, El bambú reforzado para lograr Sismorresistencia logra un máximo desplazamiento menor a 0.01, obteniendo 0.01883, que al llevar a fórmula se obtiene 0.00988575 el que es menor a 0.01, cumpliendo la norma NTP E-10, observado en los desplazamientos por sismo dinámico en X y Y. coincidiendo con lo manifestado por:

Sapaico (2015) en su investigación titulada “Análisis y Diseño Estructural de los Elementos en Bambú de en una Edificación, donde obtuvo el resultado de un máximo desplazamiento del 1% de la altura” (p. 190). Estas coincidencias sedan en ambas investigaciones debido a que se utilizó las mismas metodologías y procedimientos, lo que permitió la confirmación de los valores obtenidos por Sapaico.

Por el contrario, Tuárez (2011) indica que “en Ecuador la norma técnica ecuatoriana de la construcción, La norma CEC 2002 especifica que las derivas inelásticas son menores al 2%” (p. 78). Lo cual difiere de la NTP 030, siendo la NTP la que es más exigente y la ecuatoriana permite un mayor margen de desplazamiento.

De Acuerdo a los Resultados Obtenidos referentes a Periodo se obtuvo 0.382 en el Modal 1, el mismo valor que cumple con la NTP 030, de 0.4 con lo que cumple la normatividad, coincidiendo con (Rojas 2022), quien en su investigación del análisis y diseño de elementos estructurales de viviendas de albañilería confinada y bambú, contemplados en las normas E.030 de sismorresistencia, E070 de albañilería y E.0100 de bambú. A través del análisis de elementos finitos del software, se encontró que el periodo fundamental de vibración para la vivienda en albañilería es de 0.277 segundos,



mientras que para el bambú es de 0.48 segundos. Además, se encontró que las distorsiones admisibles de entrepiso se mantuvieron dentro de los valores máximos permitidos por la norma técnica E.030, siendo de 0.0034 para la albañilería y 0.01 para el bambú.

Apreciamos entonces que, si bien el Bambú presenta un periodo fundamental mayor que el de albañilería, esto es debido a que contamos con menor rigidez en el bambú. Sin embargo, en la verificación de las derivas (movimientos laterales) en el bambú es mayor que en la albañilería, y ambos materiales cumplen con los Ratios ya que son inferiores a 0.01 en bambú y 0.005 en albañilería, requerido en la norma técnica E.030 para la construcción sismorresistente. Con esto terminamos rechazando la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación la que afirma que el bambú es un material sismorresistente y eficaz para la construcción. Estas conclusiones coinciden con lo que se ha dicho sobre el bambú en el marco de la NTP 030, y además se ha logrado demostrar su rigidez en la presente investigación.

Lo antes mencionado confirma la Hipótesis planteada en esta investigación "El Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022" ya que, durante los 4 modelos probados, se demostró que el reforzamiento estructural, luego del respectivo análisis, genera impacto en la Sismorresistencia de la estructura.

- 5.2. El Análisis Estático del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos, esto se aprecia en los modelos I, II, III y IV al observar la evolución del periodo Fundamental de la estructura, se puede afirmar que el refuerzo estructural es inversamente proporcional al periodo de la estructura. según Tabla 18 y Figura 24.

**Tabla 17**

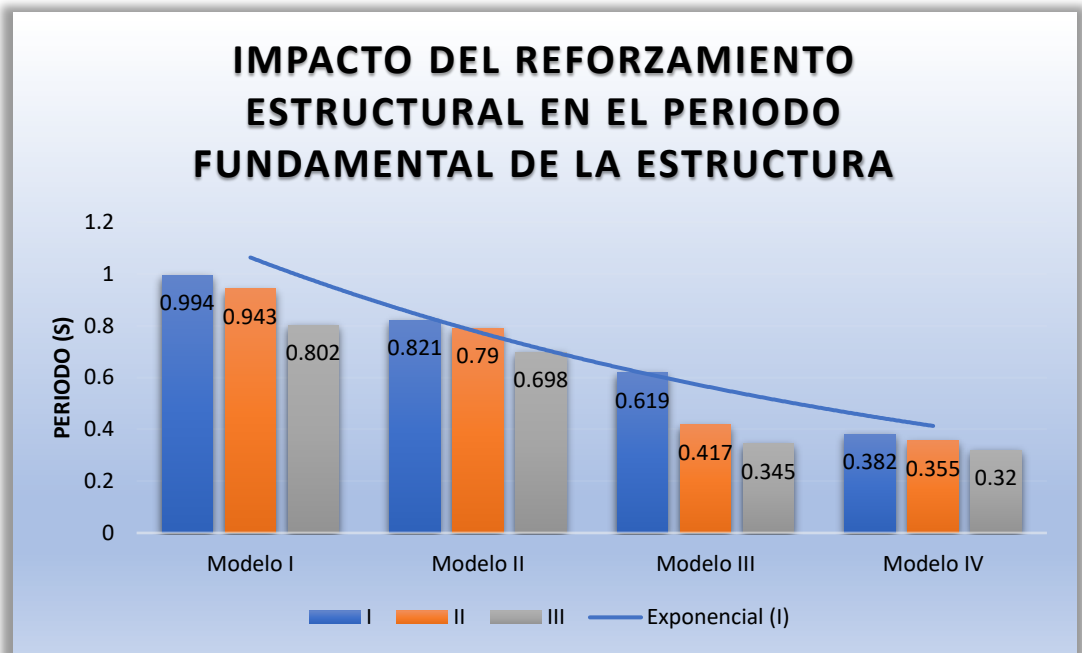
*Resumen de modos de vibración*

MODO DE VIBRACIÓN MODELOS ESTUDIADOS				
MODO	Modelo I	Modelo II	Modelo III	Modelo IV
I	0.994	0.821	0.619	0.382
II	0.943	0.79	0.417	0.355
III	0.802	0.698	0.345	0.32

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Figura 24**

*Impacto del reforzamiento estructural en el periodo fundamental.*



*Fuente:* Elaboración Propia

*Nota:* Se muestran los 4 modelos desarrollados con los 3 primeros modos de vibración de cada uno, en el eje Y se consigna periodo en segundos y en el eje X, los respectivos modelos.

