



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Utilización del Bambú y Diseño Estructural de una Vivienda Centro Poblado Nuevo Moro, Distrito de Moro-Santa-Áncash-2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Carranza Llerena Jhonatan Kennedy (ORCID: 0000-0001-6744-8289)

Huerta Guerrero Juster Jhonatan (ORCID: 0000-0002-4649-8815)

ASESOR:

Mgtr. Monja Ruiz Pedro Emilio (ORCID: 0000-0002-4275-763X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

CHIMBOTE- PERÚ

2021

Dedicatoria

Con mucho amor y ternura a mí querida madre Gabina García Miranda, y a la memoria de Nicolás Llerena Ramos dedico la presente tesis.

Carranza Llerena Jhonatan Kennedy

A mis padres Margarita Guerrero Santamaría y Mario Huerta Ramírez, por inculcarme valores y brindarme siempre su apoyo, amor, comprensión durante mi formación académica y profesional, así mismo a mis hermanos que siempre me brindan su apoyo incondicional.

Huerta Guerrero Juster Jhonatan

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a Dios todo poderoso por brindarnos la vida, salud, a la misma vez a mis hermanos por su gran apoyo incondicional por ser mi fuerza y apoyo moral, en los momentos de dificultad para así poder cumplir con mis sueños.

Carranza Llerena Jhonatan Kennedy

A Dios por brindarme sabiduría, bondad y fuerza cada día, así mismo agradezco a mis padres por su gran esfuerzo y sacrificio que hicieron posible mi formación académica, como también a mis hermanos por su apoyo constante

Huerta Guerrero Juster Jhonatan

Índice de contenidos

	Pág.
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.....	4
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimiento.....	19
3.6. Método de análisis de datos	21
3.7. Aspectos Éticos	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	28
VI. CONCLUSIONES	32
VII. RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS	42

Índice de tablas

	Pág.
Tabla N°1: Características físicas y mecánicas del bambú.	22
Tabla N°2: Propuesta de diseño de una vivienda prototipo	24
Tabla N°3: Demostración que el bambú es un material sismo resistente.	25
Tabla N°4: La utilización del bambú en el diseño estructural.	26
Tabla N°5: Beneficios que presenta la utilización del bambú	27

Índice de gráficos y figuras

	Pág.
Figura N°1: Plano Arquitectónico	13
Figura N°2: Plano de Estructuras	13
Figura N° 3: Plano de Instalaciones Eléctricas.....	14
Figura N°4: Plano de Instalaciones Eléctricas.....	14

Resumen

La investigación tuvo como punto de estudio el centro poblado Nuevo Moro, distrito de Moro – Santa – Ancash. Se desarrolló la problemática de viviendas inestables, inseguras y de baja calidad, debido a la construcción empírica de las mismas y la inminente búsqueda de viviendas económicas debido al desempleo originado por la coyuntura del COVID - 19. Ante esto, surgió la interrogante: ¿Qué influencia tiene la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda según la norma técnica E.30, centro poblado Nuevo Moro, distrito de Moro-Santa- Ancash-2021? La investigación se justificó en que la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda desarrolló buenas características sismorresistentes, brindando estabilidad a la estructura de bambú. Por ello, se planteó la hipótesis en que la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda, influye de manera positiva, cumpliendo con los criterios de la norma técnica E.030, centro poblado Nuevo Moro, distrito de Moro- Santa-Ancash-2021. Se planteó, como objetivo general, determinar la influencia de la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda según la norma técnica E.030, centro poblado Nuevo Moro, distrito de Moro-Santa-Ancash-2021. Tuvo un diseño de investigación no experimental, de corte transversal-descriptiva, debido a que no se manipuló la variable independiente, solo se limitó a observar la influencia que generó el bambú en el diseño estructural. Asimismo, se requirió como población y muestra una vivienda prototipo en el centro poblado Nuevo Moro, utilizando como instrumentos a los protocolos (ensayos) especificados en la norma técnica E.100. De igual forma, se tomó en cuenta los criterios del manual de ensayo de materiales para el estudio de suelos realizado, determinando que el bambú del centro poblado Nuevo Moro- distrito de Moro cumple con los parámetros establecidos de las propiedades físicas, mientras que en las propiedades mecánicas solo la flexión fue relevante según la norma E.100, por otra parte, el desplazamiento relativo de entrepiso no sobrepasó lo indicado en la norma E.030.

Palabras Clave: Bambú, Diseño Estructural, Vivienda

Abstract

The research was conducted in the village center New Moro, district of Moro - Santa - Ancash. The problem of unstable, unsafe and low-quality housing developed, due to the empirical construction of the same and the imminent search for affordable housing due to unemployment caused by the COVID-19 situation. Given this, the question arose: What influence does the structural use of bamboo have in the design of a house according to technical standard E.30, Nuevo Moro town center, Moro-Santa-Ancash district-2021? The research was justified in that the use of bamboo in the structural design of a house developed good earthquake resistant characteristics, providing stability to the bamboo structure. Therefore, the hypothesis was raised that the use of bamboo in the structural design of a house has a positive influence, complying with the criteria of technical standard E.030, Nuevo Moro town center, Moro-Santa-Ancash district. -2021. The general objective was to determine the influence of the use of bamboo in the structural design of a house according to technical standard E.030, Nuevo Moro town center, Moro-Santa-Ancash district-2021. It had a non-experimental, cross-sectional-descriptive research design, because the independent variable was not manipulated, it was only limited to observing the influence that bamboo generated in the structural design. Likewise, a prototype house in the Nuevo Moro populated center was required as a population and sample, using as instruments the tests (trials) specified in the technical standard E.100. Similarly, the criteria of the materials testing manual for the soil study carried out were taken into account, determining that the bamboo from the Nuevo Moro town center-Moro district complies with the established parameters of physical properties, while in the mechanical properties, only bending was relevant according to the E.100 standard, on the other hand, the relative displacement of the floor did not exceed that indicated in the E.030 standard.

Keywords: Bamboo, Structural Design, Housing

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se observa un panorama desolador, esto se debe a que cada país tiene el gran reto de construir viviendas que cumplan los estándares de seguridad, así como los de calidad, este gran reto radica especialmente en los Asentamientos Humanos, ya que las personas de estos lugares son catalogadas como la población de escasos recursos, por si esto fuera poco, la población mundial está ascendiendo a un ritmo acelerado, por lo cual mantener dicho ritmo se convierte en un desafío, necesitando construir un promedio de 95.000 viviendas por día o unas 4.000 viviendas por hora (Witte, 2018, p. 2).

Por otra parte, América Latina destaca del resto de continentes debido a su alta producción de bambú, sin embargo, es la que menos lo aprovecha, según Lira (2014, p. 1) solo Colombia cuenta con compañías exportadoras de producto, mientras que Venezuela y Brasil solo son países considerados con un alto potencial de producción de bambú leñoso, siendo este, el más apto para la construcción, así mismo como información relevante estos países, cuentan con 11 millones de hectáreas cubiertas de bambú, de igual forma Perú y Ecuador, tampoco se quedan atrás, ya que estos cuentan con abundantes bosques naturales, teniendo al bambú leñoso como elemento predominante, lastimosamente el bambú es ignorado, ya que, prefieren talar o cortar otras maderas, tales como, la caoba que tiene un promedio de crecimiento entre 20 y 25 años, así como este tipo de madera otras son taladas indiscriminadamente, por otra parte Mejía (2019 párr. 1) indicó que, el Perú es considerado como uno de los mayores países con déficit habitacional a nivel mundial, debido a que en nuestro país 1 millón 600 mil familias viven en viviendas que no cumplen los estándares establecidos tanto en calidad, como seguridad, por lo cual el estado promoverá la construcción de 212 mil viviendas entre el 2019 y 2021 con el único fin de disminuir dicho déficit habitacional.

Así mismo, según el diario Gestión (2020, párr. 1) expresó que, el Perú se encuentra enfrentando una crisis de sobrepoblación, alcanzando el cuarto puesto a nivel Sudamérica, siendo el país más poblado, llegando alcanzar unos treinta y dos millones seiscientos veintiséis mil habitantes, después de Brasil, Colombia y Argentina, se espera que para el 2021 la población supere los 33 millones de

habitantes. De igual modo la inmigración según Mendoza y Miranda (2019, p. 2) indicaron que, el país alberga aproximadamente a 860 mil habitantes venezolanos y a junio del 2020 a más de 830 mil habitantes venezolanos. Aproximadamente el 86.6% de la población venezolana se concentra en Lima Metropolitana (Gestión, 2019, párr. 1).

Por si esto fuera poco, el desempleo y la incompetente gestión de las autoridades nacionales generó una crisis económica en miles de hogares peruanos, esto fue respaldado por el INEI, reportando unos cuatrocientos veinte mil personas de ambos sexos, sin trabajos en Lima Metropolitana, así mismo en los meses iniciales del año 2020 diecinueve mil ochocientos personas perdieron sus empleos, por lo cual, el 36% de la población esperaba que la economía mejorara, pero este no fue así (Castillo, 2020, párr. 3), adicionalmente el desempleo en el Perú se definió como un 2%, esto fue en consecuencia del covid-19, por lo cual, el estado peruano había emitido un protocolo para mitigar la propagación de la pandemia del Covid-19 en el Perú (Guillen, 2020, párr. 1).

Como información relevante, el precio de una vivienda presentó un levantamiento monetario, siendo este otro factor problemático, según el portal Gestión en la sección economía, redactado por Pérez (2021, párr. 1) indicó que, el valor promedio por m² incrementó en un 7%, teniendo un precio referencial por metro cuadrado en la capital del Perú Lima Metropolitana de s./ 6009.00.

De igual modo, los pobladores de Nuevo Moro no cuentan con los recursos necesarios para realizar viviendas de material noble, ya que escapan de sus posibilidades económicas, además buscar otras alternativas de construcción se vuelve un desafío ya que muchas de ellas no cumplen con las normas de seguridad, poniendo en riesgo a las personas que lo habitan, otro inconveniente es el cambio de temperatura que hay en el distrito, al cual son susceptibles las viviendas de material noble y otras, por ello, surge la necesidad de realizar un trabajo de investigación para determinar la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda en el centro poblado de Nuevo Moro, distrito de Moro, Santa, Ancash-2021.

De lo mencionado en los párrafos anteriores, surge la siguiente interrogante: ¿Qué influencia tiene la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda según la norma técnica E.030, centro poblado Nuevo Moro, distrito de Moro-Santa- Ancash-2021?

Así mismo, la investigación tuvo una justificación social, ya que, la utilización del bambú de la zona, como elemento estructural en una vivienda según la norma técnica E.100 y E.030, les brindo la garantía de una vivienda segura, mitigando el inconveniente de viviendas inestables y de baja calidad, de igual forma, dicha vivienda presentó recepción termina, siendo idóneo para los constantes cambios climáticos, a su vez, tuvo una justificación práctica, ya que, al utilizar el bambú en el diseño estructural de una vivienda se mitigara la deforestación anual que ocurre a nivel mundial, siendo el bambú el más apto para reemplazar a los distintos tipos de maderas, debido a que algunos tienen un periodo de desarrollo alto, de igual forma, presentó una justificación económica, puesto que, el bambú se encontró al alcance de la población, aprovechando los recursos de la zona, mitigando así gastos inconmensurables en viviendas de material noble o de madera.

Para conseguir el propósito detallado en el párrafo anterior, se planteó como objetivo general, determinar la influencia de la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda según la norma técnica E.030, centro poblado Nuevo Moro, distrito de Moro-Santa-Ancash-2021, así mismo, para lograr este objetivo general se formuló los siguientes objetivos específicos, determinar las características físicas y mecánicas del bambú en el Centro Poblado Nuevo Moro, distrito de Moro-Santa-Ancash-2021 según la norma Técnica E.100, determinar y proponer el diseño de una vivienda prototipo teniendo como elemento estructural el bambú en el Centro Poblado Nuevo Moro, distrito de Moro-Santa-Ancash-2021 y demostrar que el bambú es un material sismo resistente según la norma E.030.

Continuamente se dio respuesta a la formulación de la interrogante, planteando la siguiente hipótesis, la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda, influye de manera positiva, cumpliendo con los criterios de la norma técnica E.030, centro poblado Nuevo Moro, distrito de Moro- Santa-Ancash-2021.

II. MARCO TEÓRICO

Debido a los constantes problemas como el déficit de viviendas seguras y la baja calidad de las mismas, además de la constante tala indiscriminada de árboles para fines lucrativos se recurrió a la búsqueda de información que respalde lo indicado por los autores.

Por ello, en el ámbito internacional, Nieto y Trujillo (2019, pp. 20-120) en Colombia-Bogotá, en su investigación “Diseño arquitectónico y estructural de una vivienda de interés social rural en guadua (*ANGUSTIFOLIA KUNTH*)”, definió como objetivo general realizar el diseño arquitectónico y estructural de una vivienda de interés social rural en guadua *Angustifolia Kunth* que cumpla con los requerimientos de sismo resistencia exigidos por la norma colombiana, empleo una metodología experimental, descriptiva, en el cual, tomó como población al diseño arquitectónico y estructural, a su vez se cumplió con la elaboración de los diseños arquitectónicos y estructurales de una vivienda de interés social rural en Guadua *Angustifolia Kunth* siguiendo los reglamentos, requerimientos y normativas de diseño, adicionalmente presentó buenas características físico mecánicas, aliviando las cargas de la construcción, lo cual lo hace óptimo para construcciones livianas, a su vez obtuvo buena tracción y flexibilidad cumpliendo con la normativa colombiana.

Resumiendo lo indicado por los autores el bambú aligera las cargas en la estructura, adicionalmente presento buena flexibilidad y tracción cumpliendo con la norma colombiana.

De igual forma Peñaranda (2015, pp. 20-82) en Colombia-Bogotá, en su investigación “Análisis estructural de una vivienda prototipo prefabricada de guadua *angustifolia kunth*”, planteo como objetivo general analizar el comportamiento estructural de un prototipo de vivienda prefabricada construida en Guadua *Angustifolia Kunth.*, empleo una metodología cuasi experimental, descriptiva, en el cual, tomó como población al prototipo prefabricado de guadua *angustifolia Kunth*, llegando a concluir que la guadua es un material liviano logrando conseguir un peso bajo en la estructura, siendo relevante con respecto a otros materiales de construcción. Se pudo observar que el diseño estructural

de una vivienda en guadua, puede llegar a comprometer de manera significativa el diseño arquitectónico si este no contempla las diagonales necesarias para la rigidizar la estructura, de igual forma la geometría jugo un papel indispensable para la estabilidad de la estructura ya que la guadua ofrece un sistema de construcción por forma y no por peso.

Abreviando lo indicado por los autores el bambú aligera las cargas al ser liviano, por lo cual presenta buena flexibilidad y tracción, así mismo trabaja mejor en un sistema geométrico.

Por otra parte, en el ámbito nacional Ramírez (2020, pp. 42-129) en Perú-Piura, en su investigación “Criterios de Diseño Arquitectónico para el uso del Bambú en la construcción de Vivienda Sostenible en la UPIS Villa Chulucanas en el distrito de Castilla – Piura, 2019”, planteo como objetivo general, determinar los criterios de diseño arquitectónico para el uso del bambú en la construcción de vivienda sostenible en la UPIS Villa Chulucanas en el distrito de Castilla – Piura, 2019., empleo una metodología no experimental, descriptiva, en el cual, tomó como población las viviendas de UPIS Villa Chulucanas, concluyo que los criterios estructurales a tomar en cuenta para la modulación de una vivienda son los detalles constructivos acerca de los cimientos, sobrecimientos, columnas, vigas, muros estructurales, entrepisos, coberturas y escaleras, cada uno con sus respectivas uniones mediante pernos, varillas, tuercas y mortero de cemento; de esta manera se pueda obtener una estructura de bambú capaz de permanecer en pie, de tener una buena resistencia y brindar seguridad a quien la habite. Respecto a las propiedades mecánicas se resaltó la flexibilidad entre todas.

Resumiendo lo indicado por el autor, todo diseño parte de buenos criterios de diseño iniciando en los cimientos hasta llegar a la losa, además presentó un buen coeficiente de flexibilidad.

Asimismo, Juárez (2019, pp. 16-97) en Perú-Lima, en su investigación “Uso y Rentabilidad del bambú como material estructural de Construcción”, indicó como objetivo general indagar los usos del bambú para la elaboración de pórticos y estructuras de viviendas de uno o dos pisos, de igual modo algunas estructuras especiales; y cuáles especies en nuestro país serían las más accesibles y

resistentes para este tipo de construcciones, utilizó un estudio metodológico documental, en el cual, tomó como población a los documentos recopilados como tesis, artículos de investigación, entre otros, concluyeron, que el bambú al ser un material liviano, tendrá menos masa por lo cual se tendría un menor riesgo en caso de derrumbes por movimiento sísmico, de igual modo la estructura al sufrir algún daño podrá ser reemplazada con facilidad, adicionalmente el bambú presentó buena tracción lo cual lo hace óptimo como alternativa económica de construcción.

Resumiendo lo indicado por los autores, el bambú es liviano, fácil de reemplazar si se daña la estructura, además cuenta con buen coeficiente de tracción y accesible.

De igual modo Eusebio y Alvarado (2018, pp.30-31), en Perú-Chimbote, en su tesis investigación, "Diseño estructural de una vivienda ecológica con bambú para el asentamiento humano rural Cascajal Bajo Distrito de Chimbote – 2018", planteó como objetivo general elaborar el diseño estructural de una vivienda ecológica con bambú en el asentamiento humano Rural Cascajal Bajo, Distrito Chimbote – 2018, empleó una metodología no experimental, para lo que se requirió una muestra de 68 bambúes. Estos fueron sometidos a ensayos como compresión, corte o cizallamiento, flexión y tracción, con lo cuales se determinó las propiedades mecánicas del bambú. Por otro lado, para determinar sus propiedades físicas, se realizó los ensayos de contenido de humedad, densidad y contracción. Estos concluyeron en que los bambúes del Asentamiento Humano Rural Cascajal Bajo se ajustan a los criterios establecidos de las propiedades mecánicas y físicas en la norma E.100, así mismo, con los parámetros sísmicos establecidos en la norma E.030. Este diseño fue a base de bambú con un área de 140 m², en donde, a comparación de una vivienda convencional, la construcción es mucho más asequible.

Para resumir lo indicado por los autores, en un área de 140m² se diseñó un prototipo de vivienda con bambú, el cual, cumplió con los parámetros de diseño estipulados en el capítulo E.100 y E.030 del RNE.

En el mismo contexto, Paredes (2017, pp.34-36) en Perú-Lima, en su tesis “Uso del bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto – 2017”, tuvo como objetivo general de su investigación, conocer el uso del bambú como material estructural en la construcción de una vivienda ecológica en Tarapoto – 2017, desarrollando una metodología experimental. Asimismo, consideró como población a diez terrenos ubicados en el sector de estudio. Como resultado, determinó que el sistema estructural que fue utilizado para diseñar la vivienda fue un sistema aporticada, lo que influyó de manera óptima frente a los eventos sísmicos. De igual modo, al ser modelado en el programa, obtuvo un análisis estático y dinámico que cumplió con los requisitos de seguridad estructural de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma sismo resistente E.30. Asimismo, resaltó como característica mecánica la elasticidad de los tallos de bambú.

En otras palabras, el autor indicó que el bambú cumple con los parámetros de sismo resistencia E.30, pasando por una modelación estática y dinámica favorable.

Ahora es necesario contemplar ciertos conocimientos teóricos para poder desarrollar los objetivos planteados.

Por ello, se partió de la definición del Bambú, para Contreras y Vaglianti (2018, p. 32) también es conocido como Guadua, no es específicamente un árbol, sino una planta de coloración verde, conformado por fibras que suelen alcanzar una altura de 20 a 25 metros, de ahí parte su esbeltez, esto le concede la capacidad de flexibilidad, así mismo cuenta con características físico-mecánicas, siendo liviano debido a su forma cilíndrica hueca, lo cual lo hace idóneo para reducir las cargas.

De igual modo, Community Network (2015, p.8) resaltó que, el bambú leñoso tiene un crecimiento acelerado y está disperso por el mundo, contando con aproximadamente 1200 especies de bambú, distribuidos en 110 géneros. Respaldo esto, Takahashi (2016, p. 2) indicó que existen más de 1250 especies, siendo el 50% nativas de América. Por su parte, Barnet y Jabrane (2017, p. 2) fueron más precisos, pues afirmaron que, hasta la fecha, en el

mundo se encuentran más de 1400 especies y 100 de estas están ubicadas en territorio peruano, por lo que Perú es considerado como uno de los países con mayor diversidad. Como información relevante, Rodríguez, Quispe y Móstiga (2019, p. 1) resaltaron que, los periodos vegetativos son largos, pero tienen una etapa reproductiva corta, por ello, existe variedad y cantidad de bambuzoides.

Teniendo claro la definición, se detalló la composición morfológica del bambú, en el cual, Clark, Ruiz y Londoño (2015, p. 3) indicaron que, toda planta parte por las raíces, esta, se encarga de estabilizar el vegetal, así como evitar erosiones, de igual forma, Linares (2019, p. 31) indicó que la planta inicia en las raíces, para luego subir por el tallo, siguiendo el recorrido hasta las hojas y las flores hasta terminar en los frutos. En continuación a la morfología Sánchez, Espuna y Roux (2016, p. 16) expresaron que, el tallo es esbelto con una longitud de hasta 30 metros, esta característica le brinda la capacidad de flexibilidad, así mismo presenta nudos, lo cual le otorga la capacidad de rigidez, siendo de forma cilíndrica con vacíos en el interior lo cual lo hace liviano y excelente para disminuir cargas en una vivienda, también cuenta con recepción térmica y es lisa dando una buena presentación estética. A su vez, las hojas según Soler (2017, p. 16) son variadas ya que estas pueden ser lisas o parcialmente lisas, lanceoladas u ovaladas, por ello presentan diversidad de formas. Subiendo por las ramas se encuentra la flor, según Días y Muñoz (2014, p. 36) son pequeñas de color rosáceo, suelen darse en fases esporádicas y en fases gregarias, es decir cuando florece junto a un grupo de plantas en un solo tiempo, por último, en la cumbre de la planta se encuentra el fruto o las semillas, los cuales toman la apariencia similar a la de un grano de arroz con un tamaño de 5 a 10 mm.

Adicionalmente el bambú o guadua protagonizó un rol relevante en la construcción, por ello, Villada (2015, p. 37) indicó que, el bambú tiene un gran papel en la construcción, siendo de suma importancia y trascendental, debido a que es un material con diversidad de aplicaciones, a su vez, Yu (2017, p. 2) expresó que, el bambú leñoso es muy requerido como material de construcción en Asia, América del Sur y África, esto se debe a las diversas especies de bambú que ahí radican lo cual implica un costo cómodo y variedad de calidades.

Por otra parte, según Barnet y Jabrane (2017, p. 3) indicaron que, la ausencia de personal calificado, así como, un material de baja calidad trae consigo viviendas deficientes de bambú descendiendo su aplicación para viviendas de escasos recursos.

En el mismo contexto y contradiciendo a los autores, Linares y Ortiz (2019, p. 28) expresaron que el bambú cuenta con las condiciones y especificaciones óptimas de peso y resistencia debido a la esbeltez de sus tallos. De igual modo, tiene nudos en toda la longitud del mismo, lo cual lo clasifica como un elemento prometedor para el sector construcción. Asimismo, cuenta con variedad de dimensiones originado como consecuencia de su expansión térmica. Por ello, los segmentos longitudinales varían, de manera que se presentan entrenudos de 10 a 15 cm de altura. Así también, el diámetro base y la longitud de la planta se incrementan a través del tiempo, por lo que se podría predecir que la longitud del diámetro puede depender del periodo de plantación (Shah, Sharma y Ramage, 2018, p. 29).

De igual forma, Lorenzo y Godina (2020, p. 2) expresaron que, durante décadas el bambú ha sido definido como uno de los mejores materiales de construcción no convencionales a lo largo de la historia, siendo este, el más prometedor en la mayoría de los países tercer mundistas, donde el bambú abunda.

Teniendo claro las definiciones planteadas, se procedió a resaltar los requisitos según la norma técnica E.100 (2021, p.5), estos garantizaron la seguridad del diseño, se resaltó que el bambú debe ser extraído a una edad de 4 a 6 años, así mismo se debe aplicar una capa protectora, esto con el fin de evitar factores externos que puedan perjudicar el bambú (hongos, humos, humedad), la deformación del tallo no debe sobrepasar su eje longitudinal en 33%, no debe presentar fisuras o rajaduras longitudinales que excedan el 20%, por último no debe presentar signos de putrefacción

Por otra parte, Franqui Hogar (2019, párr.2) indicó que, el bambú desarrolló ventajas como alta rigidez y buena elasticidad, siendo un material idóneo para la construcción, de igual forma Takeuchi, Estrada y Linero (2018, p .4) respaldaron lo indicado anteriormente, expresando que es recomendable como refuerzo en

una edificación de albañilería. Opuestamente también presentó desventajas, siendo la más relevante, la susceptibilidad a la humedad, ya que puede pudrirse por acción permanente de humedad, para evitar esto, se somete al bambú a diversos procesos de curado y secado, con el único fin de evitar ser infectado por los insectos. (Eusebio y Alvarado, 2017, p. 20)

Cuando el bambú empieza a envejecer, es más propenso a ser atacado por el *Dinoderus minutus*, considerado como la plaga más mortífera para este bambuzoide, de igual modo, durante las distintas etapas de su desarrollo son atacadas por insectos ya sean ternitas, saltamontes, u otros, por si esto fuera poco también se sabe que los roedores y cabras se alimentan de las raíces de los ejemplares más jóvenes, destruyéndolos.

Por ello, para evitar llegar a ese punto, se procedió a detallar los tipos de curados, tales como, curado al Calor, este consistió en colocar de forma horizontal el bambú o guadua a una distancia no muy cercana al fuego para evitar que se quemara e ir rotándola de manera continua, otro es el Curado por inmersión, este método consistió en introducir los culmos o tallos en agua por un tiempo de 1 mes, con el fin de acabar con el problema de los insectos, otro es el Curado en Mata, este método radicó en dejar reposar al bambú lo más vertical posible aislándolo del suelo sobre una piedra por un tiempo no menor a 1 mes, otro es el Curado al Humo, este método radicó en colocar sobre la hoguera de manera horizontal hasta que pueda quedar totalmente cubierto. (Gómez y Acha, 2014, pp. 43-44)

Ahora entrando un poco a las propiedades mecánicas del bambú, se resaltó la resistencia a la Compresión, según Martínez (2015, p. 12) tomó como ejemplo a las columnas, vigas, montantes y otros, ya que estos se encontraron sometidos a compresión y fueron acortados longitudinalmente, de igual modo, para Escalona, Hernández y Requena (2017, p. 26) se debió considerar la relación longitud y diámetro del mismo, este es crucial, ya que, con la longitud se determina el pandeo, también se debe especificar el curado que se aplicó. De la misma forma, Montoya (2015, p. 1) indicó que, la resistencia a la tracción depende del punto que se le analice (base, centro o punta), adicionalmente requiere del porcentaje de humedad, así como de los nudos, este último

determinó la dilatación de la rotura al someterse a fuerzas externas (Luna, Lozano, Takeuchi, 2014, p. 3).

Continuando con las propiedades mecánicas, la resistencia a la Flexión para Sánchez, Espuna y Gutiérrez, (2016 p. 15) se resume en la relación entre la carga y la deformación, ya que, al ser sometido por una carga se deformará. Asimismo, la Resistencia al Corte, para Quinto (2014, p. 40) radicó en someter a un elemento al corte, rotura o cizallamiento aplicando tensiones externas con el fin de probar su oposición a las fuerzas. De igual forma, Duarte (2016, p. 50) indicó que los esfuerzos máximos de corte solo podrán ser calculados a cierta distancia del apoyo, el cual debe igual a la altura (h) del elemento.

Por otra parte, también conto con propiedades físicas, estas fueron comprendidas por el contenido de humedad, según Moreno y Cendales (2018, p. 28) indicaron que, la humedad es variable, dependiendo de la edad y la altura del bambú, con lo cual, se determinará la contracción del mismo, ya que mientras más verde este la contracción será mayor, opuestamente cuando este maduro la contracción será menor, esta oscila entre 5 a 15%.

El contenido de humedad se calcula con la siguiente ecuación:

$$C.H = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100\%$$

Dónde:

m = Masa de la probeta antes del secado.

m_0 = Masa de la probeta después del secado.

Otra de sus características físicas es la Densidad para Moreno y Cendales (2018, p.28) se resumen como la masa de una unidad de volumen,

La densidad se calcula de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dónde:

m = Masa.

v = Volumen.

En el mismo contexto, Gutiérrez y Takeuchi (2014, p. 2) resaltaron que para la contracción se requiere tomar el diámetro, espesor y altura de las probetas para utilizar en el ensayo antes y después del secado respectivo.

Por otra parte, para la segunda variable, diseño estructural, Velastegui y Cáceres (2018, p. 3) lo definieron como el equilibrio de las propiedades físicas, así como las propiedades mecánicas y costos bajos, teniendo como resultado la entrega de una estructura firme y económica la cual satisfaga una necesidad específica. Por ende, esta brindara seguridad teniendo la capacidad de ejercer sin fallas durante su tiempo de vida útil.

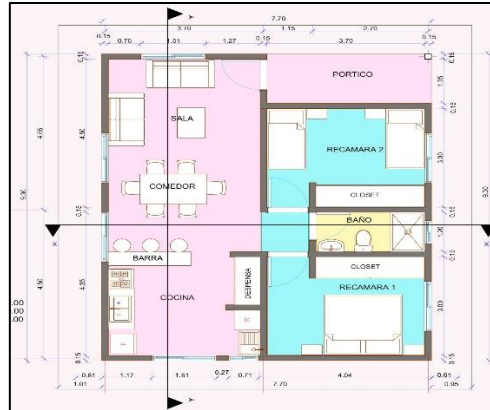
Por ello, para conseguir un buen diseño estructural, se partió desde el estudio de mecánicas de suelos según la Norma técnica E.050 suelos y cimentaciones (2018, p. 3) la cual indica que está compuesto de investigaciones aplicadas a campo, es decir, son ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que determinan el comportamiento de los suelos, iniciando por las calicatas, estos también son conocidos como pozos, básicamente son excavaciones, la cuales ayudan a observar el terreno, así como la toma de muestras en el lugar de investigación, se debe considerar la NTP 339.162.

Otra de ellas es el ensayo de auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica o más conocido como DPL, este ensayo requiere de información más amplia ya que trabaja a la par con el ensayo de penetración estándar (SPT), consiste en determinar la capacidad portante del suelo, de igual forma se debe tomar en cuenta los criterios de la NTP 339.159. (Norma técnica E.050 suelos y cimentaciones, 2018, p.8)

Otro de los criterios a considerar para un buen diseño son los planos, estos están definidos como la representación gráfica de un proyecto, en la cual se emplearon dibujos, esquemas, con el único fin de representar un proyecto en 2D, a su vez este consta de tipos de planos, iniciando por el plano arquitectónico, considerado como el plano madre, este se encarga de la distribución de los ambientes,

presentando los detalles de cada ambiente, así mismo cuenta con planos de corte de secciones, estas constan de secciones transversales y longitudinales.

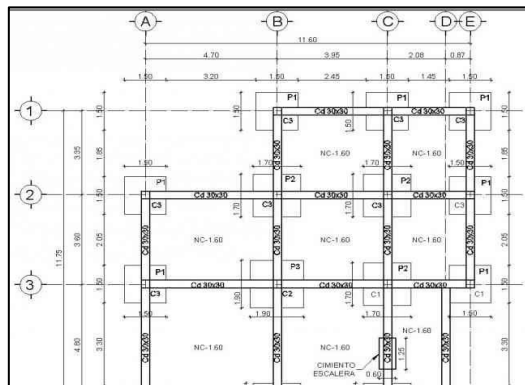
Figura N°1: Plano Arquitectónico



Fuente: Elaboración propia

Otro de ellos es el plano estructural, este se encarga de describir la estructura de un proyecto, dividiéndose en planos de cimentaciones, losas, columnas y detalles estructurales.

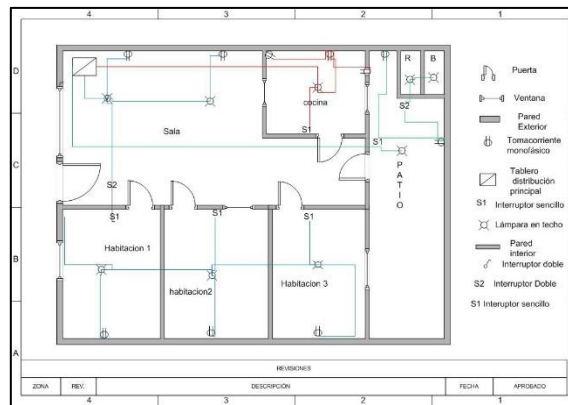
Figura N°2: Plano de Estructuras



Fuente: Elaboración propia

De igual forma, cuenta con un plano de instalaciones eléctricas, en el cual se indicó la instalación eléctrica en su totalidad, desde que la energía entra a la edificación hasta su distribución dentro de ella: detalla, acometidas, transformadores, circuitos, cajas eléctricas, puntos de luz, enchufes, etc.

Figura N° 3: Plano de Instalaciones Eléctricas



Fuente: Elaboración propia

Así también, cuenta con un plano de instalaciones sanitarias, en el cual se describe desde la caja de registro hasta su distribución de tuberías internas de la edificación. Este comprende el suministro y distribución de agua (tanto fría como caliente), instalaciones interiores de aguas negras, instalaciones exteriores para aguas de lluvia y residuales, así como la distribución y ubicación para aparatos sanitarios y de cocina.

Figura N°4: Plano de Instalaciones Sanitarias



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, para determinar la estabilidad de una vivienda, se requiere de un análisis sísmico adicional. Para Canchaya y Vargas (2017, p. 44), esto está definido por la determinación de los movimientos que suele generar un sismo,

los cuales son evaluados en dos direcciones. En el caso de estructuras irregulares, se requiere evaluar las secciones más desfavorables. Para determinar estos desplazamientos existen dos formas: el primero, Análisis Estático o de fuerzas estáticas equivalentes, el cual representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales, de manera que actúa en cada uno de los niveles de la edificación. Generalmente, este método se aplica a estructuras de configuraciones regulares, los cuales cuentan con la distribución de rigideces y masas en elevación y planta. Este tipo de análisis está caracterizado por el hecho de que las cargas actuantes sobre la estructura no son cambiantes por el tiempo; mientras que el Análisis dinámico, tiene la característica de que las cargas actuantes son variables con el tiempo debiendo requerirse la participación de las fuerzas de inercia en la estación de la respuesta de la estructura.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación fue aplicada debido a que se relacionó el conocimiento adquirido con el fin de brindar una solución a problemas cotidianos. Según Sampieri (2014, p. 37), la investigación aplicada busca utilizar los conocimientos obtenidos recientemente con el objetivo de solucionar problemas actuales del entorno.

El diseño de investigación fue no experimental-transversal, ya que no se manipuló ni alteró la variable independiente. Así también, se recopiló información únicamente en un punto en el tiempo. Asimismo, presentó un enfoque cuantitativo. Baena (2017, p. 49) indicó que es la respuesta a la hipótesis en base a datos números y análisis estadísticos. Se optó por un nivel de investigación descriptivo, debido a que se restringió a observar y describir lo que se percibió al utilizar el bambú en el diseño estructural de una vivienda, de igual modo (Muñoz 2015, p. 85) indicó que la investigación descriptiva detalla acontecimientos, fenómenos, entre otros, describiendo tal cual los observo.

Esquema de investigación



Dónde:

M: Muestra (vivienda prototipo)

U: Utilización del bambú

D: Diseño estructural

3.2. Variables y operacionalización

❖ **Variable independiente:** Utilización del Bambú

Para Contreras y Vaglianti (2018, p. 32), también es conocido como guadua, es una planta de origen tropical, presenta características como la esbeltez, es muy alto y resistente, tiene hojas alargadas y es de color verde, logrando alcanzar hasta 20 metros de altura. Este concepto se resumió en la definición operacional, resaltando las propiedades físicas y mecánicas del bambú, se dimensiono bajo el mismo criterio de definición operacional, en el cual presento indicadores tales como, contenido de humedad, densidad, contracción, resistencia a la compresión paralela a la fibra, resistencia a la compresión perpendicular a la fibra, corte o cizallamiento, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción paralela a la fibra, estos a su vez estuvieron indicador en una escala tipo razón.

❖ **Variable dependiente:** Diseño estructural

Para Barnet y Jabrane (2017, p. 9) es el proceso que brinda equilibrio entre las propiedades físicas, mecánicas y en la economía, se basa en brindar estabilidad, resistencia, rigidez y seguridad. Así mismo la definición operacional se rige en realizar el modelamiento de una vivienda prototipo de acuerdo a la norma técnica E- 100 y E-30, se utilizó el software Robot Structural 2018. Continuamente se dimensiono en propiedades mecánicas, diseño de planos y análisis sísmico, este a su vez tuvo como indicadores, estudio de mecánica de suelos, plano arquitectónico, plano estructural, plano de instalación eléctrica, plano de instalaciones sanitarias, desplazamiento de los ejes y capacidad sísmica, los criterios mencionados se encontraron en una razón a excepción de los planos, estos se encontraron ubicados en una escala Nominal.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La población fue determinada por una vivienda prototipo en centro poblado Nuevo Moro-Santa-Ancash-2021. En el mismo contexto, para Espinoza (2016,

p. 2) la población es la unidad conformada por todos los elementos de estudio, es decir, es el conjunto que engloba los elementos a evaluar.

Muestra:

Dado que la población y la muestra están constantemente relacionadas, se definió como muestra lo mismo que en la población, es decir, la muestra fue una vivienda prototipo en el centro poblado Nuevo Moro-Santa-Ancash-2021, por otra parte, para Otzen y Manterola (2017, p. 1) la muestra es una parte de un todo, es decir es un elemento representativo de la población.

Unidad de análisis

Fue la selección de las características que se usaron para determinar la población, tales como diseño de planos, análisis sísmico, propiedades mecánicas de diseño, propiedades físicas y mecánicas del bambú, se dividió en dos criterios de análisis:

Criterio de inclusión: Aplicar los criterios indicados en la unidad de análisis en concordancia con el reglamento nacional de edificaciones.

Criterio de exclusión: No aplicar los criterios indicados en la unidad de análisis según el reglamento nacional de edificaciones.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La observación fue la técnica empleada en la investigación. Esta es definida por Gil (2016, p. 9) como la descripción de hechos sin alteración alguna, limitada a detallar lo que se logre visualizar.

Los instrumentos usados fueron representados como protocolos, estos fueron tomados de la Norma Técnica Peruana E-100

Protocolos:

- ✓ Ensayo a la Resistencia a la Compresión Paralela a la Fibra
- ✓ Ensayo a la Resistencia a la Compresión Perpendicular a la Fibra
- ✓ Ensayo a la Resistencia a la Tracción Paralela a la Fibra

- ✓ Ensayo a la Resistencia al Corte o Cizallamiento
- ✓ Ensayo a la Flexión
- ✓ Determinación del Contenido de Humedad
- ✓ Determinación de la Contracción
- ✓ Determinación de la Densidad

Validez y confiabilidad

Estos protocolos no necesitaron ser validados y presentaron un nivel de confiabilidad alto, esto, debido a que son formatos estandarizados según la Norma Técnica E-100.

3.5. Procedimiento

Se realizó una visita técnica al Centro Poblado de Moro, para ver los bambúes de la zona, se cortó 2 ejemplares y se realizó el secado en mata que consiste en dejar en sentido vertical apoyado sobre una piedra para aislarlo de la humedad del suelo durante un periodo de 30 días calendario. Una vez completado el procedimiento de secado en mata se procedió a trasladarlo a un taller para poder cortar los bambúes en pequeñas muestras, posteriormente estos fueron ensayados en un laboratorio. Luego, se procedió a realizar los ensayos de las propiedades mecánicas, tales como la Resistencia a la compresión paralela a la fibra. Este ensayo fue realizado con una probeta predeterminada. Como resultado de este, se presentó un estado de tensión axial originado mediante una carga longitudinal externa a través de la fuerza de compresión, luego la resistencia a la compresión perpendicular a la fibra. Este ensayo es similar al anterior, solo se modificó la posición de la fibra. Asimismo, se continuó con la resistencia a la tracción paralela a la fibra, de manera que se determinó la dilatación de rotura que se requiere al medir la tenacidad del elemento.

