



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño estructural de una cubierta ecológica de Bambú para
losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura.
2020.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Barreto Ramírez, Isac (ORCID: 0000-0001-6635-6884)

Poicón Fernández, Eduart Alexander (ORCID: 0000-0002-6713-3831)

ASESOR:

Mg. Saldarriaga Castillo, María del Rosario (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

PIURA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A nuestros padres por habernos forjado como las personas que somos en la actualidad, muchos de nuestros logros se los debemos a ellos entre los que incluye este. Nos formaron con valores y nos motivaron a alcanzar nuestros anhelos.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer a la Universidad Cesar Vallejo por habernos admitido a formar segmento de ella y abierto las puertas de su ceno científico para lograr instruir nuestra carrera, del mismo modo a los diferentes pedagógicos que brindaron sus conocimientos y su apoyo para salir adelante.

Agradecemos también a nuestros asesores de tesis, la Mg. Saldarriaga Castillo y al Ing. Medina Carbajal Lucio por habernos brindado la oportunidad de haber recurrido a sus capacidades y conocimientos científicos. Del mismo modo de habernos tenido paciencia para guiarnos durante el desarrollo de la tesis.

Y para finalizar, también agradecemos a todos los que fueron nuestros compañeros de clase durante todos los ciclos de la universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han contribuido en una alta proporción a nuestras ganas de continuar adelante en nuestra carrera profesional.

Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	viii
Índice de gráficos y figuras.....	x
Resumen.....	xii
Abstract	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	8
III. METODOLOGÍA.....	32
3.1. Tipo y diseño de la investigación	32
3.2. Variables y operalización	33
3.3. Población, muestra y muestre	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	35
3.5. Procedimiento.....	37
3.6. Método de análisis de datos	37
3.7. Aspectos éticos.....	38
V. DISCUSIÓN.....	122
VI. CONSLUSIONES	126
VII. RECOMENDACIONES	128
REFERENCIAS	
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla n° 01: datos y parámetros del bambú (<i>guadua angustifolia</i>).....	40
Tabla n° 02: datos y parámetros de la cubierta	42
Tabla n° 03: cortante basal.....	43
Tabla n° 04: periodos y frecuencias (etabs)	48
Tabla n° 05: peso por piso (etabs).....	48
Tabla n° 06: cortante basal (etabs).....	49
Tabla n° 07: fuerzas laterales (etabs).....	50
Tabla n° 08: participación de masas afectadas por el período de vibración	53
Tabla n° 09: comprobación de chequeo de porcentaje de participación de las masas	54
Tabla n° 10: derivas máximas producidas por sdinámico x.....	55
Tabla n° 11: derivas máximas producidas por sdinámico y	56
Tabla n° 12: derivas máximas producidas por sismo x.....	57
Tabla n° 13: derivas máximas producidas por sismo y.....	58
Tabla n° 14: comprobación de derivas inelásticas en sdinámico x.....	59
Tabla n° 15: derivas en sdinámico x.....	60
Tabla n° 16: comprobación de derivas inelásticas en sdinámico y	60
Tabla n° 17: derivas en sdinámico y	61
Tabla n° 18: comprobación de derivas inelásticas en sismo x.....	61
Tabla n° 19: derivas en sismo x.....	62
Tabla n° 20: comprobación de derivas inelásticas en sismo y.....	62
Tabla n° 21 derivas en sdinámico y	63

Tabla n° 22: cortante mínima en la dirección x.....	64
Tabla n° 23: cortante mínima en la dirección y.....	65
Tabla n° 24: comprobación en dirección x.....	65
Tabla n° 25: comprobación en dirección y	66
Tabla n° 26: datos de la comprobación de cortante mínima.....	66

Índice de gráficos y figuras

Figura 1: Límites para la distorsión de entrepiso – Norma E.030	20
Figura 2: Ejemplo de cubierta Plana para losa deportiva	23
Figura 3: Ejemplo de una cubierta curva para losa deportiva.....	23
Figura 4: ejemplo de cubierta de material bambú para tribunas	24
Figura 5: Parte de la caña de Bambú según la norma E.100 del RNE	25
Figura 6: Uniones del material Bambú establecidas en la Norma E.100 RNE.....	29
Figura 07: Documento de fuerzas laterales obtenidas en programa ETABS.....	51
Figura 08: Peso de la edificación y cortante Basal – ETABS	51
Figura 09: columna inclinada – ETABS	68
Figura 10: Solicitación a compresión y tensión – ETABS.....	68
Figura 11: Momento de flexión y corte – ETABS.....	69
Figura 12: Sección transversal del elemento – ETABS	70
Figura 13: Propiedades de la sección – ETABS.....	71
Figura 14: cordón inferior – ETABS.....	76
Figura 15: Solicitación a compresión y tensión – ETABS	77
Figura 16: Momento de flexión y corte – ETABS.....	77
Figura 17: Sección transversal del elemento – ETABS	78
Figura 18: Propiedades de la sección – ETABS.....	79
Figura 19: columna inclinada – ETABS	84
Figura 20: Solicitación a compresión y tensión – ETABS.....	85
Figura 21: Momento de flexión y corte – ETABS.....	85
Figura 22: Sección transversal del elemento – ETABS	86

Figura 23: Propiedades de la sección – ETABS.....	88
Figura 24: columna Interior recta – ETABS.....	93
Figura 25: Solicitación a compresión y tensión – ETABS.....	93
Figura 26: Momento de flexión y corte – ETABS.....	94
Figura 27: Sección transversal del elemento – ETABS.....	95
Figura 28: Propiedades de la sección – ETABS.....	96
Figura 29: columna inclinada – ETABS.....	101
Figura 30: Solicitación a compresión y tensión – ETABS.....	101
Figura 31: Momento de flexión y corte – ETABS.....	102
Figura 32: Sección transversal del elemento – ETABS.....	103
Figura 33: Propiedades de la sección – ETABS.....	104
Figura 34: columna inclinada – ETABS.....	109
Figura 35: Solicitación a compresión y tensión – ETABS.....	109
Figura 36: Momento de flexión y corte – ETABS.....	110
Figura 37: Sección transversal del elemento – ETABS.....	111
Figura 38: Propiedades de la sección – ETABS.....	112

Resumen

Esta investigación trata de exponer y dar a conocer el diseño estructural de una cubierta ecológica elaborada a base de Bambú en losa deportiva multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020. El presente trabajo final de grado posee como objetivo principal diseñar la estructura de una cubierta ecológica elaborada a base de bambú para losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. El contenido que se muestra se constituye a partir de las propiedades del bambú. Se describen los aspectos generales de la construcción en bambú así como implicaciones de diseño estructural. Se utiliza una metodología básica, no experimental de enfoque cuantitativo. Se obtuvo como resultado de los análisis tanto estático como dinámico una estructura de bambú que resiste las cargas gravitacionales y del sismo, además que cumple con el diseño por esfuerzos admisibles cada uno de sus elementos estructurales. Finalmente se llegó a la conclusión que el bambú es un excelente material que cumple con los requerimientos que la norma exige además de conocer y obtener datos que servirán para futuras investigaciones acerca de este material en la construcción de proyectos.