Analizando la Tabla 18, únicamente los Modos I, para los 4 modelos estudiados se tiene que los periodos van a menos al realizar el reforzamiento estructural, partiendo de 0.994, 0.821, 0.619 y 0.382 de los modelos I, II, III y IV respectivamente, siendo el valor de 0.382 del modelo sísmicamente estable coincidente con:

Rojas (2022) quien menciona “que encontró que los periodos fundamentales de vibración realizados mediante el análisis de elementos finitos fueron de 0.48 segundos para el bambú (p. 126), estando nuestro dato obtenido de 0.382 dentro del rango admisible que coincide con este autor.

No se encontró investigaciones que indiquen conclusiones opuestas a la presente por lo que se considera validada la Hipótesis específica “El Análisis Estático del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022”

- 5.3. El Análisis Dinámico del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022. Para esto se realizó el análisis de desplazamientos y derivas de Piso, en el marco de la NTP E-030 que refiere que no se debe exceder del 0.01, citamos la tabla 19.

**Tabla 18**

*Evolución del cumplimiento del desplazamiento mínimo permitido de pisos*

M	X	Drift*.75*7	NTP 030	Y	drift*.75 *7	NTP 030
I	0.00488	0.02564	NO	0.00326	0.01714	NO
			CUMPLE			
II	0.00375	0.01969	NO	0.00409	0.02147	NO
			CUMPLE			
III	0.00172	0.00904	CUMPLE	0.00305	0.01602	NO
I	0.00188	0.00988	CUMPLE	0.00132	0.00693	SI
V						

*Fuente:* Elaboración Propia.

*Nota:* Resumen de los Desplazamientos máximos de los IV modelos. Se aprecia claramente que el Desplazamiento de Pisos va disminuyendo conforme se adicionan los refuerzos, hasta llegar a cumplir el desplazamiento máximo permitido de 0.01 según la NTP-

030. Esto en coincidencia con Paredes,(2020) quien diseño una vivienda con el sistema estructural aporticado, además demostró que este influye de forma positiva ante un evento sísmico, esto lo demostró modelando su sistema en un software de realiza análisis estático y dinámico, encontró que la estructura fue diseñada de manera adecuada ya que cumple con la norma de Sismoresistencia, en esta investigación encontró que sus desplazamientos en el primer piso fueron de 0.00088 y 0.0017 para sismos en X y Y respectivamente, también encontró desplazamientos de 0.00048 y 0.00094 para sismos en X y Y respectivamente, en todos los casos cumplen con los requisitos de la norma E.30”.

No se ha encontrado posiciones contrarias a la presente investigación debido a que al no cumplir el desplazamiento máximo permitido la estructura no es sismo resistente, por tanto, se debe continuar con el análisis hasta lograr cumplir los desplazamientos máximos permitidos.

Por lo antes citado se da cumplimiento a la hipótesis específica “El Análisis Dinámico del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa”

- 5.4. Los Desplazamientos Máximos del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos, estos son fundamentales, el no cumplimiento del desplazamiento máximo genera falla en la estructura por consiguiente no se logra la Sismorresistencia.

Esto contrastado con la tabla 20.

**Tabla 19**

*Desplazamientos Máximos Permitidos Casa Sismorresistente*

PISO	Output Case	Direction	Drift	Label	NTP 0.01	Estado
Piso 2	S Din X	X	0.001883	95	0.00988575	Cumple
Piso 2	S Din X	Y	0.00069	50	0.0036225	Cumple
Piso 2	S Din Y	X	0.00056	95	0.00294	Cumple

Piso 2	S Din Y	Y	0.001226	50	0.0064365	Cumple
Piso 2	S Din X	X	0.001528	92	0.008022	Cumple
Piso 2	S Din X	Y	0.000697	92	0.00365925	Cumple
Piso 2	S Din Y	X	0.000459	92	0.00240975	Cumple
Piso 2	S Din Y	Y	0.001321	92	0.00693525	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Tabla 20 de Modelo IV que corresponde a vivienda de Bambú, 02 pisos, sismorresistente, se aprecian los valores máximos de desplazamientos.

Esto coincide con lo manifestado por Carranza & Huerta, lograron demostrar que el bambú es un excelente material sismorresistente, para ello utilizaron el software Robot Structural. Ya que encontraron, el desplazamiento relativo de entrepiso fue de 0.000366 y 0.000369 en dirección x-x y en dirección y-y respectivamente, en el segundo piso fue de 0.000268 y de 0.000273 en la dirección xx y yy respectivamente con lo que al ser valores menores a 0.001 cumplen la norma E. 030 art. 32, tabla N°: 11 (límites para la distorsión de entrepiso). (2021),

Por el contrario, Tuárez dio a conocer que realizó la comparación de sus resultados para determinar si cumplen con las normas del Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC-2002). Según lo establecido en el CEC 2002, en este documento se tiene que las derivas inelásticas y los periodos son menores al 2% y 30% respectivamente, además de considerar que estos periodos se mueven en forma traslacional y torsional al 0.02 que comparado con nuestra NTP-030 que son del 0.01, evidenciando que la Norma ecuatoriana duplica el valor de nuestra norma peruana de la construcción para evaluar las derivas. (2011)