Se continuó con la resistencia al corte o cizallamiento. Así también, se pudo determinar la resistencia de un material ante el esfuerzo de cizallamiento (corte) Sucesivamente, se aplicó el ensayo a la Flexión, así como la

determinación del contenido de humedad, de la contracción y de la densidad. Paralelamente a esto, se realizaron los ensayos de estudio de mecánica de suelos, con el fin de determinar las características y condiciones geológicas y geotécnicas del suelo de fundación, para las estructuras que se proyectarán, por ello, se efectuó trabajos de exploración de campo por medio de calicatas y sondajes en donde se realizó excavaciones para su muestra, de igual manera fueron llevadas al laboratorio de mecánica de suelos, en el cual se recolecto los datos de los ensayos.

Una vez obtenido los resultados de los ensayos realizados, se realizó el diseño de un modelo de vivienda con bambú en concordancia con los criterios que estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones con el objetivo de brindar un diseño arquitectónico que sea digno de elogios, seguro y de calidad.

Posteriormente se realizó el modelamiento estructural con la ayuda del software Robot Structural versión 2018 para determinar los desplazamientos en los distintos ejes con el fin que cumplan con la norma E.030.

El procedimiento para los datos que se colocaran en el programa Robot structural analysis fueron los siguientes:

1. Se empezó modelando la estructural, la cual constó de 2 niveles.
2. Se procedió a definir los materiales, en este caso fue de bambú.
3. Se determinó las secciones vigas y columnas (Define – Framesections)
4. Se definió la losa (Define – Wall)
5. Se dibujó y asigno los muros (Elementos de superficie)
6. Se dibujó y asigno las vigas y columnas (Elementos de línea)
7. Se dibujó y asigno las losas (Elementos de superficie)
8. Se asignaron apoyos en las bases.
9. Se definieron los tipos de cargas (Viva, muerta, servicio y sísmica)

10. Se definió las masas a tomar en cuenta en el análisis sísmico.

11. Se procedió a ejecutar el análisis.

Luego se procedió observar la modelación del prototipo de vivienda con bambú.

3.6. Método de análisis de datos

La estadística descriptiva fue el método debido a que intervienen cuadros y gráficos de las características principales de la investigación, se describió el comportamiento de la variable independiente (utilización del bambú) sobre la variable dependiente (diseño estructural), tomando en cuenta los criterios establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Adicionalmente, se complementó la investigación con los datos recolectados en el software Robot Structural versión 2018 para conseguir los objetivos planteados.

3.7. Aspectos Éticos

La investigación se entregó de acuerdo a los lineamientos establecidos en el código de ética de la Universidad César Vallejo, esto fue, según la Resolución de Consejo Universitario N° 016-2017/UCV, de fecha 23 de mayo del 2017. En el cual, se resaltó el principio de beneficencia, ya que, la investigación quedó como guía para los alumnos de pregrado de ingeniería civil o autores interesados en el tema. También se respetó el principio de la no maleficencia, debido a que, no se manipuló, ni se dio un mal uso a las investigaciones recopiladas. Adicionalmente, se indicó el principio de autonomía, puesto que, se respetó los derechos de los autores intelectuales de las investigaciones previas. Por último, se aplicó el principio de justicia, dado que no se alteró ni se manipulo los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos.

IV. RESULTADOS

Tabla N°1: Características físicas y mecánicas del bambú en el Centro Poblado Nuevo Moro, distrito de Moro-Santa-Ancash-2021, según la norma Técnica E.100.

N° DE MUESTRA	PROPIEDADES FÍSICAS					PROPIEDADES MECÁNICAS				
	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	CONTRACCIÓN		DENSIDAD		COMPRESIÓN PARALELA A LA FIBRA (Mpa)	COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA(Mpa)	CORTE (Mpa)	FLEXIÓN (Mpa)	TRACCIÓN (Mpa)
		Diámetro (%)	Longitud (%)	Densidad natural (kg/m3)	Densidad seca (kg/m3)					
M-1	12.97	1.72	0.65	476.74	429.82	21.96	3.45	11.60	4.44	21.48
M-2	11.67	2.63	1.00	533.27	543.10	20.22	3.63	12.75	4.51	10.74
M-3	10.38	2.59	1.00	477.10	448.86	22.14	3.29	19.10	4.22	15.32
M-4	13.76	1.71	2.00	442.29	404.02	20.93	3.72	17.65	4.01	40.58
M-5	10.72	2.61	1.00	448.75	453.98	27.03	3.07	14.05	4.08	37.00
M-6	11.51	2.59	2.00	438.61	412.66	25.12	3.09	17.75	4.46	46.15
M-7	-	-	-	-	-	27.27	3.13	14.45	5.26	33.02
M-8	-	-	-	-	-	21.92	3.01	19.55	5.58	24.47
M-9	-	-	-	-	-	23.64	2.34	12.55	3.80	30.04
M-10	-	-	-	-	-	25.65	3.60	17.10	4.20	23.87
Promedio	11.84	2.31	1.28	Máx.533.27 Mín. 438.61	Máx. 543.10 Mín. 404.02	23.59	3.23	15.66	4.46	28.27

Fuente: Informe de laboratorio

Elaboración: Autores

Interpretación: En la tabla N°1, se observa las características físicas y mecánicas del bambú, respecto al diámetro promedio de 2.31% se obtuvo una longitud de contracción de 1.28%, a su vez un contenido de humedad promedio de 11.84%, de igual modo una densidad natural máxima de 533.27(kg/m³), así como una mínima de 438.61(kg/m³), por último, una densidad seca máxima de 543.10(kg/m³) y una mínima de 404.02(kg/m³). Es preciso comentar que en las características mecánicas la flexión está por debajo de los límites de la norma E.100 con 4.46 Mpa., ante los 5Mpa. que indica.

Tabla N°2: Propuesta de diseño de una vivienda prototipo teniendo como elemento estructural el bambú en el Centro Poblado Nuevo Moro, distrito de Moro-Santa-Ancash-2021

ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS		ENSAYO DPL		DISEÑO ARQUITECTÓNICO					DISEÑO DE CIMIENTOS			DISEÑO DE VIGAS			DISEÑO DE LOZA		DISEÑO DE COLUMNAS			ANÁLISIS SISMICO			
Grava (%)	0.00	qu (Kg/cm2)	1.23	Área	97.00 m2					Sobrecimiento	Ancho	Alto	Vigas P.	Alto	Ancho	T-Edific.	Alto	0.25m	Dimensión	0.25m	0.25m	Z	0.35
Arena (%)	85.04	-	-	Niveles	2						0.25m	0.3m		0.25m	0.25m	C	-	-			U	1.00	
Finos (%)	14.96	-	-	Distribución 1	1 sala					Cimiento	Ancho	Alto	Vigas S.	Alto	Ancho	T-Edific.	-	-			S	1.20	
Límite L.	NP	-	-		1 comedor						0.6m	0.6m		0.25m	0.25m	C	-	-			TP	1.00	
Límite P.	NP	-	-		1 cocina					-			-			-	-			TL	1.60		
Índice de P.	NP	-	-		1 baño					-			-			-	-			Ro	7.00		
Clasif. SUCS	SP	-	-	Distribución 2	3 dormitorios					-			-			-	-			IA	1.00		
Clasif. AASHTO	A3	-	-		1 sala					-			-			-	-			IP	1.00		
Contenido H.	0.85	-	-		1 oficina					-			-			-	-			R	7.00		
-	-	-	-		1 baño					-			-			-	-			CT	35.00		
-	-	-	-	Ventanas	Tipo	Ancho	Alto	Alfeiz.	Cantid.	-			-			-	-			Hn	5.40		
-	-	-	-		V1	2.350	1.325	1.000	4.00	-			-			-	-			T	0.15		
-	-	-	-		V2	2.700	1.325	1.000	6.00	-			-			-	-			C	2.50		
-	-	-	-		V3	2.700	0.300	2.025	2.00	-			-			-	-			Vx	0.15		
-	-	-	-	Puertas	Tipo	Ancho	Alto	-	Cantid.	-			-			-	-			Vy	0.15		
-	-	-	-		P1	1.000	2.325	-	1.00	-			-			-	-			-	-		
-	-	-	-		P2	0.700	2.325	-	2.00	-			-			-	-			-	-		
-	-	-	-		P3	0.800	2.325	-	3.00	-			-			-	-			-	-		

Fuente: Informe de laboratorio

Elaboración: Autores

Interpretación: En la tabla N°2, se expresa la propuesta de un diseño prototipo con bambú como elemento estructural, se desarrolló el análisis granulométrico para determinar los datos de la primera columna, luego de desarrollo el ensayo DPL indicando 1.23 Kg/cm² de capacidad portante, posteriormente se desarrolló el diseño arquitectónico, indicando la distribución de los ambientes, así como los detalles de las puertas y ventanas, se definió la dimensión del cimiento y sobrecimiento, así como de las vigas, de la loza y las columnas, por último se realizó el análisis sísmico.

Tabla N°3: Demostración de que el bambú es un material sismo resistente según la norma técnica E.030.

NIVELES	DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO		DESPLAZAMIENTO DINÁMICO	
	X	Y	X	Y
1 nivel	0.00384	0.00388	0.000366	0.000369
2 nivel	0.00288	0.00293	0.000268	0.000273

Fuente: Software Robot Structural

Elaboración: Autores

Interpretación: En la tabla N°3, se observa los desplazamientos estáticos y dinámicos obtenidos del Robot Structural, se tomaron los datos de ambos niveles con sus dos direcciones, luego se comparó con el reglamento E.030 resaltando que el límite de desplazamiento permisible es 0.01 y por lo tanto cumple con la norma E.030.

Tabla N°4: La utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda, influye de manera positiva, cumpliendo con los criterios de la norma técnica E.030, centro poblado Nuevo Moro, distrito de Moro- Santa-Ancash-2021.

NIVELES	DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO						DESPLAZAMIENTO DINÁMICO					
	X			Y			X			Y		
1 nivel	0.00384	0.01	Ok	0.00388	0.01	Ok	0.000366	0.01	Ok	0.000369	0.01	Ok
2 nivel	0.00288	0.01	Ok	0.00293	0.01	Ok	0.000268	0.01	Ok	0.000273	0.01	Ok

Fuente: Software Robot Structural

Elaboración: Autores

Interpretación: En la tabla N°4, se observa la verificación de la hipótesis, este se comparó con la norma E.030 Diseño sismorresistente, el cual indica un límite de desplazamiento permisible de 0.01. Se comprobó que el desplazamiento estático y dinámico cumple con los parámetros permisibles de desplazamiento.

Tabla N°5: Influencia de la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda según la norma técnica E.030, centro poblado Nuevo Moro, distrito de Moro-Santa-Ancash-2021.

NIVELES	NORMA TÉCNICA E.030	RESULTADOS		NORMA TÉCNICA E.100	ESFUERZOS ADMISIBLES (resultados)	ESFUERZOS ADMISIBLES (norma)
	Desplazamiento permisible	Estática	Dinámica			
1° NIVEL	0.01	0.00384	0.000366	Compresión perpendicular	3.23 Mpa	1.3 Mpa
	0.01	0.00388	0.000369	Flexión	4.46 Mpa	5.0 Mpa
2° NIVEL	0.01	0.00288	0.000268	-	-	-
	0.01	0.00293	0.000273	-	-	-

Fuente: Informe de laboratorio y software Robot Structural

Elaboración: Autores

Interpretación: En la tabla N°4, se observa que el bambú cumplió con los desplazamientos permitidos por la norma técnica E.030, de igual modo, presentó un buen coeficiente de flexión con 4.46 Mpa ante 5.00 Mpa como indica la norma, pero en el ensayo de compresión perpendicular a la fibra sobrepasó los esfuerzos admisibles de 1.3 Mpa. con un coeficiente 3.23 Mpa.

V. DISCUSIÓN

Respecto a la investigación, se inició con las propiedades mecánicas como el contenido de humedad con 11.84%, una densidad natural máxima de 533.27(kg/m³), así como una mínima de 438.61(kg/m³), de igual modo, una densidad seca máxima de 543.10(kg/m³) y una mínima de 404.02(kg/m³), también una contracción con \emptyset 2.31 y una longitud de 1.28 (kg/m³), por otra parte, para las propiedades mecánicas se observó que solo la flexión no supero los límites permisibles de la norma E.100, tuvo un 4.46 Mpa., ante los 5Mpa. que indica la norma E.100 , estos resultados coincidieron en su mayoría con Eusebio y Alvarado (2018, pp.30-31), quienes resaltaron como propiedades mecánicas, la Compresión Paralela a la Fibra, Compresión Perpendicular a la Fibra, Corte o Cizallamiento, Flexión y Tracción Paralela a la Fibra, estas propiedades superaron los límites permisibles de la norma E.100., mientras que para sus propiedades físicas fueron: el contenido de humedad con 12.71%, densidad natural máxima de 339.53 (kg/m³), así como una mínima de 264.20 (kg/m³), de igual modo, una densidad seca máxima de 349.21 (kg/m³) y una mínima de 300.75 (kg/m³ y contracción con un \emptyset de 9.83 mm. y una longitud de 10 mm, estos ensayos cumplieron conforme a lo establecido en los criterios de la norma E.100, Cap. 8, Art. 8.4, Tabla 8.4.1. Respecto a la flexión se halló disconformidad ya que solo el ensayo de flexión estuvo por debajo de los esfuerzos admisibles de la norma, mientras que el resto de los ensayos estuvo por sobre el límite, queda evidenciado que el autor del párrafo anterior no interpreto adecuadamente la norma E.100, en su cap. 8, ya que en su art. 8.4.2 especifica que no se debe sobrepasar los esfuerzos admisibles de las propiedades mecánicas. Por ende, el bambú se comporta de manera idónea para las vigas ya que estas en su mayoría trabajan a flexión, mientras que para columnas al sobrepasar los límites no tendrá un buen comportamiento.

De acuerdo a la propuesta de un diseño de una vivienda prototipo teniendo como elemento estructural el bambú, se determinaron las propiedades mecánicas y físicas, estas propiedades estuvieron bajo criterios de la norma técnica E.100, del cual, se tomaron los esfuerzos admisibles, adicionalmente se realizó los estudios de suelos pertinentes para conocer la capacidad portante, su

granulometría, su índice de plasticidad y sus estratos del suelo de estudio, estos siguieron los criterios del manual de ensayo de materiales, después se desarrolló el predimensionamiento de las columnas, vigas, lozas y cimientos, posteriormente se realizaron los planos de arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas y sanitarias, estos resultados coincidieron con Eusebio y Alvarado (2018, pp.30-31), los autores definieron las propiedades mecánicas del bambú, tales como el por otra parte, para sus propiedades físicas se realizó los ensayos de contenido de humedad, densidad y contracción, concluyeron que los bambúes del Asentamiento Humano Rural Cascajal Bajo cumplen con los parámetros descritos en las propiedades mecánicas y físicas en la norma E.100, así como con los parámetros sísmicos establecidos en la norma E.030, este diseño fue a base de bambú con un área de 140 m², de estructura portante, con el sistema constructivo de “bahareque”, el cual se constituye por muros revestidos interior y exteriormente con bambú chancado, malla de alambre galvanizado de tipo gallinero y una capa de mortero de cemento-arena tarrajado y frotachado. Las zapatas y losa de concreto son utilizadas como descanso de la estructura de la vivienda, las cuales fueron diseñadas conforme a lo descrito en los criterios establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones teniendo en consideración las normas A.010 (Condiciones Generales de Diseño) y A.020 (Vivienda) que permiten el desarrollo de las actividades humanas en condiciones de higiene, salud y seguridad en sus ocupantes, de manera que se crean espacios seguros para la familia que la habita y proponiendo una solución acorde con el medio ambiente. De igual forma Peñaranda (2015, pp. 20-82) llegó a concluir que la guadua es un material liviano logrando reducir el peso de la estructura, este es relevante con respecto a otros materiales de construcción. Así mismo, se pudo observar que el diseño estructural de una vivienda en guadua, puede llegar a comprometer de manera significativa el diseño arquitectónico si este no contempla las diagonales necesarias para la rigidizar de la estructura, de igual forma la geometría jugó un papel indispensable para la estabilidad de la vivienda ya que la guadua ofrece un sistema de construcción por forma y no por peso.

Se demostró de que el bambú es un material sismo resistente, así mismo se determinó que el desplazamiento relativo de entrepiso en dirección x-x para el primer piso fue de 0.000366 y en el segundo piso fue de 0.000268, mientras que en la dirección y-y en el primer piso fue de 0.000369 y en el segundo piso fue de 0.000273, por lo cual cumple con la norma E.030, art. 32, tabla N°: 11 (límites para la distorsión de entrepiso), estos resultados coincidieron con Paredes (2017, pp.34-36), quien afirmó que el bambú influye de manera positiva ante los eventos sísmicos, de igual modo, gracias a la modelación mediante el programa Robot Structural, se obtuvo un análisis estático y dinámico que cumplió con los requisitos de seguridad estructural de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma sismo resistente E.30., en el mismo contexto Eusebio y Alvarado (2018, pp.30-31) realizaron un modelamiento en el programa robot Structural definiendo en dirección x-x, en el primer piso un desplazamiento de 0.00166 y en el segundo piso de 0.00106; mientras que, en dirección y-y, en el primer piso un desplazamiento de 0.0026 y en el segundo piso de 0.00179, de manera que se cumple con los requerimientos máximos establecidos en la norma E.030, Cap. 5 (Requisitos de Rigidez, Resistencia y Ductilidad), Art. 5.2 (Desplazamientos Laterales Relativos y Admisibles).

Se realizó la comprobación de la hipótesis, se determinó que la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda, cumplió con las características sismo resistente según lo indicado en la norma técnica E.030, se obtuvo los resultados mediante el programa robot Structural, luego se comparó los datos obtenidos con los parámetros que indica la norma técnica E.030, cabe resaltar que los desplazamientos no sobrepasaron el límite de 0.01, estos resultados no pudieron ser comparados ya que los autores mencionados en el capítulo de Marco teórico consideraron hipótesis distintas a las de la investigación.

Se determinó la influencia de la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda según la norma técnica E.030, por medio de las propiedades mecánicas se evidencio que el bambú tuvo un buen comportamiento para la flexión de 4.46Mpa., ante 5Mpa. como indica la norma, por lo cual las vigas tendrían un buen desempeño, mientras que en la compresión sobrepaso los esfuerzos admisibles de la norma con un 3.23Mpa. ante 1.3Mpa. Se realizó la

modelación en el programa robot estructural, evidenciando que no se sobrepasó los desplazamientos permisibles de 0.01 de la norma E.030, aunque queda evidenciado que el bambú tendrá mejor comportamiento para algunos elementos estructurales que otros, estos resultados coincidieron con Eusebio y Alvarado (2018, pp.30-31) quienes indicaron que la utilización del bambú en el diseño estructural de una vivienda estará por debajo de los límites permisibles de desplazamiento.

Por otra parte, en relación a la metodología al igual que los autores anteriormente mencionados en la discusión se utilizaron criterios de la norma E.100 Bambú, así como, la norma E.030, estas normas establecieron los parámetros de diseño con bambú indicando los esfuerzos admisibles y también criterios de diseño sísmico.

La investigación realizada, fue relevante en el ámbito ambiental, ya que al utilizar el bambú se mitigaría la tala de árboles indiscriminada, pues, el bambú tiene un crecimiento acelerado, es fácil de cosecha y está al alcance de todos, por lo cual el aprovechamiento de este recurso evitaría la extinción de algunos árboles.

Respecto al diseño propuesto se observó algunas deficiencias, ya que en algunos países es escaso conseguir bambú, condicionando, a los interesados a la importación del bambú de otros países, por lo cual dejaría de ser viable, por otra parte, el bambú se comporta mejor solo para algunos elementos estructurales, mientras que para otros necesita refuerzos o ser complementado con adobe, acero o concreto.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Se realizó los ensayos correspondientes al bambú del centro poblado Nuevo Moro, distrito de Moro, Santa, Ancash, en el cual se determinó las propiedades mecánicas mediante la Compresión Paralela a la Fibra con 23.59 Mpa., Compresión Perpendicular a la Fibra con 3.23 Mpa., Corte con 15.66 Mpa., Flexión con 4.46 Mpa. y Tracción Paralela a la Fibra con 28.27 Mpa., estos se compararon con los esfuerzos admisibles de la norma E.100, cap. 8, por otra parte, para las propiedades físicas, se realizó el Contenido de Humedad arrojando un 11.84% ante 15% como indica la NTP 251.010, de igual modo se realizó el ensayo de Densidad y Contracción.
- 6.2. Se determinó y se propuso un diseño de vivienda prototipo, teniendo como elemento estructural el bambú del Centro Poblado Nuevo Moro, distrito de Moro-Santa-Ancash. Se tomó en cuenta los criterios de la norma técnica E.100 Y E.030. Adicionalmente, se realizaron los estudios de suelos pertinentes para conocer la capacidad portante, su granulometría, su índice de plasticidad y sus estratos del suelo propuesto, estos siguieron los criterios del manual de ensayo de materiales, después se desarrolló el predimensionamiento de las columnas, vigas, lozas y cimientos, posteriormente se realizaron los planos de arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas y sanitarias.
- 6.3. Se demostró que el bambú es un material sismo resistente mediante el modelamiento con el software Robot Structural. Por lo cual, el desplazamiento relativo de entrepiso en dirección x-x para el primer piso fue de 0.000366 y en el segundo piso fue de 0.000268, mientras que en la dirección y-y en el primer piso fue de 0.000369 y en el segundo piso fue de 0.000273, por lo cual cumple con la norma E.030, art. 32, tabla N°: 11 (límites para la distorsión de entrepiso)
- 6.4. Como conclusión general, se determinó que el bambú cumplió con los desplazamientos permitidos por la norma técnica E.030. De igual modo, presentó un buen coeficiente de flexión de 4.46 por sobre 5 Mpa como indica la norma, pero en el ensayo de compresión perpendicular a la fibra sobrepasó el 1.3 Mpa. de la norma con 3.23 Mpa. Es decir, el bambú influye positivamente para las vigas, mientras que para columnas necesitara de un complemento.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los futuros investigadores

- 7.1. Utilizar variedad de bambuzoides, con la finalidad de determinar cuál es el más óptimo para la construcción.
- 7.2. Agregar diagonales en las esquinas (unión viga-columna) como parte del diseño estructural para brindar mayor rigidez a la vivienda.
- 7.3. Incorporar concreto o en su defecto adobe para mejorar la resistencia a la compresión del bambú.

Se recomienda a las personas interesadas en el tema

- 7.4. Tomar en cuenta los tipos de cortes y curados que existen, con la finalidad de no dañar los especímenes y que puedan tener un mejor comportamiento a la hora de ser utilizados.
- 7.5. Que, al ejecutar viviendas con bambú, lo realicen mediante personal calificado, a fines de cumplir y garantizar la seguridad, así como ejecución según las normas correspondientes (E.030 y E.100).

REFERENCIAS

ÁNGELES, Franklin. Propiedades físicas y mecánicas de la guadua angustifolia con fines estructurales. [en línea]. Tesis (Titulo para optar el título de Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú: 2014 [fecha de consulta: 28 setiembre 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/z548n>

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación [en línea]. 3a ed. México: México DF. 2017. 157 pp. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/kco5v>

ISBN 978-607-744-748-1

BAMBÚ [Mensaje en un blog]. Madrid: España, Franqui hogar, (1 de marzo de 2019). [Fecha de consulta: 23 octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/3c62p>

CALVA, Luis. Diseño de un modelo de vivienda ecológica con bambú para la zona rural de Yantzaza [en línea]. Tesis (Titulo para Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente). Loja, Ecuador, 2015. 261pp. [fecha de consulta: 10 octubre 2020].

Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/10071>

CASTILLO, Nicolás. El Comercio-Ipsos: la población con optimismo moderado para el 2020 [en línea]. El Comercio.pe. 01 de enero de 2020. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/0x7ck>

CLARK, Lynn, RUIZ, Eduardo y LONDOÑO, Ximena. Bamboo Taxonomy and Habitat. Rev. Bamboo. Tropical Forestry 10 [en línea]. 2015, 31pp. vol.30, n.1.[Fecha de consulta: 10 octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/ucxh>

ISSN: 978-3-319-14132-9

COMMUNITY ARCHITECTS NETWORK. Bamboo Construction Source Book. [En Línea]. Gujarat - India: 2014. 99pp. [FECHA DE CONSULTA: 25 setiembre 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/fuszv>

CONTRERAS, Mónica y VAGLIENTI, Jorge. Diseño de proyecto de la guadua como material alternativo para la construcción de viviendas sustentables en el km 10 vía al mirador restrepo meta [en línea]. Tesis (Titulo para obtener el grado de ingeniera civil), Bogotá, Colombia, 2019, 114pp. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/3agcj>

DÍAZ, Bayardo y MUÑOZ, Oscar. Evaluación del comportamiento agronómico de dos especies de bambú género Bambusa con dos técnicas de propagación en cuatro fincas comunidad El Bálsamo, Matagalpa 2013 [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniería Agronómica). Matagalpa, Nicaragua, 2014. 87pp. [fecha de consulta: 10 octubre 2020].

Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/6981/1/6512.pdf>

DIEZ DISTRITOS DE LIMA METROPOLITANA CONCENTRAN AL 48% DE VENEZOLANOS, ¿cuáles son? [en línea]. Gestión.pe. 29 de noviembre de 2019. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/hap8m>

DUARTE, María. Estructuras de Guadua [en línea]. Quito, Ecuador. 2016. 108pp. [fecha de consulta: 21 septiembre 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/qknou>

ESCALONA, José, HERNÁNDEZ, José y REQUENA, Cristal. Método de empleo del bambú como material alternativo para la construcción de viviendas de interés social en el municipio capo Elias sector santa Eduviges [en línea]. Trabajo final (Bachiller para obtener el grado de arquitecto), Mérida, Venezuela, 2017, 63pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/bvmvs>

ESPINOZA, Eleonora. Universo, Muestra y Muestreo [en línea]. 2016-11. 23 pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/yf52>

EUSEBIO, Saúl y ALVARADO, Sheyler. Diseño estructural de una vivienda ecológica con bambú para el asentamiento humano rural cascajal bajo distrito Chimbote – 2018 [en línea]. Tesis (Título para obtener el grado de ingeniero civil), Chimbote, Perú, 2018, 318pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30900>

GIL, Juan. Técnicas e instrumentos para la recogida de información [en línea]. Madrid: Editorial UNED, 2016. 307 pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/yq7c8>

ISBN: 978-84-362-6995-6

GÓMEZ, Roberto y ACHA, Napoleón. Tecnología del bambú [en línea]. Bolivia: Ecorfan, 2014, 97pp. Capítulo 3. [fecha de consulta: 18 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/7fsiz>

ISBN: 978-789-6540-80-3

GUILLEN, Jorge. Perspectivas económicas para el Perú en el 2020. [en línea]. esan.edu.pe. 6 de enero de 2020. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/ahcyh>

GUTIÉRREZ, Mateo, y TAKEUCHI, Caori. Moisture content's effect on the fiber parallel tensile strength of bamboo *Guadua Angustifolia* Kunth. *Rev. Scientia Et Technica* [en línea]. vol. 19, núm. 3, 2014. 6pp. [fecha de Consulta 21 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/39nfp>

ISSN 0122-1701

JABRANE, Faouzi y BARNET, Yann. Projects design with bamboo in Lima as a strategy for dissemination of an alternative and sustainable constructed method.

Revista Peruana URP Perfiles de Ingeniería [en línea]. vol. 22. Núm. 5. 2017. 22 pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

Disponible en: https://www.usmp.edu.pe/ivuc/pdf/Bambu_en_Lima.pdf

ISSN 1812-6049

LINARES, Jennifer. Beneficios ecológicos de la guadua como material de construcción. [en línea]. Tesis (Titulo para obtener el grado de ingeniera civil), Bogotá, Colombia, 2019, 114pp. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/23871>

LIRA, Joaquín. Científicos venezolanos estudian el bambú para construir piezas de viviendas a bajo costo: Bambú para construcción de viviendas [En Línea]. Caracas, Venezuela, 2014. 2pp. [fecha de consulta: 21 setiembre 2020].

Disponible en: <https://www.aporrea.org/actualidad/n244587.html>

LORENZO, Rodolfo, GODINA, Martha, MIMENDI, Leonel [et al.]. Determination of the physical and mechanical properties of moso, guadua and oldhamii bamboo assisted by robotic fabrication. [En Línea]. Londres, Inglaterra: 2020, 11pp. [fecha de consulta: 21 setiembre 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/6nijd>

MARTÍNEZ, Samuel. Bambú como material estructural: generalidades, aplicaciones y modelización de una estructura tipo. [en línea]. Tesis (Titulo para optar el grado de Ingeniero Civil). Valencia, España: 2015, 52pp. [FECHA DE CONSULTA: 20 setiembre 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/d9apz>

MEJÍA, Melina. Perú promoverá construcción de 212 mil viviendas entre 2019 y 2021 [en línea]. andina.pe. 16 de octubre del 2019 [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/tmdi>

MENDOZA, Walter y MIRANDA, Jaime. Venezuelan immigration in Peru: challenges and opportunities from a health perspective. Rev. perú. med. exp. salud publica [en línea]. vol.36, n.3. 2019, 7pp. [Fecha de consulta: 10 octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/wv90>

ISSN 1726-4634.

MONTOYA TORRES, Vladimir. Uso del bambú como material de construcción en estructuras no convencionales en la ciudad de Huancayo. [En Línea]. Huancayo, Perú. 2015, 7pp. [fecha de consulta: 21 setiembre 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/cdija>

ISSN: 2225-515X

MORENO, Javier y CENDALES, Martha. Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la guadua angustifolia KUNTH originaria de armenia QUINDIO [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniería civil). Bogotá, Colombia, 2018. 91pp. [fecha de consulta: 10 octubre 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/q4e6y>

MUÑOZ, Carlos. Metodología de la investigación [en línea]. 1a ed. México: México DF. 2015. 307pp. [Fecha de consulta: 06 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/8zymm>

ISBN 9786074265422

NIETO, Nidia y TRUJILLO, Antonio. Diseño arquitectónico y estructural de una vivienda de interés social rural en guadua (angustifolia kunth) [en línea]. Tesis (Titulo de Ingeniería civil). Bogotá, Colombia, 2019. 127pp. [fecha de consulta: 10 octubre 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/9gj7>

NORMA TÉCNICA. E. 100 Bambú. [en línea]. Lima, Perú, 58pp. [fecha de consulta: 12 de setiembre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/wq3ci>

OTZEN, Tamara, MANTEROLA, Carlos. Sampling Techniques on a Population Study. Revista Peruana URP Perfiles de Ingeniería [en línea]. 2017-07. 6 pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/cy0s>

ISSN 0717-9502

PAREDES, Víctor. Uso del Bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto -2017 [en línea]. Tesis (Titulo para obtener el grado de ingeniero civil), Lima, Perú, 2017, 209pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/wdpp9>

PEÑARANDA, Daniel. Análisis estructural de una vivienda prototipo prefabricada de guadua angustifolia kunth [en línea]. Tesis (Titulo para obtener el grado de ingeniero civil), Bogotá, Colombia, 2015, 202pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/zwi6o>

PERÚ, CUARTO PAÍS MÁS POBLADO DE SUDAMÉRICA [en línea]. Gestión.pe. 10 de julio de 2020. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/q3sca>

PÉREZ, Silvia. Precio del m² creció 7% en Lima Metropolitana en 2020: ¿Cuáles fueron los promedios? [en línea]. Gestión.pe. 04 de febrero de 2021. [Fecha de consulta: 10 febrero de 2021].

Disponible en: <https://n9.cl/b5ve>

RAMIREZ, Deniss. "Criterios de Diseño Arquitectónico para el uso del Bambú en la construcción de Vivienda Sostenible en la UPIS Villa Chulucanas en el distrito de Castilla – Piura, 2019" [en línea]. Tesis (Titulo para obtener el grado de ingeniero civil), Piura, Perú, 2020, 159pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

RODRÍGUEZ, Romina, [et al.] Morphological and molecular analysis of bamboo species of the genus *Guadua* (Poaceae: Bambusoideae) from San Martín and Cajamarca regions, Peru. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*. [en línea]. 2019, 11 pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/smw0h>

ISSN 2520-9760.

SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación* [en línea]. 6a ed. México: México DF. 2014. 634 pp. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/65f>

ISBN: 978-1-4562-2396-0

SÁNCHEZ, María, ESPUNA, José, ROUX, Rubén. Bamboo as a structural element: species *Guadua amplexifolia*. *Nova Scientia* [en línea]. 2016, vol.8, núm.17. 22pp. [fecha de Consulta 21 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2033/203349086032.pdf>

ISSN: 2007-0705

SHAH, Darshil, SHARMA, Bhavna y RAMAGE, Michael. Processing bamboo for structural composites: Influence of preservative treatments on surface and interface properties. *Rev. International Journal of Adhesion and Adhesives* [en línea]. 2018, vol. 177, 8pp. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/7ldeq>

SOLER, Paula. *Uso del bambú en la arquitectura contemporánea*. [en línea]. Trabajo final (Bachiller para obtener el grado de arquitecta), Valencia, España, 2017, 75pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/lq1j>

TAKEUCHI, Caori, ESTRADA, Martín. y LINERO, Dorian. Experimental and numerical modeling of shear behavior of laminated *Guadua* bamboo for different fiber directions. *Rev. Construction and Building Materials* [en línea]. 2018, vol. 177, 10pp. [Fecha de consulta: 9 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.040>.

ISSN 0950-0618.

VILLADA, Luis. La guadua una alternativa para la construcción de viviendas de interés social [en línea]. Tesis (Titulo para optar el Titulo de Tecnólogo en Gestión de Obras Civiles y Construcción). Puerto Boyacá, Colombia: 2015. 68pp. [fecha de consulta: 26 octubre 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/h7ro2>

WITTE, David. Contemporary Bamboo Housing in South America. [En Línea]. Tesis (Título para ingeniero Civil). Washington, EEUU, 2018. 128 pp. [fecha de consulta: 22 setiembre 2020].

Disponible en: <https://n9.cl/60pjj>

YU, Xiaobing. Bamboo: Structure and Culture. [En Línea]. Tesis (Título para ingeniero Civil). Yibin, China: 2017. 188pp. [fecha de consulta: 21 setiembre 2020].

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/33799224.pdf>

ANEXOS

ANEXOS N° 1- MATRIZ DE
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla N°6 Matriz de Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Utilización del Bambú	El bambú es una planta que brinda grandes beneficios en la construcción ya que posee una alta resistencia	Para determinar las propiedades físicas y mecánicas del bambú a través de ensayos de laboratorio	Propiedades Físicas	Contenido de Humedad	Razón
				Densidad	
				Contracción	
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la Compresión Paralela a la Fibra	
				Resistencia a la Compresión Perpendicular a la Fibra	
				Corte o Cizallamiento	
				Resistencia a la Flexión	
				Resistencia a la Tracción Paralela a la Fibra	

Diseño Estructural	El diseño estructural es un proceso donde se determinan las características de una edificación requiriendo del dimensionamiento y análisis	Se realizar el modelamiento de una vivienda prototipo cumpliendo los parámetros de la norma E-100 y E 0.30. Para cual se usará el Software Robot Structural 2018	Propiedades Mecánicas	Estudio de Mecánica de Suelos	Razón
			Diseño de Planos	Plano Arquitectónico	Nominal
				Plano Estructural	
				Plano de Instalación Eléctrica	
				Plano de Instalaciones Sanitarias	
			Análisis Sísmico	Desplazamiento de los Ejes	Razón
Capacidad Sísmica					

Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO N° 2 – INSTRUMENTO DE
RECOLECCIÓN DE DATOS
(PROTOSCOLOS-ENSAYOS)



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de
Cimentación y Perforación
RUC 20509108652 - Reg. Constituye C 08112

DATOS GENERALES						
Solicitante:	Carranza Llerena Jhonatan Kennedy, Huerta Guerrero Juster Jhonatan					
Ubicación:	Moro, Santa - Ancash					
Fecha:	8/01/2021					
DATOS DE LA MUESTRA						
Muestra:	BAMBU EXTRAIDO DE LAS CHACRAS DE MORO					
ENSAYO DE DENSIDAD (NORMA TECNICA E-100)						
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS ANTES DEL SECADO				
N° DE MUESTRA		D - 01	D - 02	D - 03	D - 04	D - 05
EDAD		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
DIAMETRO EXT. (mm)		116.00	114.00	116.00	117.00	115.00
DIAMETRO INT. (mm)		104.00	103.00	104.00	104.00	102.00
ESPESOR (mm)		12.00	11.00	12.00	13.00	13.00
LONGITUD (mm)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
VOLUMEN (mm3)		829380.46	749898.17	829380.46	902579.57	886243.29
PESO (gr)		395.40	399.90	395.70	399.20	397.70
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DESPUES DEL SECADO				
N° DE MUESTRA		D - 01	D - 02	D - 03	D - 04	D - 05
EDAD		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
DIAMETRO EXT. (mm)		114.00	111.00	113.00	115.00	113.00
DIAMETRO INT. (mm)		102.00	101.00	101.00	102.00	100.00
ESPESOR (mm)		12.00	10.00	12.00	13.00	12.00
LONGITUD (mm)		100.00	99.00	99.00	98.00	99.00
VOLUMEN (mm3)		814300.82	659357.47	798693.38	868518.42	791228.96
PESO (gr)		350.00	358.10	358.50	350.90	359.20
DATOS DE LA MUESTRA		DENSIDAD				
N° DE MUESTRA		D - 01	D - 02	D - 03	D - 04	D - 05
DENSIDAD NATURAL (kg/m3)		476.74	533.27	477.10	442.29	448.75
DENSIDAD SECA (kg/m3)		429.82	543.10	448.86	404.02	453.98



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Chavez Maza
Ing. Rafael Armando Chavez Maza
CIP 14005 - CONSULTOR EN GEOTECNIA
EFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guzmán 11 - Lote 24 - P.I. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 938124054 - 926445453
Correo Electrónico: wildcats_peru Ingenieros@Outlook.com
#psac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de
Cimentación y Pavimentación
RUC 20569180652 - Reg. Comercio C 90112

DATOS GENERALES

Solicitante: Carranza Llerena Jhonatan Kennedy, Huerta Guerrero Juster Jhonatan
Ubicación: Moro, Santa - Ancash
Fecha: 6/01/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: BAMBU EXTRAIDO DE LAS CHACRAS DE MORO

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA TECNICA E-100)

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS ANTES DEL SECADO					
N° DE MUESTRA		H - 01	H - 02	H - 03	H - 04	H - 05	H - 06
EDAD		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
DIAMETRO EXT. (mm)		116.00	114.00	116.00	117.00	115.00	116.00
ESPESOR (mm)		12.00	11.00	12.00	13.00	13.00	13.00
LONGITUD (mm)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
PESO (gr)		395.40	399.90	395.70	399.20	397.70	392.30

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DESPUES DEL SECADO					
N° DE MUESTRA		H - 01	H - 02	H - 03	H - 04	H - 05	H - 06
EDAD		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
DIAMETRO EXT. (mm)		114.00	111.00	113.00	115.00	112.00	113.00
ESPESOR (mm)		12.00	10.00	12.00	13.00	12.00	13.00
LONGITUD (mm)		100.00	99.00	99.00	98.00	99.00	98.00
PESO (gr)		350.00	358.10	358.50	350.90	359.20	351.80

DATOS DE LA MUESTRA		CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° DE MUESTRA		H - 01	H - 02	H - 03	H - 04	H - 05	H - 06
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		12.97	11.67	10.38	13.76	10.72	11.51



Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.