PALABRAS CLAVE: Bambú, diseño estructural, análisis, construcción

Abstract

This investigation tries to expose and make known the structural design of an ecological cover made from Bambú in sports slab in the city of Piura. Piura 2020. The present final degree project has the main objective of designing the structure of an ecological cover made of bamboo based for multipurpose sports slab in the city of Piura. Piura The content presented is organized based on the properties of bamboo. The general aspects of bamboo construction as well as structural design implications are described. A basic, non-experimental, quantitative approach methodology is used. As a result of both static and dynamic analyzes, a bamboo structure is obtained that resists gravitational and earthquake loads, and also complies with the design for admissible stresses in each of its structural elements. Finally, it was concluded that bamboo is an excellent material that meets the requirements that the norm demands, in addition to knowing and obtaining data that will serve for future research on this material in the construction of projects.

KEYWORDS: Bamboo, structural design, analysis, construction

I. INTRODUCCIÓN

Es constante la preocupación en la actualidad de los diferentes países del orbe por el denominado calentamiento global, esto mismo ha generado que diversas naciones desarrolladas y en vías de desarrollo adopten no sólo posturas, sino que se involucren en el dinamismo para poder desarrollar opciones de convivencia humana en donde la tecnología pueda estar a la par con el cuidado del medio ambiente, es decir, que el crecimiento poblacional sea sustentable logrando sus objetivos de supervivencia, sin que esto signifique atropellar la biodiversidad o desistir de que el ser humano tenga a derecho a elevar su calidad de vida; en este sentido, cada vez más se hace oportuno y esencial el uso de materiales ecológicos para asegurar o cubrir una de las necesidades de la persona que es el abrigo o refugio.

Existen diversos materiales ecológicos que pueden tomarse como productos base para la construcción de ambientes urbanos y rurales sanos y de bajo costo, en lugar de continuar con la utilización de materiales como lo hace el ámbito de la edificación en lo referente a infraestructuras y construcción de viviendas, vías de transporte, centros recreacionales en donde se hace uso entre el 45% y el 60% de la materia prima extraída de la corteza terrestre y cuya utilización da inicio al 50 % de las manifestaciones de CO₂ esparcidas a la atmósfera. Son las edificaciones tipo edificios los encargados de producir cantidades de materiales, estructuras que fácilmente pueden alcanzar un peso total de 2,500 kg por metro cuadrado, las mismas que al finalizar su vida útil, genera una parte significativa en el impacto medioambiental a nivel global.

Ante esta perspectiva, el reto que debe apropiarse la sociedad en su conjunto es la responsabilidad de minimizar los impactos ambientales y consolidar los esfuerzos para la concepción de hábitats urbanos sostenibles, como las construcciones sostenible en base de alternativas de solución como la implementación del uso de materiales ecológicos en la construcción y edificaciones tales como el bambú (guadua), el adobe y/o la quincha (materiales que se encuentran a cualquier parte del mundo) las que contienen características físicas, químicas, etc. que no perjudican el

medio ambiente, es por ello que su empleo o uso es de provecho. En países con mayor diversidad de recursos naturales, suelen hacer uso de materiales naturales renovables los que se aprovechan de forma equitativa aplicando técnicas adecuadas con resultados precautorios con estilos agradables, dentro de un espacio y contexto socio cultural, que contribuye a mejorar el problema universal que es la necesidad de vivienda para las personas y con ello aumentar el desarrollo de calidad de vida en las poblaciones actuales y futuras (CERRÓN, A. 2016).

Centrándose específicamente en la utilidad del bambú para afrontar como material de construcción que sirve para frenar la alta contaminación ambiental se conoce que según Jácome (Coordinador para América Latina y el Caribe de la red internacional del Bambú) existen más de 1,640 especies de bambú alrededor del mundo, las cuales son trabajadas casi de 300 millones de hectáreas, representando más de 60 000 millones de dólares para la economía de los países, además Jácome indica que esta especie se desarrolla en países tropicales y subtropicales, significando una alternativa donde se puede usar este material para su crecimiento en la economía, tan solo en China, 8 millones de personas se encuentran involucradas en la cadena productiva del bambú, y en Ecuador un país cercano al Perú, existen 500,000 agricultores que han sembrado 11 millones de hectáreas a nivel de América Latina. Al respecto, un dato muy alentador según datos generados de Hormilson, una hectárea con 278 plantas de bambú puede obtener en sus 3 primeros años de vida, 16.65 toneladas de CO/Ha, en 4 años 44.40 toneladas de CO/Ha.

El Perú posee 64 distintas especies de Bambú repartidas principalmente en el suroeste del Amazonas, además se conoce que de aproximadamente cuatro millones de hectáreas de Bambú sólo se le saca provecho de forma mercantil una minoría de 9,000 hectáreas, esto mayormente es debido a causas como el desconocimiento de gran parte de la población del Perú y el mundo por no haberseles enseñado que el Bambú tiene una elevada escala de contribución para la edificación y que genera la probabilidad de instaurar productos industriales: La población solo utiliza el bambú de modo artesanal, y además que aún no se cuenta con un proyecto de investigación que

genere la teoría y el conocimiento de lo que implica utilizar el bambú en sus diversas clasificaciones de manera sustentable. (TOVAR, 1993)

En cuanto al departamento de Piura al ser poseedor de un clima de excesivo calor sin fríos extremos, en donde la temperatura promedio es de 17°C a 28°C con un máximo anual de 30°C, en la época de verano diciembre – abril, en donde la temperatura normal oscila entre los 35°C a 17°C, con un pico de 39 °C y una sensación térmica de 46°C, cuya temporada más húmeda tiene una perdurabilidad de 2,5 meses que ocurre entre el 25 de enero al 9 de abril, con una expectativa de más del 8 % que cierto día sea con gran humedad y en donde la probabilidad máxima de poseer un día mojado es del 16 % el 8 de marzo, es que el habitar en esta Región se convierte en un tipo de problema, ya que cualquiera de sus edificaciones tradicionales de material noble concentran mucho calor, no siendo así las construcciones que involucran proyectos donde se hace uso de material ecológico como el bambú.