## **VI. CONCLUSIONES.**

- 6.1. El diseño en Bambú si influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, distrito de Pinto Recodo, 2022. Para esto se tienen los valores de Periodos de Vibración, Desplazamientos máximos.
- 6.2. El Análisis Estático del Diseño en Bambú si influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, distrito de Pinto Recodo, 2022. ya que el Periodo Fundamental de Vibración se ve afectado con el reforzamiento de columnas, vigas y finalmente diagonales, que permitieron dotar de mejor rigidez a la estructura. Esto se apreció con total claridad en los 4 modelos expuestos en la presente tesis.
- 6.3. El Análisis Dinámico del Diseño en Bambú si influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022, esto se comprobó al realizar el análisis de las derivas máximas de piso, donde se aprecia como influye el reforzamiento entre los Modelos I y II y luego los Modelos III y IV llegando en este último, luego del análisis de los puntos que fallan a realizar el debido reforzamiento hasta el cumplimiento total de todos los puntos en la estructura.
- 6.6. Los Desplazamientos Máximos del Diseño en Bambú si influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022, esto totalmente comprobado al tener una estructura que cumple los desplazamientos contemplados en la NTP -030 que refiere 0.01 como el máximo permitido, observable en el resumen de la Tabla 20.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- 7.1.** Es muy importante realizar la continuidad de la presente tesis contrastando modelos constructivos en base a Bambú incidiendo el análisis en los costos, para determinar así un modelo constructivo que sea además de sismorresistente a un precio asequible y contrastar con la información existente que da por válida esta interrogante.
- 7.2.** Se recomienda realizar esta presente tesis en un modelo constructivo en físico para que sirva de modelo de casa tipo para lograr con esto un modelo accesible a las poblaciones de escasos recursos, lo cual les permitirá acceder a una vivienda que cumple con los requerimientos estándares de una casa habitación, adicional a la Sismorresistencia.
- 7.3.** Se recomienda profundizar la presente tesis en base al método lineal, que considere además paredes de ferrocemento en su diseño.
- 7.4.** Se recomienda realizar el análisis de Fuerzas Cortantes, Momento Flector, Momento de Torsión para futuras tesis que permitan profundizar y especializar el análisis respectivo.

## REFERENCIAS

- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Novales, M. G. M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206.
- Carranza Llerena, J. K., & Huerta Guerrero, J. J. (2021). Utilización del bambú y diseño estructural de una Vivienda Centro Poblado Nuevo Moro, Distrito de Moro-Santa-Áncash-2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74880>
- Castilla Parra, D. M., & Castilla Parra, D. (2016). La construcción de una casa de bambú y su análisis (Master's thesis, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla).
- Castillo Dioses, R. F. (2020). Diseño y comparación de una edificación con 2 tipos de bambú–Moyobamba-2020. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/70384>
- de Andalucía, F. D. E. (2011). Tipos de Esfuerzos Físicos. *Temas para la educación*. Vol, (15).
- Frias Guerrero, J. J. (2019). Análisis del comportamiento estructural y beneficios de una vivienda de bambú respecto a una de albañilería confinada en la provincia de Piura.
- Herrera-Mesén, C. M. (2008). Evaluación y Diseño estructural de una vivienda construida a base de bambú.
- Hernández, R. et al. "Metodología de la investigación". [En línea]. 6ta Ed. México. 2014. [Fecha de consulta 25 de enero del 2022]. ISBN: 978-607-15-02919. Obtenido en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp->



content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta  
edicion.compressed.pdf

García Navas, I. E., & Philco Iñiguez, P. D. (2018). Análisis y diseño estructural de viviendas sismo resistentes, construidas con caña guadúa, sustentado en la NEC-SE-guadúa y la NRS-10 título G (Bachelor's thesis, PUCE). <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14630>

Gómez Salés, H. J. P., Rodríguez Chumacero, S. I., & Ramal Montejo, R. (2020). EL BAMBÚ: UNA SOLUCIÓN ECOLÓGICA SUSTENTABLE COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN. <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1264>

Herrera-Mesén, C. M. (2008). Evaluación y Diseño estructural de una vivienda construida a base de bambú.

Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 47-50.

Martínez García, S. (2015). Bambú como material estructural: generalidades, aplicaciones y modelización de una estructura tipo (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). <http://hdl.handle.net/10251/55983>.

Morales, R. F. (1999). Deformaciones de las estructuras. *Revista de la Universidad de Mendoza*.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021, 4 de noviembre). Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE. NORMA E.60 Concreto Armado DS N°010-2009. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informespublicaciones/230979>  
3 reglamento-nacional-de-edificaciones-rne

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021, 4 de noviembre). Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE. NORMA E.20 Cargas. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informespublicaciones/2309793> 3 reglamento-nacional-de-edificaciones-rne

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021, 4 de noviembre). Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE. NORMA E.30 Sismorresistente. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informespublicaciones/2309793> reglamento-nacional-de-edificaciones-rne

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021, 4 de noviembre). Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE. NORMA E.100 BAMBÚ DS N°011-2012. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informespublicaciones/2309793>-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne.

Lino Quiroz, J. R. (2020). ANALISIS DINÁMICO DE UNA RESIDENCIA UNIVERSITARIA DE DOS PLANTAS UTILIZANDO CAÑA GUADUA COMO ELEMENTO ESTRUCTURAL, UBICADO EN LOS PREDIOS DE LA UNESUM (Bachelor's thesis, Jipijapa. UNESUM). <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2273#:~:text=URI%20%3A-,http%3A//repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2273>.