Rafael Armando Chacana
Ing. Rafael Armando Chacana y Muraya
CARRERA TECNICA - CONSULTOR CIVIL
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse 11 - Lote 24 - P.I. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 988124054 - 98771353
Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpscac2013@hotmail.com





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de Construcción y Permisación
RUC 20209106052 - Reg. Comercio C 88172

DATOS GENERALES

Solicitante: Carranza Llerena Jhonatan Kennedy, Huerta Guerrero Juster Jhonatan
Ubicación: Moro, Santa - Ancash
Fecha: 10/01/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: BAMBU EXTRAÍDO DE LAS CHACRAS DE MORO

ENSAYO DE CONTRACCION

(NORMA TECNICA E-100)

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS ANTES DEL SECADO					
N° DE MUESTRA		C - 01	C - 02	C - 03	C - 04	C - 05	C - 06
EDAD		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
DIAMETRO EXT. (mm)		116.00	114.00	116.00	117.00	115.00	116.00
ESPESOR (mm)		12.00	11.00	12.00	13.00	13.00	13.00
LONGITUD (mm)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
PESO (gr)		395.40	399.90	395.70	399.20	397.70	392.30
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DESPUES DEL SECADO					
N° DE MUESTRA		C - 01	C - 02	C - 03	C - 04	C - 05	C - 06
EDAD		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
DIAMETRO EXT. (mm)		114.00	111.00	113.00	115.00	112.00	113.00
ESPESOR (mm)		12.00	10.00	12.00	13.00	12.00	13.00
LONGITUD (mm)		100.00	99.00	99.00	98.00	99.00	98.00
PESO (gr)		350.00	358.10	358.50	350.90	359.20	351.80
DATOS DE LA MUESTRA		DENSIDAD					
N° DE MUESTRA		C - 01	C - 02	C - 03	C - 04	C - 05	C - 06
CONTRACCION DIAMETRO (%)		1.72	2.63	2.59	1.71	2.61	2.59
CONTRACCION LONGITUD (%)		0.00	1.00	1.00	2.00	1.00	2.00



Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.

Rafael Chong
Ing. Rafael Armando Chong de Miraflores
CIP N° 180263 - CONSULTOR C-13302
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección Jr. Abitante Guisno Ma. J1 - Lote 28 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 938124054 - 946743433
Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpiscuc2013@hotmail.com



Solicitud Caravana Lectora Jhonatan Kennedy, Jhettta Guerrero Juster Jhonatan
 Ubicacion: Ilo, Santa - Arechati
 Fecha: 21/01/2021

Muestra BAMBU EXTRAIDO DE LAS CHACRAS DE MORO

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D - 422)

Tamaño ASTM	Retenido		Porcentaje que pasa
	(gr.)	(%)	
1 *	0.00	0.00	100.00
3/4 *	0.00	0.00	100.00
1/2 *	0.00	0.00	100.00
3/8 *	0.00	0.00	100.00
5/16 *	0.00	0.00	100.00
1/4 *	0.00	0.00	100.00
3/16 *	0.00	0.00	100.00
1/8 *	0.00	0.00	100.00
#10	45.30	2.39	97.61
#20	205.60	10.13	87.03
#40	203.60	10.13	74.14
#60	41.40	2.18	71.16
#100	57.90	2.85	68.81
#200	1093.10	53.85	14.96
P #200	230.90	11.37	3.59
	72.90	3.59	0.00

DATOS GENERALES

(ASTM D - 422)

Grava (%)	0.00
Arena (%)	85.04
Finos (%)	14.96
Limite Líquido	NP
Limite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP
Clasif. SUES	SP
Clasif. AASHTO	A3
Contenido de Humedad	0.05

Tamaño del grano (mm)

Porcentaje que pasa

Director: Jh. Alvaro Castro de J. - Lic. 24-1-13469994-0 - Chiclayo

Coordinador: Jh. Jhonatan Kennedy - Lic. 14-1-13469994-0 - Chiclayo

Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@gmail.com - Wildcats@peru.com



WILDCATS PERU INGENIEROS SAC
 Ing. Rafael Alejandro Quiroz Meléndez
 Gerente General - CONSULTOR CIVIL
 AFE DEL MIN. DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de
Cimentación y Perforación
RUC 2058916852 - Mg. Cesarino C 6812

DATOS GENERALES

Solicitante: Carranza Uerena Jhonatan Kennedy, Huerta Guerrero Juster Jhonatan
Ubicación: Moro, Santa - Ancash
Fecha: 10/03/2021

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra: BAMBÚ EXTRAÍDO DE LAS CHACRAS DE MORO

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICO LIGERO (DPL)

NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.159

DPL	
Prof (m)	N° Golpes
0.00	0
0.10	11
0.20	32
0.30	23
0.40	21
0.50	29
0.60	28
0.70	29
0.80	25
0.90	21
1.00	21
1.10	26
1.20	25
1.30	24
1.40	22
1.50	23
1.60	21
1.70	20
1.80	13
1.90	15
2.00	17
2.10	18
2.20	11
2.30	10
2.40	9
2.50	15
2.60	18
2.70	19
2.80	21
2.90	25
3.00	34



Resultados	
Angulo de Friccion	31
Nfo	12.3
Grado de compacidad	Media
qu (Kg/cm2)	1.23
Tipo de suelo	SP
Cohesion	0.61



Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.
Ing. Rafael Armando Charcas M. S. M. S.
Cable - ingenieros - CONSULTOR C-13362
JEF. DEL AREA DE LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Jr. Almirante Guisse Ma. JI - Lot. 24 - P.J. Miraflores Alto - Chimbote.
Celular: 938124054 - 946343353
Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com
Wpiscac2013@hotmail.com





**Wildcats Peru
Ingenieros SAC**

Establecimiento de Estudios de Ingeniería de Estructuras con Plantel de
Ingenieros y Peritos
RUC 208014892 - Renta Generalista C 6012

Solicitante: Carranza Llerena Jonathan Kennedy, Huerta Guerrero Justo Jonathan
Ubicación: Moro, Santa - Ancash
Fecha: 28/01/2021

Muestra: BAMBÚ EXTRUIDO DE LAS CÁMBRAS DE MORO

DATOS DE LA MUESTRA

Nº DE MUESTRA	CT - 01	CT - 02	CT - 03	CT - 04	CT - 05	CT - 06	CT - 07	CT - 08	CT - 09	CT - 10
EDAD	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
T	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
F	2320,00	2550,00	3820,00	3530,00	2810,00	3550,00	2890,00	3910,00	2510,00	3420,00
t ult (Mpa)	11,60	12,75	19,10	17,65	14,05	17,75	14,45	19,55	12,55	17,10

DATOS GENERALES

ENSAYO DE CORTE (NORMA TECNICA E-100)		DATOS ANTES DEL SECADO	
CT - 01	CT - 02	CT - 03	CT - 04
CT - 05	CT - 06	CT - 07	CT - 08
CT - 09	CT - 10	PROMEDIO t ult (Mpa)	
		15,66	



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.
Ing. Rodolfo Alvarado Churruarín
ABE. AL. N.º 1 DE LUGARVIDA DE SANTIAGO

Director: Dr. Alvarado Quintanilla, Jr. - Llave 24 - P.L. Almagrores Alto - Chiclaya
Calle: 258124054 - 916143343
Correo: alvarado@wildcats.com - alvarado@outlook.com - alvarado@peru.com





Wilcats Peru
Ingenieros SAC

Establecimiento de Estudios de Análisis de Suelos con Planta de
Cimentación y Perforación
RUC 205016693 - 2do. Circuito C-4012

Solicitante: Carranza Llerena Monstán Kennedy, Huerta Guerrero Justo Rhonatan
Ubicación: Moro, Santa - Ancash
Fecha: 4/02/2021

Muestra: BAMBU EXTRAIDO DE LAS CAJONAS DE MORO

**ENSAYO DE FLEXION
(NORMA TECNICA E-100)**

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS ANTES DEL SECADO									
N° DE MUESTRA	F - 01	F - 02	F - 03	F - 04	F - 05	F - 06	F - 07	F - 08	F - 09	F - 10	
EDAD	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
DIAMETRO EXTERIOR	9,70	9,80	9,70	9,90	9,80	9,80	9,90	9,70	9,90	9,80	
DIAMETRO INTERIOR	7,90	7,90	7,70	7,80	7,90	7,70	7,90	7,80	7,90	7,90	
Deform. Dintá	4957,92	5328,67	5937,52	5904,45	5328,67	5708,38	5710,95	5151,42	5710,95	5328,67	
F _{0.2}	2350,00	2410,00	2390,00	2350,00	2180,00	2350,00	2980,00	2910,00	2150,00	2240,00	
σ ult (Mpa)	4,44	4,51	4,22	4,01	4,08	4,46	5,26	5,58	3,80	4,20	

PROMEDIO σ ULT (Mpa)
4,46



WILCATS PERU INGENIEROS S.A.C.
Eda Patricia M.
Ing. Eda Patricia M. Guevara Alvarado
C. de la UPEL de la Universidad de San Marcos



Dirección: Jr. Almirante Guano 346, J1 - Lote 24 - P.1, Almagueros Alto - Chancay
Cable: 988124014 - 946443333
Correo: EdaPatriciaM@wpcat.com - wpcat@wpcat.com



WILCATS PERU INGENIEROS S.A.C.
Calle 100 N° 1001
Calle 100 N° 1001
Calle 100 N° 1001



Wildcats Peru
Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con Equipos de
Autocalibración - Log. Casanueva 1-60113

Solicitante: Carranza Llerena Jhonatan Kennedy, Huerta Guerrero Juster Jhonatan
Ubicación: Moro, Santa - Ancash
Fecha: 10/02/2023

Muestra: BAMBU EXTRAIDO DE LAS CHACRAS DE MORO

ENSAYO DE TRACCION
(NORMA TECNICA E-100)

ENSAYO DE TRACCION

ENSAYO DE TRACCION

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS ANTES DEL SECCADO									
Nº DE MUESTRA		T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
EDAD		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
d (mm)		8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
(mm)		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
A (mm ²)		50,27	50,27	50,27	50,27	50,27	50,27	50,27	50,27	50,27	50,27
F		1080,00	540,00	770,00	2040,00	1660,00	2320,00	1660,00	1290,00	1510,00	1200,00
σ ult (Mpa)		21,48	10,74	15,32	40,58	37,00	46,15	33,02	24,47	30,04	23,87

PROMEDIO σ ULT (Mpa)

28,27

WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.



Jhon Alexander Ochoa Quintana
CIVIL INGENIERO
PERU
CIVIL INGENIERO
PERU

Dirección: Jr. Alvarado Graña No. 11 - Los 24 - P.O. Magdalena Alto - Chiclayo

Celular: 998724014 - 966445353

Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@gmail.com - Wildcats2013@msn.com





Wilcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de

CONSTRUCCIÓN, CONSULTAS Y PROYECTOS

RUC: 20160146652 - Reg. Comercio C 68112

20/03/2021

Solicitante: Carranza Llenena Iñonatan Kennedy, Huerta Guenero Juster Iñonatan
Ubicación: Moro, Santa - Ancash
Fecha: 20/03/2021

Muestra: BAMBÚ EXTRAÍDO DE LAS CHACRAS DE MORO

ENSAYO DE COMPRESIÓN PERPENDICULAR A LA FIBRA (NORMA TÉCNICA E-100)

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS ANTES DEL SECADO									
N° DE MUESTRA		P - 01	P - 02	P - 03	P - 04	P - 05	P - 06	P - 07	P - 08	P - 09	P - 10
EDAD		5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
DIAMETRO EXT. (mm)		9.50	9.30	9.60	9.30	9.20	9.70	9.40	9.80	9.80	9.60
DIAMETRO INT. (mm)		7.70	7.60	7.60	7.80	7.20	8.00	7.50	7.80	7.40	8.10
ESPESOR (mm)		1.80	1.70	2.00	1.50	2.00	1.70	1.90	2.10	2.40	1.50
AREA (mm ²)		24.32	22.56	27.02	20.15	25.76	23.63	25.22	29.19	32.42	20.85
F _{ult} (Mpa)		840.00	820.00	890.00	790.00	790.00	730.00	790.00	880.00	760.00	750.00
σ_{ult} (Mpa)		3.45	3.63	3.29	3.72	3.07	3.09	3.13	3.01	2.34	3.60

PROMEDIO σ_{ULT} (Mpa)
3.23



WILCATS PERU INGENIEROS S.A.C.
Ing. Edgardo Arzamanda Chaboye Morales
CIP N° 40025 - CONSULTOR CÍVIL
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS DE SUELOS



Director: Dr. Alvarado Gutierrez Ad. J. - **León 24 - P.J. Alvarado Alto - Chimbote**
Colaborador: Ing. Cesar Cordero - **Colaborador: 938124054 - 946445553**
Correo Electrónico: Wilcats_peru Ingenieros@Outlook.com - **WILCATS PERU INGENIEROS S.A.C.**



Wildcats Peru
Ingenieros SAC

Resolución de Director de Ministerio de Salud con Plazo de
Comunicación y Promoción
Nº 000000000 - Reg. Comercio - C-60115

Solicitante: Carranza Lorena Jhonatan Kennedy, Huerta Guerrero Justo Jhonatan
Ubicación: Moro, Santa - Ancash
Fecha: 15/01/2021

Muestra: BAMBÚ EXTRAÍDO DE LAS CHACRAS DE MORO

ENSAYO DE COMPRESION PARALELA A LA FIBRA
(NORMA TECNICA E-100)

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS GENERALES									
Nº DE MUESTRA		P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	P-07	P-08	P-09	P-10
EDAD	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
DIAMETRO EXT. (mm)	10.00	9.80	9.90	10.20	9.70	9.90	9.60	9.80	9.20	10.20	
DIAMETRO INT. (mm)	7.70	7.60	7.60	8.20	7.80	7.80	7.70	7.80	7.20	8.30	
ESPESOR (mm)	2.30	2.20	2.30	2.00	1.90	1.90	1.90	2.00	2.00	1.90	
AREA (mm ²)	31.97	30.07	31.61	28.90	26.11	24.17	25.92	27.61	25.76	27.61	
F u lt (Mpa)	7020.00	6080.00	7000.00	6050.00	7060.00	6070.00	7040.00	6060.00	6090.00	7080.00	
	21.96	20.22	22.14	20.93	27.03	25.12	27.27	21.92	23.64	25.65	

PROMEDIO σ ULT (Mpa)
23.59



Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.
Jorge Rafael Alvarez
Ingeniero Civil
RFE del MDT - Colección de SVE 05



Dirección: Jr. Alvarado Günter 14 - Lote 24 - P.1, Alvarado Alto - Chimbote
Código: 918124034 - 94443333
Correo Electrónico: Wildcats_peru Ingenieros@outlook.com - Wpawc2013@gmail.com



Wildcats Peru
Ingenieros SAC

Registación de Facultad de Ingeniería de San Juan de Dios de A.C.
Comercio y Promoción
RUC 206040621 - Ilog Casapalca C 60113

Solicitante: Carrianza Llerena Jhonatan Kennedy, Huerta Guerrero Juster Jhonatan
Ubicación: Moro, Santa - Ancash
Fecha: 15/01/2021

Muestra: BAMBU EXTRAIDO DE LAS CHACRAS DE MORO

ENSAYO DE COMPRESION PARALELA A LA FIBRA (NORMA TECNICA E-100)

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS GENERALES									
N° DE MUESTRA		P - 01	P - 02	P - 03	P - 04	P - 05	P - 06	P - 07	P - 08	P - 09	P - 10
EDAD	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
DIAMETRO EXT. (mm)	10,00	9,80	9,90	10,20	9,70	9,90	9,60	9,20	9,20	10,20	10,20
DIAMETRO INT. (mm)	7,70	7,60	7,60	8,20	7,80	8,20	7,70	7,80	7,20	8,30	8,30
ESPESOR (mm)	2,30	2,20	2,30	2,00	1,90	1,70	1,90	2,00	2,00	1,90	1,90
AREA (mm ²)	31,97	30,07	31,61	28,90	26,11	24,17	25,82	27,65	25,76	27,61	27,61
F	7020,00	6080,00	7000,00	6050,00	7060,00	6070,00	7040,00	6060,00	6090,00	7080,00	7080,00
σ ult (Mpa)	21,96	20,22	22,14	20,93	27,03	25,12	27,27	21,92	23,64	25,65	25,65

PROMEDIO σ ULT (Mpa)
23,59



Wildcats Peru Ingenieros S.A.C.
Edgar Blazquez
Ing. **Edgar Blazquez**
C.I.P. 10000 - CONSULTOR C/3000
JEFE DEL AREA DE LABORATORIO DE STUDIOS



Carretera El Encanto, Pucallpa - Ucayali - Peru. Dirección: Dr. Almirante Guise Alc. 11 - Lote 24 - P.J. Alifanjos Alto - Chimbote. Celular: 98121054 - 96445333. Correo Electrónico: Wildcats_Peru_Ingenieros@Outlook.com - Bpue: 2013@jowmail.com

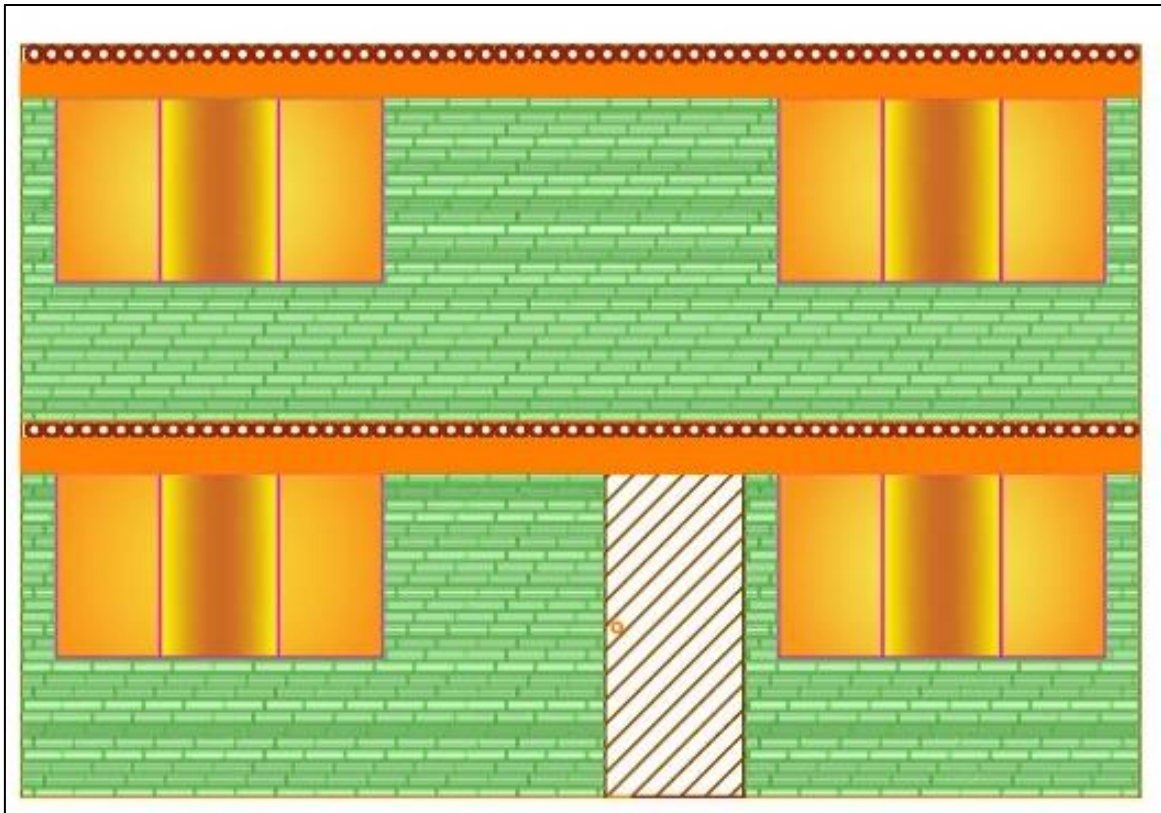
ANEXO N° 3 – DISEÑO DE LA VIVIENDA



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“Utilización del Bambú y Diseño Estructural
de una Vivienda Centro Poblado Nuevo Moro,
Distrito de Moro-Santa-Áncash-2021”**

Se realizó el diseño de la vivienda prototipo con bambú, partiendo del:

Diseño de cimiento corrido

1. DATOS DEL SUELO

Peso Específico (γ) : 1600 kg/cm³

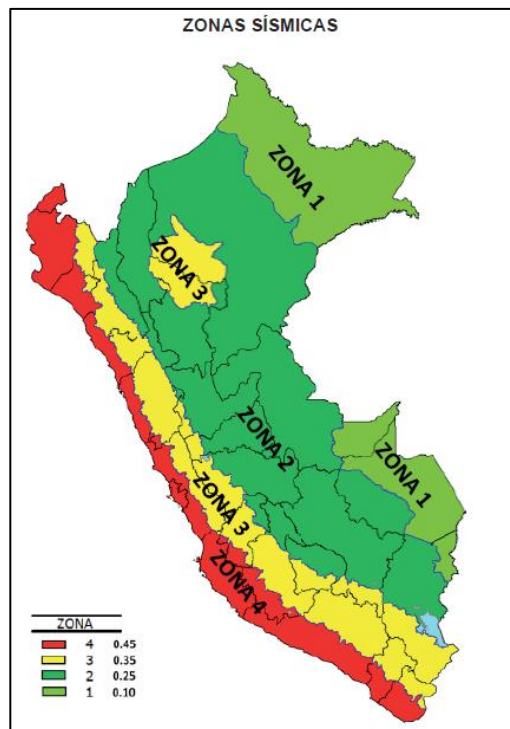
Angulo de Fricción (ϕ): 31 °

Capacidad Portante : 1.23 Kg/cm²

2. DATOS DEL MURO

Espesor de Muro : 0.25 m

Figura 5 Mapa de Zonificación



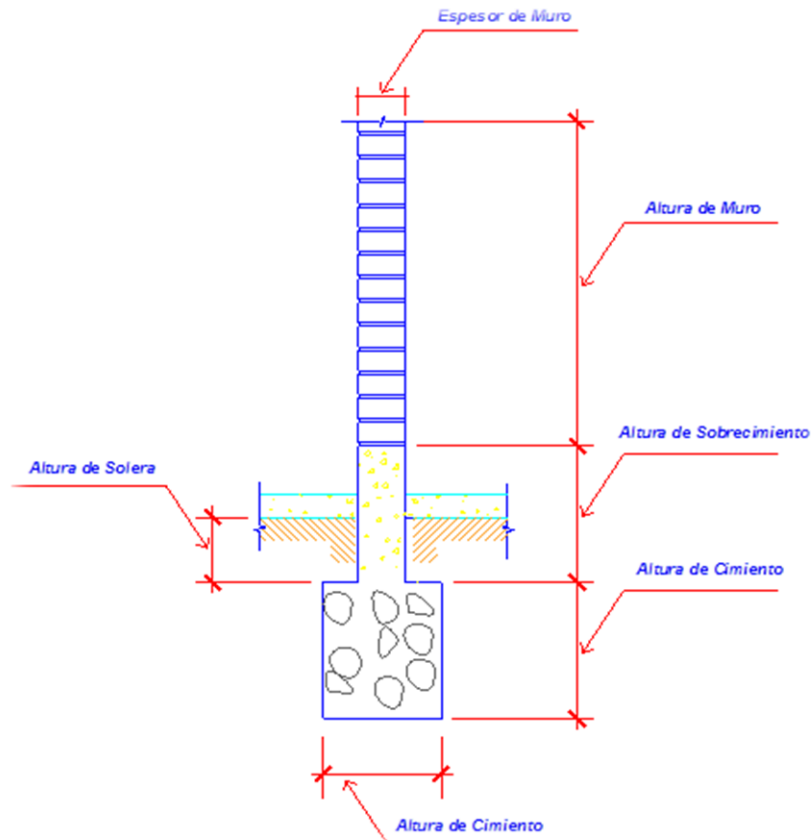
Fuente: Norma técnica capítulo E.030

Elegimos una **Zona 3** con un Coeficiente Sísmico de **0.35**

Con un Factor de Uso (U) acuerdo a la *Tabla N°5 E030* se trata de una Edificaciones Comunes

Según la Tabla N°3 de la norma E.030 de tenemos un suelo de Suelos Blandos el correspondiente valor del factor de ampliación del suelo es 1.2.

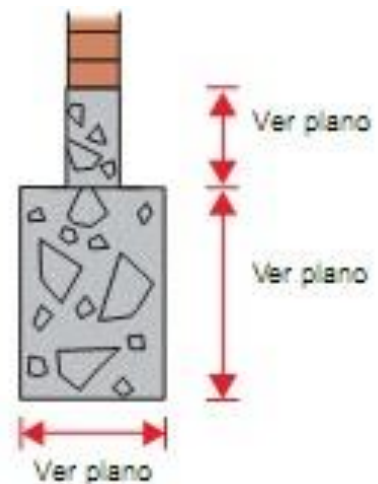
Altura de Muro (h) : 2.225 m
 Ancho Solera : 0.25 m
 Ancho de Sobre cimient (S/C) : 0.25 m
 Altura de sobre cimient : 0.3 m
 Peso específico del muro (γ_m) : 500 Kg/cm³
 Peso específico del C^oC^o (γ_c) : 2300 Kg/cm³



3. DATOS DEL CIMIENTO

Ancho del cimiento (a) : 0.6 m
 Altura del cimiento (hc) : 0.6 m
 Profundidad del cimiento (hf) : 0.7 m
 Altura de relleno (hr) : 0.1 m

$$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$$



$$Kp = \operatorname{tg}\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)^2$$

$$Ea = \frac{Ka * \gamma_s * hc^2 * B}{2}$$

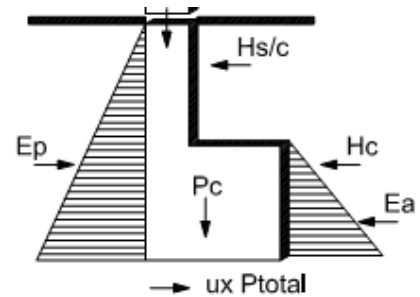
$$Ep = \frac{Kp * \gamma_s * hc^2 * B}{2}$$

Ka: 0.32

Kp: 3.124

Ea: 138.24 kg

Ep: 1349.568 kg



4. CALCULO DEL PESO TOTAL

P solera : 60 kg

P muro : 278.125 kg

P S/C : 172.5 kg

P cimiento : 828 kg

P relleno : 84 kg

Siendo el P. total: **1422.625 kg**

Empuje sísmico sobre la solera (Hs) : 15 kg

Empuje sísmico sobre el muro (Ha) : 69.531 kg

Empuje sísmico sobre el S/C (Hs/C) : 43.125 kg

Empuje sísmico sobre la cimentación (Hc) : 207 kg

Fuerza Resistente (Fr)

$$Fr = \mu * P_{total} + Ep$$

Fr = 3056.718 Kg

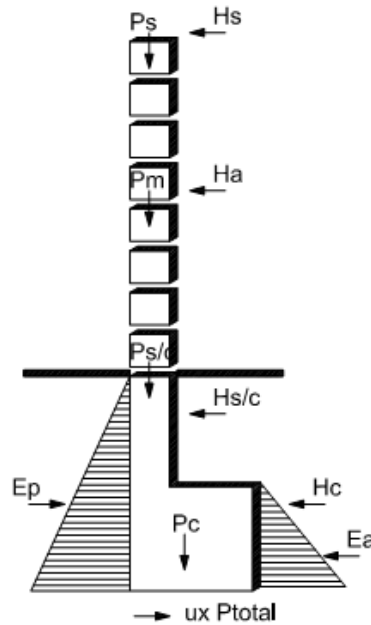
Fuerza actuante (Fa)

$$Fa = Hs + Ha + Hc + H_{s/c} + Ea$$

$F_a = 472.896 \text{ kg}$

F.S.D = 6.464

Por lo tanto, el $6.464 > 1.2$ entonces **Cumple con la Primera Comprobación.**



5. EXTREMO IZQUIERDO

Momento de volteo (Mv)

ELEMENTO	H	d	M (kg-m)
Solera	5.25 kg	3.175 m	16.669
Muro de bambú	24.336 kg	2.013 m	48.988
Sobre cimiento	15.094 kg	0.75 m	11.321
Cimiento	72.45 kg	0.3 m	21.735
Empuje Activo	138.24 kg	0.2 m	27.648

Mv: 126.361 kg-m

Momento Resistente

Mr: 741.687 kg-m

Luego:

$$\mathbf{F.S.D. = Mr/Ma}$$

F.S.D: 5.87

Por lo tanto, el $5.87 > 1.2$ entonces **Cumple con la Segunda Comprobación.**

6. EXTREMO DERECHO

Momento de volteo (Mv)

ELEMENTO	H	d	M (kg-m)
Solera	5.25 kg	3.175 m	16.669
Muro de bambú	24.336 kg	2.013 m	48.988
Sobre cimiento	15.094 kg	0.75 m	11.321
Cimiento	72.45 kg	0.3 m	21.735
Empuje Activo	138.24 kg	0.233 m	32.21

Mv: 130.923 Kg

Momento Resistente

Mr: 741.687 Kg-m

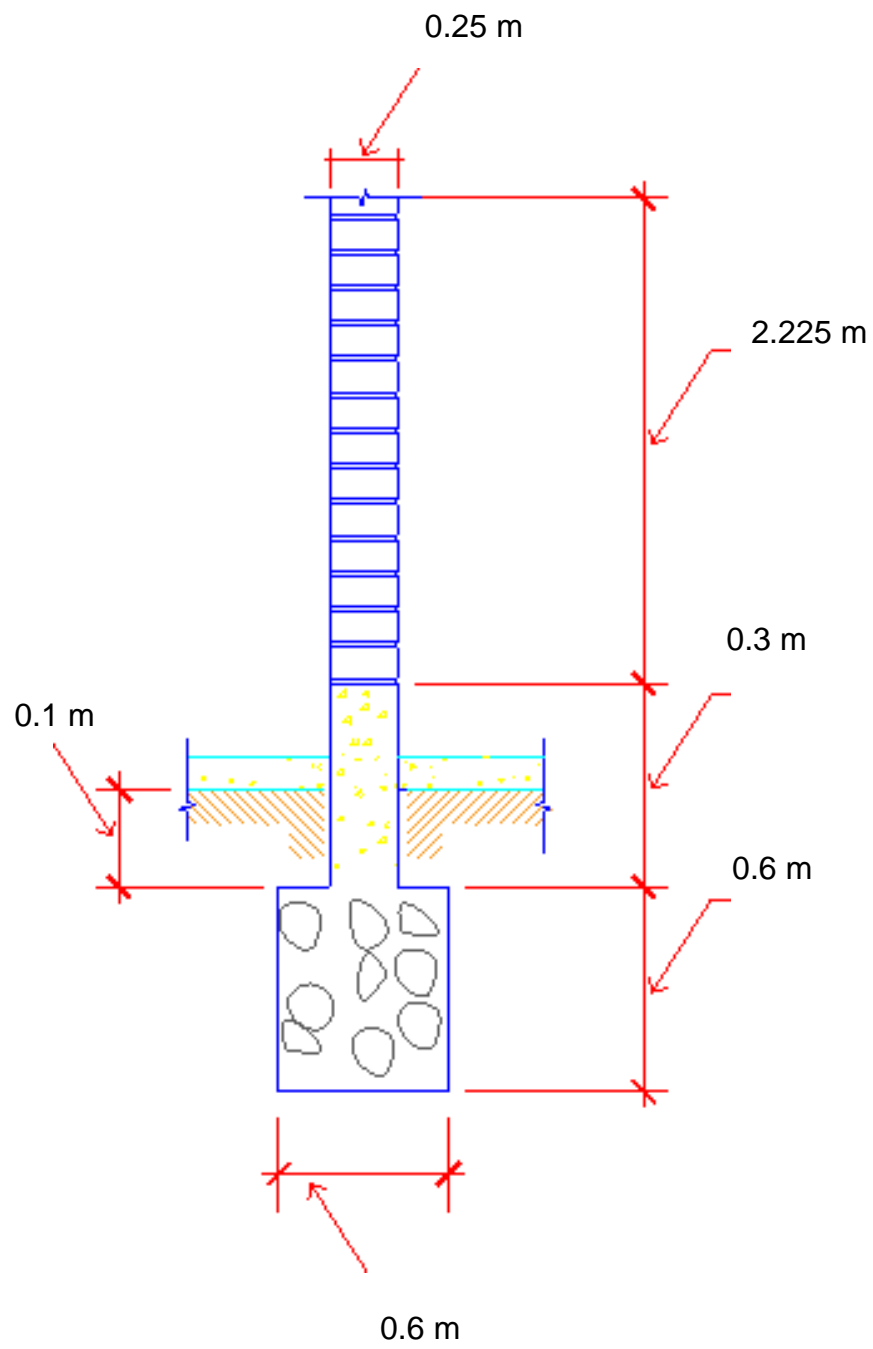
Luego:

$$\mathbf{F.S.D. = Mr/Ma}$$

F.S.D: 5.665

Por lo tanto, el $5.67 > 0.25$ entonces **Cumple con la Tercera Comprobación.**

7. DIMENSIONES FINALES



Luego se realizó, el predimensionamiento de vigas:

Predimensionamiento de Vigas

VIGAS PRINCIPALES			
Tomamos la luz más crítica:			
Ln =	2.95 m.		
Consideramos:			
H=	Ln / 12	EDIFICACION TIPO C	
B=	H / 2	>= 25	
Entonces:			
H =	0.25 m.		
B=	0.12 m.	=	0.25 m.
VIGAS SECUNDARIAS			
Tomamos la luz más crítica:			
Ln =	2.6 m.		
Consideramos:			
H=	Ln / 12	EDIFICACION TIPO C	
B=	H / 2	>= 25	
Entonces:			
H =	0.22 m.	=	0.25 m.
B =	0.11 m.	=	0.25 m.

Fuente: Elaboración propia

El predimensionamiento de Losa:

Predimensionamiento de Losa

Tomamos la luz más crítica:	
Ln =	2.95 m.
Consideramos:	
H=	Ln / 25
Entonces:	
H =	0.12 m.

Fuente: Elaboración propia

El predimensionamiento de Columnas:

Predimensionamiento de Columnas

METODO DE P.A.N.				
Área tributaria				
C1	2.950 m.	x	2.600 m.	= 7.670 m2
C2	2.950 m.	x	1.350 m.	= 3.983 m2
C3	2.600 m.	x	1.525 m.	= 3.965 m2
C4	1.525 m.	x	1.350 m.	= 2.059 m2
Consideramos:				
	<i>Peso kg/m2 para vivienda =</i>	<i>1000</i>	<i>Kg/m2</i>	
	<i>Número de pisos =</i>	<i>2</i>		
Tenemos:				
Columna	Peso de Servicio			
C1	<i>15340.000 kg.</i>			
C2	<i>7965.000 kg.</i>			

C3	7930.000 kg.				
C4	4117.500 kg.				
<i>f'c según ensayos =</i>	235.9	Kg/cm ²			
Coeficiente columnas					
<i>Centrada =</i>	0.45				
<i>Excentrica, esquinada =</i>	0.35				
Area de columna:					
C1	185.793 cm²				
C2	96.469 cm²				
C3	96.046 cm²				
C4	49.870 cm²				
Sin embargo, por norma lado mínimo columna es 0.25					
Por lo tanto, las columnas serán de 0.25 x 0.25 (625 cm²)					

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros para el Análisis Sísmico

Parámetros para Análisis sísmico

DEFINIMOS:		
Z	=	0.3500
U	=	1.0000
S	=	1.2000
TP	=	1.0000
TL	=	1.6000
Ro	=	7.0000
IA	=	1.0000
IP	=	1.0000
R	=	7.0000
CT	=	35.0000
Hn	=	5.4000
T	=	0.1543
C	=	2.5000
Vx	=	0.1500
Vy	=	0.1500

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 4 – MODELACION MEDIANTE EL
SOFTWARE ROBOT STRUCTURAL

Preferencias para el proyecto

TESIS DE BAMBU

Método de solucionar los sistemas de ecuaciones: Automática

Detener análisis tras verificación: si se han detectado errores

Ignorar advertencias de análisis: Sí No

Si la opción exige resultados de cálculos: preguntar si efectuar los cálculos

Bloquear automáticamente los resultados de los cálculos de la estructura

Unir barras automáticamente al importar la geometría

Algoritmo DSC (Relajamientos para barras)

Elementos de tipo RLINK (Uniones rígidas)

Cargar los parámetros predeterminados

Guardar los parámetros actuales como predeterminados

OK Cancelar Ayuda

Definición del material

Acero Hormigón Aluminio Madera Otros

Nombre: Bambú Descripción: Bambú guadua

Parámetros específicos para: CB71

Elasticidad

módulo de elasticidad: 9.50e+04 (kgf/cm2)

módulo de cizalladura G medio: 3.46e+04 (kgf/cm2)

Peso específico (densidad): 700.0000 (kgf/m3)

Dilatación térmica: 0.000005 (1/°C)

Coefficiente de: 0.04

Tipo: Natural

Resistencia (kgf/cm2)

a la flexión: 4.46e+01

a la tracción axial: 2.83e+02

a la tracción transversal: 2.83e+02

a la compresión axial: 2.36e+02

a la compresión transversal: 3.23e+01

al cortante: 1.57e+02

Agregar Eliminar OK Cancelar Ayuda

Definición del material

Acero Hormigón Aluminio Madera Otros

Nombre: Bambú Descripción: Bambú guadua

Parámetros específicos para: CB71

Elasticidad

módulo de elasticidad: 95000000 (kgf/m2)

módulo de cizalladura G medio: 34615385 (kgf/m2)

Peso específico (densidad): 700.0000 (kgf/m3)

Dilatación térmica: 0.000005 (1/°C)

Coefficiente de: 0.04

Tipo: Natural

Resistencia (kgf/m2)

a la flexión: 500000.00

a la tracción axial: 1600000.0

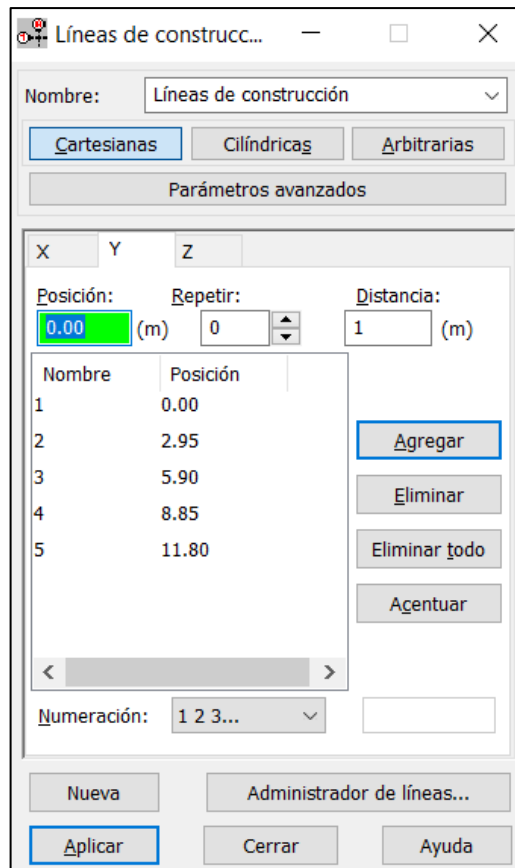
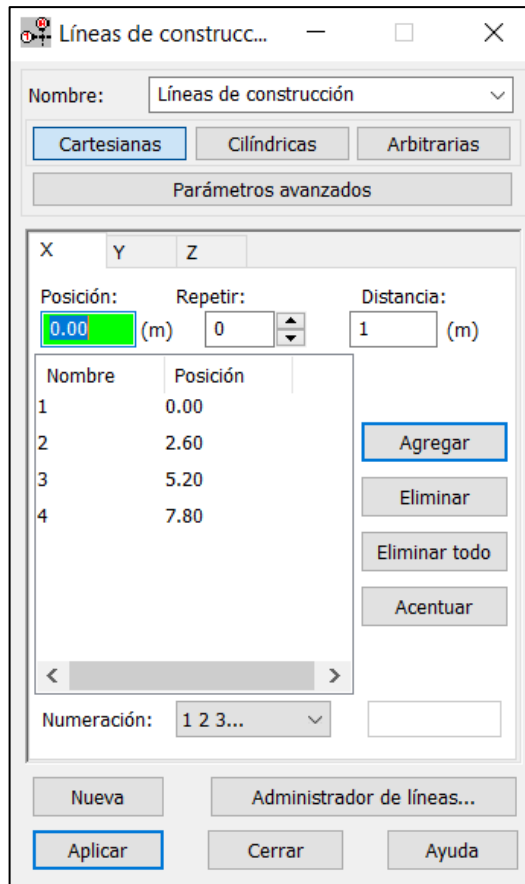
a la tracción transversal: 1600000.0

a la compresión axial: 1300000.0

a la compresión transversal: 130.0000

al cortante: 100000.00

Agregar Eliminar OK Cancelar Ayuda



Líneas de construcc...

Nombre: Líneas de construcción

Cartesianas Cilíndricas Arbitrarias

Parámetros avanzados

X Y Z

Posición: 0.00 (m) Repetir: 0 Distancia: 1 (m)

Nombre	Posición
Base	0.00
Planta 1	2.70
Planta 2	5.40

Agregar
Eliminar
Eliminar todo
Acentuar
 Plantas

Numeración: 1 2 3...