En referencia al párrafo anterior, la construcción de losas deportivas son obras elaboradas a base de material convencional de construcción y en la actualidad son los tipos de proyectos que más se ejecutan a nivel de inversión pública y privada porque su empleo significa la distracción, el ejercicio y el desarrollo de alguna disciplina deportiva que mejora las condiciones de vida de un sector poblado y que al mismo tiempo se convierten en una solución para mantener ocupados a grandes y chicos y evitar las prácticas delictivas, funcionando como una estructura donde se practique el deporte y se genere valores a partir de la práctica de éste.

Se conoce como precedente que los proyectos de construcción de losas deportivas multiusos son proyectos donde actualmente no se consideran las cubiertas o techo y menos en zonas de Piura conocida como zona calurosa y donde quema mucho el sol, lo que origina problemas que van desde que la población que practica deporte o alguna recreación en alguna losa deportiva que está al aire libre, padezca de insolación, quemaduras en la piel que producen ardor, dolor y en muchos casos enfermedades como cáncer a la piel; por lo que se agrega otra dificultad que está relacionada al desuso de estas plataformas en épocas de verano o durante el día soleado en

cualquier estación del año, lo que significa un desperdicio en cuanto a la utilidad para la que fueron creadas estas losas deportivos. .

A partir del problema descrito en el anterior párrafo es que se plantea que una probable solución para evitar la insolación de las personas que hacen uso de canchas deportivas-recreativas o en su defecto su desuso no solo por excesivo sol, sino por las precipitaciones pluviales ocurridas durante el verano; las cubiertas o techos para las mismas serían la solución, pero estando acorde con soluciones que favorezcan la preservación de la naturaleza, estos techos o cubiertas deberían tener en cuenta que sus materiales sean renovables, de bajo costo, que aporten de manera significativa soluciones estructurales en una realidad donde se debe dar prioridad a reducir los impactos ambientales.

Por ello a partir de esta investigación se propone realizar estudio que tiene como propósito el diseño de una estructura de bambú para losas deportivas multiusos en Piura, que sea segura y amigable con el medio, para ello se empleará el programa "AutoCAD 2018" para el pre-diseño geométrico de la estructura, así como, el uso del programa de diseño estructural "ETABS" con el fin de realizar un análisis mediante el "diseño por esfuerzos admisibles" y finalmente se obtendrá el diseño y se plasmará en una modelación 3D. Se espera que la información y resultados presentados en la investigación sean útiles y puedan ser empleadas para el beneficio y desarrollo de cualquier vecindario o localidad en el departamento de Piura.

Lo que se lograría con esta investigación es que por medio del diseño de estas cubiertas a base de material ecológico bambú, se pueda probar que éstas producen un almacenamiento de energía debido a la disminución de daño de incandescencia logrando obtener un bienestar térmico ya que este tipo de cubierta produce un microclima creando reducción de calentamiento atmosférico, proporcionando un clima más agradable tanto el interior como el exterior. Así también, la estructura de la cubierta deben garantizar la seguridad de las personas que acceden a ellas, ya que las losas deportivas multiusos son construcciones que benefician a toda la población de un determinado lugar, convirtiéndose en la opción más agradable para los fanáticos

del deporte y la recreación, permitiendo el incremento de las relaciones interpersonales, pues se torna en un lugar adecuado para la comunicación, el ocio y el tiempo libre para gran parte de la población. Ese espacio público de calidad se manifiesta además como un ambiente para la práctica de diversos eventos de participación social.

Finalmente, la realización de esta investigación es muy importante porque abre un abanico de posibilidades para el planteamiento de otras alternativas de construcción de nuevas estructuras y al mismo tiempo brindar soluciones a los efectos del cambio climático que afectan la región de Piura, utilizando un material sostenible, económico y que contribuya a la salud de la población; a lo que se agrega que esta investigación dará conocer nuevos datos del análisis de una nueva estructura mediante la utilidad de programas de análisis estructural.

Habiendo planteado la realidad problemática de la investigación, se traza seguidamente el problema general de la investigación: ¿Cuál es diseño estructural de una cubierta ecológica elaborada a base de bambú para losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020? Asimismo, se plantean como problemas específicos: ¿Cuáles son los datos y parámetros que se deben ingresar en el programa ETABS para el diseño estructural de una cubierta ecológica en losas deportivas multiusos de la ciudad de Piura. Piura. 2020?, ¿cuál será la estructuración preliminar de la estructura de cubierta de bambú tomando en cuenta las normas del RNE para losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020?; ¿cuál será el análisis estático de la estructura de cubierta de bambú mediante el programa ETABS para losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020?; ¿cuál será el análisis dinámico de la estructura de cubierta mediante el programa ETABS para losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020?; ¿cuál será el diseño de los elementos estructurales de la cubierta de bambú en losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020? y finalmente ¿cuál será el modelamiento final de la estructura cubierta de bambú en losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020?

Esta investigación se justifica debido a la existencia de una problemática relacionada con la sana distracción como lo es las prácticas deportivas y recreacionales en numerosas zonas de la ciudad de Piura, la cual se ve obstaculizada debido a que en las losas deportivas que han sido hechas para cumplir con esa finalidad, no se puede desarrollar ninguna actividad vinculada al deporte, juegos recreacionales, distracciones u otros, debido a que durante la mayor parte del día, el sol y calor no permite que las personas permanezcan en ellas, lo que hace urgente que estas plataformas deportivas y recreacionales, puedan ser cubiertas con un techo que permitan aislar a las personas del padecimiento de estar bajo la intemperie climática, pero; teniendo en cuenta que estas losas deportivas no solo deben estar techadas, sino que la estructura de su cubierta deben estar hechas de un material ecológico y económico, que disminuya el impacto ambiental y que no genere mucho gasto en su construcción, que es lo que se propone lograr en esta investigación.

Otra justificación para la realización de esta investigación es resaltar y promover el uso del material bambú que abunda en la zona del departamento de Piura, el cual es un recurso que actualmente se está utilizando en variados puntos a nivel global y desde la hace muchos años atrás para construcciones y edificaciones ya que se adapta sin problemas a las exigencias y requisitos que necesita un material para ser considerado útil para la construcción, es por ello que a partir de esta investigación se quiere dejar sentada las bases de la generación de conocimiento que el material ecológico bambú, si tiene otros uso como en losas deportivas aparte de poder usarse en la construcción de viviendas, tal como se viene realizando en otros países de Latinoamérica y el mundo en donde a diferencia del Perú, si se cuenta con una reglamentación basada en construcciones de Bambú.