Nieto-Vergara, N. C., & Trujillo-Sánchez, A. (2019). Diseño arquitectónico y estructural de una vivienda de interés social rural en guadua (*angustifolia* Kunth). <https://hdl.handle.net/10983/24357>

Paredes Angulo, V. H. (2017). Uso del Bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto-2017. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/20063>

- Qiu, H., Xu, J., He, Z., Long, L. y Yue, X. (2019). "El bambú como fuente emergente de materia prima para productos domésticos y de construcción", *BioRes.* 14(2), 2465-2467.
- Rojas Gutiérrez, W. J. (2022). Análisis del comportamiento estructural y rentabilidad de una edificación ecológica de bambú respecto a una de albañilería confinada, Trujillo 2022. <https://hdl.handle.net/11537/30905>
- Revelo Ramírez, J. M., & Peñaherrera Gallegos, E. J. (2022). Análisis comparativo técnico-económico entre una vivienda de hormigón armado y una de bambú. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/28726>
- Salvatierra Vega, B. B. (2019). Aplicación del bambú en el reforzamiento del concreto para medir el comportamiento estructural de una vivienda de 2 pisos en Cañete-2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46380>.
- Sapaico Ramos, E. L. (2019). ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS EN BAMBU DE UNA EDIFICACION DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SATIPO-2018. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/930>.
- Seismous (2020). CONOCE MÁS SOBRE EL DESEMPEÑO ESTRUCTURAL. <https://seismous.com>.
- TUÁREZ LINO, J. L. (2011). Alternativas de viviendas económicas sismorresistentes hasta dos plantas y su aplicación en el cantón JIPIJAPA (Bachelor's thesis, JIPIJAPA-UNESUM). <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/325>.

## **ANEXOS**

### Anexo N° 01: Matriz de consistencia

Título de la Tesis: El Diseño en Bambú y su Influencia en la Sismorresistencia en Edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo 2022

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
	GENERAL				
	¿El Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022?	Determinar si el Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022	El Diseño Estructural en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022	X: Diseño en Bambú	1. Analisis Estático. 2. Análisis Dinámico. 3. Desplazamientos Máximos
	ESPECIFICO				
<b>E1</b>	¿El Análisis Estático del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022?	Determinar si el Análisis Estático del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022	El Análisis Estático del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022	Y: Sismorresistencia	1. Sismorresistente

<b>E2</b>	¿El Análisis Dinámico del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022?	Determinar si el Análisis Dinámico del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022	El Análisis Dinámico del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022		
<b>E3</b>	¿Los Desplazamientos Máximos del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022?	Determinar si los Desplazamientos Máximos del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022	Los Desplazamientos Máximos del Diseño en Bambú influye en la Sismorresistencia de las edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022		

Fuente: Elaboración Propia.

## Anexo N° 02: DETALLES 3D DE VIVIENDA 2 PISOS

Detalle de sobrecimiento, columnas, soportes y tijerales



*Fuente:* Elaboración Propia

*Detalle de Columnas*



*Fuente:* Elaboración Propia



*Detalle de Casa con Paredes y Techo*



*Fuente:* Elaboración Propia.

*Vista frontal en Perspectiva de Vivienda 02 Pisos Terminada*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Perspectiva Vivienda 02 pisos Terminada*