Nueva Administrador de líneas...
Aplicar Cerrar Ayuda

Plantas

Definición del nivel de la base del edificio

Nivel de la base del edificio: 0.00 (m) Definir

Plantas definidas

Definición gráfica
Nivel de la planta: 2.70 (m)

Definición manual
Cota de nivel: Repetir: Altura:

Planta 2 1 2.70 (m)

Agregar

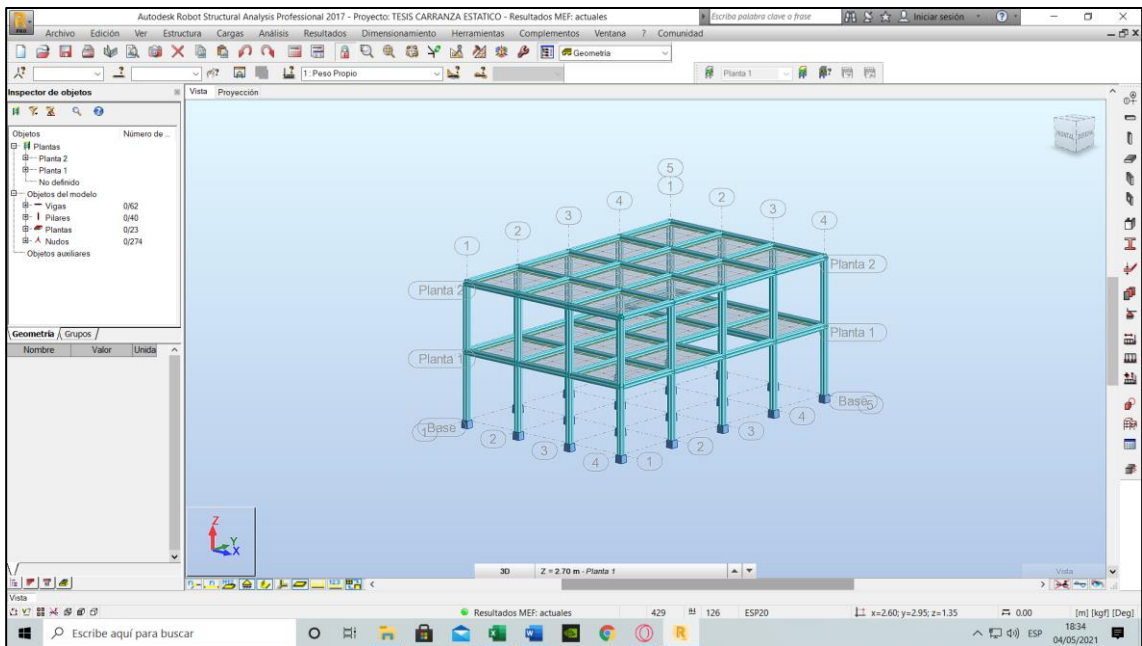
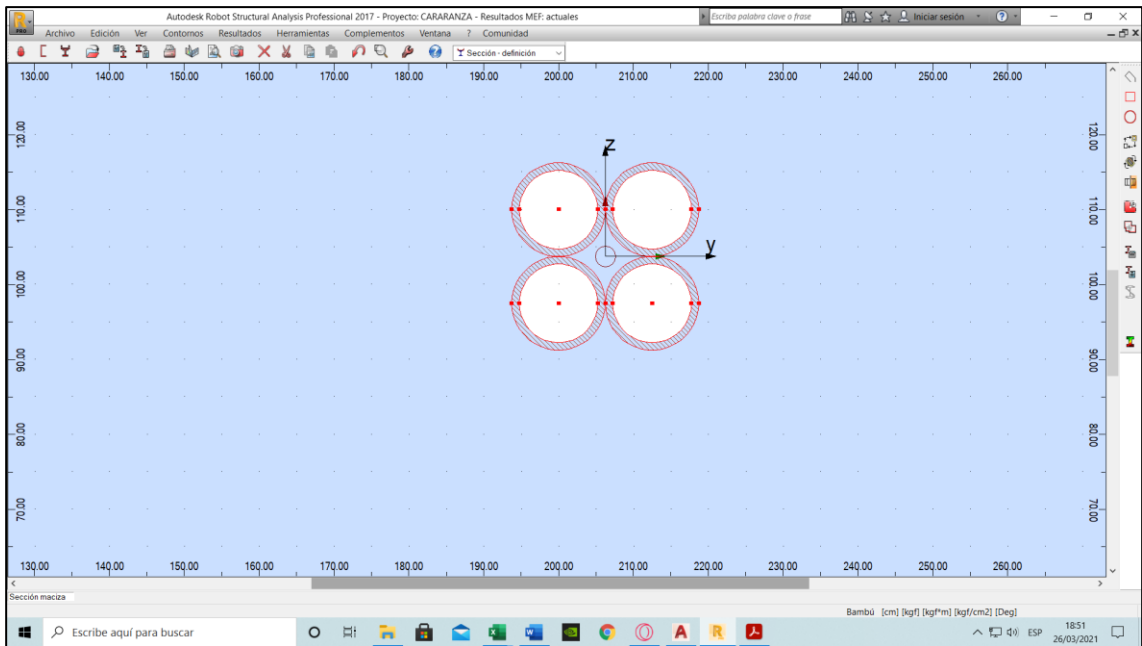
Nombre	Nivel de la p...	Altura	C...
Planta 2	5.40	2.70	■
Planta 1	2.70	2.70	■

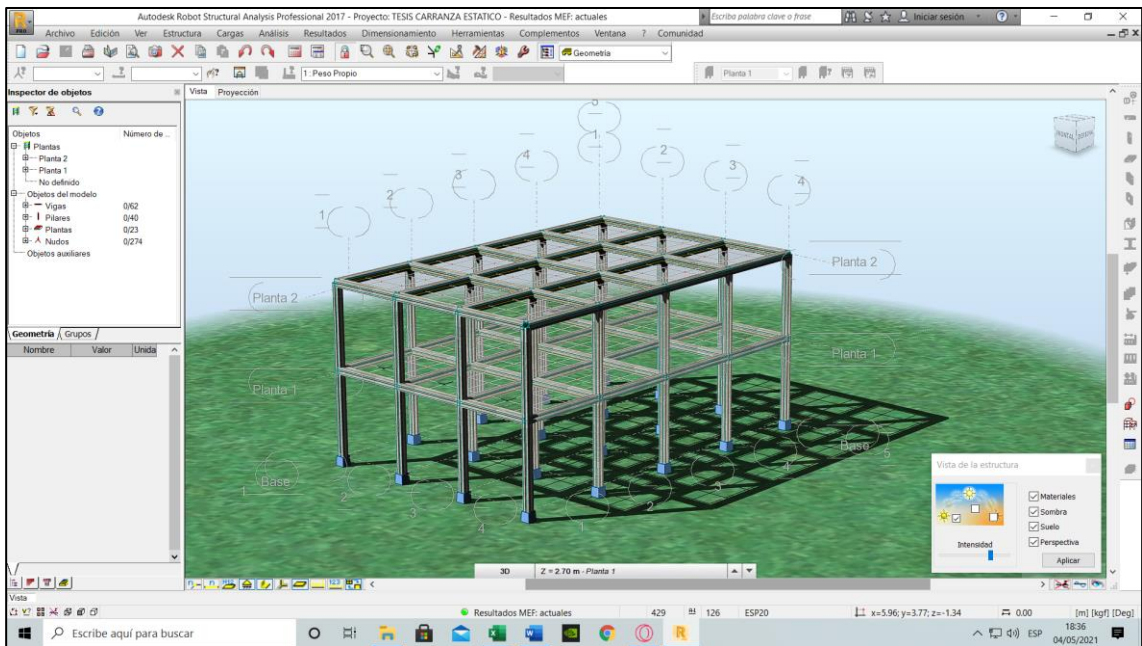
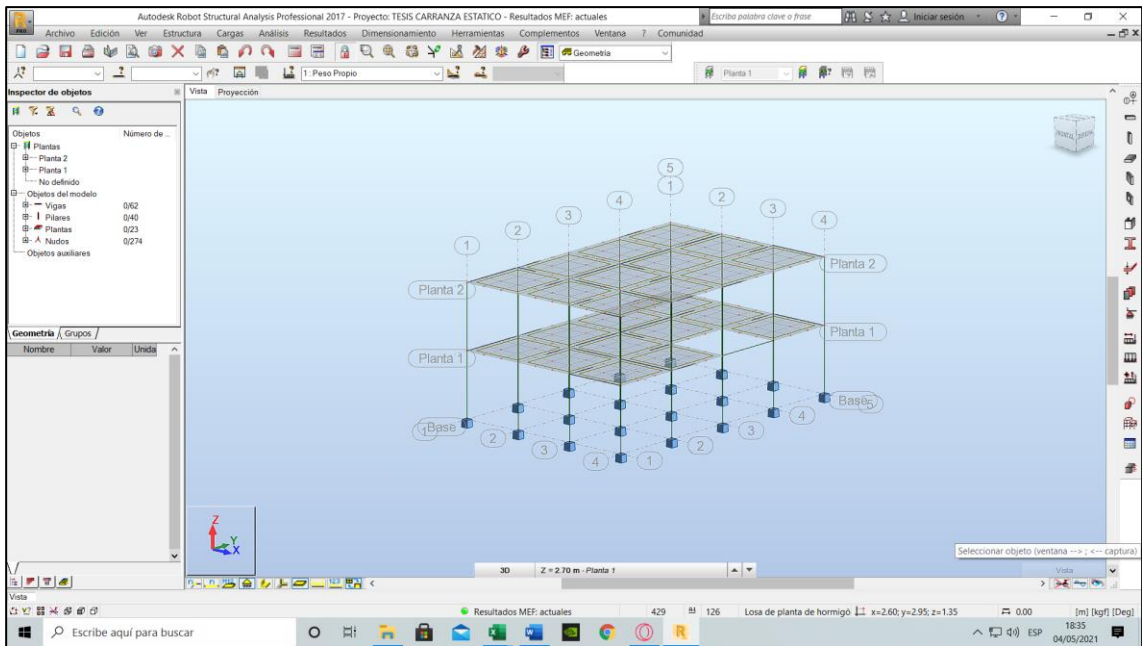
Eliminar Eliminar todo

Numeración: Planta 1,2,... Nivel %+v

Opciones avanzada

Aplicar Cerrar Ayuda





Casos de carga

Descripción del caso

Número: Etiqueta:

Tipo:

Nombre:

Lista de casos definidos:

Número	Nombre del caso	Naturaleza	Ti
➔ 1	Peso Propio	permanente	Es
2	Carga Muerta	permanente	Es
3	Carga Viva	explotación	Es
4	COMB1	permanente	Co
5	Cargas fictias X+	permanente	Es
6	Cargas fictias Y+	permanente	Es
7	Cargas fictias X+	permanente	Es
8	Cargas fictias Y+	permanente	Es

Combinaciones

Combinación:

Lista de casos:

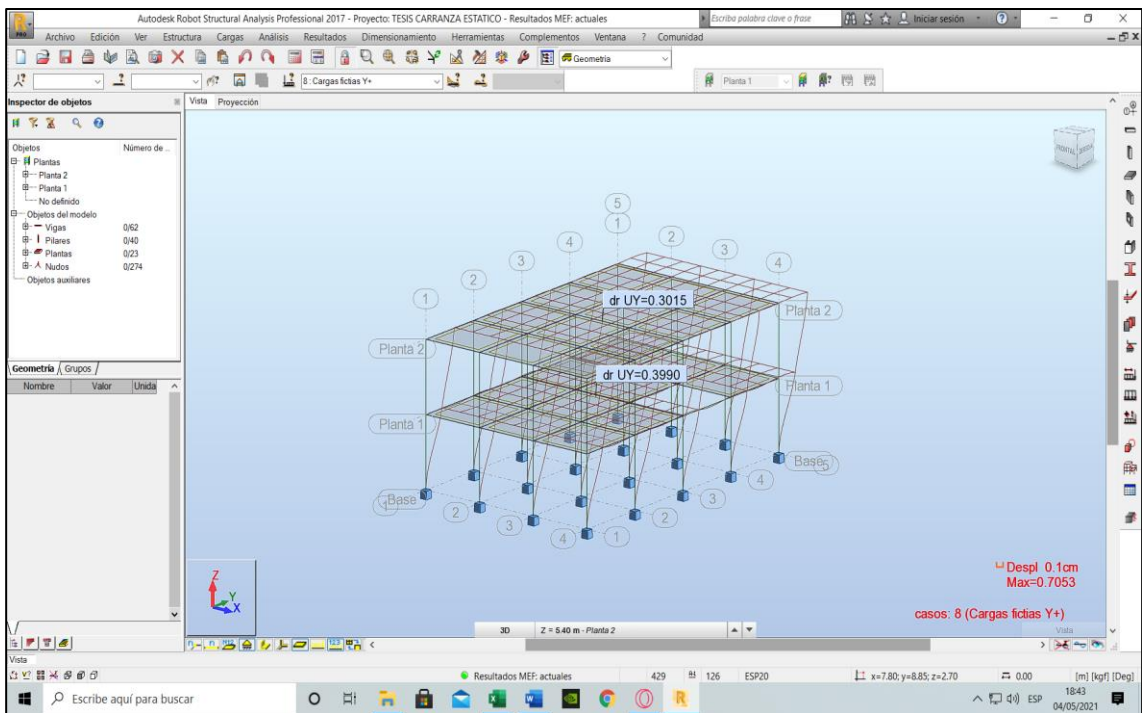
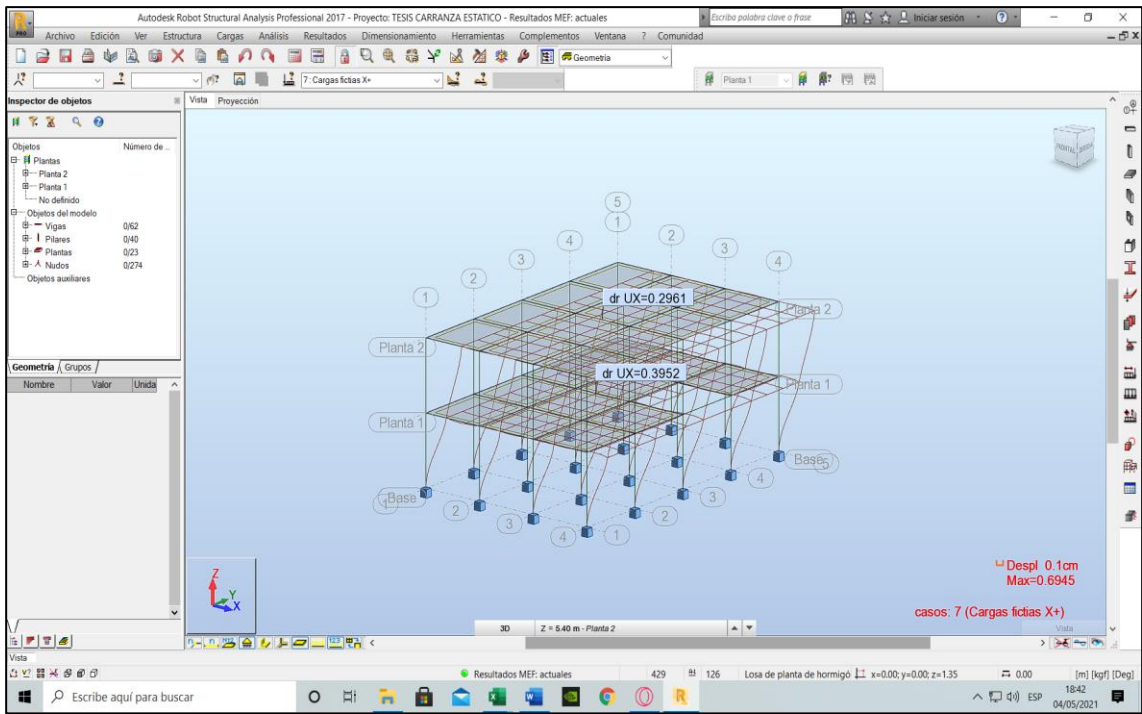
Natural:

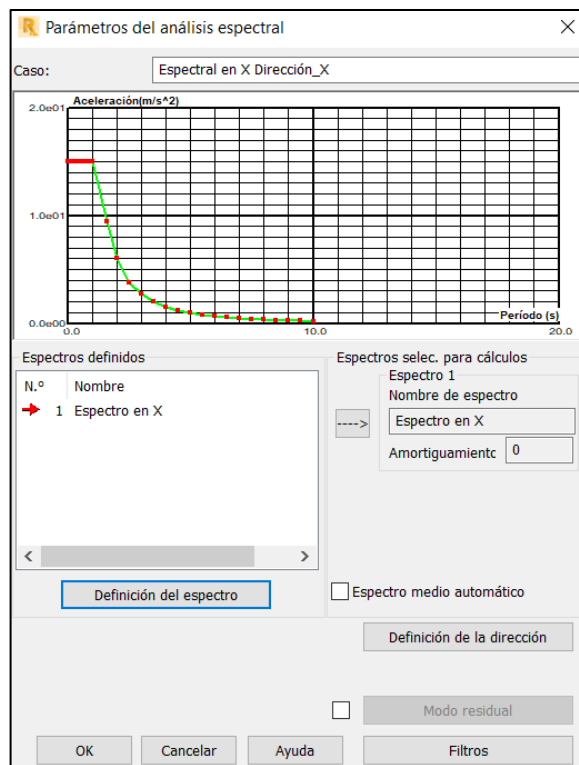
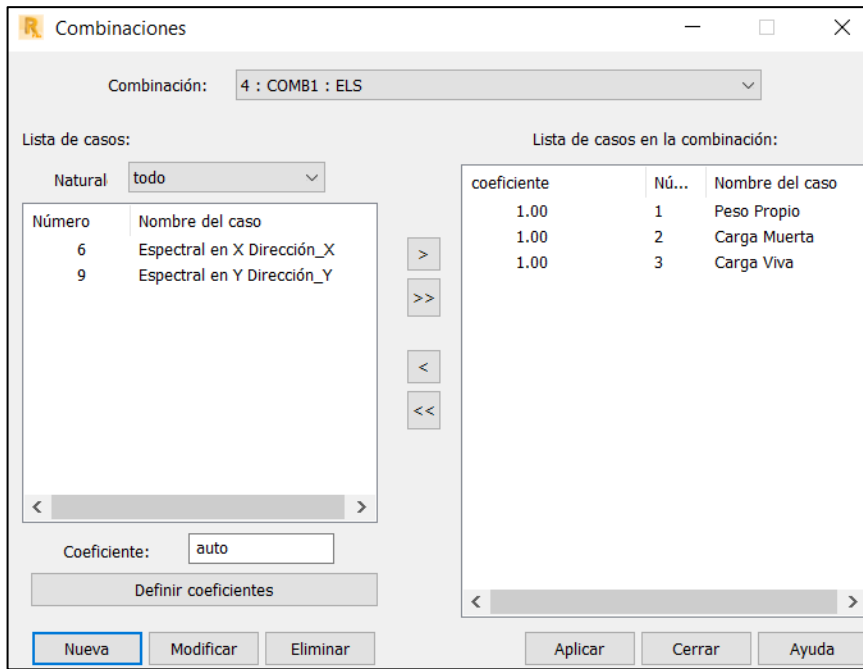
Número	Nombre del caso
5	Cargas fictias X+
6	Cargas fictias Y+
7	Cargas fictias X+
8	Cargas fictias Y+

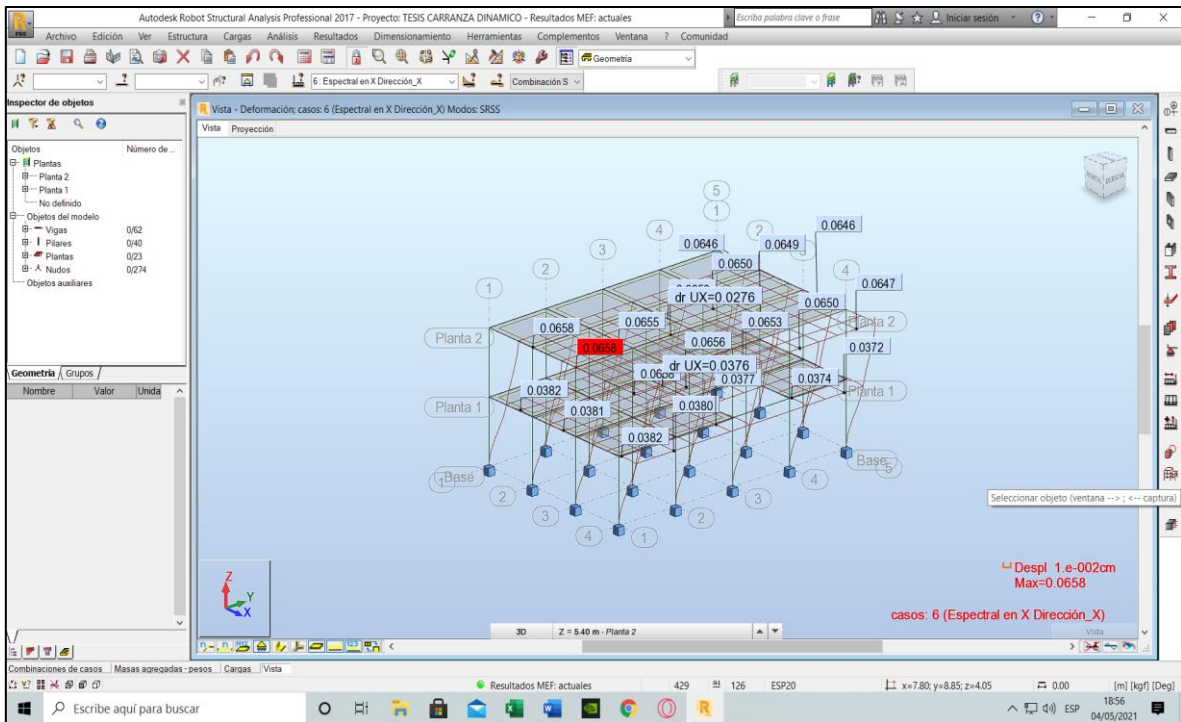
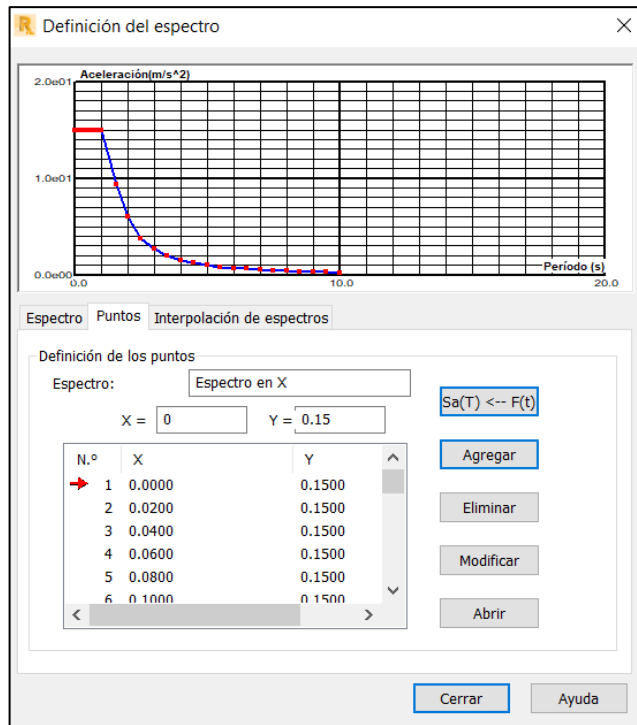
Lista de casos en la combinación:

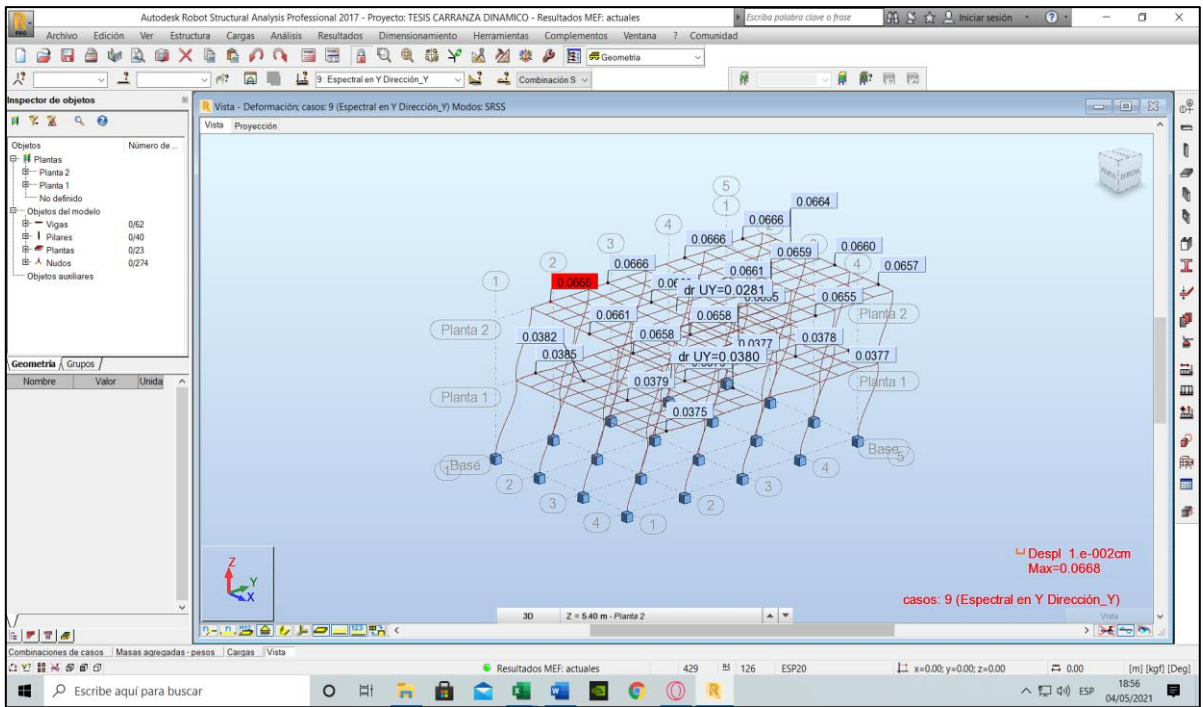
coeficiente	Nú...	Nombre del caso
1.00	1	Peso Propio
1.00	2	Carga Muerta
1.00	3	Carga Viva

Coeficiente:









Luego se procedió a comparar los desplazamientos obtenidos por el programa Robot Structural, con la norma E.030

Desplazamiento Estático

VALORES OBTENIDOS DE ROBOT			
DESPLAZAMIENTOS PRIMER NIVEL			
DR UX	=	0.3952	
DR UY	=	0.3990	
DESPLAZAMIENTOS SEGUNDO NIVEL			
DR UX	=	0.2961	
DR UY	=	0.3015	
CALCULO DE DERIVAS			
LA NORMA RESTRINGUE LOS DESPLAZAMIENTOS			
LATERALES A NO EXCEDER A			0.0100
FACTOR	=	0.75	
R	=	7	
Hn	=	540	
PRIMER NIVEL			
DERIVA EN X	=	0.00384	OK
DERIVA EN Y	=	0.00388	OK
SEGUNDO NIVEL			
DERIVA EN X	=	0.00288	OK
DERIVA EN Y	=	0.00293	OK

Fuente: Elaboración propia

Desplazamiento Dinámico

VALORES OBTENIDOS DE ROBOT			
DESPLAZAMIENTOS PRIMER NIVEL			
DR UX	=	0.0376	
DR UY	=	0.038	
DESPLAZAMIENTOS SEGUNDO NIVEL			
DR UX	=	0.0276	
DR UY	=	0.0281	
CALCULO DE DERIVAS			
LA NORMA RESTRINGUE LOS DESPLAZAMIENTOS LATERALES A NO EXCEDER A			0.010
FACTOR	=	0.75	
R	=	7	
Hn	=	540	
PRIMER NIVEL			
DERIVA EN X	=	0.000366	OK
DERIVA EN Y	=	0.000369	OK
SEGUNDO NIVEL			
DERIVA EN X	=	0.000268	OK
DERIVA EN Y	=	0.000273	OK

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 5– NORMA TÉCNICA CAPITULO
E.100

NORMA TÉCNICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ





PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio de
Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de
Construcción

NORMA TÉCNICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON BAMBÚ

**INDICE**

1. **GENERALIDADES**
2. **OBJETO**
3. **CAMPO DE APLICACIÓN**
4. **REFERENCIAS NORMATIVAS**
5. **GLOSARIO**
6. **CONSIDERACIONES BÁSICAS DE SEGURIDAD**
7. **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA EL BAMBÚ ESTRUCTURAL.**
8. **ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL**
 - 8.1 **MÉTODO DE ANÁLISIS**
 - 8.2 **MÉTODO DE DISEÑO**
 - 8.3 **CARGAS**
 - 8.4 **ESFUERZOS ADMISIBLES**
 - 8.5 **MÓDULO DE ELASTICIDAD**
 - 8.6 **DISEÑO DE ELEMENTOS EN FLEXIÓN**
 - 8.7 **DISEÑO DE ELEMENTOS SOLICITADOS POR FUERZA AXIAL**
 - 8.8 **MUROS DE CORTE, CARGA LATERAL SISMO O VIENTO**
 - 8.9 **DISEÑO DE UNIONES**
9. **PROCESO CONSTRUCTIVO**
10. **MANTENIMIENTO**
11. **ANEXOS INFORMATIVOS**
 - ANEXO A: TIPOS DE CORTES DE PIEZAS DE BAMBÚ**
 - ANEXO B: AYUDA DE CÁLCULO PARA ESFUERZOS A FLEXIÓN.**
 - ANEXO C: PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FUERZA CORTANTE ACTUANTE POR SISMO O VIENTO PARA EDIFICACIONES DE HASTA DOS PISOS DE ALTURA.**
 - ANEXO D: DISEÑO DE UNIONES**
 - ANEXO E: CRITERIOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO EN EDIFICACIONES CON BAMBÚ**
 - ANEXO F: INFORMACIÓN DEL BAMBÚ EN EL PERÚ**
 - ANEXO G: EJEMPLO DE UN MÓDULO DE BAMBÚ.**
 - ANEXO H: SÍMBOLOS Y TÉRMINOS ABREVIADOS**



1. GENERALIDADES

- 1.1. Los bambúes leñosos son gramíneas perennes, que crecen en regiones tropicales y templadas de Asia y América. Pueden alcanzar hasta 30 m de altura.
- 1.2. La Guadua angustifolia es una especie de bambú nativa de los países andino amazónicos. En el Perú se desarrolla hasta los 2,000 ms.n.m, en la amazonia se le encuentra formando bosques naturales y en otras regiones en plantaciones.
- 1.3. Sobresale entre otras especies de su género por las propiedades estructurales de sus tallos, tales como la relación peso – resistencia similar o superior al de algunas maderas, siendo incluso comparado con el acero y con algunas fibras de alta tecnología. La capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión, hace que esta especie de bambú sea un material ideal para construcciones sismorresistentes.

2. OBJETO

Establecer los lineamientos técnicos que se deben seguir para el diseño y construcción de edificaciones sismorresistentes con bambú: Guadua angustifolia y otras especies de características físico mecánicas similares.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

- 3.1. La presente norma es de aplicación obligatoria a nivel nacional para edificaciones de hasta dos niveles con cargas vivas máximas repartidas de hasta 250 Kg/m².
- 3.2. La Norma se aplica a edificaciones con elementos estructurales de bambú.

4. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma. Se deben considerar los documentos vigentes:

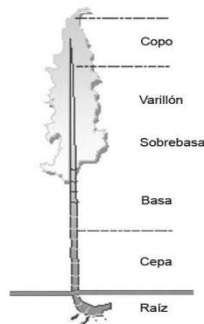
- Normas E.010 Madera, E.020 Cargas, E.030 Diseño sismorresistente y E.070 Albañilería, del Reglamento Nacional de Edificaciones (Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA).
- Norma G.050 Seguridad durante la construcción y Norma E.060 Concreto Armado, del Reglamento Nacional de Edificaciones (Decreto Supremo N° 010-2009-VIVIENDA).
- NSR-98 Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente: Título E Casas de Uno y Dos Pisos.
- NTP 341.026:1970 Barras de acero al carbono laminadas en caliente para tuercas.
- NTP 341.028:1970 Barras de acero al carbono laminadas en caliente para pernos y tornillos formados en caliente.
- Decreto Supremo N° 004-2008-AG: Declaran de Interés Nacional la Instalación de Plantaciones de Caña Brava y Bambú.
- Resolución Ministerial N° 0521-2008-AG: Aprueban Planes Nacionales de promoción de la Caña Brava y Bambú.
- Norma ISO 22156:2004 Bamboo - Structural Design.
- Norma ISO/22157-1:2004 Bamboo – Determination of physical and mechanical properties - Part 1: Requirements.
- Norma ISO/22157-2:2004 Bamboo – Determination of physical and mechanical properties – Part 2: Laboratory manual.
- Norma Técnica Colombiana NTC 5301 – Preservación y secado del culmo de Guadua angustifolia Kunth.



5. GLOSARIO

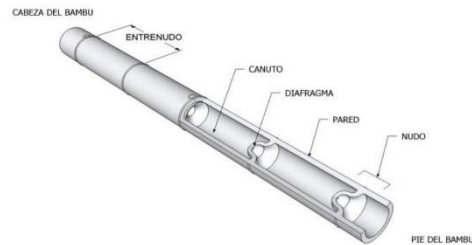
Para los propósitos de esta norma se entenderán los términos que se detallan a continuación de la siguiente manera:

- 5.1. **Acabado:** Estado final, natural o artificial, en la superficie de una pieza de madera o bambú. Estado final del recubrimiento o del revoque, el acabado natural se obtiene mediante procesos tales como: cepillado, lijado, desmanchado y el acabado artificial con la aplicación de sustancias como: ceras, lacas, tintes, aceites, etc.
- 5.2. **Acción conjunta:** Participación de varios elementos estructurales con separación no mayor a 60 cm para soportar una carga o sistema de cargas.
- 5.3. **Arriostre:** Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.
- 5.4. **Anclajes:** Refuerzo metálico de diferentes formas que se emplea como elementos de apoyo y de fijación de elementos de la construcción.
- 5.5. **Aserrado:** Proceso mediante el cual se corta longitudinalmente un tronco, para obtener piezas de madera de sección transversal rectangular denominadas comúnmente bloques o tablones.
- 5.6. **Bambú o Planta de Bambú:** Es un recurso natural renovable. Planta herbácea con tallos leñosos, perteneciente a la familia de las Poaceae (gramíneas), sub familia Bambúsoideae, tribu Bambúseae.



PONER GRAFICO ACTUALIZADO

- 5.7. **Caña de Bambú:** Tallo de la planta de bambú que por lo general es hueco y nudoso y está conformado por las siguientes partes:
- Nudo:** Parte o estructura del tallo que lo divide en secciones por medio de diafragmas.
 - Entrenudo:** Parte de la caña comprendida entre dos nudos.
 - Diafragma:** Membrana rígida que forma parte del nudo y divide el interior de la caña en secciones.
 - Pared:** Parte externa del tallo formada por tejido leñoso.



- 5.8. **Cercha o Tijeral:** Estructura reticulada para soportar cargas verticales.
- 5.9. **Componente de bambú:** Parte estructural o no estructural de la edificación conformada por varios elementos o piezas de bambú (por ejemplo, un entramado).
- 5.10. **Contracción:** Es la reducción de las dimensiones de una pieza de madera acusada por la disminución del contenido de la humedad a partir de la saturación de las fibras. Se expresa por porcentaje de la dimensión verde de la madera y puede ser lineal (radial, tangencial o longitudinal) y volumétrica.
- 5.11. **Correa:** Elemento generalmente horizontal que se apoya perpendicularmente sobre los pares o sobre las viguetas de un techo, y tienen por función unir dichos elementos y transmitirles las cargas de la cubierta.
- 5.12. **Cuadrante:** Elemento que se coloca diagonalmente para conformar una forma triangular cerrada en las esquinas de entresijos y cubiertas, para limitar la deformación, en su propio plano, de los diafragmas.
- 5.13. **Diafragma Estructural:** Elemento estructural, generalmente horizontal o ligeramente inclinado que distribuye las cargas horizontales actuantes sobre ella a los muros o paneles sobre los que se apoya.
- 5.14. **Elemento de Bambú:** Cada una de las piezas que forman un componente de bambú.
- 5.15. **Entrepiso:** Componente de bambú que separa un piso de otro, en una edificación.
- 5.16. **Guadua angustifolia:** Especie de bambú leñoso, nativo de la región tropical de los países andinos, con propiedades físico mecánicas adecuadas para construcciones sismorresistentes.
- 5.17. **Hinchamiento:** Es el aumento de las dimensiones de una pieza de madera causada por el aumento de su contenido de humedad hasta el punto de saturación de la fibras. Se expresa como porcentaje de las dimensiones de la madera seca.
- 5.18. **Madera y/o bambú tratado:** Madera de especies arbóreas o bambú sometidos a algún tipo de procedimiento, natural o químico, con el objeto de extraer la humedad y/o inmunizarla contra el ataque de agentes xilófagos o pudrición.
- 5.19. **Muro de corte:** Muro sometido a cargas horizontales laterales originadas por movimientos sísmicos o por la presión de viento. Estas cargas producen fuerzas cortantes en el plano del entramado. Un muro de corte está constituido por un entramado de pie- derechos, soleras superior e inferior, riostras y rigidizadores



intermedios (cuando se necesiten) y algún tipo de revestimiento por una o ambas caras.

5.20. Rolliza: Estado natural de los tallos de bambú.

5.21. Secado: Proceso natural o artificial mediante el cual se reduce el contenido de humedad de la madera o bambú.

6. CONSIDERACIONES BÁSICAS DE SEGURIDAD

Por razones de seguridad frente a sismos e incendios, toda edificación debe guardar una distancia de separación respecto a otras (Ver Norma A.010 Condiciones Generales de Diseño).

7. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA EL BAMBU ESTRUCTURAL

- Para la aplicación de la presente norma, debe utilizarse la especie *Guadua angustifolia*.
- La edad de cosecha del bambú estructural debe estar entre los 4 y los 6 años.
- El contenido de humedad del bambú estructural debe corresponderse con el contenido de humedad de equilibrio del lugar. Cuando las edificaciones se construyan con bambú en estado verde, el profesional responsable debe tener en cuenta todas las precauciones posibles para garantizar que las piezas al secarse tengan el dimensionamiento previsto en el diseño.
- El bambú estructural debe tener una buena durabilidad natural y estar adecuadamente protegido ante agentes externos (humos, humedad, insectos, hongos, etc.).
- Las piezas de bambú estructural no pueden presentar una deformación inicial del eje mayor al 0.33% de la longitud del elemento. Esta deformación se reconoce al colocar la pieza sobre una superficie plana y observar si existe separación entre la superficie de apoyo y la pieza.
- Las piezas de bambú estructural no deben presentar una conicidad superior al 1.0%
- Las piezas de bambú estructural no pueden presentar fisuras perimetrales en los nudos ni fisuras longitudinales a lo largo del eje neutro del elemento. En caso de tener elementos con fisuras, estas deben estar ubicadas en la fibra externa superior o en la fibra externa inferior.
- Piezas de bambú con agrietamientos superiores o iguales al 20% de la longitud del tronco no serán consideradas como aptas para uso estructural.
- Las piezas de bambú estructural no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos antes de ser utilizadas.
- No se aceptan bambúes que presenten algún grado de pudrición.

8. ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

8.1 MÉTODO DE ANÁLISIS

Las limitaciones y esfuerzos admisibles dados en esta Norma son aplicables a estructuras analizadas por procedimientos convencionales de análisis lineal y elástico. La determinación de los efectos de las cargas (deformaciones, fuerzas, momentos) en los elementos estructurales debe efectuarse con hipótesis consistentes y con los métodos aceptados en la buena práctica de la ingeniería.



8.2 MÉTODO DE DISEÑO

El diseño de los elementos estructurales de bambú en conformidad a esta Norma deberá hacerse para cargas de servicio, utilizando el método de esfuerzos admisibles.

Los esfuerzos admisibles serán exclusivamente aplicables al bambú estructural que cumple con lo indicado en el numeral 7. **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA EL BAMBÚ ESTRUCTURAL.**

Los elementos estructurales de bambú deberán diseñarse teniendo en cuenta criterios de resistencia, rigidez y estabilidad. Deberá considerarse en cada caso la condición que resulte más crítica:

8.2.1 REQUISITOS DE RESISTENCIA

Los elementos estructurales de bambú deben diseñarse para que los esfuerzos aplicados, producidos por las cargas de servicio y modificados por los coeficientes aplicables en cada caso, sean iguales o menores que los esfuerzos admisibles del material.