Por otra parte, hoy en día, el análisis del comportamiento de una estructura tanto estática (carga vertical) y dinámica (carga horizontal) son de trascendental consideración para entender y pronosticar el comportamiento de las edificaciones frente a dichas cargas, es en ese punto donde poco a poco se van implementando diversas herramientas desde las tarjetas de programación hasta los muy avanzados software de cálculo estructural. Se espera que la información y resultados presentados

en la investigación sean útiles y puedan ser empleadas para el beneficio y desarrollo de toda la humanidad.

Como parte de los objetivos, se presenta como objetivo general: Diseñar la estructura de una cubierta ecológica elaborada a base de bambú para losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020. Y como objetivos específicos se proponen: Identificar los datos y parámetros que se deben ingresar en el programa ETABS para el diseño estructural de una cubierta ecológica en losas deportivas multiusos de la ciudad de Piura. Piura. 2020, elaborar la estructuración preliminar de la estructura de cubierta de bambú tomando en cuenta las normas del RNE para losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020; realizar el análisis estático de la estructura de cubierta de bambú mediante el programa ETABS para losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020; realizar el análisis dinámico de la estructura de cubierta mediante el programa ETABS para losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020, realizar el diseño de los elementos estructurales de la cubierta de cubierta de bambú en losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020, y por último realizar el modelamiento final de la estructura cubierta de bambú en losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020

II. MARCO TEÓRICO

Seguidamente se muestran estudios hechos con anticipación a nivel internacional, nacional y local que se vinculan con la presente investigación tales como el trabajo de JUAREZ, Diego (2019) en su tesis: *“Uso y Rentabilidad del Bambú como Material Estructural de Construcción” para optar el título de ingeniero civil de la PUCP, LIMA – PERU*. Esta investigación tiene como fin exponer un mayor rendimiento de la guadua para la edificación de una vivienda básica en el Perú, utilizando bibliografía de variadas fuentes, estudios anteriores y informes bibliográficos, debido al del continente latino, así como a ras global, además a modo de asesoramientos de profesionales enfocados en el tema del medio local. Luego de haber realizado una síntesis y análisis de las tipologías de la guadua como material de edificación, con pruebas de la realidad, y generado una crónica de los patrones considerado para utilizarlo apropiadamente se efectuó un esquema estructural junto a su pertinente metrado y cálculo presupuestal. La investigación plantea como objetivos: Inquirir acerca de los automatismos del bambú con fin de la edificación de pórticos y estructuras de hogares de uno o dos niveles, además como ciertas estructuras especiales; y cuáles géneros en el Perú concurrirían a convertirse en las más realizables y duras para este ejemplo de edificaciones, Indagar sobre las primordiales propiedades mecánicas que posee el bambú, a manera que sus metodologías de procedencia, procedimientos y otros manejos para ajustarlo al campo de la edificación civil. Y finalmente examinar la escala de provecho y factibilidad en la utilidad del bambú en sus diversidades de géneros peruanos más correctas para la edificación en lugares concretos del Perú. Hacia eso se cumplirá con el diseño, metrado y cotización de una casa básica.

El método que utilizan es el método de análisis y deducción, el cual inicia realizando una recaudación de antecedentes del bambú con sus semblantes más significativos en referencia a los objetivos, que contienen importantemente, sus particularidades primordiales dentro de material de edificación, el contexto en la tierra y en el Perú, con demostraciones específicas en edificaciones distintivas y en construcción. Además, se

consideró todos los pasos que deben cumplirse para organizar fielmente el bambú y poder utilizarlo a manera de material estructural en edificaciones.

La investigación llegó a la conclusión que como parte de la edificación de una morada estricta de un piso el bambú muestra formar un material estructural un 35% más fructuoso que los materiales directos tradicionales, como los ladrillos de arcilla, el concreto y el acero, alcanzando una ganancia parcial por encima en las partidas de estructuras y arquitectura, alrededor de un 43%. Esta relación de capital puede ser inclusive superior si se suponen los gastos generales, ya que la edificación de una morada construida de bambú es un 33% más veloz comparado a una casa de material habitual.

En los aspectos de lo estructural llegaron a la conclusión que al ser un más liviano, durante la vibración de un sismo (característico en el litoral del Perú) se obtendría un mínimo riesgo a diferencia de las edificaciones de adobe o albañilería, pues esta últimas al conservar una masa de mayor magnitud producen fuerzas más elevadas a la edificación. Por consiguiente, adyacente a la capacidad de tracción del bambú, las residencias de bambú estarían como la expectativa más admisible en lo que concierne a la seguridad de sus arrendatarios, conjuntamente de favorecer si se presenta, cierto perjuicio, las que se vean dañadas se pueden reparar más rápido y fácilmente, obteniendo así menores recortes y menores egresos. En el Proceso Constructivo se concluyó que la conducción del bambú para disponerlo a modo de material de edificación no es muestra de complicación y no se exige a individuos con alta apreciación en todo lo que, a producción y administración de materia prima de edificación, ni mucho menos solicita de magnos y complejas máquinas y aparatos para elaborarlas. Por consiguiente en el desarrollo de las soluciones con químicos corresponde solicitar de personal con preparaciones de los semejantes, su trascurso no admite una instancia de un laboratorio o equipos específicos.

DIAZ, Paul (2016) en su tesis: "*análisis comparativo: uso de bambú vs. Perfiles de acero para cobertura liviana*", para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad nacional de San Agustín de Arequipa, Perú tiene como finalidad ejecutar

una semejanza recta entre precio, beneficios, cuentas y precios unitarios y entre las dos armaduras. Debido al tipo de estudio, se exige ejecutar un cálculo estructural que preceda fruto de una investigación del mismo. Asimismo, también corresponde demostrar los parámetros de los esfuerzos admisibles de la norma técnica E100 que tiene como fin comprobar y poseer un conocimiento crecidamente desarrollado de las propiedades mecánicas del bambú.

El método que utilizan es experimental, el ensayo de laboratorio para lograr generar recursos a estructuras de bambú, inicialmente se registró y comprobó pruebas en laboratorio que contrasten la totalidad de sus propiedades físicas, a manera su resistencia a la compresión y a la tracción. Con los resultados encontrados se pudo plantear los elementos céntricos de un tijeral, deducir sus costos y transcurso constructivo

La investigación llega a la conclusión que el bambú es un material cambiante y verosímil. Comparado con materiales como el acero o la mampostería, el bambú saca delanteras ecológicas y bienestar al medio ambiente que materiales habituales no consiguen alcanzar. El desarrollo y administración del bambú a partir de las zonas donde se le labra y se da su crecimiento, incluso los terrenos del trabajo o proyecto, solicita de estrechamente corta energía.