*Fuente: Elaboración Propia*

*Vista Posterior-Perspectiva Vivienda 02 Pisos*

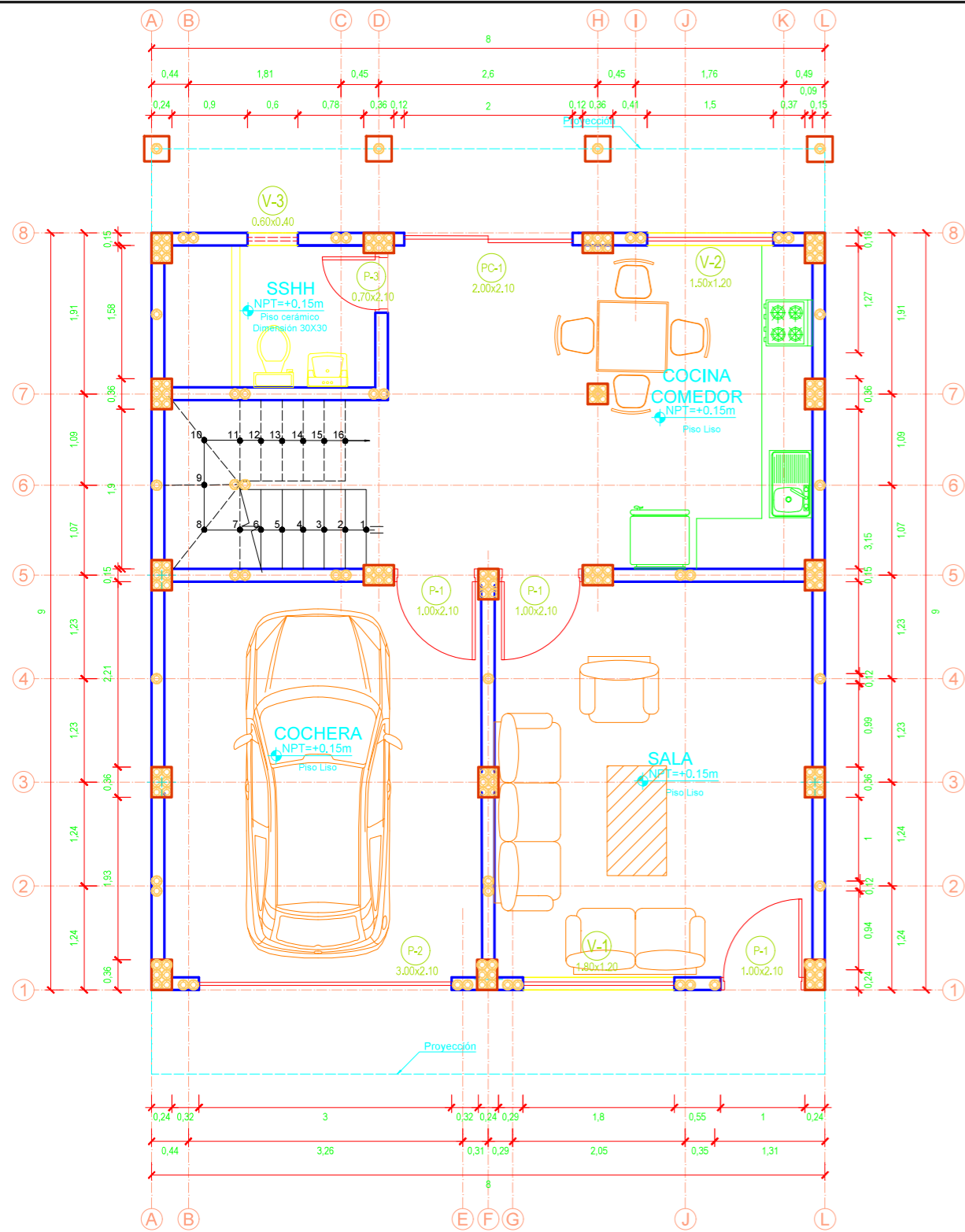


*Fuente: Elaboración Propia*

### **ANEXO 3: PLANOS DE PLANTA DE VIVIENDA.**

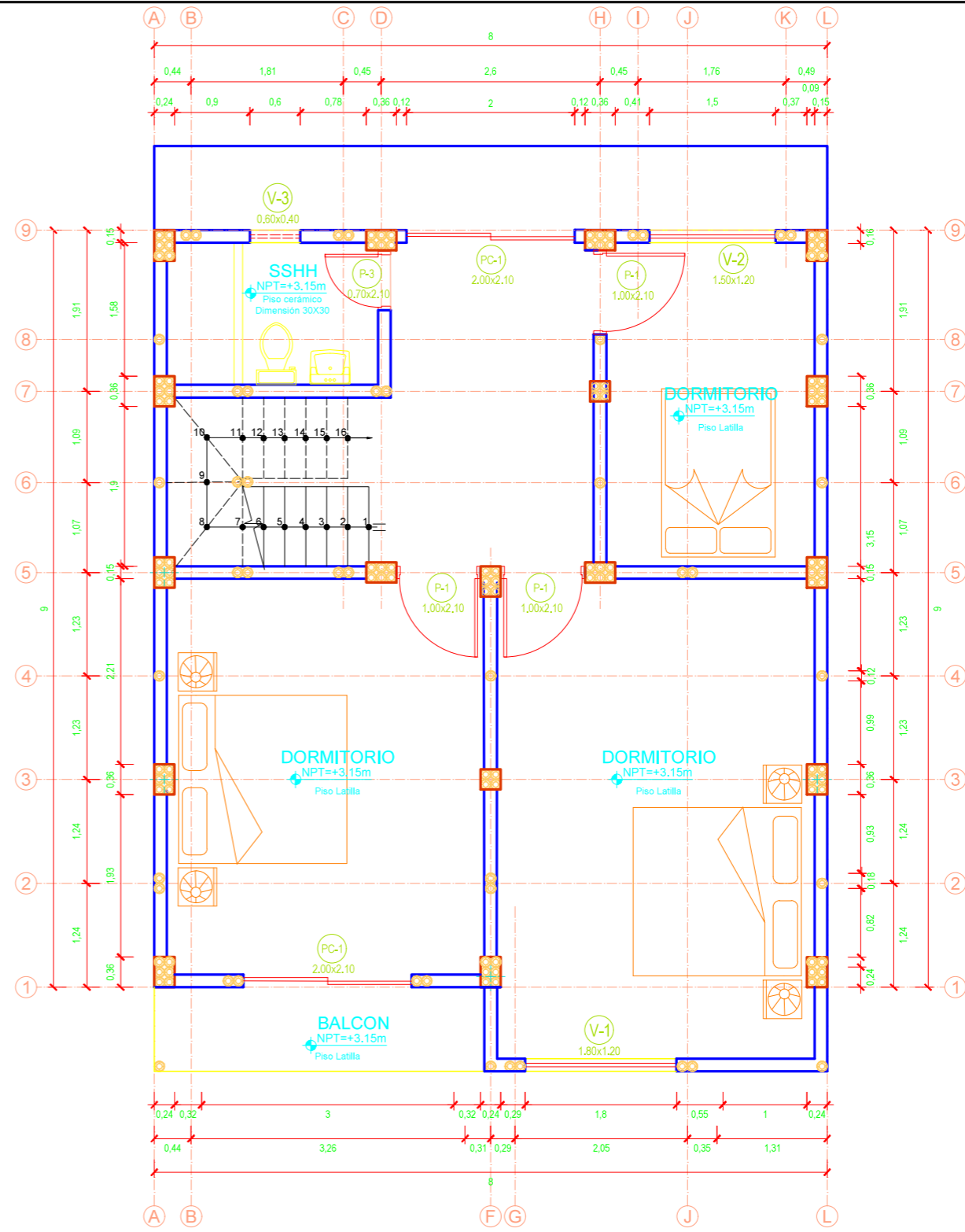
Plano de Distribución, elevación y detalles.