8.2.2 REQUISITOS DE RIGIDEZ

- a) Las deformaciones deben evaluarse para las cargas de servicio.
- b) Se consideraran necesariamente los incrementos de deformación con el tiempo (deformaciones diferidas) por acción de cargas aplicadas en forma continua.
- c) Las deformaciones de los elementos y sistemas estructurales deben ser menores o iguales que las admisibles.
- d) En aquellos sistemas basados en el ensamble de elementos de bambú se incluirán adicionalmente las deformaciones en la estructura debidas a las uniones, tanto instantáneas como diferidas.

8.3 CARGAS

Las estructuras deben diseñarse para soportar todas las cargas provenientes de:

- a) Peso propio y otras cargas permanentes o cargas muertas.
- b) Sobrecarga de servicio o cargas vivas.
- c) Sobrecargas de sismos, vientos, precipitaciones y otras.

La determinación de las sobrecargas de servicio y cargas de viento, sismo y nieve, se efectuará de acuerdo a lo señalado por la norma E.020 Cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Cuando las sobrecargas de servicio o las cargas vivas sean de aplicación continua o de larga duración (por ejemplo sobrecargas en bibliotecas o almacenes) éstas deben considerarse como cargas muertas para efectos de la determinación de deformaciones diferidas.

8.4 ESFUERZOS ADMISIBLES

8.4.1 Los esfuerzos admisibles que deberán usarse en el diseño de elementos estructurales de bambú, son los que se consignan en la TABLA 8.4.1.

TABLA N° 8.4.1. ESFUERZOS ADMISIBLES

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



8.4.2 Con base en los valores de esfuerzos admisibles de la Tabla N° 8.4.1 y los módulos de elasticidad de la Tabla N° 8.5, 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 C_D C_L C_r

Donde:

- f_i = Esfuerzo admisible modificado para la sollicitación i
f_i = Esfuerzo admisible en la sollicitación i
C_D = Coeficiente de modificación por duración de carga (0.9 para carga permanente y 1 para carga viva)
C_L = Coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas (ver 8.6.3 Estabilidad para elementos de flexión)
C_r = 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% (C_r=1.1) siempre y cuando la separación entre elementos no sea superior a 0.6 m

8.5 MODULO DE ELASTICIDAD

Los módulos de elasticidad que deberán usarse en el diseño de elementos de bambú son los que se consignan en la TABLA 8.5.

TABLA N° 8.5. MÓDULO DE ELASTICIDAD

Table with 2 columns: E_PROM (9500 Mpa) and E_MIN (7300 Mpa)

8.6 DISEÑO DE ELEMENTOS EN FLEXIÓN

- Los elementos sometidos a flexión son elementos horizontales o casi horizontales que soportan cargas perpendiculares, o casi perpendiculares a su eje: Vigas, viguetas y correas.
En el diseño de miembros o elementos de bambú sometidos a flexión se deben verificar los siguientes efectos y en ningún caso pueden sobrepasar los esfuerzos admisibles modificados para cada sollicitación.
(a) Deflexiones
(b) Flexión, incluyendo estabilidad lateral en vigas compuestas.
(c) Cortante paralelo a la fibra.



(d) Aplastamiento (compresión perpendicular a la fibra).

- Se debe garantizar que los apoyos de un elemento de bambú sometido a flexión no fallen por aplastamiento (compresión perpendicular). Si los nudos no proveen la suficiente resistencia, se deben rellenar los entrenudos de los apoyos con mortero de cemento, taco de madera u otro material que garantice una rigidez similar.
- Cuando exista una carga concentrada sobre un elemento, ésta debe estar aplicada sobre un nudo. Se deben rellenar los entrenudos adyacentes a la carga con mortero de cemento, taco de madera u otro material que garantice una rigidez similar.
- Cuando en la construcción de vigas se utiliza más de un bambú los conectores deben diseñarse para resistir las fuerzas que se generan en la unión.
- Debe evitarse practicar perforaciones en las vigas. De requerirse, debe indicarse en los planos y cumplir con las siguientes limitaciones:
 - No son permitidas perforaciones a la altura del eje neutro en secciones donde se tengan cargas puntuales o cerca de los apoyos.
 - En casos diferentes al anterior, las perforaciones deben localizarse a la altura del eje neutro y en ningún caso serán permitidas en la zona de tensión de los elementos.
 - El tamaño máximo de la perforación será de 4 cm de diámetro.
 - En los apoyos y los puntos de aplicación de cargas puntuales se permiten las perforaciones, siempre y cuando éstas sirvan para poder rellenar los entrenudos con mortero de cemento.
 -

8.6.1 DEFLEXIONES ADMISIBLES PARA ELEMENTOS EN FLEXIÓN

8.6.1.1 Las deflexiones deben calcularse para los siguientes casos:

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

8.6.1.2 Las deflexiones máximas admisibles deberán limitarse a los siguientes valores:

- a) Para cargas permanentes más sobrecarga de servicio en edificaciones con cielo raso de yeso: $L/300$; sin cielo raso de yeso: $L/250$. Para techos inclinados y edificaciones industriales: $L/200$.
- b) Para sobrecargas de servicio en todo tipo de edificaciones, $L/350$ ó 13 mm como máximo.

Siendo "L" la luz entre caras de apoyos o la distancia de la cara del apoyo al extremo, en el caso de volados.

8.6.1.3 Al estimar las deflexiones máximas se deberá considerar que las deformaciones producidas por las cargas de aplicación permanente se incrementan en un 80% (Deformaciones Diferidas).

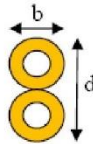
8.6.2 REQUISITOS DE RESISTENCIA PARA ELEMENTOS EN FLEXIÓN

8.6.2.1 Flexión

- c) Los esfuerzos de compresión o de tracción producidos por flexión " σ_m ", no deben exceder el esfuerzo admisible para flexión f'_m especificado. (Ver 8.4 ESFUERZOS ADMISIBLES)



- 8.6.2.2 Corte paralelo a las fibras
- Los esfuerzos cortantes " τ " calculados, no deben exceder el esfuerzo máximo admisible para corte paralelo a las fibras f'_v especificado. (Ver 8.4 ESFUERZOS ADMISIBLES).
 - Sección crítica.- Si el elemento está apoyado en su parte inferior y cargado en su parte superior es suficiente verificar la resistencia al corte en secciones ubicadas a una distancia del apoyo igual al peralte, excepto cuando se trata de volados.
- 8.6.2.3 Compresión perpendicular a las fibras.
- En los apoyos y otros puntos sujetos a cargas concentradas, deberá verificarse que el esfuerzo en compresión perpendicular a las fibras " σ_c " calculado, no exceda al esfuerzo en compresión perpendicular a las fibras admisibles $f'_{c\perp}$, para el grupo de bambú. (Ver 8.4 ESFUERZOS ADMISIBLES).
- 8.6.2.4 Para el cálculo de los esfuerzos actuantes, podrá tomarse como referencia el ANEXO B (INFORMATIVO): AYUDA DE CÁLCULO PARA ESFUERZOS A FLEXIÓN.
- 8.6.3 ESTABILIDAD PARA ELEMENTOS EN FLEXIÓN**
Debe arriostrarse para evitar el pandeo lateral de las fibras en compresión.
- 8.6.3.1 Un bambú, es estable naturalmente.
- 8.6.3.2 Dos ó más bambús son necesariamente inestables, requieren restricción en los apoyos.
- 8.6.3.3 En el caso de vigas de sección compuesta (dos o más guaduas), cuya relación alto (d) ancho (b) sea mayor que 1 ($d/b > 1$), deben incluirse soportes laterales para prevenir el pandeo o la rotación.



- 8.6.3.4 Estabilidad Lateral de Vigas Compuestas: Para vigas de sección compuesta por dos o más bambúes se debe reducir el esfuerzo admisible a flexión (F_b), por el valor de C_L de la TABLA 8.6.3.4.



TABLA 8.6.3.4
Coeficientes C_L para diferentes relaciones d/b

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

8.6.3.5 Estabilidad Lateral: En vigas compuestas por más de un bambú y cuya altura sea mayor que su ancho debe investigarse la necesidad de proveer soporte lateral a la zona comprimida del elemento, según las siguientes recomendaciones:

Si $d/b = 2$ no se requerirá soporte lateral

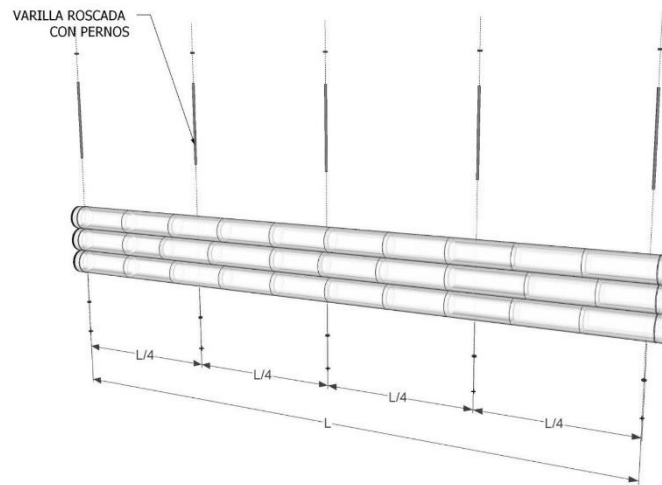
Si $d/b = 3$ se debe restringir el desplazamiento lateral de los apoyos.

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

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

8.6.4 DISTRIBUCIÓN DE CONECTORES EN VIGAS DE SECCIÓN COMPUESTA:

Cuando se construyen vigas con dos o más bambús se debe garantizar su estabilidad por medio de conectores transversales de acero, que garanticen el trabajo en conjunto. El máximo espaciamiento de los conectores no puede exceder el menor valor de tres veces el alto de la viga o un cuarto de la luz.



Detalle de conectores de sección compuesta



8.7 DISEÑO DE ELEMENTOS SOLICITADOS POR FUERZA AXIAL

Los elementos que serán diseñados por fuerza axial son aquellos solicitados en la misma dirección que el eje longitudinal que pasa por el centroide de su sección transversal.

8.7.1 ELEMENTOS SOLICITADOS A TENSIÓN AXIAL:

El esfuerzo de tensión axial actuante (f_t) para cualquier sección de guadua rolliza, no debe exceder el valor del esfuerzo admisible a tensión axial (F_t') modificado por los coeficientes de modificación correspondientes, de acuerdo a la siguiente fórmula:

f_t = T / A_n <= F_t'

En donde:

- f_t = esfuerzo a tensión actuante, en MPa
T = fuerza de tensión axial aplicada, en N
F_t' = esfuerzo de tensión admisible, modificado por los coeficientes a que haya lugar, en MPa
A_n = área neta del elemento, en mm^2

8.7.2 ELEMENTOS SOLICITADOS A COMPRESIÓN AXIAL:

8.7.2.1 La longitud efectiva es la longitud teórica de una columna equivalente con articulaciones en sus extremos. La longitud efectiva de una columna puede calcularse con la siguiente fórmula:

l_e = l_u k

Donde:

- l_u = longitud no soportada lateralmente del elemento, en mm
l_e = longitud efectiva, en mm
K = coeficiente de longitud efectiva, según las restricciones en los apoyos de la siguiente tabla.

Table with 2 columns: Condición de los apoyos, k. Row 1: Ambos extremos articulados... k=1.0. Row 2: Un extremo con restricción... k=2.0.

8.7.2.2 Para columnas, la esbeltez se da por la fórmula:

lambda = l_e / r

En donde:

- lambda = relación de esbeltez del elemento.



Le = longitud efectiva del elemento, en mm
r = radio de giro de la sección, en mm

8.7.2.3 Clasificación de columnas: según su relación de esbeltez, las columnas de guadua rolliza se clasifican en cortas, intermedias o largas:

Table with 2 columns: Columna and Esbeltez. Rows: Corta (lambda < 30), Intermedia (30 < lambda < Ck), Larga (Ck < lambda < 150)

La esbeltez Ck es el límite entre las columnas intermedias y las columnas largas y esta dado por la siguiente formula:

Ck = 2.565 * sqrt(E0.05 / Fc')

Donde
Fc' = esfuerzo admisible en compresión paralela a las fibras, modificado, en MPa
E0.05 = módulo de elasticidad percentil 5, en MPa

Bajo ninguna circunstancia es aceptable trabajar con elementos de columna que tengan esbeltez mayor de 150.

8.7.3 DISEÑO DE ELEMENTOS SOLICITADOS POR FLEXIÓN Y CARGA AXIAL.

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

ft / Ft' + fb / Fb' <= 1.0

Donde:
ft = esfuerzo a tensión actuante, en MPa.
Ft' = esfuerzo de tensión admisible, modificado por los coeficientes a que haya lugar, en MPa.
Fb = esfuerzo a flexión actuante, en MPa.
Fb' = esfuerzo a flexión admisible modificado, en MPa.

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

fc / Fc' + km * fb / Fb' <= 1.0

Donde:
fc = esfuerzo de compresión paralela a la fibra actuante, en MPa.
Fc' = esfuerzo de compresión paralela al fibra admisible, modificado, en MPa
fb = esfuerzo a flexión actuante, en MPa.
Fb' = esfuerzo a flexión admisible modificado, en MPa.



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

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

Donde:

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

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

Donde:

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

8.7.4 ESFUERZOS ADMISIBLES

8.7.4.1 Los esfuerzos admisibles usados en el diseño deberán ser los indicados en la TABLA 8.4.1

8.7.4.2 Para el diseño de los entramados se pueden incrementar estos esfuerzos en un 10 %, si se asegura el trabajo de conjunto de los pie-derechos.

8.7.5 MÓDULO DE ELASTICIDAD

8.7.5.1 Los módulos de elasticidad usados en el diseño de columnas deben ser iguales a los de flexión. (Ver TABLA 8.5 MÓDULOS DE ELASTICIDAD).

8.7.5.2 Se deberá usar el módulo de elasticidad promedio para el diseño de entramados y el módulo mínimo para el diseño de columnas aisladas.

8.7.6 CARGAS ADMISIBLES EN ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESIÓN

8.7.6.1 Los elementos sometidos a compresión axial deben ser diseñados si considerar una excentricidad mínima, siempre que se utilicen las expresiones presentadas en los tres párrafos siguientes.

8.7.6.2 Columnas cortas. Su carga admisible debe calcularse multiplicando el valor del esfuerzo admisibles en compresión paralela a las fibras por el área de la sección.

$$N_{adm} = f_c A$$



- 8.7.6.3 Columnas intermedias. Para columnas intermedias, que fallan por una combinación de aplastamiento e inestabilidad se podrá adoptar la ecuación.¹

$$N_{adm} = f_c A \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{\lambda}{C_k} \right)^4 \right]$$

- 8.7.6.4 La carga admisible de columnas largas se debe determinar por consideraciones de elasticidad. Considerando una adecuada seguridad al pandeo la carga máxima se determinará por la fórmula de Euler. La fórmula general de las columnas de secciones de cualquier forma es:

$$N_{adm} = \frac{\pi^2 EA}{2,5(\lambda)^2}$$

Para columnas circulares

$$N_{adm} = 0,2467 \frac{EA}{(\lambda)^2}$$

8.7.7 DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXOCOMPRESIÓN

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

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

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

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

Donde:

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



8.8 MUROS DE CORTE, CARGA LATERAL SISMO O VIENTO

8.8.1 REQUISITOS DE RESISTENCIA Y RIGIDEZ

- 8.8.1.1 El conjunto de diafragmas y muros de corte debe diseñarse para resistir el 100 % de las cargas laterales aplicadas, tales como acciones de viento o sismo y excepcionalmente empuje de suelos o materiales almacenados.
- 8.8.1.2 Los diafragmas y muros de corte deben ser suficientemente rígidos para:
- Limitar los desplazamientos laterales, evitando daños a otros elementos no estructurales.
 - Reducir la amplitud de las vibraciones en muros y pisos a límites aceptables.
 - Proporcionar arriostamiento a otros elementos para impedir su pandeo lateral o lateral torsional.
- 8.8.1.3 Las uniones de los diafragmas y muros de corte, tanto entre si como en otros elementos deben ser adecuadas para transmitir y resistir las fuerzas cortantes de sismo o vientos.
- 8.8.1.4 Deben ponerse especial atención en los anclajes de los muros de corte a la cimentación. Cada panel independiente debe estar conectado a la cimentación por lo menos en dos puntos y la separación entre ellas no debe ser mayor que 2 m
- 8.8.1.5 Los muros cuya relación de altura a la longitud en planta sea mayor que 2, no deben considerarse como resistencia.
- 8.8.1.6 Bajo condiciones normales de servicio, como podrían ser sobrecargas de viento habitual o de sismos pequeños a moderados, deberá verificarse que las deformaciones de los muros no exceden de $h/1200$ ("h" es la altura del muro).
- 8.8.1.7 Cada muro de corte considerado por separado, debe ser capaz de resistir la carga lateral proporcional correspondiente a la generada por la masa que se apoya sobre el, a menos que se haga un análisis detallado de la distribución de fuerzas cortantes considerando la flexibilidad de los diafragmas horizontales.
- 8.8.1.8 La fuerza cortante actuante debida a la acción del viento o sismo se determinará a partir de lo que especifica la Norma E.030 Diseño Sismorresistente para ambos tipo de carga o mediante procedimientos más elaborados compatibles con la buena práctica de la ingeniería.
- 8.8.1.9 Para calcular la fuerza cortante actuante por sismo o viento en edificaciones de hasta dos pisos de altura, se puede utilizar lo dispuesto en el ANEXO C (INFORMATIVO): PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FUERZA CORTANTE ACTUANTE POR SISMO O VIENTO EN EDIFICACIONES DE HASTA DOS PISOS DE ALTURA.
- 8.8.1.10 Los muros de corte de una edificación deben estar dispuestos en dos direcciones ortogonales, con espaciamiento menores de 4 m en cada dirección. La distribución de estos elementos debe ser más o menos uniforme, con rigideces aproximadamente proporcionales a sus áreas de influencia.
- 8.8.1.11 Si los espaciamientos de los muros son mayores que 4 m y la flexibilidad en planta de los diagramas (entrepisos, techos, etc.) es tal que no garantice un comportamiento en conjunto, este procedimiento no es aplicable.
- 8.8.1.12 Para el cálculo de la resistencia de los muros de corte, el profesional responsable puede tomar como referencia el artículo 8 "Muros de corte, carga lateral, sismo o viento", de la norma E.010 Madera, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

8.9 DISEÑO DE UNIONES

La resistencia de las uniones dependerá del tipo de unión y de los elementos utilizados. Los valores admisibles se determinarán en base a los resultados de cinco ensayos como mínimo, con los materiales y el diseño a utilizar en la obra, considerando un Factor de Seguridad de 3.

En el ANEXO D (INFORMATIVO): DISEÑO DE UNIONES, se dan como referencia detalles de algunas uniones y valores admisibles para casos estudiados.



9 PROCESO CONSTRUCTIVO

En caso de aplicar un proceso constructivo diferente al mostrado en el presente numeral, debe sustentarse los cálculos técnicos respectivos y estar a cargo del Profesional Responsable de la Obra:

9.1 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

9.1.1 MADERA

- La calidad de la madera aserrada debe regirse por la Norma E.010 Madera (vigente), del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- La clasificación mecánica de las maderas usadas en muros, entresijos y cubiertas debe corresponder como mínimo, al Grupo C, según lo establecido en la Norma E.010 Madera (vigente), del Reglamento Nacional de Edificaciones.

9.1.2 ELEMENTOS METÁLICOS

- Son elementos metálicos de unión, anclaje y de refuerzo las tuercas de acero, pernos, tornillos y arandelas.
- Las tuercas de acero deben cumplir lo establecido en la NTP 341.026:1970 Barras de acero al carbono laminadas en caliente para tuercas.
- Los pernos, tornillos y arandelas deben cumplir lo establecido en la NTP 341.028:1970 Barras de acero al carbono laminadas en caliente para pernos y tornillos formados en caliente.
- Los tornillos, pernos, tuercas y pletinas, deberán tener tratamientos anticorrosivos como el zincado o galvanizado, especialmente en áreas exteriores y ambientes húmedos.

9.1.3 MORTERO

- La calidad del mortero de cemento para el relleno de los entrecodos deberá ser en una proporción máxima de 1:4 (cemento – arena gruesa) y debe cumplir con la Norma E.70 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- La calidad del mortero de cemento para el revoque de muros debe cumplir con la Norma E.70 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

9.1.4 CONCRETO SIMPLE Y ARMADO

- La calidad del concreto y del refuerzo del acero se regirá por lo establecido en la Norma E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones.

9.1.5 MALLAS DE REFUERZO DEL REVOQUE

- Se usarán los siguientes tipos:
- Malla de alambre trenzado con diámetro máximo de 1,25 mm de abertura hexagonal no mayor a 25,4 mm
 - Malla de alambre electro soldado con diámetro máximo de 1,25 mm de abertura cuadrada no mayor a 25,4 mm
 - Otras mallas que cumplan la función de adherencia y estabilidad del revoque.

9.2 ACTIVIDADES PRELIMINARES AL PROCESO CONSTRUCTIVO.

- Evitar la incidencia de la humedad estableciendo las condiciones adecuadas en el terreno sobre el cual se va a construir la edificación (obras preliminares, trabajos provisionales, etc.).
- Para la descarga, almacenamiento y montaje de piezas de Bambú así como para todo el proceso de construcción, debe tomarse en cuenta lo establecido en la Norma G.050 Seguridad Durante la Construcción (vigente) del Reglamento Nacional de Edificaciones.



- Por la forma irregular de las cañas de bambú, los elementos constructivos de bambú deben conformarse tomando como referencia sus ejes.
- El manejo y los procesos constructivos de las piezas de madera deben seguir los requisitos y recomendaciones de la NTE E.010 Madera del Reglamento Nacional de Edificaciones.

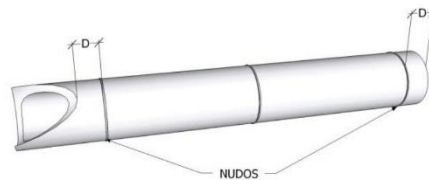
9.3 PROCESO CONSTRUCTIVO.

9.3.1 CIMENTOS, SOBRECIMENTOS, LOSAS Y PISOS.

- Se regirán por lo establecido en la Norma E. 050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Se debe construir un sobre cimiento de una altura mínima de 20 cm sobre el nivel del terreno natural para recibir todos los elementos estructurales verticales de bambú (columnas y muros estructurales).

9.3.2 UNIONES ENTRE PIEZAS DE BAMBÚ

Las piezas de bambú, deben ser cortadas de tal forma que quede un nudo entero en cada extremo o próximo a él, a una distancia máxima $D = 6$ cm del nudo.

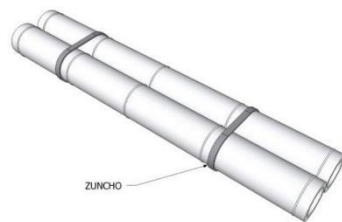


Las piezas de bambú, no se deben unir con clavos.

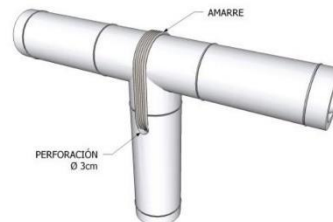
9.3.2.1 TIPOS DE UNIONES DE PIEZAS DE BAMBÚ

9.3.2.1.1 UNIONES ZUNCHADAS O AMARRADAS

- a) Se debe impedir el desplazamiento del zuncho o del amarre.
- b) Se puede usar otros materiales no metálicos como: sogas, cueros, plásticos u otros similares. El uso de estas uniones deben estar debidamente justificadas por el proyectista.



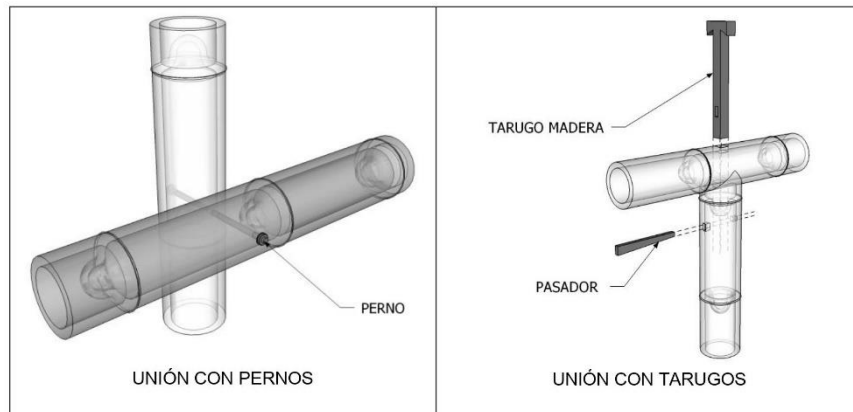
UNION ZUNCHADA



UNION AMARRADA

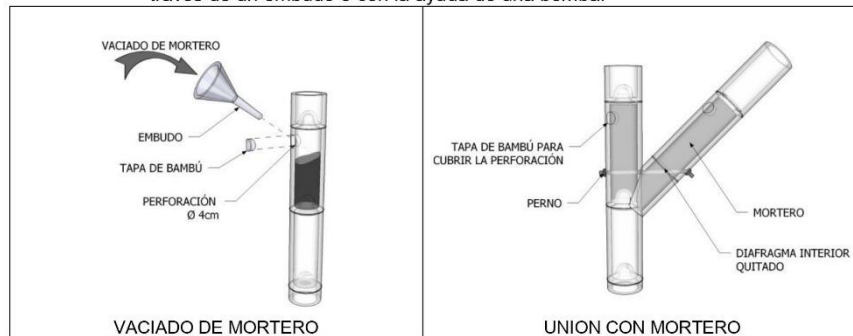
9.3.2.1.2 UNIONES CON TARUGOS O PERNOS.

- Los tarugos serán de madera estructural ó de otros materiales de resistencia similar. Deberán colocarse arandelas, pletinas metálicas u otro material de resistencia similar entre la cabeza o tuerca del perno y el bambú.
- Los pernos pueden fabricarse con barras de refuerzo roscadas en obra o con barras comerciales de rosca continua según 9.1.2 ELEMENTOS METÁLICOS.
- La perforación del entrenudo para el perno debe pasar por el eje central del bambú.

**9.3.2.1.3 UNIÓN CON MORTERO**

Cuando un entrenudo está sujeto a una fuerza de aplastamiento, o cuando se requiera por diseño ser rellenado con mortero, se procederá de la siguiente manera:

- El mortero se elaborará de acuerdo a 9.1.3 MORTERO, debiendo ser lo suficientemente fluido para llenar completamente el entrenudo. Pueden usarse aditivos reductores de agua de mezclada, no corrosivos.
- Para vaciar el mortero, debe realizarse una perforación con un diámetro de 4cm como máximo, en el punto más cercano del nudo superior de la pieza de bambú. A través de la perforación se inyectará el mortero presionándolo a través de un embudo o con la ayuda de una bomba.





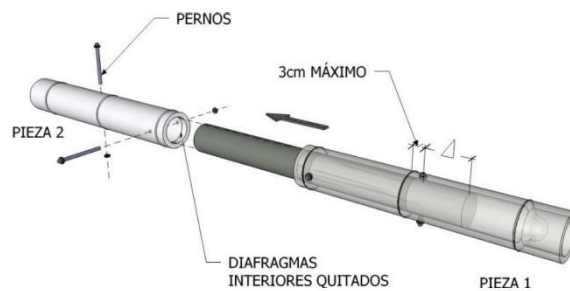
9.3.2.1.4 UNIONES LONGITUDINALES

Para unir longitudinalmente, dos piezas de bambú, se deben seleccionar piezas con diámetros similares y unir las mediante elementos de conexión, según los casos 1, 2 y 3.

Caso 1: Con pieza de madera

Dos piezas de bambú se conectan mediante una pieza de madera y se deben unir con dos pernos de 9 mm como mínimo, perpendiculares entre si, en cada una de las piezas.

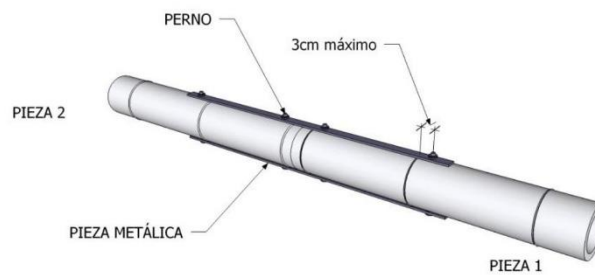
Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.



Caso 2: Con dos piezas metálicas

Dos piezas de bambú se conectan entre sí mediante dos elementos metálicos, sujetos con pernos de 9 mm como mínimo, paralelos al eje longitudinal de la unión.

Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.

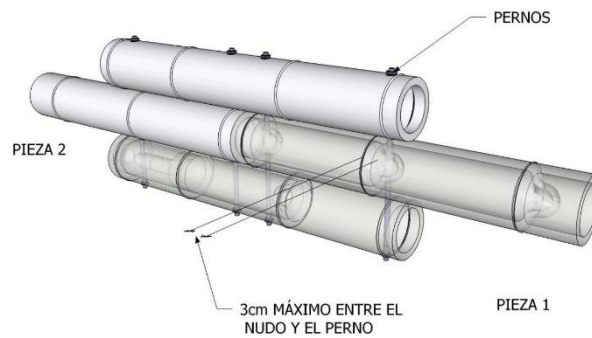




Caso 3: Con dos piezas de bambú

Dos elementos de bambú se conectan entre sí mediante dos piezas de bambú, sujetos con pernos de 9 mm como mínimo, paralelos al eje longitudinal de la unión.

Los pernos estarán ubicados como máximo a 30 mm de los nudos.

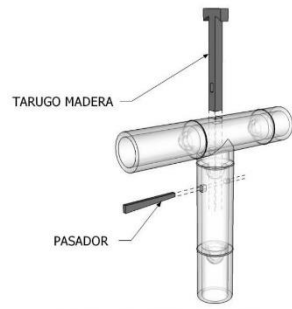


9.3.2.1.5

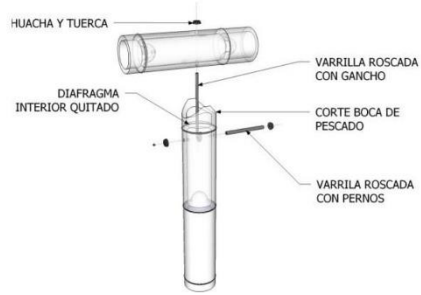
UNIONES PERPENDICULARES Y EN DIAGONAL.

Estas uniones tienen que reunir las siguientes características:

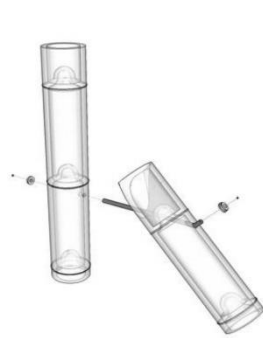
- Se debe lograr el mayor contacto entre las piezas, realizando los cortes según lo establecido en el ANEXO A (INFORMATIVO): TIPOS DE CORTES DE PIEZAS DE BAMBÚ, o cualquier otro mecanismo para lograr dicho objetivo.
- Se debe asegurar la rigidez de la unión, utilizando los refuerzos señalados en las uniones de los ítems 9.3.2.1.2 UNIONES CON TARUGOS O PERNOS y/o 9.3.2.1.3 UNIÓN CON MORTERO.



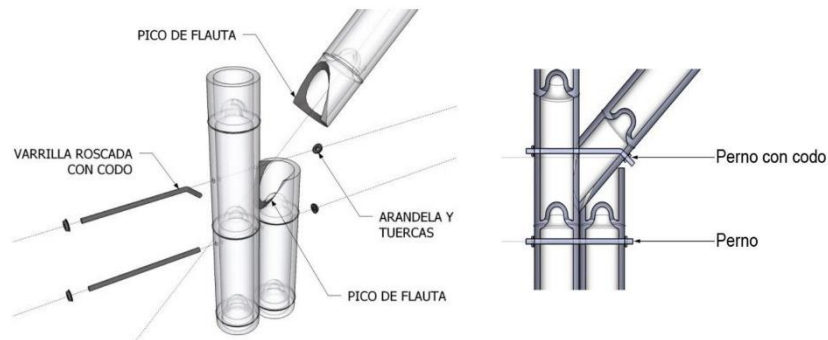
UNION PERPENDICULAR CON TARUGO DE MADERA



UNION PERPENDICULAR CON PERNO



UNION DIAGONAL SIMPLE



UNION DIAGONAL CON BAMBÚ DE APOYO

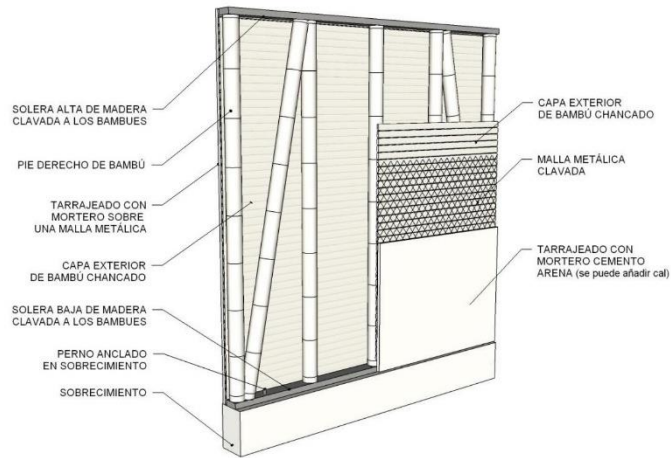
9.3.3 COLUMNAS Y MUROS ESTRUCTURALES (ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS VERTICALES).

9.3.3.1 COLUMNAS

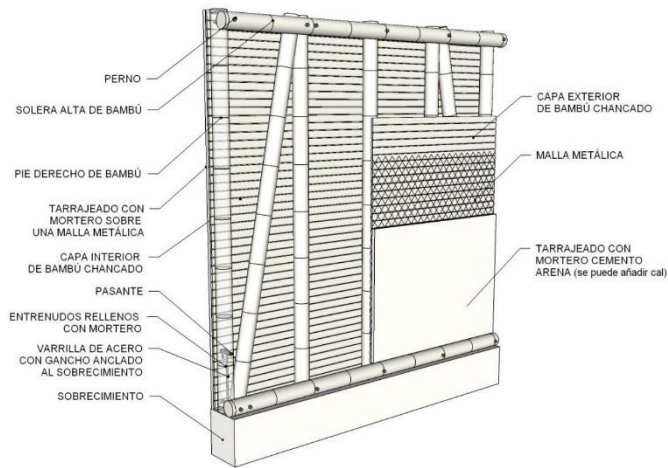
- Las columnas deben conformarse de una pieza de bambú o de la unión de dos o más piezas de bambú, colocadas de forma vertical con las bases orientadas hacia abajo.
- Las columnas compuestas de más de una pieza de bambú, deben unirse entre sí con zunchos o pernos, con espaciamientos que no excedan un tercio de la altura de la columna.

9.3.3.2 MUROS ESTRUCTURALES

- Los muros estructurales de bambú deben componerse de un entramado de bambúes o de bambúes y madera, constituidos por elementos horizontales llamados soleras, elementos verticales llamados pie – derechos y recubrimientos.
- Los bambúes no deben tener un diámetro inferior a 80 mm
- La distancia entre los pies derechos y el número de diagonales estará definido por el diseño estructural.
- En caso de soleras de madera, estas tendrán un ancho mínimo igual al diámetro de los bambúes usados como pie - derechos. El espesor mínimo de la solera superior e inferior será de 35 mm y 25 mm respectivamente.
- En caso de soleras de bambú, estas tendrán que ser reforzadas según lo establecido en 9.3.4.2.3 DEL ENTREPISO DE BAMBÚ, a fin de evitar su aplastamiento.



MURO CON SOLERAS DE MADERA



MURO CON SOLERAS DE BAMBÚ

9.3.4 VIGAS Y ENTREPISOS (ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS HORIZONTALES)

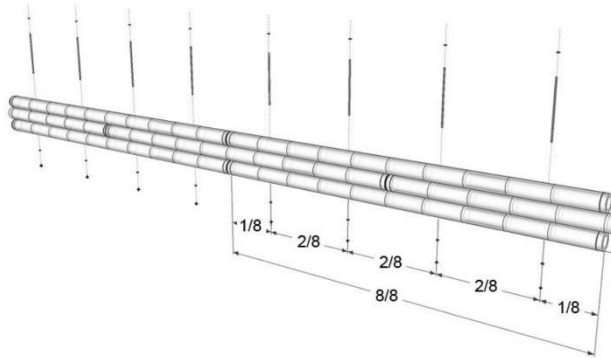
9.3.4.1 VIGAS

- Las vigas deberán conformarse de una o de la unión de dos o más piezas de bambú.
- Las vigas compuestas de más de una pieza de bambú, deben unirse entre sí

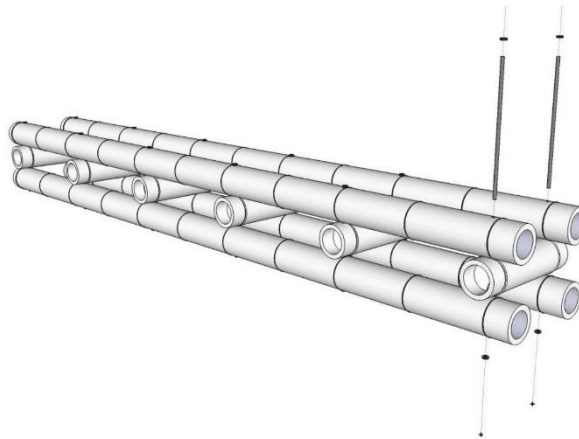


con zunchos o pernos espaciados como mínimo de un cuarto de la longitud de la viga.

- Para obtener vigas de longitudes mayores a las piezas de bambú, se deben unir dos bambúes longitudinalmente, según lo establecido en 9.3.2.1.3 UNIÓN CON MORTERO.
- Las uniones de las piezas de bambú en las vigas compuestas, deben ser alternadas.



VIGA COMPUESTA TIPO A

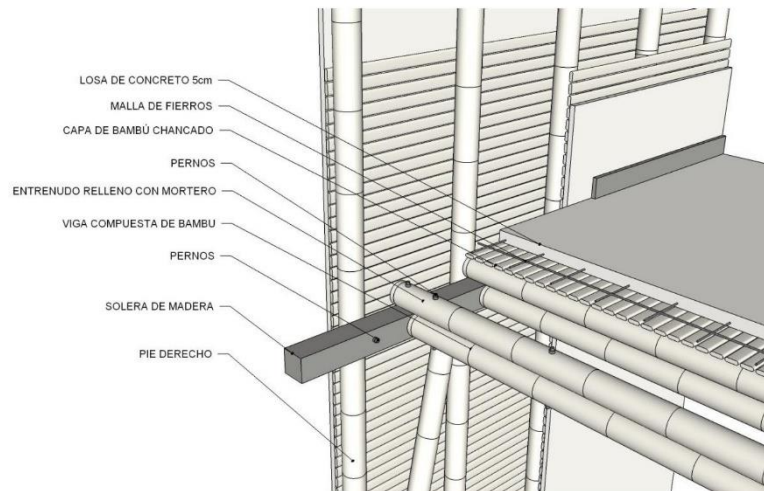


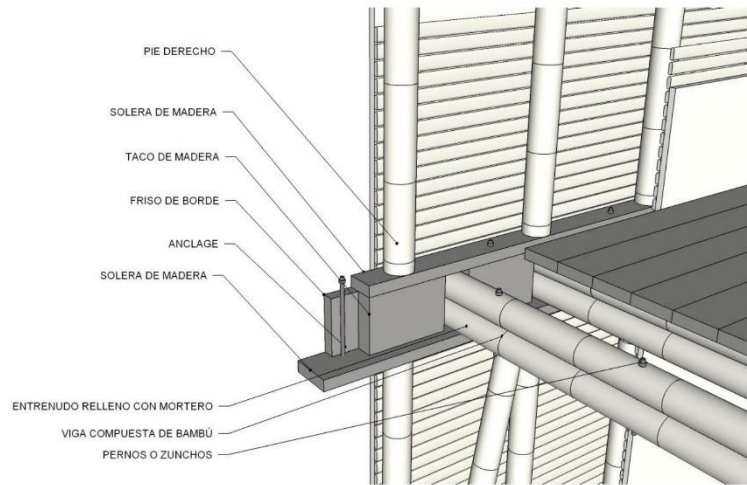
VIGA COMPUESTA TIPO B

9.3.4.2 ENTREPISOS



- 9.3.4.2.1 No se permiten entrepisos de losa de concreto para edificaciones con bambú construidas de acuerdo a la presente norma, salvo que se justifique con el cálculo estructural correspondiente.
- 9.3.4.2.2 El proceso constructivo del entrepiso debe seguir las normas técnicas establecidas en el Título III.2 Estructuras del Reglamento Nacional de Edificaciones, según el material utilizado.
- 9.3.4.2.3 Del entrepiso de bambú
 - El diseño estructural del entrepiso de bambú, se regirá de acuerdo al numeral 8. ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL, de la presente norma.
 - En los entrepisos se debe evitar el aplastamiento de las vigas de bambú en sus extremos, con las dos alternativas siguientes:
Colocando tacos de madera, de peralte igual al de la viga de bambú.
Rellenando con mortero de cemento los entrenudos de apoyo de las vigas.
 - En caso de vigas compuestas, conformadas por piezas de bambú superpuestas, se tendrá que prever el arriostramiento necesario para evitar el pandeo lateral.
- 9.3.4.2.4 Del recubrimiento del entrepiso
 - El recubrimiento del entrepiso debe ser con materiales livianos, con peso máximo de 120 Kg/m², salvo que se justifique con el cálculo estructural correspondiente.
 - Si se construye cielo raso debajo de la estructura de entrepiso, debe facilitarse la ventilación de los espacios interiores.