Se ensayaron 6 muestras a la compresión y tracción respectivamente, se obtuvo en las muestras sometidas a tracción un esfuerzo último a la compresión de 1907.45 kg/cm² con una fuerza aplicada de 540.60 Kgf; mientras que las muestras las sometidas a compresión se consiguió un esfuerzo máximo a tracción de 102.44 kg/cm²

Mientras que en los inconvenientes generales del bambú se llegó a la conclusión que el bambú requiere un resguardo dentro del diseño arquitectónico que garantice evitar albergar infiltración de agua directa, ni fulminaciones solares continuos. La cognición es que formarían un alto desperfecto a gran celeridad con fallas a considerar en cuenta en su procedimiento estructural. Conjuntamente, el cortante es muy bajo. La norma peruana indica usarse un esfuerzo máximo admisible de 10 kg/cm² como esfuerzo al corte y de 13 kg/cm² al aplastamiento.

REDON, Miguel (2015) en su tesis: *“bambú como material estructural: generalidades, aplicaciones y modelización de una estructura tipo.”* en la Escala Técnica superior D'enginyeria Agronómica i del medi natural en Valencia, España. La reciente labor concluyente de grado posee como objetivo primordial constituir las características estructurales del material bambú centralmente de los tipos de edificación que en este momento se desenvuelven en madero estructural. El comprendido donde que se expone se constituye después de la exposición que forma parte de las capacidades mecánicas del bambú. Se representa los aspectos frecuentes de la edificación en bambú, a manera que discrepancias medioambientales. Se presentan las características estructurales importantes a altura global y, también, se estudian las mediaciones ejecutadas a nivel nacional valorando con específico cuidado su progresivo interés y viable posterior de manejo en el tiempo.

Como parte de la metodología se va a contextualizar momentáneamente la representación nueva a partir de la cual brotan las diferentes genealogías de pasarelas en exposición. Se detallan los modelos a desenvolver y los materiales directos de los cuales están elaborados. Conjuntamente, además se exhiben las labores y composiciones de carga, con sus concernientes magnitudes y viable representación sincrónica. Una vez determinadas los modelos y asientos de cálculo, se provendrá al cálculo de las estructuras y al dimensionado de las barras de las estructuras en estudio

Esta investigación llega a la conclusión que debido a sus peculiaridades como género (prontitud de desarrollo, rectitud, incremento a horizonte global, impregnación de carbono, etc.) es un recurso agreste de gran valor que importa fomentar para, entre diversas nuevas cogniciones, calmar la carga que soportan gran porción de las variedades arbóreas maderables y auxiliar a aplacar la deforestación de las magnas masas selváticas.

Observando los resultados se logró demostrar que el bambú es un excelente material debido que estructuras que se lograron hacer en madera también lo ha viables sido en bambú, a pesar del crecimiento de los índices de comprobación de resistencia. A excepción, en la comprobación a pandeo sale penalizado debido a su propia

naturaleza. La tipología 1 cumple frente a todas las exigencias, pero sin embargo la tipología 2, al suprimirse los apoyos centrales, no lo hace.

El bambú es un material que podría aproximarse para convertirse el doble de veces más fuerte que la resistencia de la madera, pero escasea de rigidez que lo respalde convenientemente. Es competente de encorvarse considerable incluso alcanzar al punto de rotura y esto crea que en momentos se compense requerir a fragmentos de distancias más cortas o acrecentar el número de soportes para evitar este fenómeno, así que ha permanecido de manifiesto el dimensionado de la tipología 1 de bambú respecto a la 2.

ENCALADA, Jimmy (2016) en su tesis: *Modelo de panel prefabricado en guadua, aplicado a la industrialización de la construcción para separaciones perpendiculares*, para obtener el grado de Magister en construcciones en la Universidad de Cuenca, Ecuador, tiene como finalidad generar un prototipo de paneles prefabricados, que sirvan de ayuda a la construcción de casas apropiadas. y menos precios, con la aplicación del bambú, también de establecer y mejorar las teorías existentes respecto del bambú como material; proyecta como realidad problemática la demanda de vivienda por el aumento de habitantes, siendo una dificultad muy común en muchos países que buscan su crecimiento, además los poco utilizados métodos de construcción opcionales tal y como el bambú, su poco conocimiento en la utilización del bambú ya que a simple vista se le ve como un material con una apariencia un poco apta para la construcción.

El método de esa investigación fue experimental y se basa en el método del Sándwich mediante paneles prefabricados de bambú. Dentro de los resultados se tiene una construcción de Trama modular de 3m x 3m con espaciado de trama de 0.60 m x 0,60 m cuyo espesor de cada panel es de 10 cm. El precio de los dos tableros es de S/ 27 soles y el costo por metro cuadrado es de S/ 39 soles. Se llega a la conclusión con un prototipo de panel con las particularidades que nos proporciona el bambú, orientando un método de conexiones entre paneles constituyendo su armadura en un modelo útil y de sencillo uso, en el cual se debería incorporar como parte de la

industrialización de la construcción; para satisfacer esto se realizó una muestra que servirá como tipo de panel a medida real, en el que se observa lo sencillo que surge realizar un acoplamiento y como se puede dar solución a aspectos que tengan relación a instalaciones de hidráulicas y sanitarias y eléctricas.

CARPIO, Jesús; VÁSQUEZ, Carlos (2016) en su tesis: *Características físicas y mecánicas del bambú para fines estructurales*, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, para obtener el título profesional de ingeniero civil, se tiene como objetivo principal establecer como las tipologías de los especímenes del bambú recolectado en el departamento de San Martín desempeña adecuadamente y los resultados están conforme a las normas técnicas e internacionales; posee como escenario problemático el desarrollado valor que cuesta producir y adquirir 1 casa de grandemente buena aptitud aun existiendo programas sociales dirigidas a las personas de insuficientes recursos económicos, en el que son limitados por anómalos naturales. Asegura además que la muestra de edificación existente utiliza materia prima que no son elaborados con un sistema de calidad conveniente dañando así el ambiente. El método que se uso es el método científico-experimental y las técnicas o herramientas usadas fueron la observación y los ensayos de laboratorio como son contenido de humedad, retraimiento, densidad y mecánica, compresión, tracción, corte y flexión. Se determinó que el bambú procedente de la Región San Martín cumple con la resistencia a la compresión de 35.9Mpa y 18.5Mpa como resistencia a la tracción determinadas en el reglamento nacional de edificaciones, por esto se pudo concluir que las propiedades físicas y mecánicas del bambú se alteran, respecto a su edad y que según los ensayos realizados el bambú se puede usar como material para elementos estructurales.