*Fuente:* Elaboración Propia



### DISTRIBUCIÓN DE PLANTA: PRIMER PISO

Escala: 1:50



### DISTRIBUCIÓN DE PLANTA: SEGUNDO PISO

Escala: 1:50

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL



PROYECTO: Vivienda de Bambú

PROPIETARIO: Bachiller: Jehu Samuel Pisco Perez  
Bachiller: Juan Manuel Sisti Carbajal

UBICACIÓN: Centro Poblado de Churuzapa

ESPECIALIDAD: Arquitectura

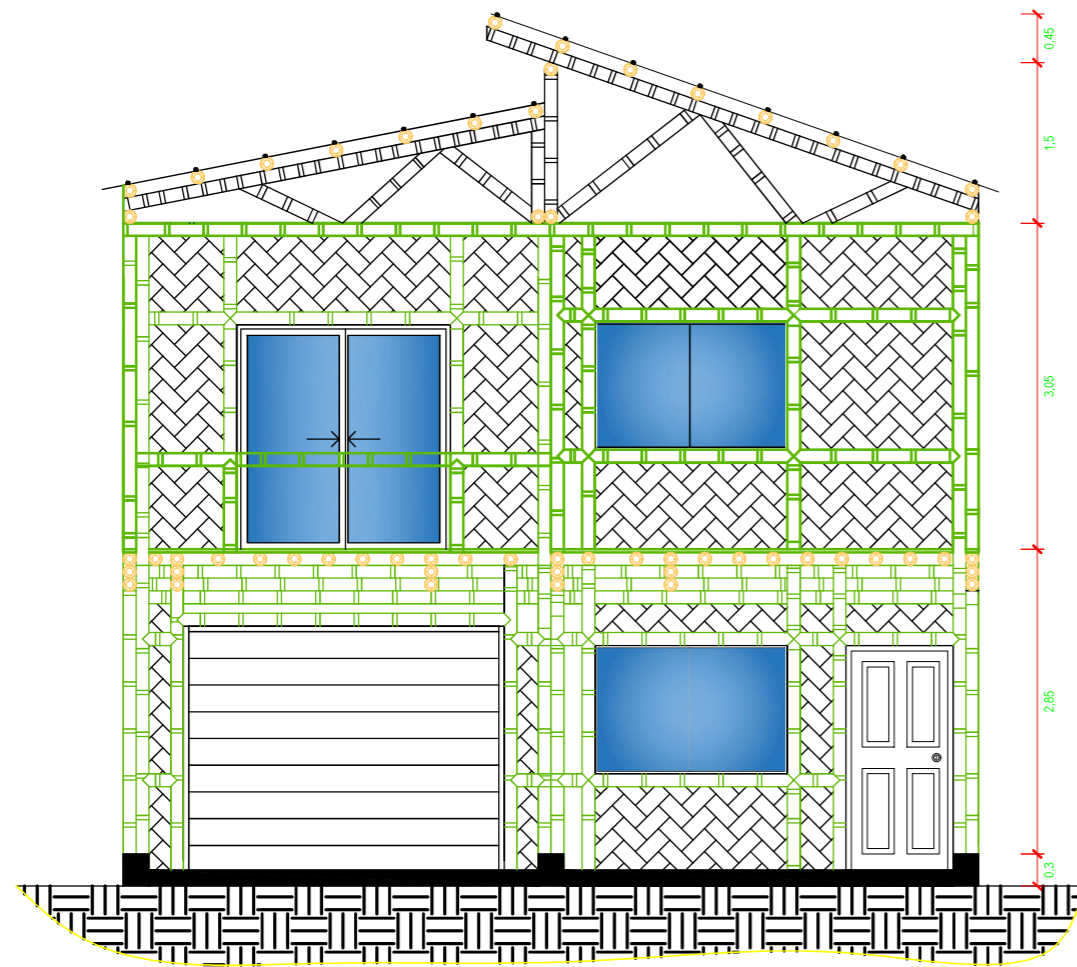
PLANO: Plano de Distribución

ESCALA: Indicada

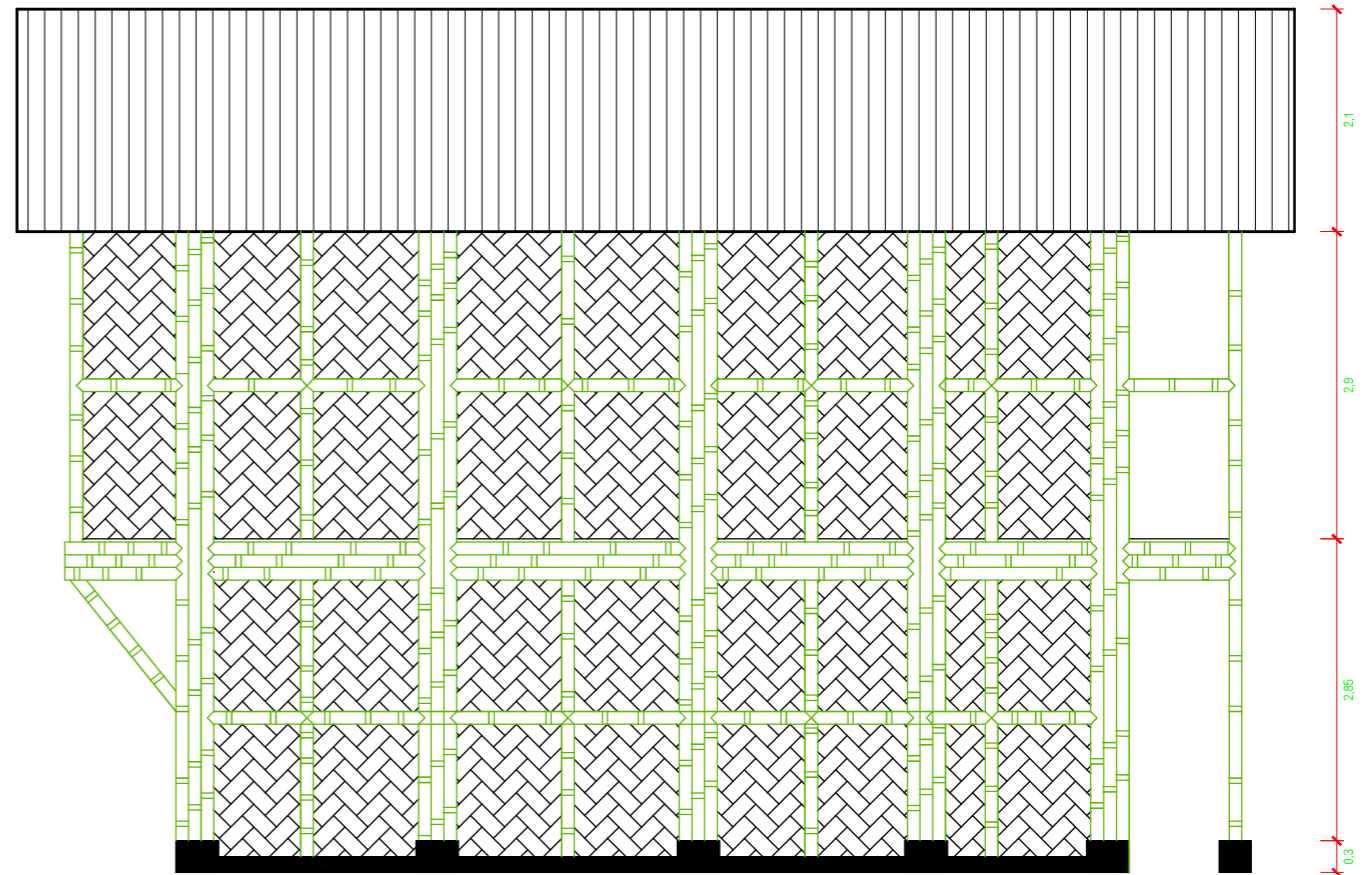
FECHA: 2022

LAMINA:


A-1

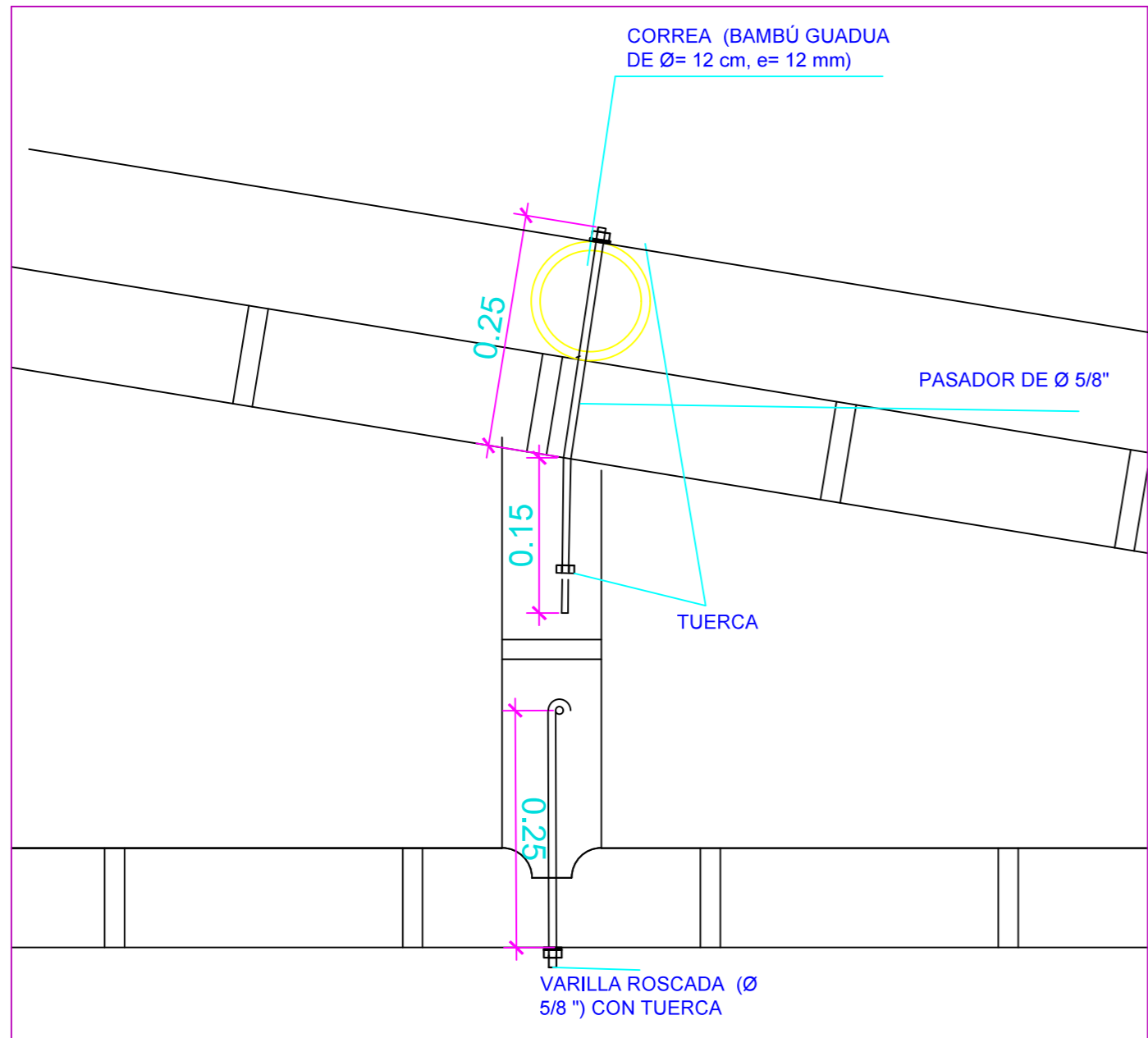


**ELEVACIÓN PRINCIPAL**  
Escala: 1:50

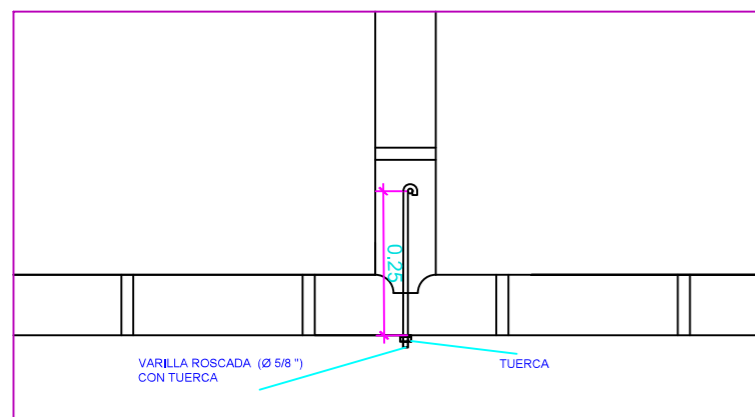


**ELEVACIÓN LATERALES**  
Escala: 1:50

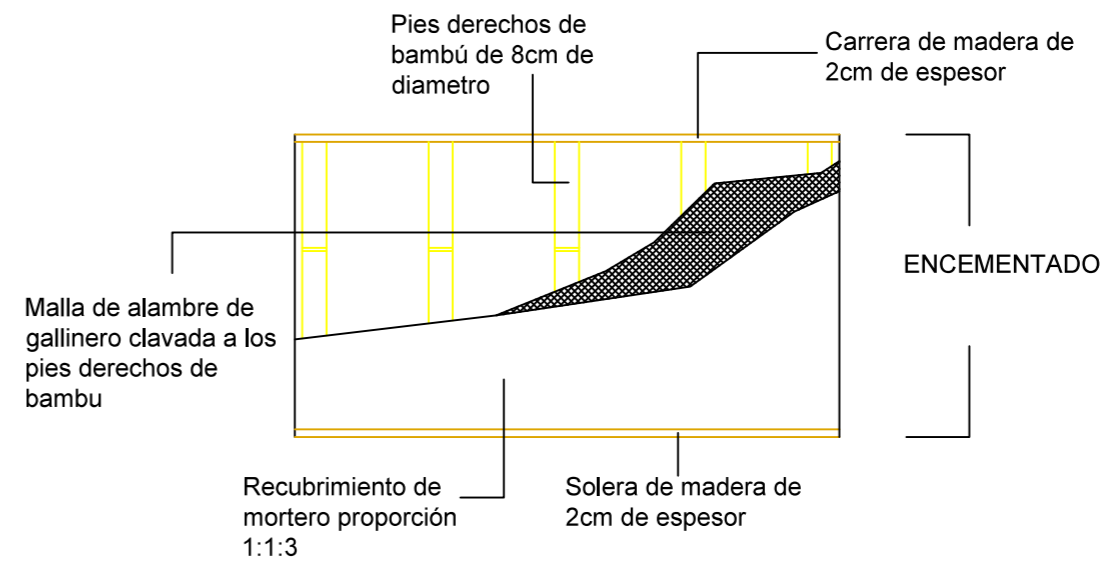
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL				
 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	PROYECTO: Vivienda de Bambú		A-2	
	PROPIETARIO: Bachiller: Jehu Samuel Pisco Perez Bachiller: Juan Manuel Sisti Carbajal			LAMINA: A-2
	UBICACIÓN: Centro Poblado de Churuzapa			
	ESPECIALIDAD: Arquitectura	PLANO: Elevaciones		
	ESCALA: Indicada	FECHA: 2022		



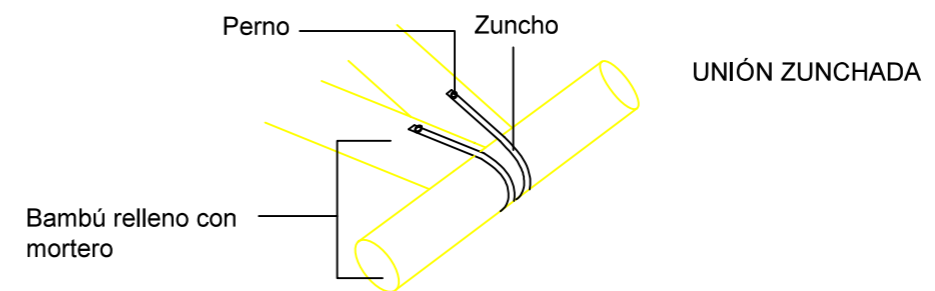
**Detalle 3**



**Detalle 2**



**Detalle Muro SSHH**



**Detalle 1**

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL			
 <p><b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	PROYECTO: <b>Vivienda de Bambú</b>		
	PROPIETARIO: <b>Bachiller: Jehu Samuel Pisco Perez</b> <b>Bachiller: Juan Manuel Sisti Carbajal</b>		LAMINA:
	UBICACIÓN: <b>Centro Poblado de Churuzapa</b>		<b>A-3</b>
	ESPECIALIDAD: <b>Arquitectura</b>	PLANO: <b>Detalles</b>	
	ESCALA: <b>Indicada</b>	FECHA: <b>2022</b>	





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MEDRANO SANCHEZ EMILIO JOSÉ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "El Diseño en Bambú y su Influencia en la Sismorresistencia en Edificaciones de 2 pisos en Churuzapa, Distrito de Pinto Recodo, 2022", cuyos autores son SISTI CARBAJAL JUAN MANUEL, PISCO PEREZ JEHU SAMUEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 27.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

TARAPOTO, 16 de Marzo del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MEDRANO SANCHEZ EMILIO JOSÉ <b>DNI:</b> 21815819 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0002-5876	Firmado electrónicamente por: EMEDRANOS el 16- 03-2023 11:28:13

Código documento Trilce: TRI - 0537240