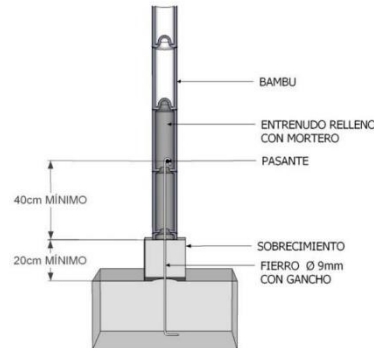
9.3.5 UNIONES DE ACUERDO A LA FUNCIÓN

9.3.5.1 UNIÓN ENTRE SOBRE CIMIENTO Y COLUMNA

- Las fuerzas de tracción se deben transmitir a través de conexiones emperradas. Un perno debe atravesar el primero o el segundo entrenudo del bambú.
- Cada columna debe tener como mínimo una pieza de bambú conectada a la cimentación o al sobre-cimiento.
- Se rellenaran los entrenudos atravesados por la pieza metálica y el pasador con una mezcla de mortero según las especificaciones de 9.1.3 MORTERO de la presente norma.
- Se debe evitar el contacto del bambú con el concreto o la mampostería con una barrera impermeable a base de un sistema hidrófugo.
- La unión entre sobre cimiento y columna se realizará de acuerdo a los casos 1 y 2:

Caso 1: Unión con Anclaje Interno

- a. Se deja empotrada a la cimentación una barra de fierro 9mm de diámetro como mínimo con terminación en gancho. Esta barra tendrá una longitud mínima de 40 cm sobre la cimentación.
- b. Antes del montaje de la columna de bambú, se perforan como mínimo los diafragmas de los dos primeros nudos de la base de la columna.
- c. Se coloca un pasador (perno) con diámetro mínimo de 9mm, que pasará por el gancho de la barra.
- d. Los entrenudos atravesados por la barra se rellenarán con mortero de acuerdo al numeral 9.1.3 MORTERO.

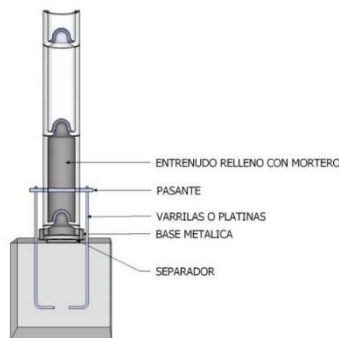


SE ELIMINARA EL TERMINO PASANTE POR EL TERMINO PASADOR

Caso 2: Unión con Anclaje Externo

Se deja empotrada a la cimentación una base metálica con dos varillas o platinas de hierro de 9mm de diámetro como mínimo. Estas varillas o platinas tendrán una longitud mínima de 40 cm sobre la cimentación.

Se coloca un pasador (perno) con diámetro mínimo de 9mm, que unirá las dos varillas o platinas, sujetando la columna de bambú.



SE ELIMINARA EL TERMINO PASANTE POR EL TERMINO PASADOR Y SE MODIFICARA EL TERMINO SEPARADOR POR SEPARADOR (AISLANTE DE HUMEDAD)

9.3.5.2 UNIÓN ENTRE SOBRE CIMIENTO Y MUROS

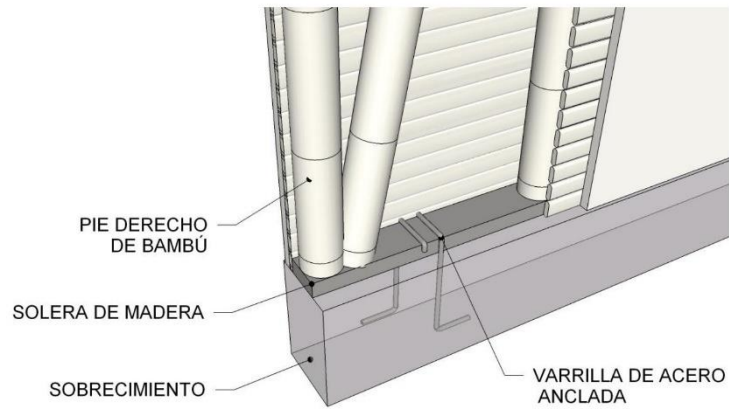
9.3.5.2.1 Cada muro debe tener como mínimo dos puntos de anclaje conectados a la cimentación o al sobre-cimiento mediante conectores metálicos. Los puntos de anclajes no pueden estar separados a una distancia superior a 2.50 m

9.3.5.2.2 En caso de las puertas habrá un punto de anclaje en ambos lados.

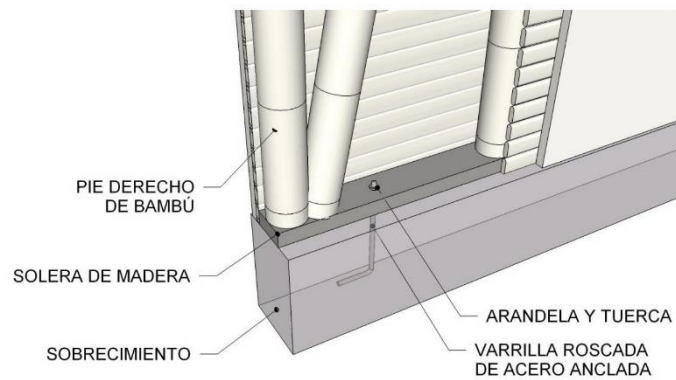
9.3.5.2.3 Tipos:

- Unión con soleras de madera aserrada

En este caso las soleras se fijan a los cimientos con barras de fierros roscadas, fijadas a éstas, con tuercas y arandelas que cumplan con lo establecido en 9.1.2 ELEMENTOS METALICOS de la presente norma. La madera debe separarse del concreto o de la mampostería con una barrera impermeable.



CON VARRILLA DE ACERO ANCLADA

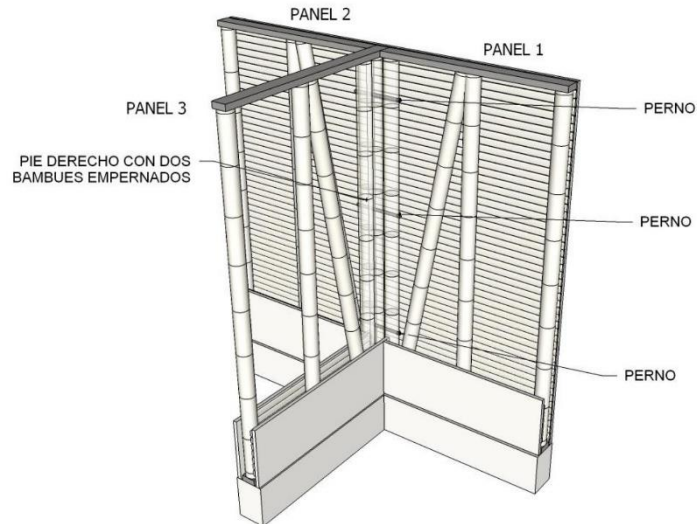


CON VARILLA DE ACERO ROSCADA

- Unión con soleras de bambú
Para este caso, los muros deben conectarse a los cimientos fijando los pies-derechos necesarios, tal como se establece para columnas de bambú según 9.3.5.1 UNIÓN ENTRE SOBRE CIMIENTO Y COLUMNA.

9.3.5.3 UNIÓN ENTRE MUROS

Se unen entre sí mediante pernos o zunchos. Debe tener como mínimo tres conexiones por unión, colocadas a cada tercio de la altura del muro. El perno debe tener, por lo menos 9 mm de diámetro.



9.3.5.4 UNIÓN ENTRE MUROS Y ENTREPISO MEDIANTE CORREA DE MADERA ESTRUCTURAL

La unión entre muros y entrepisos (Ver 9.3.4.2 ENTREPISOS) debe seguir los siguientes lineamientos:

- Debe existir una viga de amarre a nivel del entrepiso.
- Se debe lograr la continuidad estructural de los muros del primer y segundo piso.
- La estructura del entrepiso y del muro deben estar fijados de tal manera que garantice su comportamiento de conjunto.
- Garantizar que no se produzca aplastamiento de las vigas de bambú.

9.3.5.5 UNIÓN ENTRE MUROS Y CUBIERTA

La unión entre muros y cubierta debe seguir los siguientes lineamientos:

- Debe existir una viga de amarre a nivel de cubierta.
- Se debe lograr la continuidad estructural de la cubierta con los muros que lo soportan.
- La estructura de la cubierta debe estar fijada a los muros de tal manera que garantice su comportamiento de conjunto.
- Garantizar que no se produzca aplastamiento del bambú.

9.3.5.6 UNIÓN ENTRE COLUMNA CUBIERTA

La estructura de la cubierta debe estar fijada a las columnas de tal manera que garantice su comportamiento de conjunto.

9.3.6 CUBIERTA.

9.3.6.1 ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA.

- Los elementos portantes de la cubierta deben conformar un conjunto estable para cargas verticales y laterales, para lo cual tendrán los anclajes y arriostramientos requeridos.
- El proceso constructivo de la cubierta debe seguir las normas técnicas establecidas en el Título III.2. Estructuras del Reglamento Nacional de



Edificaciones, según el material utilizado.

- En caso de una estructura de bambú, se deben cumplir con los siguientes requisitos:
La cubierta debe ser liviana.
Los materiales utilizados para la cubierta deben garantizar una impermeabilidad suficiente para proteger de la humedad a los bambúes y a la madera de la estructura de soporte.
Para aleros mayores de 60 cm deberá proveerse de un apoyo adicional, salvo que se justifique estructuralmente.

9.3.6.2 RECUBRIMIENTO DE LA CUBIERTA.

- Los materiales de la cobertura se regirán de acuerdo a las normas técnicas establecidas en el Título III.2 Estructuras del Reglamento Nacional de Edificaciones..
- Estos materiales deben garantizar impermeabilidad que proteja de la humedad a los bambúes y a la madera de la estructura de soporte.
- Cuando se utilicen materiales que transmiten humedad por capilaridad, como las cubiertas de teja de barro, debe evitarse su contacto directo con el bambú, a fin de prevenir su pudrición.
- El material utilizado deberá proteger la estructura de bambú de la radiación solar.

9.3.6.3 CIELO RASO DE LA CUBIERTA.

En caso de colocar un cielo-raso debe construirse con materiales livianos anclados a la estructura del entrepiso o de la cubierta y permitir la ventilación de cubiertas y entrepisos.

9.3.7 INSTALACIONES SANITARIAS ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS

9.3.7.1 INSTALACIONES SANITARIAS

- Las instalaciones sanitarias se regirán según lo establecido en el Título III.3 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Las instalaciones sanitarias no deben estar empotradas dentro de los elementos estructurales de bambú.

9.3.7.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS

- Las instalaciones eléctricas y mecánicas se regirán según lo establecido en el Título III.4 del Reglamento Nacional de Edificaciones, según sea el caso.
- Las instalaciones eléctricas pueden ser empotradas dentro de los muros estructurales de bambú. En caso de requerirse perforaciones estas no deberán exceder de 1/5 del diámetro de la pieza de bambú.
- Los conductores eléctricos deben ser entubados o de tipo blindado, con terminación en cajas de pases metálicos o de otro material incombustible. Los empalmes y derivaciones serán debidamente aisladas y hechas en las cajas de pase.
- La instalación eléctrica no debe ser perforada o interrumpida por los clavos que unen los elementos estructurales.



10 MANTENIMIENTO

Toda edificación de bambú, debe ser sometida a revisiones, ajustes y reparaciones a lo largo de su vida útil.

El mantenimiento del bambú, se debe realizar con materiales como: ceras, lacas, barnices o pintura y según los siguientes criterios:

- Para piezas de bambú expuestas a la intemperie se debe realizar el mantenimiento como mínimo cada 6 meses.
- Para piezas de bambú en exteriores, protegidas de la intemperie, se debe realizar el mantenimiento como mínimo cada 1 año.
- Para piezas estructurales de bambú en interiores, se debe realizar el mantenimiento como mínimo cada 2 años.
- Se deberán reajustar los elementos que por contracción del bambú, por vibraciones o por cualquier otra razón se hayan desajustado.
- Si se encuentran roturas, deformaciones excesivas, podredumbres o ataques de insectos xilófagos en las piezas estructurales, éstas deberán ser cambiadas.
- Si se detecta la presencia de insectos xilófagos, se deberá realizar el tratamiento del caso para su eliminación.
- Garantizar que los mecanismos de ventilación previstos en el diseño original funcione adecuadamente.
- Evitar la humedad que puede propiciar la formación de hongos y eliminar las causas.
- Deberá verificarse los sistemas especiales de protección contra incendios y las instalaciones eléctricas.
- Aquellas partes de la edificación próximas a las fuentes de calor, deben aislarse o protegerse con material incombustible o con sustancias retardantes o ignífugos, aprobados por la legislación peruana, que garanticen una resistencia mínima de una hora frente a la propagación del fuego.
- Los elementos y componentes de bambú, deben ser sobredimensionados con la finalidad de resistir la acción del fuego por un tiempo adicional predeterminado.
- Revisar la unión periódicamente, para reemplazarla en caso de aflojamiento.





ANEXOS INFORMATIVOS



ANEXO A: TIPOS DE CORTES DE PIEZAS DE BAMBÚ

- Cuando dos piezas de bambú se encuentran en el mismo plano y según los tipos de uniones que se quieran realizar, se recomienda efectuar cortes que permitan un mayor contacto entre ellas o utilizar piezas de conexión que cumplan esta función.
- Los cortes básicos que se pueden utilizar son los siguientes:



A.1 RECTO

Corte sin orejas	Corte con orejas
	



A.1.2 A BISEL

Corte sin orejas	Corte con orejas
	

A.1.3 BOCA DE PESCADO

Corte sin orejas	Corte con orejas
	

A.1.4 PICO DE FLAUTA

Corte sin orejas	Corte con orejas
	



ANEXO B: AYUDA DE CÁLCULO PARA ESFUERZOS A FLEXIÓN.

B.1 ESFUERZO A FLEXIÓN

El esfuerzo a flexión actuante (f_b) sobre cualquier sección de guadua rolliza, no debe exceder el valor del esfuerzo a flexión admisibles (f_m) modificado por los coeficientes correspondientes, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$f_m = \frac{M}{S} \leq f_m$$

- f_m = esfuerzo a flexión actuante, en Mpa
- f_m = esfuerzo admisible modificado, en Mpa
- M = momento actuante sobre el elemento N mm
- S = módulo de sección en mm^3 .



El módulo de sección S, para una guadua se expresa con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\pi(D_e^4 - [D_e - 2t]^4)}{32 D_e}$$

En donde:

- S = módulo de sección en mm^3 .
- D_e = diámetro promedio exterior del bambu en mm
- t = espesor promedio de la pared del bambú en mm

B.2 Para verificar la resistencia a la flexión de secciones compuestas de 2 o más bambúes, se debe calcular el modulo de sección para cada condición particular. En la siguiente tabla se presentan algunos módulos de sección para secciones compuestas.

Sección	S (mm^3)
	$\frac{\pi(5D_e^4 - 4D_e^2[D_e - 2t]^2 - [D_e - 2t]^4)}{32D_e} \quad (G.12.8-6)$
	$\frac{\pi(35D_e^4 - 4D_e^2[D_e - 2t]^2 - [D_e - 2t]^4)}{96D_e} \quad (G.12.8-7)$



- B.3 Cuando se empleen varios bambúes para conformar un elemento a flexión, la inercia del conjunto se calcula como la suma de las inercias individuales de cada uno de los bambúes ($I = \sum I_i$). Si el constructor garantiza un trabajo en conjunto la inercia podrá ser calculada con el teorema de los ejes paralelos:

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

- I = inercia de la sección compuesta, en mm^4 .
 A_i = área para el i-esimo bambú, en mm^2 .
 D_i = distancia entre el centroide del conjunto de bambúes y el centroide de i-esimo bambú, en mm
 I_i = la inercia individual de cada bambú referida a su propio centroide, en mm^4 .

- B.4 Los esfuerzos máximos de corte serán calculados a una distancia del apoyo igual a la altura (h) del elemento. Para vigas conformadas por un solo bambú dicha altura será igual al diámetro exterior (D_e) de la misma, exceptuando en voladizos donde el esfuerzo máximo de corte será calculado en la cara del apoyo. Para vigas conformadas por dos bambúes la altura (h) corresponde a la altura real del elemento. El máximo esfuerzo cortante debe ser determinado teniendo en cuenta la distribución no uniforme de los esfuerzos en la sección y debe ser inferior al máximo esfuerzo admisible para corte paralelo a las fibras (F'_v) establecido para los bambúes rollizos TABLA N° 8.4.1. ESFUERZOS ADMISIBLES, modificado por los coeficientes a que haya lugar.

B.5 ESFUERZO CORTANTE PARALELO A LAS FIBRAS

El esfuerzo cortante paralelo a las fibras actuante (f'_v) sobre cualquier sección de guadua rolliza, no debe exceder el valor del esfuerzo cortante paralelo a las fibras admisible (F'_v), modificado por los coeficientes correspondientes, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$f'_v = \frac{2V}{3A} \left(\frac{3D_e^2 - 4D_e t + 4t^2}{D_e^2 - 2D_e t + 2t^2} \right) \leq F'_v$$

Dónde:

- f'_v = esfuerzo cortante paralelo a las fibras actuante, en MPa
 A = área de la sección transversal del elemento de guadua rolliza, en mm^2
 D_e = diámetro externo promedio de la sección de guadua rolliza, en mm
 t = espesor promedio de la sección de guadua rolliza, en mm
 F'_v = esfuerzo admisible para corte paralelo a las fibras, modificado por los coeficientes a que haya lugar, en MPa
 v = fuerza cortante en la sección considerada, en N

**B.6****APLASTAMIENTO**

Los esfuerzos de compresión perpendicular a las fibras (f_p), deben verificarse especialmente en los apoyos y lugares en los que haya cargas concentradas en áreas pequeñas. El esfuerzo de compresión perpendicular a las fibras actuante no debe exceder al esfuerzo admisible de compresión perpendicular modificado por los coeficientes a que haya lugar.

B.7**APLASTAMIENTO**

El esfuerzo a compresión perpendicular a la fibra actuante se calcula con la siguiente fórmula:

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

En donde:

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

B.8**APLASTAMIENTO**

Todos los entrenudos que estén sometidos a esfuerzos de compresión perpendicular a la fibra deben estar llenos de mortero de cemento, tacos de madera u otro material que garantice una rigidez similar. En el caso en que esto no se cumpla el valor del esfuerzo admisible F'_p se debe reducir a la cuarta parte $F'_p/4$

B.9**ELEMENTOS SOLICITADOS A COMPRESION AXIAL**

El radio de giro de la sección constituido por un solo bambú será calculado con la siguiente ecuación:

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

En donde:

D_e	=	diámetro externo promedio de la sección de guadua rolliza, en mm
t	=	espesor promedio de la sección de guadua rolliza, en mm
r	=	radio de giro de la sección.

B.10**ELEMENTOS SOLICITADOS A COMPRESION AXIAL**

En el diseño de elementos solicitados a compresión constituidos por dos o mas bambús la medida de esbeltez será calculada usando la ecuación B.9 ELEMENTOS SOLICITADOS A COMPRESIÓN AXIAL de este mismo Anexo, con el radio de giro r calculado con la siguiente expresión

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



En donde:

- I = Inercia de la sección calculada de acuerdo con B.11
ELEMENTOS SOLICITADOS A COMPRESIÓN AXIAL.
- A = área de la sección transversal, en mm^2 .
- r = radio de giro de la sección.

B.11

ELEMENTOS SOLICITADOS A COMPRESION AXIAL

Cuando se empleen varios bambúes para conformar un elemento a compresión, la inercia del conjunto se calcula como la suma de las inercias individuales de cada uno de los bambúes ($I = \sum I_i$). Si el constructor garantiza un trabajo conjunto la inercia podrá ser calculada con las siguientes expresiones:

- Para elementos de compresión tipo celosía, la inercia será calculada como ($I = \sum (A_i d_i^2)$), siendo A_i el area para el i-esimo bambu y d_i la distancia entre el centroide del conjunto de bambu y centroide del i-esimo bambu.
- Para elementos de compresión unidos en toda su longitud, la inercia será calculada como ($I = \sum (A_i d_i^2) + \sum I_i$), siendo I_i la inercia individual de cada bambú referida a su propio centroide.



ANEXO C: PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA FUERZA CORTANTE ACTUANTE POR SISMO O VIENTO PARA EDIFICACIONES DE HASTA DOS PISOS DE ALTURA.

C.1

SISMO:

La fuerza cortante debida al sismo puede determinarse multiplicando el área techada de la edificación por los valores que se presentan en la tabla siguiente:

C.1.1.

Edificaciones con cobertura liviana, tal como cartón bituminoso, planchas de asbesto cemento, calamina, etc.

C.1.1.1

Estructuras de un piso: 10,7 kg por m² de área techada

C.1.1.2

Estructuras de dos pisos:

Segundo nivel: 16,1 kg por m² de área techada en el segundo nivel.

Primer nivel: 16,1 kg por m² de área total techada

C.1.2

Edificaciones con coberturas pesadas de tejas o similares

C.1.2.1

Estructuras de un piso: 29,5 kg por m² de área techada

C.1.2.2

Estructuras de dos pisos:

Segundo nivel: 29,8 kg por m² de área techada en el segundo nivel.

Primer nivel: 22 kg por m² de área total techada

C.2

VIENTO:

Para determinar la fuerza cortante debido a cargas de viento se deberá multiplicar en cada dirección el área proyectada por los coeficientes de la tabla siguiente:

C.2.1

Estructuras de un piso: 21 kg por m² de área proyectada

C.2.2

Estructuras de dos pisos:

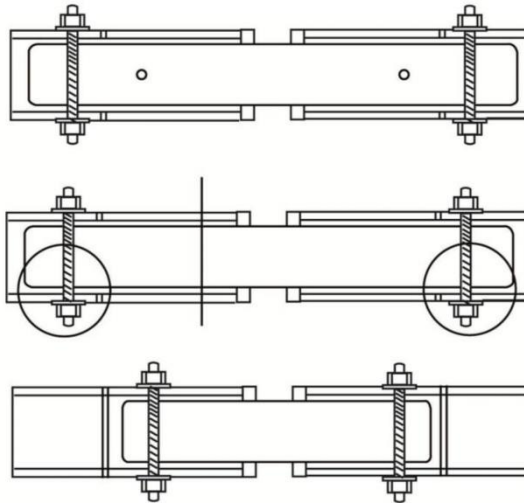
Segundo nivel: 21 kg por m² de área proyectada correspondiente al segundo nivel.

Primer nivel: 21 kg por m² de área total

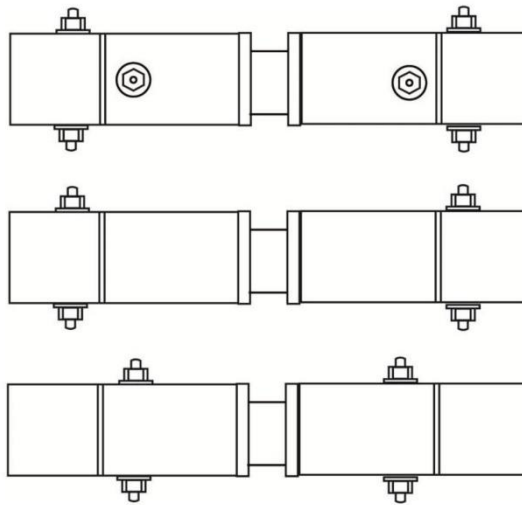


ANEXO D: DISEÑO DE UNIONES

D.1 UNIONES COLINEALES: Utilizar tarugos de madera y 1 perno de 3/8" en cada extremo para una resistencia admisible de 200 Kg. Utilizar tarugos de madera y 2 perno de 3/8" en cada extremo para una resistencia admisible 350 Kg.



Corte



Vista



PERÚ

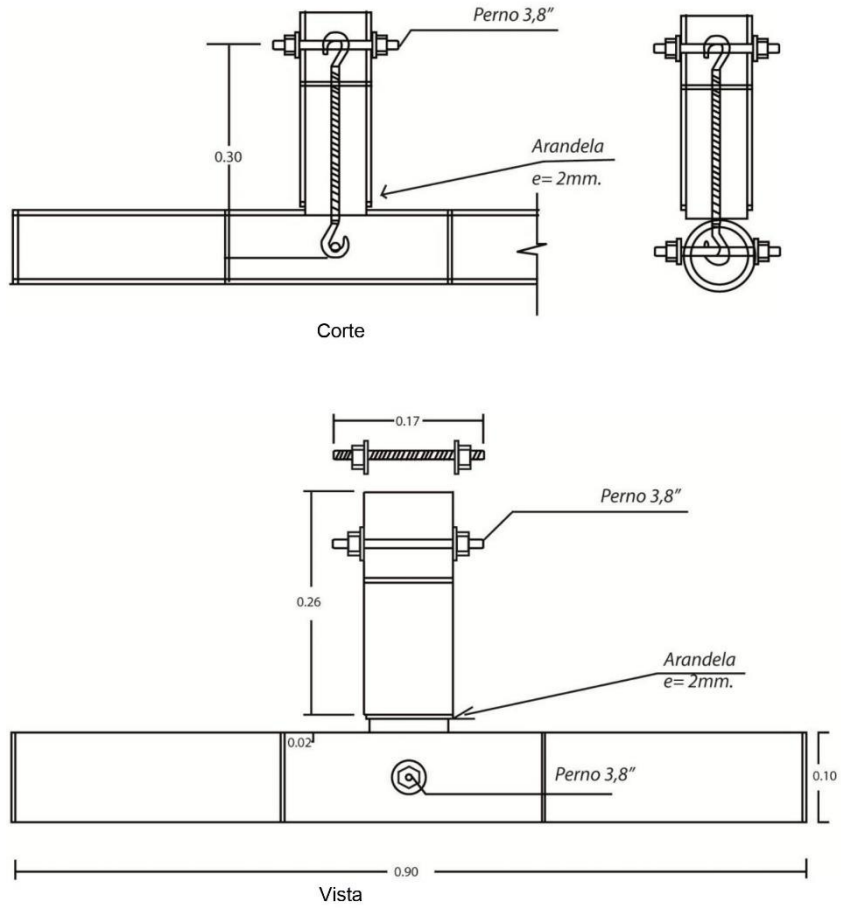
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Construcción

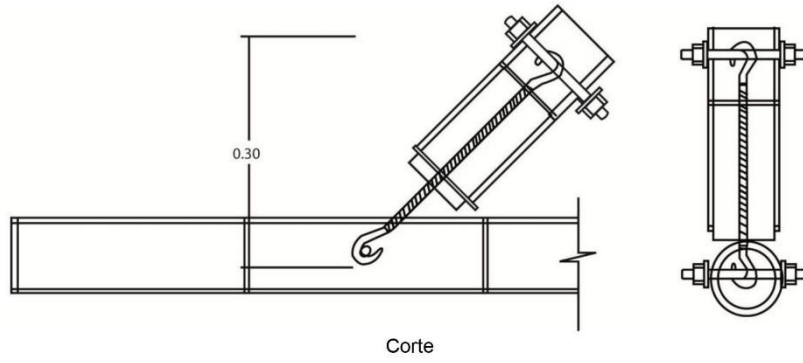
D.2

UNIONES PERPENDICULARES: Utilizar barra, pernos y pasadores de 3/8" según los siguientes gráficos para una resistencia admisible de 200kg.

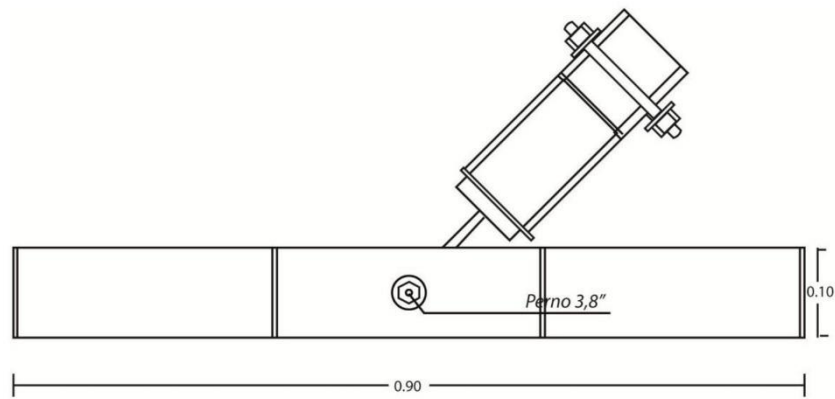




D.3 UNIONES DIAGONALES: Utilizar barra, pernos y pasadores de 3/8" con mortero (1:3 cemento : arena), según los siguientes gráficos para resistencia admisible de 200 Kg.



Corte



Vista



PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Construcción

ANEXO E: CRITERIOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO EN EDIFICACIONES CON BAMBÚ

E.1 TIEMPO MÍNIMO DE RESISTENCIA AL FUEGO ENTRE EDIFICACIONES A BASE DE BAMBÚ SEGÚN EL TIPO DE OCUPACIÓN PREDOMINANTE.

TIEMPO MÍNIMO DE RESISTENCIA AL FUEGO (HORAS)	Uso																	
	Público					Institucional			Res. General		Comercial	Industrial						
1	SALAS CINEMATOGRAFICAS, ESTUDIOS DE TELEVISION, LOCALS PARA OPERA, TEATROS, TEATRINES, ETC.					COMPLEJOS DEPORTIVOS, ESTADIOS CERRADOS, ETC.			PARQUES DE DIVERSION, GRANERIAS ESCUADRONES AL AIRE LIBRE, ETC.		CARCERES, QUICUATRICOS, HOSPITALES DE POLICIA, ESTACIONES DE REFORMATARIOS	GUARDERIAS INFANTILES	BANCOS, ASILLOS, HOSPITALES, SANATORIOS, ETC.	VIVENDAS, HOTeles, CONVENTOS, INTERNADOS, ETC.	BANCOS, PELUQUERIAS, CONSULTORIOS, LABANDERIAS, ETC.	TIENDAS DE EXHIBICION, ALMACENES DE PRODUCTOS QUIMICOS, SUPERMERCADOS, ETC.	DESTILERIAS, PUJUTRAS, FABRICAS DE PRODUCTOS QUIMICOS	HERRAMIENTERIA, ESTACIONES ELECTRICAS, TALLERES, ALMACENES, ETC.
2																		
NP																		
2																		

Leyenda
 NP = No Permitido
 NR = No Requerido

• ADAPTADA DEL CODIGO NACIONAL DE CONSTRUCCION DEL CANADA

Fuente: Norma E.010 Madera

**PERÚ**Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción**E.2 TIEMPO ASIGNADO A TABLEROS DE REVESTIMIENTO**

DESCRIPCIÓN DEL TABLERO	TIEMPO (min)
Tablero de fibra de 12,5 mm	5
Tablero contrachapado de 8 mm con pegamento fenólico	5
Tablero contrachapado de 11 mm con pegamento fenólico	10
Tablero contrachapado de 14 mm con pegamento fenólico	15
Tablero de yeso de 9,5 mm	10
Tablero de yeso de 12,7 mm	15
Tablero de yeso de 15,9 mm	30
Doble tablero de yeso de 9,5 mm	25
Tablero de yeso de 12,7 mm y 9,5 mm	35
Doble Tablero de yeso de 12, 7 mm	40
Tablero de asbesto cemento de 4,5 mm y tablero de yeso de 9,5 mm	40(*)
Tablero de asbesto cemento de 4,5 mm y tablero de yeso de 12.7 mm	50(*)

(*) Valores aplicados a muros solamente.
Fuente: Norma E.010 Madera

E.3 RESISTENCIA AL FUEGO DE REVOQUES

MATERIAL DE BASE	ESPESOR DEL REVOQUE (mm)	REVOQUE	
		ARENAS Y CEMENTO PORTLAND	ARENA Y YESO
Listones de madera	13	5 min	20 min
Tablero de fibra de 12,5 mm	13	-----	20 min
Tablero de yeso de 9,5 mm	13	-----	35 min
Tablero de yeso de 9,5 mm	16	-----	40 min
Tablero de yeso de 9,5 mm	19	-----	50 min
Malla expandida	19	20 min	50 min
Malla expandida	23	25 min	60 min
Malla expandida	26	30 min	80 min

Fuente: Norma E.010 Madera



E.4 DISTANCIA LÍMITE ENTRE EDIFICACIONES

Fachada expuesta al fuego		ÁREA DE VANOS SIN PROTECCIÓN (%)											
		RETIRO DE PROTECCIÓN (M)											
Área m2	Relación L/H o H/L	Menor 1:2	1,2	1,5	2,0	2,5	3	4	5	6	7	8	9
10	Menos de 3:1	0	8	10	18	29	46	91	100				
	3:1 a 10:1	0	8	12	21	33	50	96	100				
	Mas de 10:1	0	11	18	32	48	68	100					
15	Menos de 3:1	0	7	9	14	22	33	63	100				
	3:1 a 10:1	0	8	10	17	25	37	67	100				
	Mas de 10:1	0	10	15	26	39	53	87	100				
20	Menos de 3:1	0	7	9	12	18	26	49	81	100			
	3:1 a 10:1	0	8	10	15	21	30	53	85	100			
	Mas de 10:1	0	9	14	23	33	45	72	100				
25	Menos de 3:1	0	7	8	11	16	23	41	66	98	100		
	3:1 a 10:1	0	8	9	13	19	26	45	70	100			
	Mas de 10:1	0	9	13	21	30	39	62	90	100			
30	Menos de 3:1	0	7	8	11	15	20	35	56	83	100		
	3:1 a 10:1	0	7	9	12	17	23	39	61	88	100		
	Mas de 10:1	0	8	12	19	27	36	56	79	100			
40	Menos de 3:1	0	7	8	10	13	17	28	44	64	89	100	
	3:1 a 10:1	0	7	8	11	15	20	32	48	69	93	100	
	Mas de 10:1	0	8	11	17	24	31	47	66	88	100		
50	Menos de 3:1	0	7	8	9	12	15	24	37	53	72	96	100
	3:1 a 10:1	0	7	8	10	14	18	28	41	57	77	100	
	Mas de 10:1	0	8	10	14	20	25	38	51	67	85	100	
60	Menos de 3:1	0	7	8	9	11	14	21	32	45	62	81	100
	3:1 a 10:1	0	7	8	10	13	16	25	36	49	66	85	100
	Mas de 10:1	0	8	10	14	20	25	38	51	67	85	100	

Fuente: Norma E.010 Madera

**ANEXO F: INFORMACIÓN DEL BAMBÚ EN EL PERÚ****F.1. CLASIFICACIÓN**

- Grupo : Angiospermas
- Clase: Monocotiledóneas
- Orden: Poales
- Familia : POACEAE
- Subfamilia : BAMBÚESOIDEAE
 - Tribu: Bambúeseae (leñoso)
 - Tribu Olyreae (herbáceo)

F.2 ESPECIES DEL PERÚ

En el Perú se ha reportado a la fecha la presencia de aproximadamente 50 especies nativas y exóticas de bambues leñosos (entre otras sin identificar), pertenecientes a las Subtribus y Géneros siguientes:

Especies Nativas: 38

- Sub Tribu Anthrostylyidiinae
 - ◆ *Arthrostyldium* 02 especies
 - ◆ *Alounemia* 07 especies
 - ◆ *Elytrostachys* 01 especie
 - ◆ *Merostachys* 01 especie
 - ◆ *Rhipidocladum* 02 especies
- Sub Tribu Chusqueinae
 - ◆ *Chusquea* 19 especies
 - ◆ *Neurolepsis* 01 especie
- Sub Tribu Guaduinae
 - ◆ *Guadua* 05 especies

Especies Exóticas o Introducidas: 12

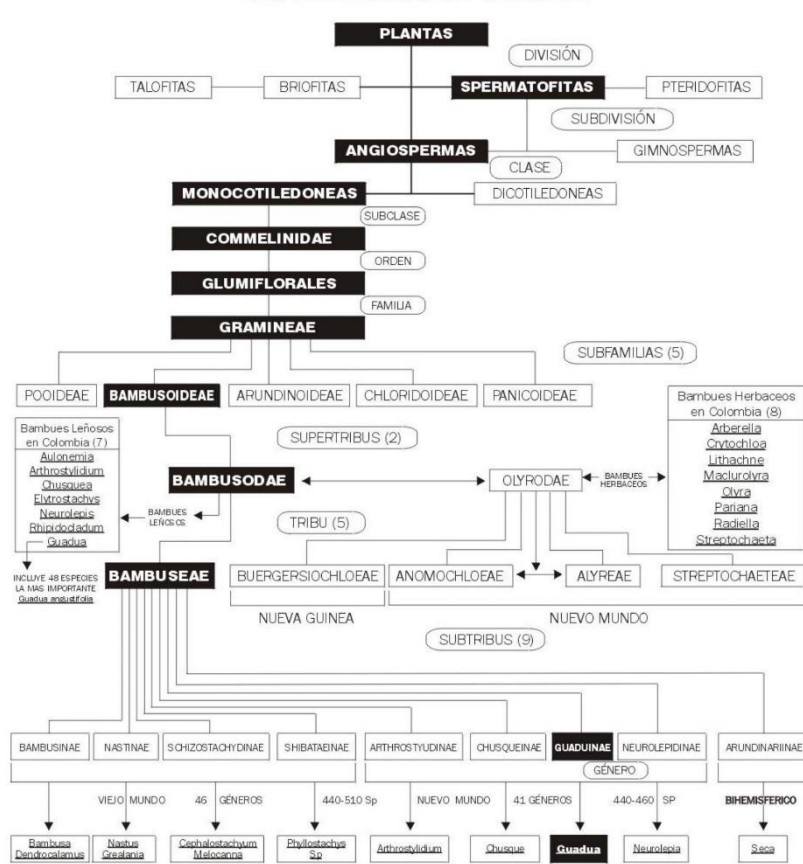
- Sub Tribu Bambúesinae
 - ◆ *Bambúesa* 07 especies
 - ◆ *Dendrocalamus* 02 especies
 - ◆ *Gigantochloa* 01 especies
- Sub Tribu Shibataeinae
 - ◆ *Phyllostachys* 02 especies
 - ◆

Especies nativas de género Guadua

- ◆ *Guadua angustifolia*
- ◆ *Guadua sarcocarpa*
- ◆ *Guadua superba*
- ◆ *Guadua weberbaueri*
- ◆ *Guadua paniculata*



F.3 TAXONOMÍA DE LA GUADUA



Fuente: International Network of Bambú and Rattan (INBAR).