BARNET, Alexander; JABRANE, Jorge; NOLTE, Alberto (2013) en su estudio *Optimización de las viviendas del norte del Perú con el uso del bambú*, Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú tiene como finalidad habilitar de conocimientos acerca de la presente situación de la fragilidad de las casas para una familia con una propuesta en el empleo del bambú y tener planes de disminución de fragilidad de las estructuras y un prototipo con la finalidad de ayudar con las reglas de adecuación al cambio climático con la utilización de bambú, debido a que según las naciones unidas

se conoce de que el Perú se encuentra en el tercer lugar entre los países con más vulnerabilidad al cambio climático.

Llegan a la conclusión que hay pueblos que se conservan siendo construidos sin la mínima norma de seguridad, además que se encuentran viviendas, estructuras hidráulicas, puentes entre otros que marchan empeorando y perdiendo propiedades a causa de los factores señalados. La metodología expuesta es de observación y la vulnerabilidad de las viviendas; es decir, identificar los peligros de la región. Sugieren rehabilitar la quincha por el material bambú, por tanto debido a que este sistema constructivo se hizo menos económico debido al aumento del importe de la madera, se logra remplazar la madera de la quincha por cañas de bambú, sus superioridades de edificar con quincha mejorada con material Bambú son: se reduce el período de su edificación, la materia prima utilizada son fáciles de conseguir, genera un ambiente cálido, fresco en la estación de verano y caliente en el invierno y además es sismo resistente.

Como parte de las teorías relacionadas se define seguidamente la variable de este estudio referida al diseño estructural, el cual reside en precisar la geometría de la estructura, la extensión de los elementos estructurales que conforman parte de ella y la resistencia mecánica de los mismos frente a distintas solicitaciones de carga, a esto se le agrega que se deben especificar los detalles de construcción para que el plan tenga un comportamiento como lo proyectado en los cálculos. En definitiva, el diseño estructural es una sistemática de exploración acerca de la permanencia, la resistencia y la rigidez de las estructuras. El fin del diseño y análisis estructural es generar una estructura capacitada de resistir todas las cargas aplicadas sobre sí sin fallas durante su vida útil.

Si la estructura es elaborada o trazada de modo defectuosa o si aventaja las cargas aplicadas exceden las descripciones del diseño, la estructura es muy probable que fallará al empeñar su función deseada junto a resultados consecuentes muy serios (ROLANDO, 2013).

La estructura es y siempre ha preexistido eternamente como el mecanismo fundamental de la Arquitectura y la Ingeniería Civil, y se vuelven necesariamente el Ingeniero y el Arquitecto las personas que, durante el transcurso de diseño, corresponden establecer e imaginar la estructura y conseguir simetrías consideradas. Para crear y generar proporciones consideradas deben seguir la vía intuitiva y el científico, intentando lograr una composición armónica entre la intuición personal y la ciencia estructural.

El diseño es un procedimiento creativo a través del cual se precisan las peculiaridades de un procedimiento de modo tal que desempeñe, de manera insuperable, con sus objetivos. Necesariamente, el objetivo de un sistema estructural es compensar las fuerzas que va a soportar, y resistir las solicitudes sin llegar a un colapso o mala conducta (descomunales deformaciones). La bondad del diseño pende substancialmente del acierto que se haya tenido en acomodar un régimen estructural, o mecanismo resistente, que resulte el más habilidoso con el fin de resistir las acciones exteriores. (ROLANDO, 2013)

Análisis Estructural

El análisis estructural se considera una división de las ciencias físicas y es el procedimiento a partir del cual el especialista estructural establece la conducta de las estructuras sometidas a las distintas solicitudes entre las cuales se tiene: las cargas muertas, las cargas vivas, los efectos sísmicos, y las fuerzas de viento, entre otras. Esta respuesta universalmente se concentra en establecer las fuerzas, esfuerzos, momentos, desplazamientos y deformaciones en toda la estructura.

Gracias al análisis estructural se logró indagar para concretar la distribución de las fuerzas y momentos internos, o de los esfuerzos, deformaciones y desplazamientos, de la estructura completa o una parte. Cuando las situaciones lo merecen, corresponden ejecutar análisis locales adicionales. El análisis debe poseer en cuenta los efectos de la rigidez de la cimentación y del suelo cuando estos alteren los resultados del análisis.

Una vez elegido el sistema estructural, determinada su geometría, materiales, estimadas las cargas actuantes, y establecido el proceso constructivo se inicia el análisis estructural manejando las teorías de la mecánica estructural. Se debe instituir un modelo matemático que profetice de modo conveniente el comportamiento real de la estructura. (TEHERAN, 2020)

Fundamentos de diseño

1. Fundamento de diseño para esfuerzos admisibles (ASD).

La aplicación de este método de diseño supone que para las cargas de servicio la estructura se comporta dentro del rango elástico.

En el diseño por ASD se debe cumplir la siguiente expresión:

$$\sum Q_i \leq F_{adm}$$

Donde:

Q_i = Esfuerzo por efecto de carga

F_{adm} = $F_y/F.S$ = Esfuerzo admisible del material

F_y = Esfuerzo de fluencia

$F.S$ = Factor de seguridad

2. Fundamento de Diseño por Coeficientes de Carga y Resistencia (LRFD).

El método maneja coeficientes fundados en la hipótesis de la confiabilidad y en el conocimiento de la estadística solicitaciones y de las propiedades de los materiales. El diseño con LRFD es más amplio, por que toma en cuenta varias escenas de resistencia, servicio, eventos extremos y fatiga, es una aplicación de la filosofía de diseño para estados límite.

La expresión básica en el diseño por el método LRFD es:

$$\phi R_n > n \sum \lambda_i Q_i$$

La expresión anterior puede resumirse para un miembro particular de la siguiente manera: (factor de resistencia) (resistencia nominal) > (suma de los productos de los efectos de las cargas y factores de carga). La expresión del lado derecho pertenece a la Resistencia Requerida y la izquierda a la Resistencia de Cálculo, siendo esta última la resistencia que proporciona el elemento estructural considerado viga, columna, etc.

Diseño sismo resistente (norma E.030)

Este requerimiento se convierte en obligación que se debe efectuar en el proyecto de edificación que se vaya a realizar, debido a que este modo el reglamento admite poseer una inspección de los desplazamientos laterales que lograra el edificio ante un evento sísmico y, de esta forma cumplir con los componentes básicos que debe tener toda construcción, y son:

1. Rigidez
2. Resistencia
3. Ductilidad

La rigidez se encuentra profundamente ligado al cálculo de desplazamientos, es decir, que, de acuerdo al reglamento en la norma, la edificación no se permite desplazarse exorbitantemente por eso se establecieron límites, con respecto al material predominante en que se use en su construcción. En la norma E.030 del reglamento nacional de edificaciones los límites se encuentran establecidos

La resistencia se únicamente se refiere al diseño de los elementos que componen al edificio y confirman el sistema principal resistente a fuerza lateral.