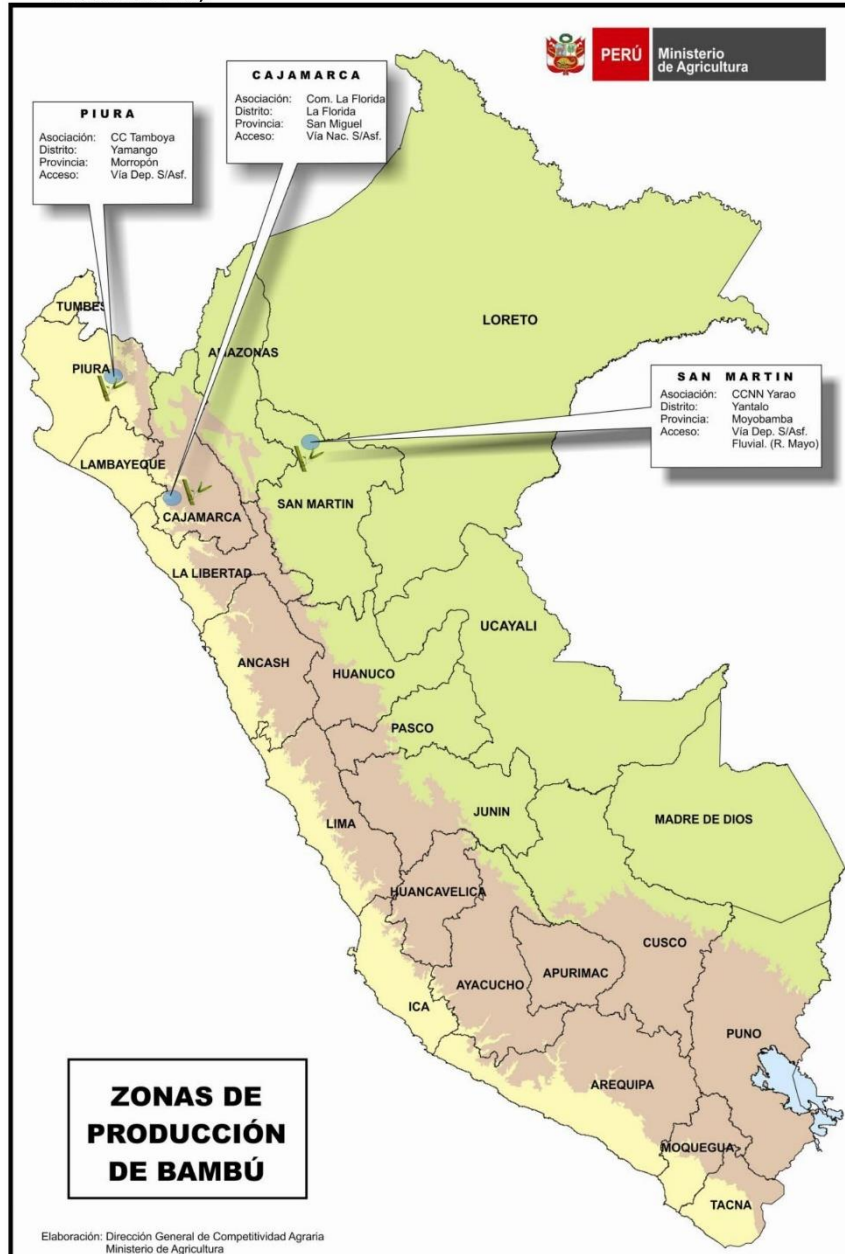
PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Construcción

F.4 ZONAS DE PRODUCCION MASIVA DE BAMBÚ ESTRUCTURAL (GUADUA ANGUSTIFOLIA).



Año: 2011



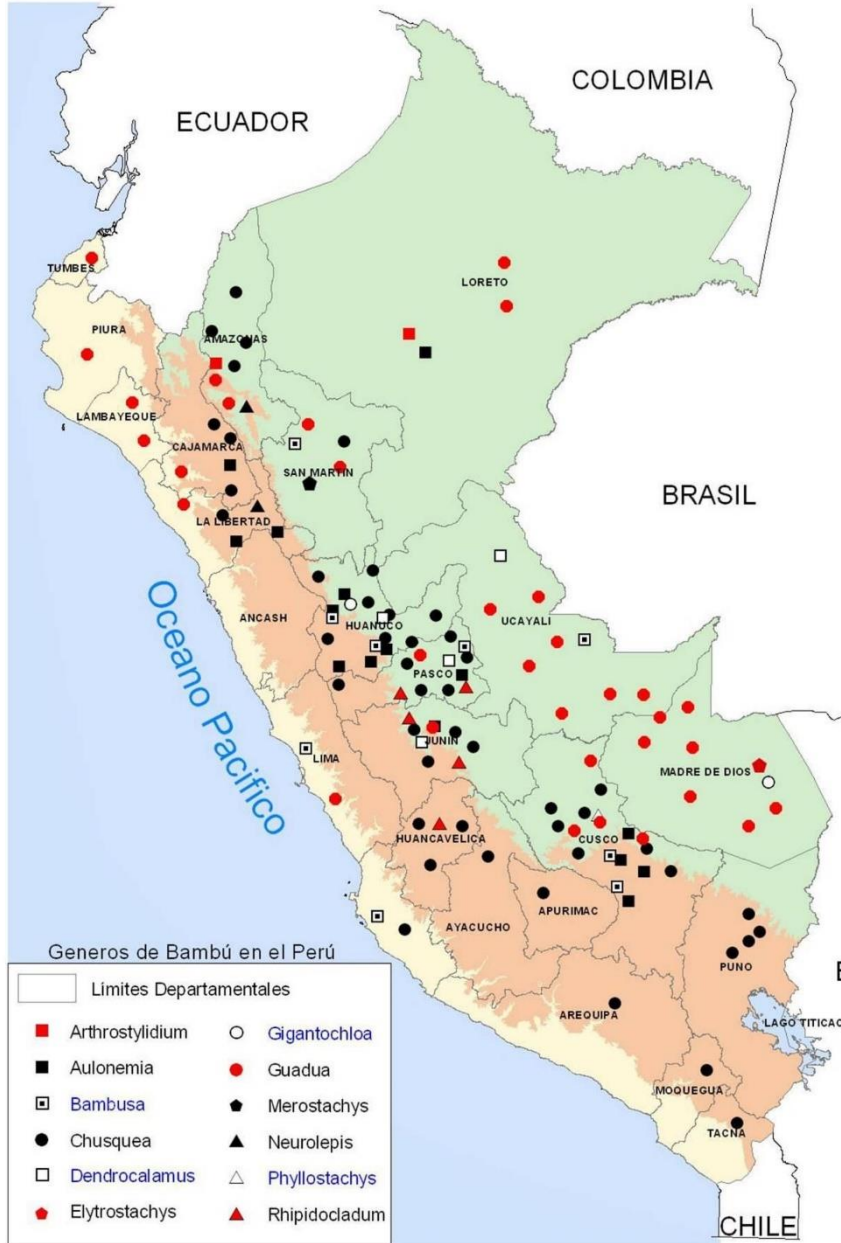
PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Construcción

F.4 ZONAS DE OTROS GÉNEROS DE BAMBÚ



Fuente: Peru-Bambu



PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

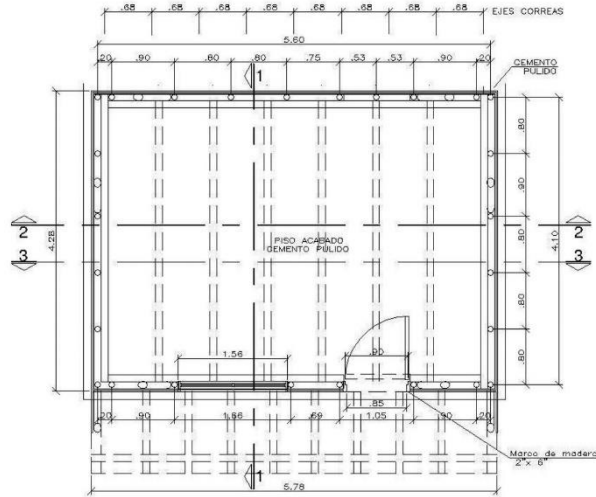
Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Construcción

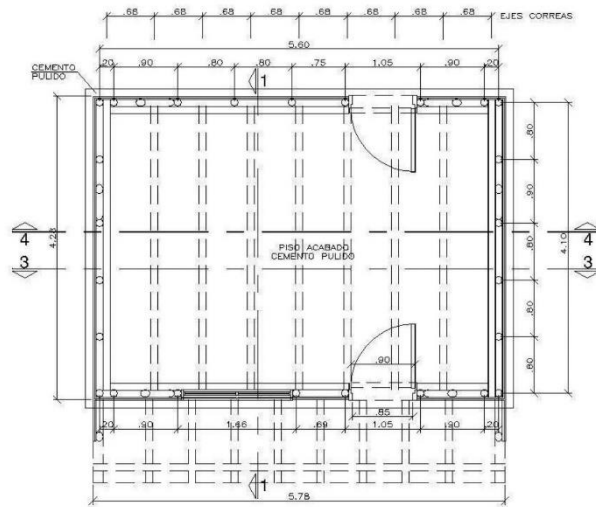
ANEXO G: EJEMPLO DE UN MÓDULO DE BAMBÚ.

(Módulo de un nivel y de una superficie de 4.28 m x 5.78 m.)

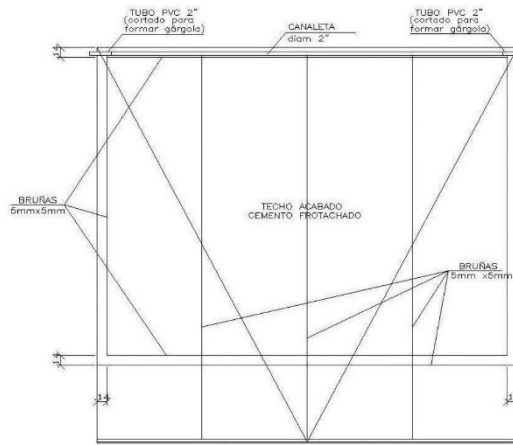
G.1 ARQUITECTURA:



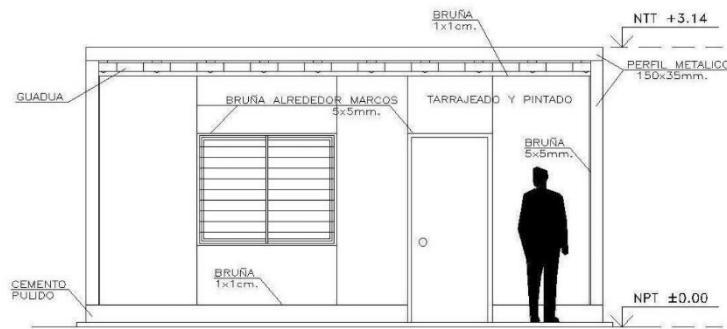
Planta "A" (una puerta)



Planta "B" (dos puertas)



Plano de Techo ("A" y "B")



Elevación Frontal ("A" y "B")



Elevación Lateral Derecha ("A" y "B")

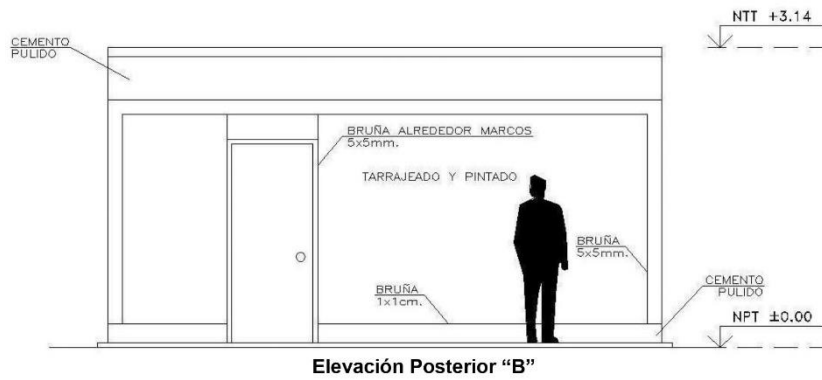
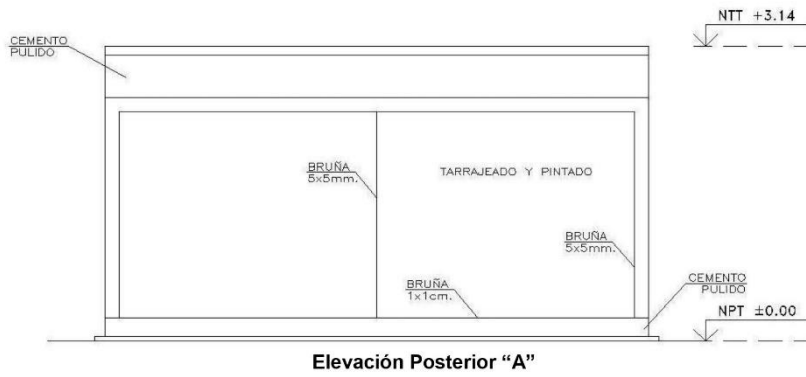
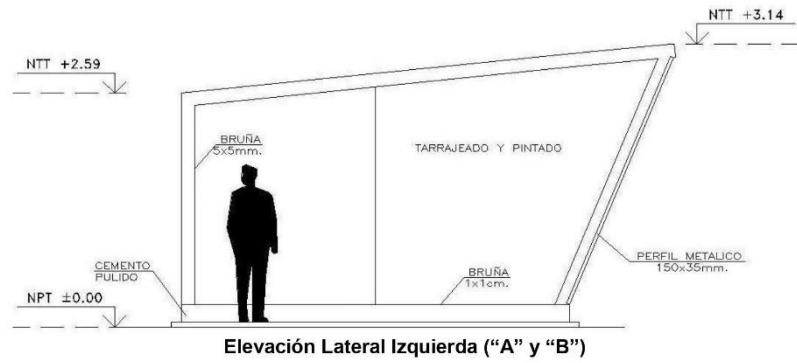


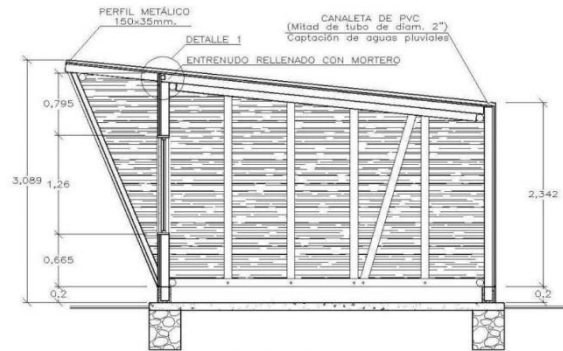
PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

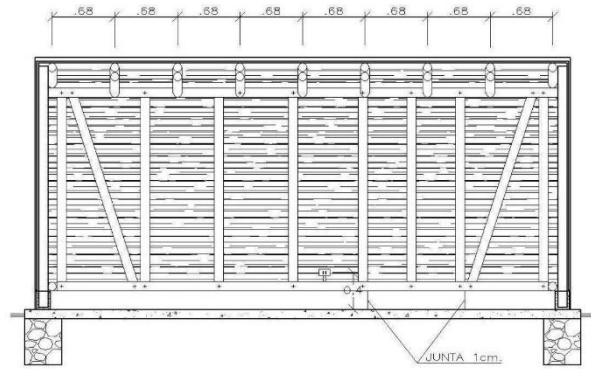
Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Construcción

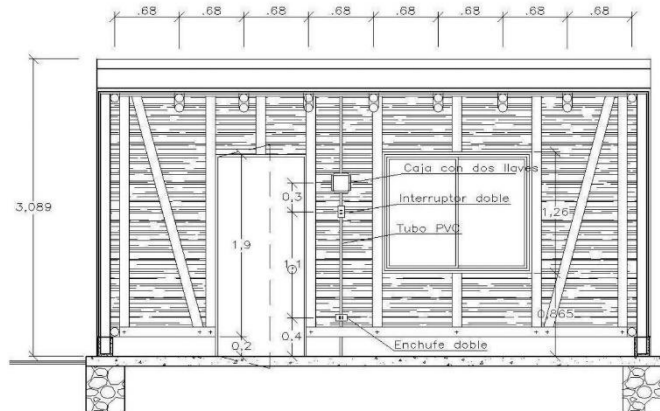




Corte 1-1



Corte 2-2



Corte 3-3

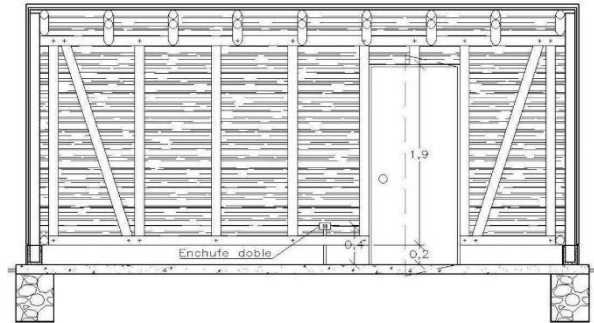


PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

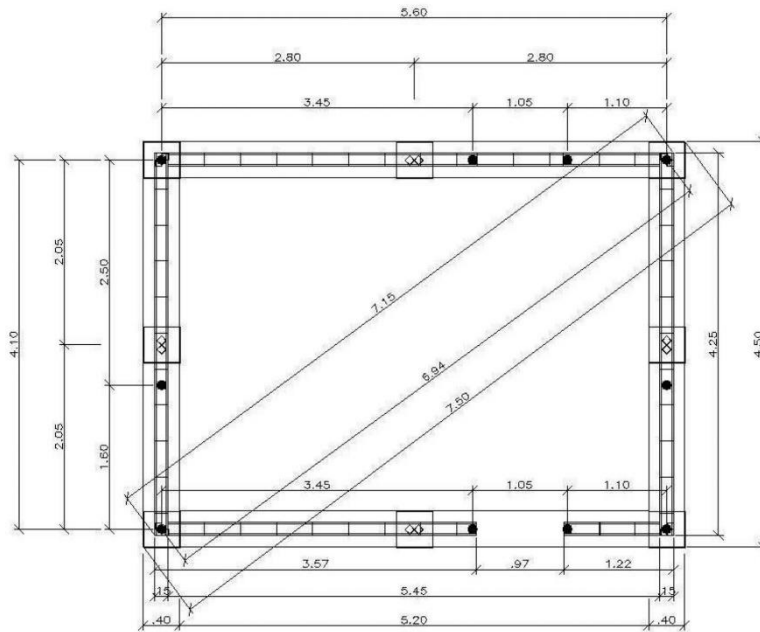
Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Construcción



Corte 4-4

G.2 ESTRUCTURAS



Plano de Cimentación



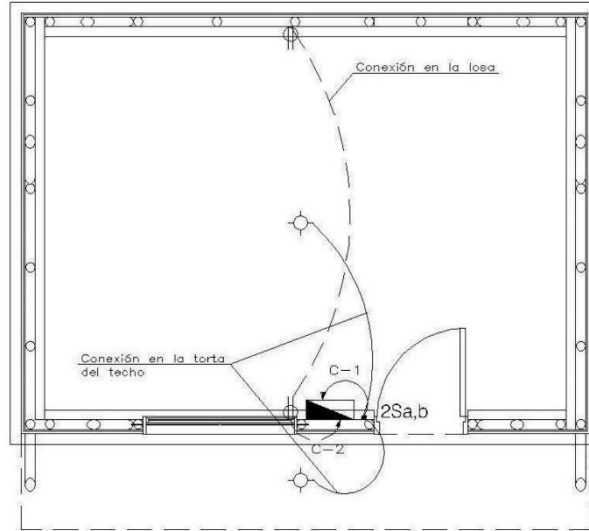
PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

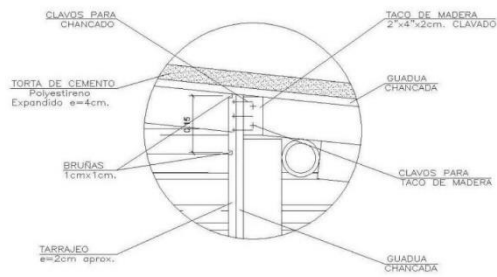
Dirección Nacional de Construcción

G.3 ELÉCTRICAS



Instalación Eléctrica para Planta "A"

G.4 DETALLES



Detalle 1



Detalle 2



PERÚ

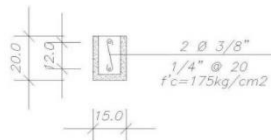
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Construcción

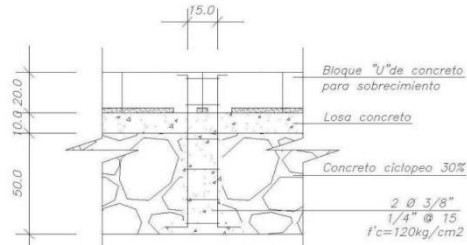
Detalle Típico parva domus U

NOTA: SE NECESITA LA CONTINUIDAD DE LOS FIERROS EN TODOS LOS ÁNGULOS

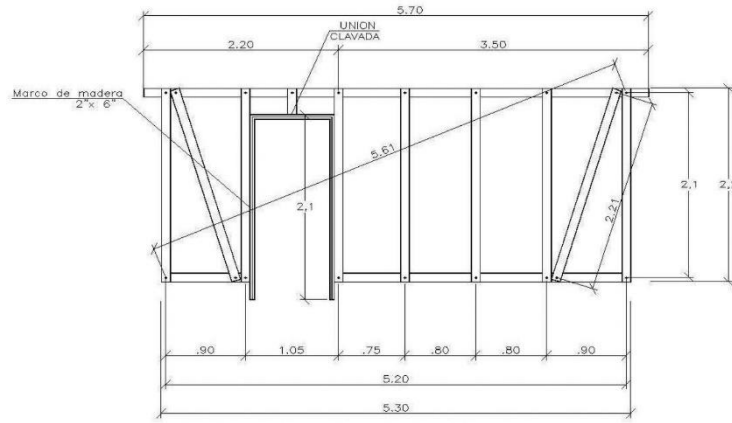


Detalle 3

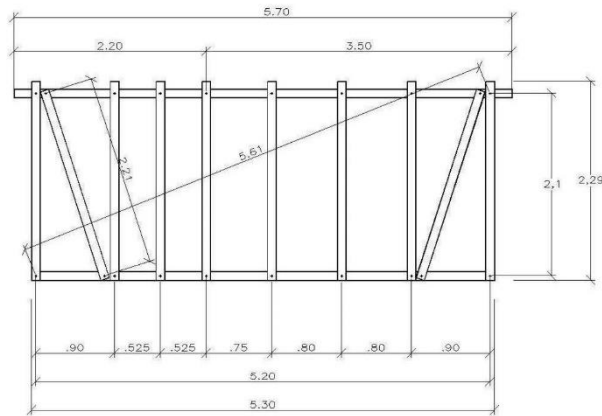
◆ Anclaje del sobrecimiento - cimentacion



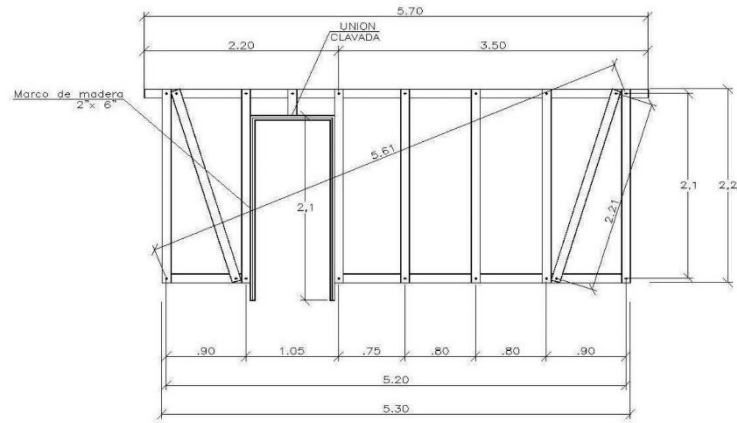
Detalle 4



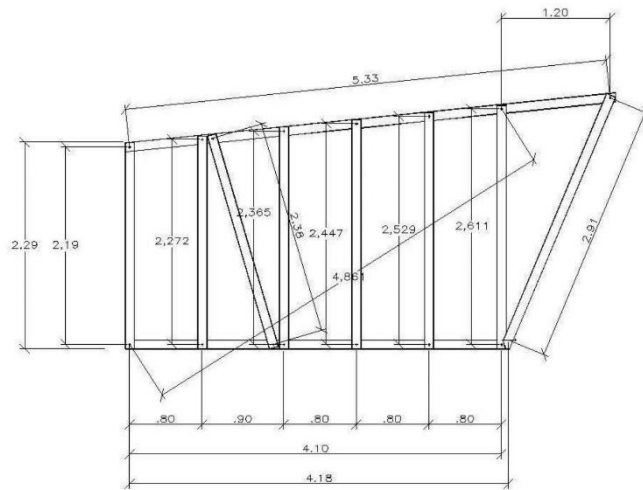
Detalle 5: Panel Longitudinal Frontal



Detalle 6: Panel Longitudinal Posterior "A"



Detalle 7: Panel Longitudinal Posterior "B"



Detalle 8: Panel Lateral

Fuente: Universidad de San Martín de Porres.

**ANEXO H (INFORMATIVO): SÍMBOLOS Y TÉRMINOS ABREVIADOS****H.1. SIMBOLOS**

A	Área
a	distancia, longitud de apoyo, espaciamiento entre elementos de unión
b	espesor, dimensión menor de la escuadría
C_d	coeficiente a dimensional que depende de la posición de la superficie con respecto a la dirección del viento.
C_k	constante que limita la condición de columnas intermedias.
c	distancia del eje neutro a la fibra más alejada.
d	dimensión de la sección transversal que es crítica en un elemento en compresión, diámetro de perno o clavo.
d	como subíndice indica carga muerta
E	módulo de elasticidad o de Young
E_{min}	módulo de elasticidad mínimo
E_{prom}	menor de los módulos de elasticidad promedio para las especies de bambú
f_c	esfuerzo admisible de compresión paralela a las fibras
f_{c⊥}	esfuerzo admisible de compresión perpendicular a las fibras
f_m	esfuerzo admisible de tracción en la dirección paralela a las fibras
f_v	esfuerzo admisible por corte en la dirección paralela a las fibras
f_t	esfuerzo admisible de tracción en la dirección paralela a las fibras
G	módulo de rigidez o de corte
h	peralte de escuadría, altura
I	momento de inercia de la sección
I_x	momento de inercia con respecto al eje X-X
I_y	momento de inercia con respecto al eje Y-Y
i	radio de giro
K	coeficiente de longitud efectiva
K_m	coeficiente de magnificación de momentos
K_d	factor de deflexión
L	luz
l	longitud del elemento
l	como subíndice indica sobrecarga
l_c	distancia entre ejes de correa
l_d	longitud de diagonales o montantes
l_{ef}	longitud efectiva
l_{eq}	longitud equivalente
M	momento de flexión
MPa	mega pascal
N	newton
N_{cr}	fuerza axial que produce pandeo
N_{adm}	fuerza axial admisible
P, Q	fuerza concentrada
P	presión o succión del viento
Pa	pascal
q	presión dinámica
r	radio
S	momento de primer orden de un área plana
s	espaciamiento
t	espesor en planchas
V	fuerza de corte velocidad del viento
w	carga uniformemente repartida
w_d	carga muerta repartida
w_l	carga viva o sobrecarga repartida
Z	módulo de sección
∞	ángulo pendiente



λ	medida de esbeltez
$\sigma_c \parallel$	esfuerzo de compresión aplicado paralelo a las fibras
$\sigma_c \perp$	esfuerzo de compresión aplicado perpendicular a las fibras
σ_m	esfuerzo normal aplicado, de tracción o compresión producido por flexión
σ_t	esfuerzo de tracción aplicado en la dirección paralela a las fibras
τ	esfuerzo de corte

H.2. TÉRMINOS ABREVIADOS

@	a cada
adm	admisible
CH	contenido de humedad
CHE	contenido de humedad de equilibrio
cm	centímetro
DB	densidad básica
ELP	esfuerzo en el límite proporcional

ANEXO N° 6– NORMA TÉCNICA E.030
CAPITULO II-V

CAPÍTULO II
PELIGRO SÍSMICO

Artículo 10.- Zonificación

10.1. El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El Anexo II contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona.



FIGURA N° 1. ZONAS SÍSMICAS

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

- 10.2. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Artículo 11.- Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio

11.1. Microzonificación Sísmica

- 11.1.1. Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.
- 11.1.2. Para los siguientes casos deben ser considerados los resultados de los estudios de microzonificación correspondientes:
- a) Áreas de expansión de ciudades.
 - b) Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

11.2. Estudios de Sitio

- 11.2.1. Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.
- 11.2.2. Los estudios de sitio se realizan, entre otros casos, en grandes complejos industriales, industria de explosivos, productos químicos inflamables y contaminantes.
- 11.2.3. No deben emplearse parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.

Artículo 12.- Condiciones Geotécnicas

12.1. Perfiles de Suelo

- 12.1.1. Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (\bar{V}_c), alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los \bar{N}_{60} obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (\bar{s}_u) para suelos cohesivos. Estas propiedades se determinan para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación, como se indica en el numeral 12.2.

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

- 12.1.2. Para los suelos predominantemente granulares, se calcula \bar{N}_{60} considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada \bar{s}_u se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.
- 12.1.3. Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de \bar{N}_{60} para los estratos con suelos granulares y de \bar{s}_u para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más desfavorable.
- 12.1.4. Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

a) Perfil Tipo S₀: Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte \bar{V}_s mayor que 1500 m/s. Las mediciones corresponden al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de \bar{V}_s .

b) Perfil Tipo S₁: Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- b.1) Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada q_u mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- b.2) Arena muy densa o grava arenosa densa, con \bar{N}_{60} mayor que 50.
- b.3) 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/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

c) Perfil Tipo S₂: Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- c.1) Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT \bar{N}_{60} , entre 15 y 50.
- c.2) Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada \bar{s}_u , entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

d) Perfil Tipo S₃: Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- d.1) Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT \bar{N}_{60} menor que 15.
- d.2) Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada \bar{s}_u , entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50 kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- d.3) Cualquier perfil que no corresponda al tipo S₄ y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad P_t mayor que

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

20, contenido de humedad ω mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada \bar{s}_u menor que 25 kPa.

e) Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo es necesario considerar un perfil tipo S₄ cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

La Tabla N° 2 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo.

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

12.2. Definición de los Perfiles de Suelo

Las expresiones de este numeral se aplican a los 30 m superiores del perfil de suelo, medidos desde el nivel del fondo de cimentación. El subíndice i se refiere a uno cualquiera de los n estratos con distintas características, m se refiere al número de estratos con suelos granulares y k al número de estratos con suelos cohesivos.

a) Velocidad Promedio de las Ondas de Corte, \bar{V}_s

La velocidad promedio de propagación de las ondas de corte se determina con la siguiente fórmula:

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{V_{si}} \right)}$$

donde d_i es el espesor de cada uno de los n estratos y V_{si} es la correspondiente velocidad de ondas de corte (m/s).

b) Promedio Ponderado del Ensayo Estándar de Penetración, \bar{N}_{60}

El valor \bar{N}_{60} se calcula considerando solamente los estratos con suelos granulares en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{N}_{60} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{d_i}{N_{60i}} \right)}$$

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

donde d_i es el espesor de cada uno de los m estratos con suelo granular y N_{60i} es el correspondiente valor corregido del SPT.

- c) **Promedio Ponderado de la Resistencia al Corte en Condición no Drenada, \bar{S}_u**
 El valor \bar{S}_u se calcula considerando solamente los estratos con suelos cohesivos en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{\sum_{i=1}^k \left(\frac{d_i}{S_{ui}} \right)}$$

donde d_i es el espesor de cada uno de los k estratos con suelo cohesivo y S_{ui} es la correspondiente resistencia al corte en condición no drenada (kPa).

12.3. Consideraciones Adicionales

- 12.3.1. En los casos en los que no sea obligatorio realizar un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) o cuando no se disponga de las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, se permite que el profesional responsable estime valores adecuados sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.
- 12.3.2. En el caso de estructuras con cimentaciones profundas a base de pilotes, el perfil de suelo es el que corresponda a los estratos en los 30 m por debajo del extremo superior de los pilotes.

Artículo 13.- Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_P y T_L dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

**Tabla N° 3
FACTOR DE SUELO "S"**

SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

**Tabla N° 4
PERÍODOS "T_P" Y "T_L"**

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

Artículo 14.- Factor de Amplificación Sísmica (C)

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

$$\begin{array}{ll} T < T_P & C = 2,5 \\ T_P < T < T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right) \\ T > T_L & C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right) \end{array}$$

T es el período de acuerdo al numeral 28.4, concordado con el numeral 29.1.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

SENCICO

CAPÍTULO III
CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

Artículo 15.- Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

Cada estructura está clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 5. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla N° 5 se usa según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se puede considerar $U = 1$.

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

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Artículo 16.- Sistemas Estructurales

16.1. Estructuras de Concreto Armado

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente cumplen con lo previsto en la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

- a) **Pórticos.** Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
- b) **Muros Estructurales.** Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.
- c) **Dual.** Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20% y menor que 70% del cortante en la base del edificio.
- d) **Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL).** Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

16.2. Estructuras de Acero

Los Sistemas que se indican a continuación forman parte del Sistema Estructural Resistente a Sismos:

- a) **Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)**
Estos pórticos proveen una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la fluencia por flexión de las vigas y limitada fluencia en las zonas de panel de las columnas. Las columnas son diseñadas para tener una resistencia mayor que las vigas cuando estas incursionan en la zona de endurecimiento por deformación.
- b) **Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)**
Estos pórticos proveen una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.
- c) **Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)**
Estos pórticos proveen una mínima capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.
- d) **Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)**
Estos pórticos proveen una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la resistencia post-pandeo en los arriostres en compresión y fluencia en los arriostres en tracción.
- e) **Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)**
Estos pórticos proveen una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.
- f) **Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)**
Estos pórticos proveen una significativa capacidad de deformación inelástica principalmente por fluencia en flexión o corte en la zona entre arriostres.

16.3. Estructuras de Albañilería

Edificaciones cuyos elementos sismorresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto. Para efectos de esta Norma no se hace diferencia entre estructuras de albañilería confinada o de albañilería armada.

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

16.4. Estructuras de Madera

Se consideran en este grupo las edificaciones cuyos elementos resistentes son principalmente a base de madera. Se incluyen sistemas entramados y estructuras arriostradas tipo poste y viga.

16.5. Estructuras de Tierra

Son edificaciones cuyos muros son hechos con unidades de albañilería de tierra o tierra apisonada in situ.

Artículo 17.- Categoría y Sistemas Estructurales

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta se proyecta empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla N° 6 y respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 10.

Tabla N° 6 (*)		
CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada.
A2 (**)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

(*) Para edificaciones con cobertura liviana se podrá usar cualquier sistema estructural.

(**) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se puede usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

Artículo 18.- Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R₀)

- 18.1. Los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla N° 7.
- 18.2. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se toma el menor coeficiente R_0 que corresponda.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para diseño por esfuerzos admisibles.

- 18.3. Para construcciones de tierra se remite a la Norma E.080 "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada" del RNE. Este tipo de construcción no se recomienda en suelos S_3 , ni se permite en suelos S_4 .

Artículo 19.- Regularidad Estructural

- 19.1. Las estructuras se clasifican como regulares o irregulares para los fines siguientes:
- Cumplir las restricciones de la Tabla N° 10.
 - Establecer los procedimientos de análisis.
 - Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.
- 19.2. **Estructuras Regulares** son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9. En estos casos, el factor I_a e I_p es igual a 1,0.
- 19.3. **Estructuras Irregulares** son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

Artículo 20.- Factores de Irregularidad (I_a , I_p)

- 20.1. El factor I_a se determina como el menor de los valores de la Tabla N° 8 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis.
- 20.2. El factor I_p se determina como el menor de los valores de la Tabla N° 9 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis.
- 20.3. Si al aplicar las Tablas N° 8 y 9 se obtuvieran valores distintos de los factores I_a o I_p para las dos direcciones de análisis, se toma para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones.

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

<p align="center">Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</p>	<p align="center">Factor de Irregularidad <i>I_a</i></p>
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	<p align="center">0,75</p>
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	<p align="center">0,50</p>
<p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	<p align="center">0,90</p>
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	<p align="center">0,90</p>
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	<p align="center">0,80</p>

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

<p align="center">Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</p>	<p align="center">Factor de Irregularidad I_a</p>
<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.</p>	<p align="center">0,60</p>
<p align="center">Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</p>	<p align="center">Factor de Irregularidad I_p</p>
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<p align="center">0,75</p>
<p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<p align="center">0,60</p>
<p>Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	<p align="center">0,90</p>
<p>Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	<p align="center">0,85</p>
<p>Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.</p>	<p align="center">0,90</p>

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

Artículo 21.- Restricciones a la Irregularidad

21.1. Categoría de la Edificación e Irregularidad

De acuerdo a su categoría y la zona donde se ubique, la edificación se proyecta respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 10.

Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

21.2. Sistemas de Transferencia

21.2.1. Los sistemas de transferencia son estructuras de losas y vigas que transmiten las fuerzas y momentos desde elementos verticales discontinuos hacia otros del piso inferior.

21.2.2. En las zonas sísmicas 4, 3 y 2 no se permiten estructuras con sistema de transferencia en los que más del 25% de las cargas de gravedad o de las cargas sísmicas en cualquier nivel sean soportadas por elementos verticales que no son continuos hasta la cimentación. Esta disposición no se aplica para el último entrepiso de las edificaciones.

Artículo 22.- Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determina como el producto del coeficiente R_0 determinado a partir de la Tabla N° 7 y de los factores I_a , I_p obtenidos de las Tablas N° 8 y N° 9.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Artículo 23.- Sistemas de Aislamiento Sísmico y Sistemas de Disipación de Energía

23.1. Se permite la utilización de sistemas de aislamiento sísmico o de sistemas de disipación de energía en la edificación, siempre y cuando se cumplan las disposiciones del capítulo II de esta Norma y, en la medida que sean aplicables, los requisitos del documento siguiente:

“Minimum Design Loads for Building and Other Structures”, ASCE/SEI 7, vigente, Structural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, USA.

23.2. La instalación de sistemas de aislamiento sísmico o de sistemas de disipación de energía se somete a una supervisión técnica especializada a cargo de un ingeniero civil.

**CAPÍTULO IV
ANÁLISIS ESTRUCTURAL**

Artículo 24.- Consideraciones Generales para el Análisis

- 24.1. Para estructuras regulares, el análisis puede hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes. Para estructuras irregulares se supone que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño.
- 24.2. Las solicitaciones sísmicas verticales se consideran en el diseño de los elementos verticales, en elementos horizontales de gran luz, en elementos post o pre tensados y en los voladizos o salientes de un edificio. Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis.

Artículo 25.- Modelos para el Análisis

- 25.1. El modelo para el análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para representar los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.
- 25.2. Para propósitos de esta Norma, las estructuras de concreto armado y albañilería pueden ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo.
- 25.3. Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se puede usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos se compatibilizan mediante la condición de diafragma rígido y la distribución en planta de las fuerzas horizontales se hace en función a las rigideces de los elementos resistentes.
- 25.4. Se verifica que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia suficiente para asegurar la distribución antes mencionada, en caso contrario, se toma en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.
- 25.5. El modelo estructural incluye la tabiquería que no esté debidamente aislada.
- 25.6. Para los pisos que no constituyan diafragmas rígidos, los elementos resistentes son diseñados para las fuerzas horizontales que directamente les corresponde.
- 25.7. En los edificios cuyos elementos estructurales predominantes sean muros, se considera un modelo que tome en cuenta la interacción entre muros en direcciones perpendiculares (muros en H, muros en T y muros en L).

Artículo 26.- Estimación del Peso (P)

El peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determina de la siguiente manera:

- a) En edificaciones de las categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.
- b) En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
- c) En depósitos, se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.
- d) En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.
- e) En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considera el 100% de la carga que puede contener.

Artículo 27.- Procedimientos de Análisis Sísmico

- 27.1. Se utiliza uno de los procedimientos siguientes:
 - a) Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes (artículo 28).
 - b) Análisis dinámico modal espectral (artículo 29).

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

- 27.2. El análisis se hace considerando un modelo de comportamiento lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas.
- 27.3. El procedimiento de análisis dinámico tiempo - historia, descrito en el artículo 30, puede usarse con fines de verificación, pero en ningún caso es exigido como sustituto de los procedimientos indicados en los artículos 28 y 29.

Artículo 28.- Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes

28.1. Generalidades

- 28.1.1. Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.
- 28.1.2. Pueden analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1. En las otras zonas sísmicas puede emplearse este procedimiento para las estructuras clasificadas como regulares, según el artículo 19, de no más de 30 m de altura, y para las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.