Finalmente, la ductilidad se refiere a la capacidad que posee la construcción para trasladarse, hasta poco antes de llegar al colapso. Esto se logra a través de procedimientos Lineales y No Lineales mediante técnicas probadas y aprobadas.

La filosofía del diseño sismorresistente reside en impedir pérdidas de vidas, garantizar la prolongación de los servicios básicos y empequeñecer los deterioros a la propiedad.

Dentro de los principios para el diseño se conoce:

- La estructura no incumpliría a llegar al colapso, ni producir perjuicios graves a los habitantes a consecuencia a movimientos producidos por el sismo que se puedan producir en la zona
- La estructura le correspondería sobrellevar los movimientos sísmicos moderados, que puedan existir en el sitio durante su vida útil, distinguiendo menores daños dentro de límites aceptables

Análisis estático

Este método personifica las solicitaciones sísmicas a través un conjunto de fuerzas horizontales funcionando en cada nivel de la edificación. Debe utilizarse sólo para construcciones sin irregularidades y de baja altura

Las estructuras catalogadas como regulares según el artículo 10 de la norma E.30 del reglamento nacional de edificaciones menores de 45 m de altura y las estructuras de muros portantes menores de 15 m de altura, aun cuando se presenten irregulares, lograrán analizarse mediante el procedimiento de fuerzas estáticas equivalentes del artículo 14 de la misma norma.(NORMA E.030, 2019)

Período Fundamental

Es el tiempo acontecido entre dos puntos equivalentes de la onda El período fundamental para cada dirección se calcula con la siguiente expresión:

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

Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} \cdot P$$

Debiendo considerarse para C/R mayor que 0.11

Análisis Dinámico

El análisis dinámico de las construcciones se puede ejecutar a través de procesos de combinación espectral o por medio de análisis tiempo-historia. Para edificaciones convencionales se puede utilizar el procedimiento de combinación espectral; y para edificaciones especiales deberá usarse un análisis tiempo-historia.

Peso de la Edificación El peso (P)

Para su cálculo de debe añadir a la carga permanente y total del edificio una proporción de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.
- En depósitos, el 80% del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25% de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100% de la carga que puede contener. (NORMA E.030, 2019)

Desplazamientos Laterales Permisibles

Los límites máximos relativos de entrepiso de acuerdo al material son:

Tabla N° 8	
LÍMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO	
Estos límites no son aplicables a naves industriales	
Material Predominante	(Δ_i / h_{e_i})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010

Figura 1: Límites para la distorsión de entrepiso – Norma E.030

Fuerza Cortante Mínima en la Base

Para las direcciones estimadas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio debe ser mayor al 80 % del valor de la cortante estática para estructuras regulares, y mayor 90 % para estructuras irregulares.

Es necesario conocer que para poder ejecutar el análisis y diseño estructural de una cubierta de bambú hay que tener en cuenta las limitaciones y esfuerzos admisibles otorgados por el Reglamento Nacional de Edificaciones del 2019, cuyas normas son aplicables a estructuras desarrolladas por procedimientos convencionales de análisis lineal (estático) y elástico (dinámico), 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. (NORMA E.100, 2019)

Por otra parte, en el ámbito de la construcción, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) del 2012 formuló una Norma para Edificaciones Sismo Resistentes de Bambú, de mucha importancia en el ámbito de la construcción en el

Perú. Esta norma se convierte en un instrumento técnico-legal que permite promover las construcciones formales con el uso del bambú para edificaciones de 1 o 2 pisos. Esos avances, han recibido el apoyo de la Red Internacional del Bambú y Ratán (INBAR), a la cual compete el Perú como nación colonizadora. En particular, el INBAR, en sociedad con las ONG Cicap en Lambayeque, y Progreso en Piura, desarrolló capacidades y prácticas de conducción sostenible de la Guadua Angustifolia con corporaciones campesinas de los territorios correspondientes, que se ha tornado competentes de dar al mercado un producto de muy buena característica que argumenta a los criterios mínimos de la Norma de Edificación E100 Bambú del 2019

Es preciso también presentar la teorización de lo que son cubiertas, por cuanto, aunque no sea considerada variable de estudio es lo constituye la base del diseño estructural de esta investigación. Es así, que se le define como estructuras de cierre superior que se colocan superpuesta de otra para taparla, resguardarla o aislamiento Exterior, cuya función fundamental es ofrecer protección a las edificaciones contra los agentes climáticos y otros factores, para resguardo, darle intimidad, aislación acústica y térmica, al igual que todos los otros cerramientos verticales. (Construmatica, 1995)

Los componentes del sistema estructural de una cubierta son:

- Las correas, son perfiles que se fijan con tornillos calibrados y que forman el entramado sobre el que va fijada la cubierta, para cubiertas de gran tamaño se utilizan sistemas de unión de correas;
- Las Vigas Portantes, son las que se encargan de transmitir al apoyo las cargas de la cubierta; los Pilares estructurales, son los soportan y transmiten al cimiento las acciones de la cubierta;
- Los Pilares de cierre, son los que soportan y transmiten al cimiento las acciones originadas por el viento. Para su dimensión se considera la existencia de otras sobrecargas;
- Los anclajes, sobre ellos se materializan la unión entre los pilares y la cimentación. Cada conjunto está formado por una zona roscada para facilitar los niveles y aplome de los pilares;

- Arriostramiento, son los elementos estructurales que van distribuidos en la cubierta y la fachada para transmitir a la cimentación el componente horizontal de las cargas que actúan en el edificio;
- Cubierta: se pueden utilizar distintos materiales, desde fibrocemento, paneles sándwich, chapas de acero galvanizados.
- Lucernario, se ubican en zonas más inclinadas de la cubierta para aprovechar la luz natural, pero evitar la entrada directa de los rayos solares; Canalones, sirven para recoger el agua y distribuirla hasta las bajantes. Las uniones entre tramos van soldadas para mayor duración;
- Aislamiento térmico: textiles sintéticos (lana de vidrio, por ejemplo) colocados bajo el material de cubierta y va distribuido sobre una red de soporte que se extiende sobre las correas;
- Falso techo; van ancladas en un entramado de listones de madera suspendido de la estructura de la cubierta. (Construmatica, 1995)

Existen distintos tipos de cubiertas, de acuerdo al tipo de pendiente pueden ser planas o inclinadas:

Las cubiertas planas, estas cubiertas poseen un pequeño desnivel para que se produzca la evacuación de aguas, aconsejándose un 3% de pendiente. Generalmente este tipo de cubiertas se utiliza en zonas cálidas y con pocas presencias de precipitaciones. Aunque actualmente se ha generalizado su uso en otros climas, gran parte de esto se debe a la mejora, desarrollo y calidad de los nuevos materiales que se utilizan. Además no únicamente cumplen el papel de defensa contra los agentes atmosféricos o para intimidad, sino que además correspondemos considerarla como un elemento estructural que soporta su peso propio y las sobrecargas que ejercen sobre el mismo, ya sea por utilidad, el viento, la nieve, las vibraciones de la calle, sismos, etcétera. (LIROLA, 2020).