28.2. Fuerza Cortante en la Base

- 28.2.1. La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

- 28.2.2. El valor de C/R no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,11$$

28.3. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

- 28.3.1. Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , correspondientes a la dirección considerada, se calculan mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

- 28.3.2. Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

28.4. Período Fundamental de Vibración

- 28.4.1. El período fundamental de vibración para cada dirección se estima con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

$C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$ Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

28.4.2. Alternativamente puede usarse la siguiente expresión:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2 \right)}{\left(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i \right)}}$$

Donde:

- f_i es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.
- d_i es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i . Los desplazamientos se calculan suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

28.4.3. Cuando el análisis no considere la rigidez de los elementos no estructurales, el periodo fundamental T se toma como 0,85 del valor obtenido con la fórmula precedente.

28.5. Excentricidad Accidental

Para estructuras con diafragmas rígidos, se supone que la fuerza en cada nivel (F_i) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y se considera además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

- a) En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplica un momento torsor accidental (M_{ti}) que se calcula como:

$$M_{ti} = \pm F_i \cdot e_i$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e_i), se considera como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

- b) Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se consideran únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

28.6. Fuerzas Sísmicas Verticales

- 28.6.1. La fuerza sísmica vertical se considera como una fracción del peso igual a $2/3 Z \cdot U \cdot S$.
- 28.6.2. En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requiere un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 29.2.

Artículo 29.- Análisis Dinámico Modal Espectral

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

29.1. Modos de Vibración

- 29.1.1. Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.
- 29.1.2. En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

29.2. Aceleración Espectral

- 29.2.1. Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

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

- 29.2.2. Para el análisis en la dirección vertical puede usarse un espectro con valores iguales a los $2/3$ del espectro empleado para las direcciones horizontales, considerando los valores de C , definidos en el artículo 14, excepto para la zona de períodos muy cortos ($T < 0,2 T_p$) en la que se considera:

$$T < 0,2 T_p \quad C = 1 + 7,5 \left(\frac{T}{T_p} \right)$$

29.3. Criterios de Combinación

- 29.3.1. Mediante los criterios de combinación que se indican, se puede obtener la respuesta máxima elástica esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.
- 29.3.2. La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) puede determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

- 29.3.3. Donde r representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas, los coeficientes de correlación están dados por:

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{3/2}}{(1-\lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

β , fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05

ω_i, ω_j son las frecuencias angulares de los modos i, j

29.3.4. Alternativamente, la respuesta máxima puede estimarse mediante la siguiente expresión.

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

29.4. Fuerza Cortante Mínima

29.4.1. Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entpiso del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado según el artículo 25 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

29.4.2. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se escalan proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

29.5. Excentricidad Accidental (Efectos de Torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considera mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso se considera el signo más desfavorable.

Artículo 30.- Análisis Dinámico Tiempo - Historia

El análisis dinámico tiempo - historia puede emplearse como un procedimiento complementario a los especificados en los artículos 28 y 29. En este tipo de análisis se utiliza un modelo matemático de la estructura que considere directamente el comportamiento histerético de los elementos, determinándose la respuesta frente a un conjunto de aceleraciones del terreno mediante integración directa de las ecuaciones de equilibrio.

30.1. Registros de Aceleración

30.1.1. Para el análisis se usan como mínimo tres conjuntos de registros de aceleraciones del terreno, cada uno de los cuales incluye dos componentes en direcciones ortogonales.

30.1.2. Cada conjunto de registros de aceleraciones del terreno consiste en un par de componentes de aceleración horizontal, elegidas y escaladas de eventos individuales. Las historias de aceleración son obtenidas de eventos cuyas magnitudes, distancia a las fallas, y mecanismos de fuente sean consistentes con el máximo sismo considerado. Cuando no se cuente con el número requerido de registros apropiados, se pueden usar registros simulados para alcanzar el número total requerido.

30.1.3. Para cada par de componentes horizontales de movimiento del suelo, se construye un espectro de pseudo aceleraciones tomando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) de los valores espectrales calculados para cada componente por separado, con 5% de amortiguamiento. Ambas componentes se escalan por un mismo factor, de modo que en el rango de períodos entre 0,2 T y 1,5 T (siendo T el período fundamental), el promedio de los valores espectrales SRSS obtenidos para los distintos

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

juegos de registros no sea menor que la ordenada correspondiente del espectro de diseño, calculada según el numeral 29.2 con $R = 1$.

- 30.1.4. Para la generación de registros simulados se consideran los valores de C , definidos en el artículo 14, excepto para la zona de períodos muy cortos ($T < 0,2 T_p$) en la que se considera:

$$T < 0,2 T_p \quad C = 1 + 7,5 \cdot \left(\frac{T}{T_p}\right)$$

30.2. Modelo para el Análisis

- 30.2.1. El modelo matemático representa correctamente la distribución espacial de masas en la estructura.
- 30.2.2. El comportamiento de los elementos es modelado de modo consistente con resultados de ensayos de laboratorio y toma en cuenta la fluencia, la degradación de resistencia, la degradación de rigidez, el estrechamiento de los lazos histeréticos, y todos los aspectos relevantes del comportamiento estructural indicado por los ensayos.
- 30.2.3. La resistencia de los elementos es obtenida en base a los valores esperados sobre resistencia del material, endurecimiento por deformación y degradación de resistencia por la carga cíclica.
- 30.2.4. Se permite suponer propiedades lineales para aquellos elementos en los que el análisis demuestre que permanecen en el rango elástico de respuesta.
- 30.2.5. Se admite considerar un amortiguamiento viscoso equivalente con un valor máximo del 5% del amortiguamiento crítico, además de la disipación resultante del comportamiento histerético de los elementos.
- 30.2.6. Se puede suponer que la estructura está empotrada en la base, o alternativamente considerar la flexibilidad del sistema de cimentación si fuera pertinente.

30.3. Tratamiento de Resultados

- 30.3.1. En caso se utilicen por lo menos siete juegos de registros del movimiento del suelo, las fuerzas de diseño, las deformaciones en los elementos y las distorsiones de entrepiso se evalúan a partir de los promedios de los correspondientes resultados máximos obtenidos en los distintos análisis. Si se utilizaran menos de siete juegos de registros, las fuerzas de diseño, las deformaciones y las distorsiones de entrepiso son evaluadas a partir de los máximos valores obtenidos de todos los análisis.
- 30.3.2. Las distorsiones máximas de entrepiso no exceden de 1,25 veces de los valores indicados en la Tabla N° 11.
- 30.3.3. Las deformaciones en los elementos no exceden de 2/3 de aquellas para las que perderían la capacidad portante para cargas verticales o para las que se tendría una pérdida de resistencia en exceso a 30%.
- 30.3.4. Para verificar la resistencia de los elementos se dividen los resultados del análisis entre $R = 2$, empleándose las normas aplicables a cada material.

**CAPÍTULO V
REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD**

Artículo 31.- Determinación de Desplazamientos Laterales

- 31.1. Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por $0,75 R$ los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por $0,85 R$ los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.
- 31.2. Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se consideran los valores mínimos de C/R indicados en el numeral 28.2 ni el cortante mínimo en la base especificado en el numeral 29.4.

Artículo 32.- Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 31, no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta Tabla.

Artículo 33.- Separación entre Edificios (s)

- 33.1. Toda estructura está separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima s para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.
- 33.2. Esta distancia no es menor que los $2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:
- $$s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$$
- Donde h es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar s .
- 33.3. El edificio se retira de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores que $2/3$ del desplazamiento máximo calculado según el artículo 31 ni menores que $s/2$ si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria.
- 33.4. En caso de que no exista la junta sísmica reglamentaria, el edificio se separa de la edificación existente el valor de $s/2$ que le corresponde más el valor $s/2$ de la estructura vecina.

Artículo 34.- Redundancia

Cuando sobre un solo elemento de la estructura, muro o pórtico, actúa una fuerza de 30% o más del total de la fuerza cortante horizontal en cualquier entrepiso, dicho elemento se diseña para el 125% de dicha fuerza.

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

Artículo 35.- Verificación de Resistencia Última

En caso se realice un análisis de la resistencia última se puede utilizar las especificaciones del ASCE/SEI 41 *SEISMIC REHABILITATION OF EXISTING BUILDINGS*. Esta disposición no constituye una exigencia de la presente Norma.

SENCICO

ANEXO N°7-CONSTANCIA COVID-19



CONSTANCIA DE REGISTRO N° 065535-2020

EL MINISTERIO DE SALUD A TRAVÉS DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD-INS HACE CONSTAR MEDIANTE LA PRESENTE QUE:

EMPRESA **WildCats Peru Ingenieros S.A.C.**
RUC **20569168652**
SECTOR **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

HA REGISTRADO CON FECHA 18/06/2020 SU PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID-19 EN EL TRABAJO, CONFORME A LO ESTABLECIDO EN LA R.M. 239-2020-MINSA Y SUS NORMAS MODIFICATORIAS.



70695553

Jesús María, 18 de Junio del 2020

MINISTERIO DE SALUD
¡La Salud Nos Une!

La información consignada en el SICOVIG tiene carácter de declaración jurada y se rige por las normas de fiscalización correspondiente.

ANEXO N°8-CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0052-COE-2021

PRENSA PARA ROTURAS DE CONCRETO

CLIENTE : WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C
DIRECCIÓN : JR. ALMIRANTE GUISSÉ MZA. J1 LOTE. 24 P.J.
MIRAFLORES ALTO ANCASH - SANTA - CHIMBOTE

DATOS DEL EQUIPO

Marca : PERUTEST
Modelo : PC2V
Serie : 24452
Capacidad : 120 TN
Indicador : High Weight
Bomba : Eléctrica
Procedencia : PERÚ
Identificación : 0052-COE-2021
Ubicación : Laboratorio de Concreto

Fecha de emisión:

Lima, 18 de abril del 2021



Firmado digitalmente por
Diego Moreno
Fecha: 2021-04-20 10:15:20

Gerente General

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

[web: www.cadentsac.com.pe](http://www.cadentsac.com.pe)

VERIFICACIÓN

1.- GENERALIDADES:

A solicitud de WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C., se procedió a verificar el comportamiento de una prensa de rotura de concreto, en las Instalaciones del Laboratorio de WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR

PRENSA PARA ROTURAS DE CONCRETO

Marca : PERUTEST
Modelo : PC2V
Serie : 24452
Capacidad : 120 TN
Procedencia : PERÚ
Identificación : 0052-COE-2021
Ubicación : Laboratorio de Concreto

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN

Dispositivo	: Celda de Carga	Indicador	: Digital
Fabricante	: PERUTEST	Marca	: PERUTEST
Modelo	: NO INDICA	Modelo	: DD-KC1
Serie	: 201825	Serie	: 4917000036
Capacidad	: 120 TN		
Modalidad	: Compresión		

4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha : 2021-04-18
Lugar : Instalaciones del Laboratorio de WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

5.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Inicial : 21,2 °C
Temperatura Final : 21,5 °C
Humedad Relativa : 26 %

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

6.- PROCEDIMIENTO.

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-16, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

7.- TRAZABILIDAD.

Patrones con Certificado de Calibración N° 192-19 con trazabilidad en el Laboratorio de Estructuras Antisismicas de la Pontificia Universidad Católica.
Expediente ..: INF-LE 250-18.

8.- RESULTADOS

- En la Tabla N° 01 se muestran los promedios de las series de verificación y los errores correspondientes.
- En el Gráfico N°01 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.
- Con fines de identificación se ha colocado etiquetas con el número del certificado.

8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

9.- DATOS DE MEDICIÓN

TABLA N° 01
CALIBRACIÓN DE PRENSA PARA ROTURAS DE CONCRETO
Marca: PERUTEST; Modelo: PC2V; Serie: 24452
Indicador High Weight; Marca: High Weight; Modelo: ; Serie:

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kg)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	10000.1	10000.4	0.00	0.00	10,000.25	0.00	0.00
20000	19999.8	20000.1	0.00	0.00	19,999.95	0.00	0.00
30000	30000.1	29999.5	0.00	0.00	29,999.80	0.00	0.00
40000	40000.0	40000.0	0.00	0.00	40,000.00	0.00	0.00
50000	49999.5	49999.1	0.00	0.00	49,999.30	0.00	0.00
60000	59985.0	59981.5	-0.03	-0.03	59,983.25	-0.03	0.00
70000	69981.0	69987.0	-0.03	-0.02	69,984.00	-0.02	0.01
80000	79989.0	79988.0	-0.01	-0.04	79,978.50	-0.03	0.02

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-01

2. - Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

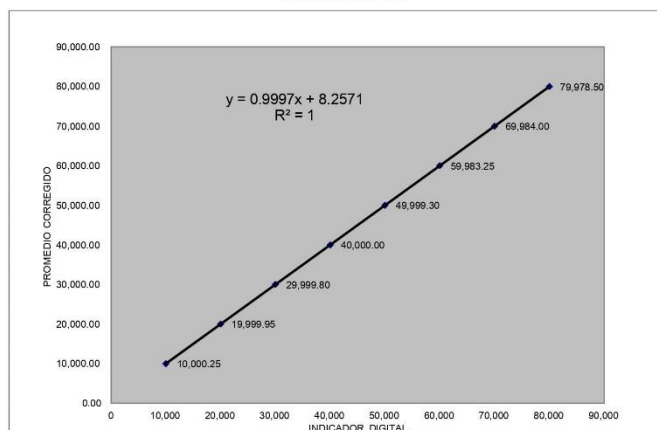
$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

4. - Incertidumbre expandida del Error (Ep) = 0.30 % (150.03 kN)
con k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente igual al 95%

10.- GRÁFICA (Coeficiente de Correlación y Ecuación de Ajuste)

GRÁFICO N°01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,9997x + 8,2571$

Coeficiente Correlación: $r^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza (kg)

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpá N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0046-COE-2021

CORTE DIRECTO

CLIENTE : WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C
DIRECCIÓN : JR. ALMIRANTE GUISE MZA. J1 LOTE. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO
ANCASH - SANTA -CHIMBOTE

DATOS DEL EQUIPO

Marco de Corte		Esfuerzo Cortante	
Marca	: ARSOU	Celda de Carga	: KELLY
Modelo	: NO INDICA	Capacidad	: 500 Kg.
Serie	: 4845	Serie	: 518653
Procedencia	: PERÚ		
Desplazamiento Horizontal		Desplazamiento Vertical	
Dial	: INSIZE	Dial	: INSIZE
N° Serie	: 606467	N° Serie	: 609544
Aprox.	: 0.002 mm	Aprox.	: 0.01 mm
Rango	: 5 cm	Rango	: 2.5 cm

Fecha de emisión:
Lima, 11 de Febrero del 2021.



Firmado digitalmente por
Diego Moreno
Fecha: 2021-02-13 12:14:03

Gerente General

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

[web: www.cadentsac.com.pe](http://www.cadentsac.com.pe)

VERIFICACIÓN

1.- GENERALIDADES.

A solicitud de WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C., se procedió a verificar el comportamiento de los sensores de medición del Corte Directo. La calibración se realizó en las Instalaciones del Laboratorio de WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

CORTE DIRECTO

Marca : ARSOU
Modelo : NO INDICA
Serie : 4845
Procedencia : PERÚ
Identificación : 0075-COE-2020
Ubicación : Laboratorio de WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Desplazamiento Horizontal

Dial : INSIZE
N° Serie : 606467
Aprox. : 0.002 mm
Rango : 5 cm

Desplazamiento Vertical

Dial : INSIZE
N° Serie : 609544
Aprox. : 0.01 mm
Rango : 2.5 cm

Esfuerzo Cortante

Celda de Carga : KELLY
Capacidad : 500 Kg.
Serie : 518653

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

Dispositivo	: DIAL	Dispositivo	: Celda de Carga
Marca	: MITUTOYO (JAPON)	Fabricante	: KELI
Modelo	: ID-S1012MX	Modelo	: A-FED
Serie	: 15228808	Serie	: AGB8500
Indicación	: DIGITAL	Carga Nomina:	: 5000 kgf.
Alcance	: 12.70 mm	Modalidad	: Compresión
División	: 0.01 mm	Indicador	: Digital HIGHWEIGHT
		Serie	: 0215426
		División	: 0,1 kgf.

* Con Certificado de Calibración MT-LL-070-2017 con trazabilidad en el Laboratorio de Longitud y Angulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL – Certificado LLA-088-2016.

* Certificado de Calibración con trazabilidad en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. – Expediente ...: INF-LE 426.

4.- PROCEDIMIENTO.

* Se determinó el error de indicación de los Diales de Desplazamiento Horizontal y Vertical por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

* El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025. Se aplicaron tres series de carga al esfuerzo cortante (celda de carga tipo S), asimismo al esfuerzo normal se aplicaron series de tres lecturas tanto al Esfuerzo en Baja como al Esfuerzo en Alta, mediante la compresora que activa la parte neumática del marco del corte directo.

5.- RESULTADOS.

* En la Tabla N° 1 y Grafico 1, se muestran las tres series de carga aplicadas al **Esfuerzo Cortante** y la serie promedio, así mismo la curva de regresión y la ecuación de reajuste correspondiente.

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

6.- OBSERVACIONES

- El equipo no presenta ninguna observación.

7.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha : 11-feb.-21
Lugar : Instalaciones del Laboratorio de
WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

TABLA N° 1
VERIFICACION DEL ESFUERZO CORTANTE
Celda de Carga Marca: KELLY, N/S: 518653, Capacidad: 500 Kg.

Sistema Digital "A" KG	SERIES DE VERIFICACION (KG)				PROMEDIO CORREGIDO "B" KG	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR (1) %	ERROR (2)%			
50	50.2	50.3	0.40	0.60	50.25	0.50	0.14
100	100.6	100.7	0.60	0.70	100.65	0.65	0.07
150	150.2	150.3	0.13	0.20	150.25	0.17	0.05
200	200.4	200.6	0.20	0.30	200.50	0.25	0.07
250	250.9	250.8	0.36	0.32	250.85	0.34	0.03
300	300.8	300.9	0.27	0.30	300.85	0.28	0.02
400	400.5	400.8	0.13	0.20	400.65	0.16	0.05

Coefficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste: $y = 1,0017x + 0,1838$

Donde:

X : Lectura de la pantalla

Y : fuerza promedio (KG)

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

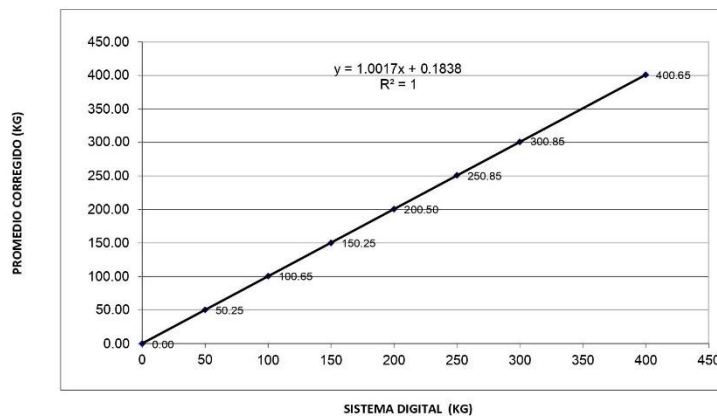
ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

GRAFICO N° 1
Celda de Carga Marca: KELLY, N/S: 518653, Capacidad: 500 Kg.



"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"

Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llumpa N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 627-6601
Ventas: Av. Defensores del Morro 2435 - Chorrillos Telf.: 627-6600

ventas@cadentsac.com.pe

cadentsacperu@hotmail.com

operaciones@cadentsac.com.pe

web: www.cadentsac.com.pe

ANEXO N°9-CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN
SUNAT

Consulta RUC

Resultado de la Búsqueda
Número de RUC: 20569168652 - WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C
Tipo Contribuyente: SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Nombre Comercial: -
Fecha de Inscripción: 06/08/2013 Fecha de Inicio de Actividades: 01/08/2013
Estado del Contribuyente: ACTIVO
Condición del Contribuyente: HABIDO
Domicilio Fiscal: JR. ALMIRANTE GUISSÉ MZA. J1 LOTE. 24 P.J. MIRAFLORES ALTO ANCASH - SANTA - CHIMBOTE
Sistema Emisión de Comprobante: MANUAL Actividad Comercio Exterior: SIN ACTIVIDAD
Sistema Contabilidad: MANUAL
Actividad(es) Económica(s): Principal - 4390 - OTRAS ACTIVIDADES ESPECIALIZADAS DE CONSTRUCCIÓN
Comprobantes de Pago c/aut. de impresión (F. 806 u 816): FACTURA BOLETA DE VENTA NOTA DE CREDITO GUIA DE REMISION - REMITENTE

Sistema de Emisión Electrónica: FACTURA PORTAL DESDE 05/11/2019
Emisor electrónico desde: 05/11/2019
Comprobantes Electrónicos: FACTURA (desde 05/11/2019)
Afiliado al PLE desde: -
Padrones: NINGUNO
Fecha consulta: 04/07/2021 22:11

ANEXO N°10-PLANOS

Ilustración N°2: Plano de Ubicación

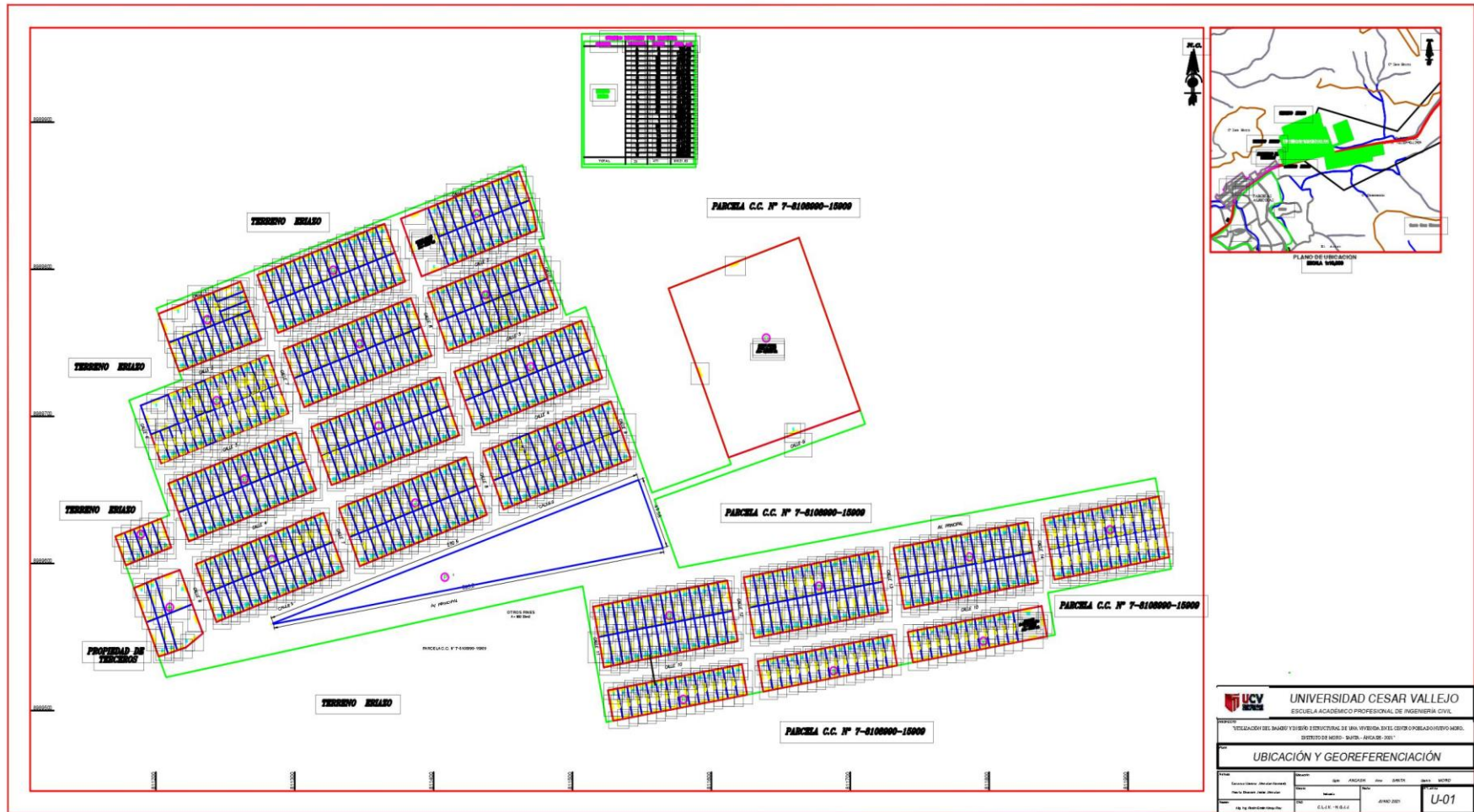


Ilustración N°3: Plano de Cimentación

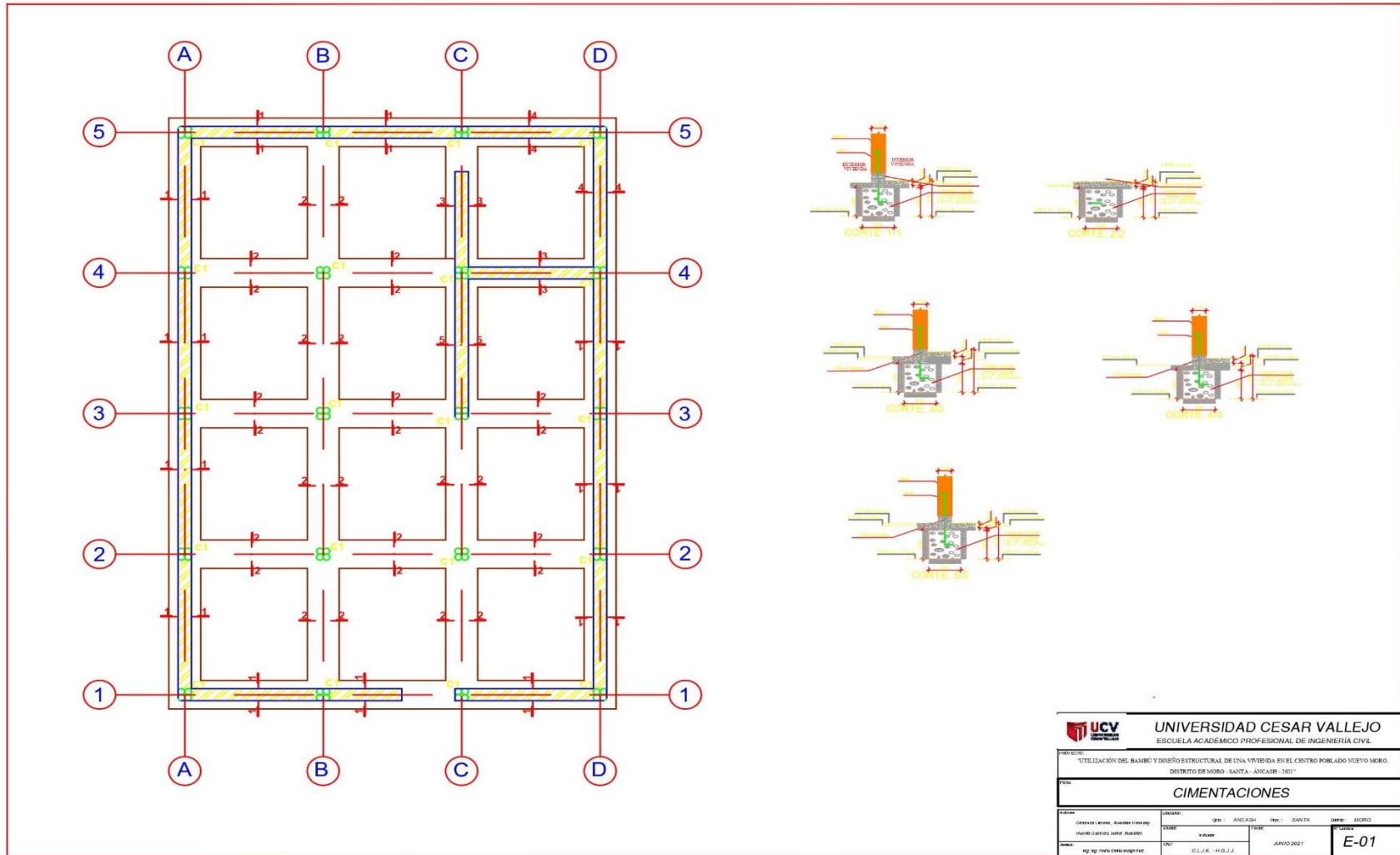
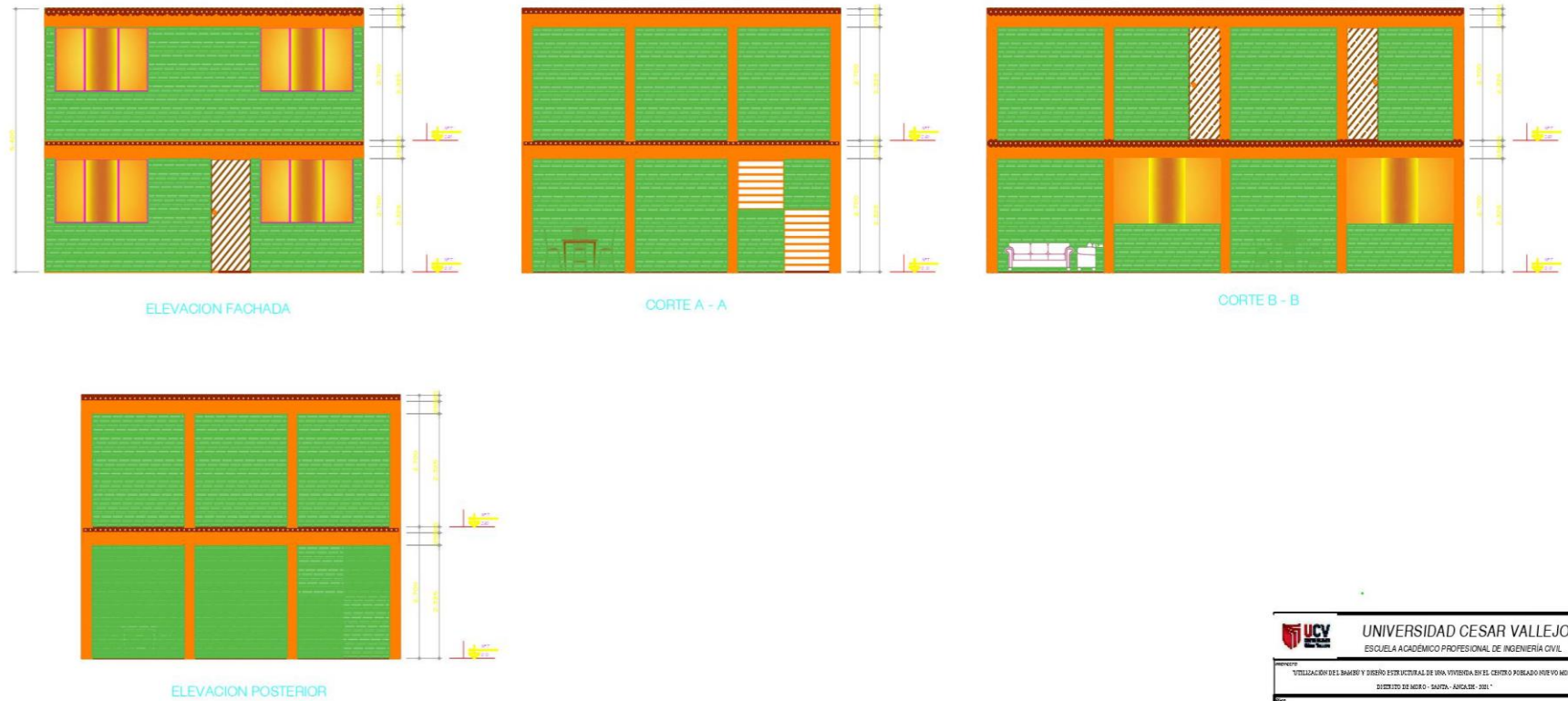


Ilustración N°4: Plano de Cortes y Elevaciones



 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		PROYECTO: UTILIZACIÓN DEL DISEÑO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA EN EL CENTRO POBLADO RIVERO MERO, DISTRITO DE MERO - SANCAJA - TUMBES	
		CORTES Y ELEVACIONES	
Autor: Docente: Carlos Alberto Sánchez	Diseñador: Ing. Ing. Pablo César Rodríguez	Ubicación: Calle AVICASA - SANCAJA - TUMBES	Fecha: JUNIO 2021
		A-02	

Ilustración N°5: Plano de Instalaciones Sanitarias

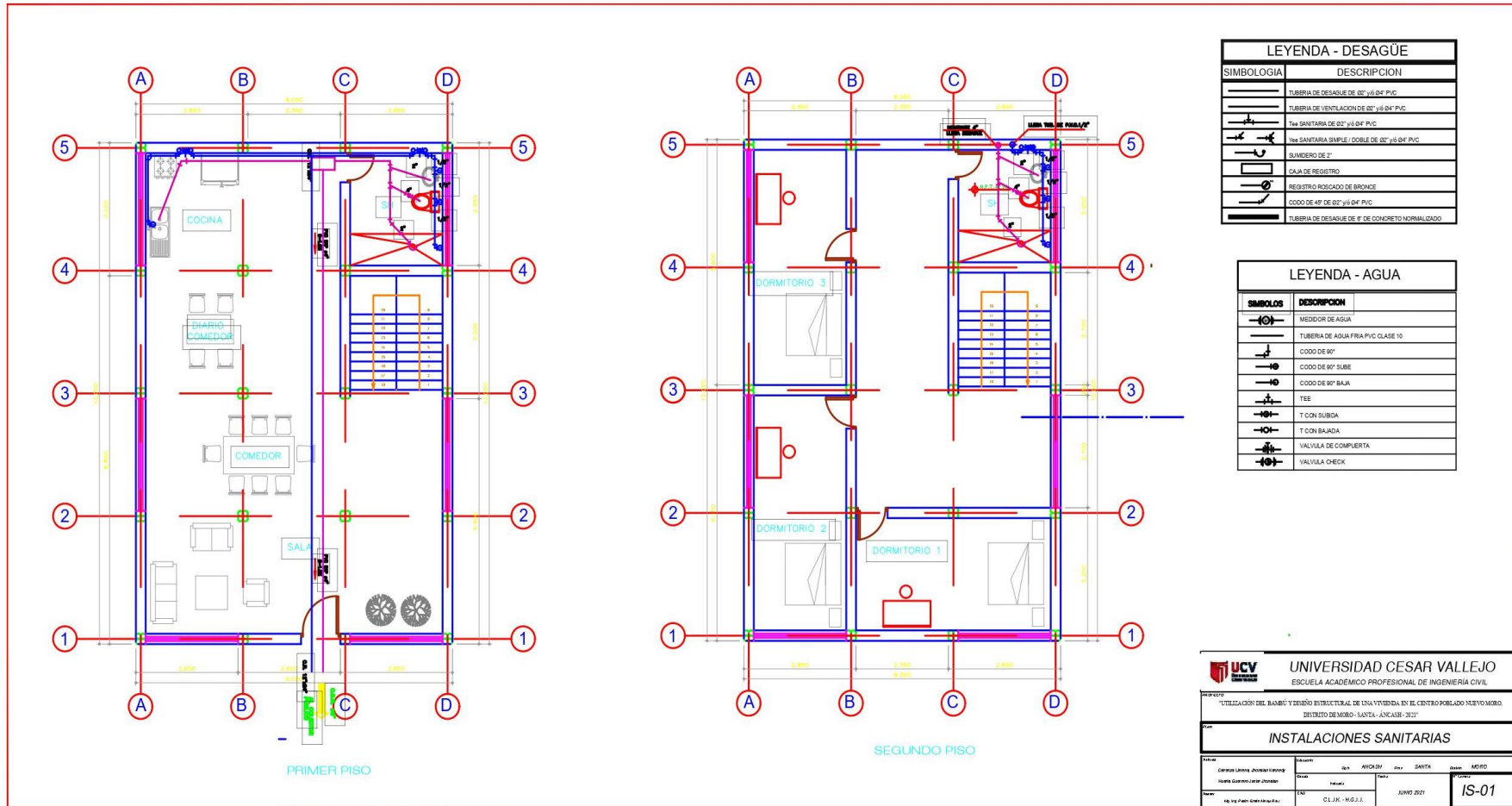
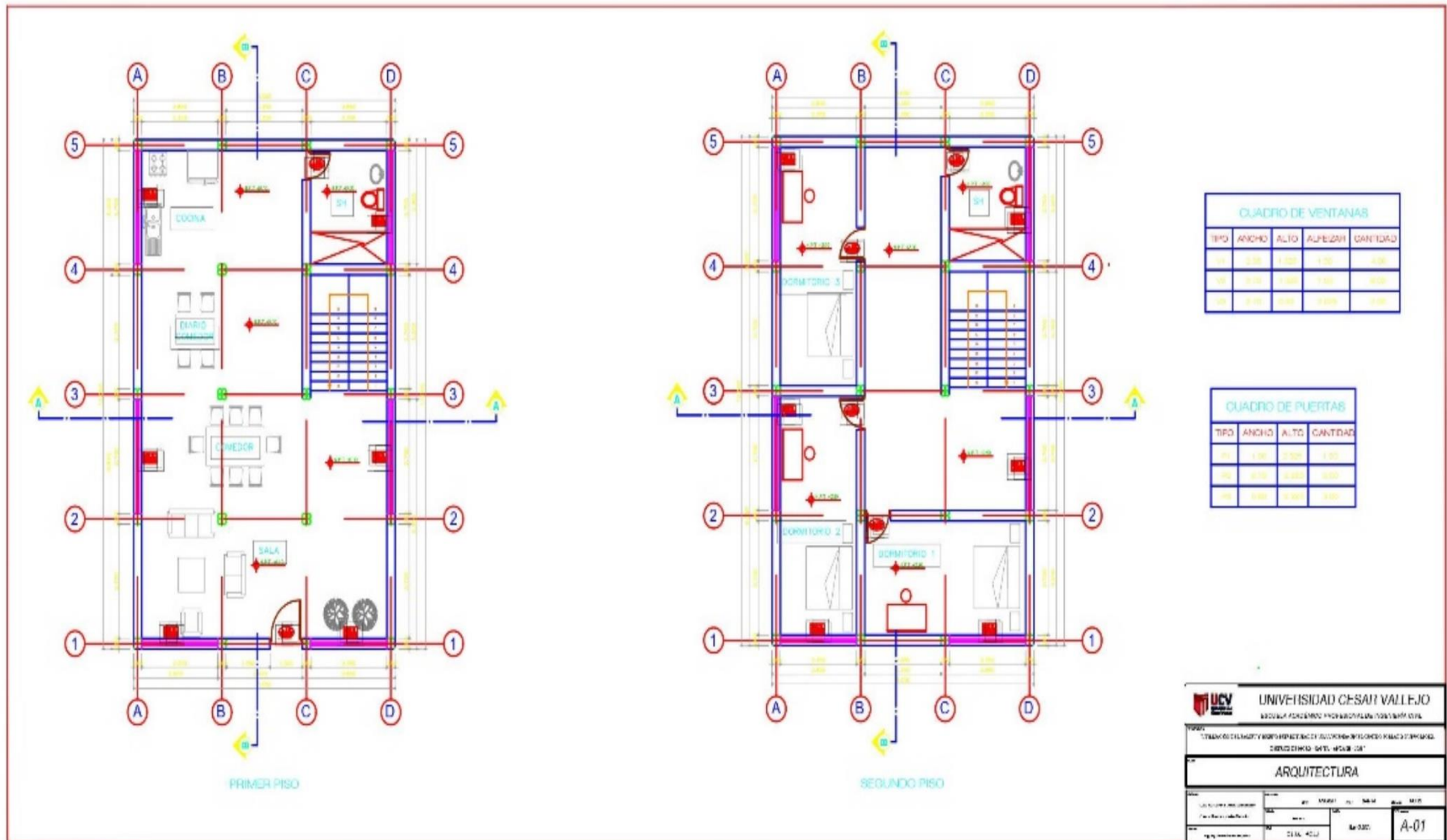


Ilustración N°6: Plano de Arquitectura



ANEXO N°11-PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N°1: Ubicación del lugar de estudio-Nuevo Moro



Foto N°2: Selección del bambú de la zona junto a la dueña de los bambuzoides



Foto N°3: Recolección del bambú seleccionado



Foto N°4: Transporte del bambú seleccionado



Foto N°5: Calicata realizada en el centro poblado Nuevo Moro



Foto N°6: Tamizado de las muestras extraídas en las calicatas



Foto N°7: Toma de datos de los pesos de los tamices



Foto N°8: Se peso las muestras del bambú que fueron evaluadas



Foto N°9: Aplicación de la presa hidráulica para las propiedades mecánicas del bambú



Foto N°10: Ensayo de copa Casagrande (límite líquido)



Foto N°11: Ensayo de límite plástico