Figura 2: Ejemplo de cubierta Plana para losa deportiva

Mientras que las cubiertas inclinadas, se les denomina así cuando la inclinación de una cubierta es superior a 10%, se considera que es una cubierta inclinada. Son cubiertas de propio soporte, de eje curvilíneo conferido por el equipamiento de elaboración y perfeccionada por un conjunto de tirantes que absorben los esfuerzos horizontales y son de acero de alta resistencia. A los planos inclinados que conforman la cubierta inclinada se les denomina faldones. (LIROLA, 2020)



Figura 3: Ejemplo de una cubierta curva para losa deportiva

Cubierta ecológica, es el tipo de cubierta que debe cumplir con algunos parámetros: debe asegurar la seguridad, estar diseñada y ejecutada con materiales reciclables u renovables, disminuir la contaminación en el proceso constructivo, y contribuir a una edificación sostenible de bajo impacto ambiental (PROMATERIALES, 2017)

En el caso de las edificaciones de bambú es recomendable utilizar materiales que garanticen la impermeabilidad suficiente y que sean livianas esto garantizara el buen estado de los bambúes y a la madera de la estructura de soporte. Las edificaciones de bambú suelen presentar aleros de grandes dimensiones esto debido a que deben proteger adecuadamente de los rayos solares a los bambúes (MORAN, P, 2015).



Figura 4: ejemplo de cubierta de material bambú para tribunas

En cuanto al material denominado bambú, se puede afirmar que es una especie *Guadua Angustifolia*, comúnmente llamada en Ecuador como caña o caña guadua, en el Perú se le llama caña Guayaquil o sencillamente Guayaquil y en Colombia como “guadua”. En la construcción el bambú tiene más términos los cuales son: caña, por hablar del tallo o culmo; latilla (lata o tira de bambú) y caña chancada (esterilla, caña picada, caña abierta o tabla de caña).

La *Guadua* presenta los bambúes ahorrativamente con mayor notabilidad de América, debido a su uso. Este género es estimado el más significativo por las caracteres que muestra su culmo, de elevado aspecto y diámetro, elevada durabilidad, de alta resistencia físico mecánica y como material sismo resistente, adecuado para su utilidad en la construcción (SENSICO, 2014)

Se denomina caña de Bambú al tallo del arbusto de bambú que por lo frecuente es hueco y nudoso y está formado 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. (NORMA E.100, 2019)

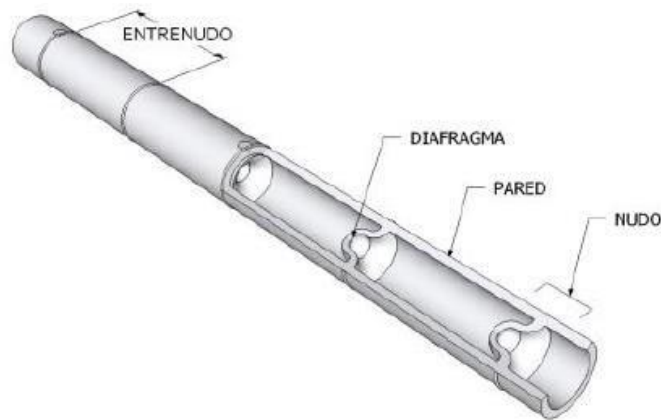


Figura 5: Parte de la caña de Bambú según la norma E.100 del RNE

Dos de las fases más importantes para lograr una buena utilidad del material Bambú son:

Primer lugar el Corte del Bambú; Los culmos de bambú tienen que cortarse por la parte superior del nudo más bajo del tallo, a nivel del suelo; se advierte realizarlo cada año pasados los cuatro a seis años de cultivados (según la especie) con la finalidad de sustentar la productividad del arbusto. Cuando el bambú inicia a madurar se le distingue del resto porque pierde el brillo poco a poco y cambia su coloración normal. Al momento de realizar el corte el bambú no debe tener tallos subterráneos nuevos poseer tallos en desarrollo (CARPIO, P, 2016).

Luego el curado del bambú; el curado es el proceso que se realiza para disminuir la humedad o cambiar la constitución química de los tallos, ayudando a protegerlos así de agentes externos como enfermedades o plagas. Lo correcto es aplicar distintos métodos para garantizar la conservación con el fin elevar la subsistencia apropiada del Bambú e impedir su deterioro debido a distintos factores. Puede usarse métodos tradicionales que son aquellos que se han utilizado de generación en generación por distintas comunidades de acuerdo a las características de la zona. El vinagrado es el tradicional más conocido, este método se realiza al dejar los bambú apoyados sobre

unas piedras por tres semanas, este método disminuye la humedad y limita su vulnerabilidad al ataque de insectos o microorganismos. Existe también el método químico el más conocido es por inmersión en solución de Bórax, se recomienda debido a su alta eficacia, costo, seguridad y medio ambiente. Este método se debe realizar con bambús secos en un tiempo de una semana como máxima y deben poseer su color verde. (MORAN, P, 2015)

Ventajas de construir con bambú (*Guadua angustifolia*): Es un excelente material y se adecua para la construcción, es ligero y tiene mucha resistencia, es atractivo y ecológico, es de bajos costos y en el Perú existe mucha producción, es un material reparable, y de una pronta regeneración y finalmente para su utilización no se necesita de grandes herramientas, al contrario, se requiere herramientas económicas y de facilidad de uso.

Algunos de los parámetros más importantes al momento de construir con bambú son:

La materia prima: Para lograr una construcción de calidad se deberá elegir correctamente las cañas que se van a usar. Se recomienda comprar cañas maduras ya que son más resistentes y se debe verificar que no tengan fisuras u enfermedades. Para construir solo se debe hacer con cañas maduras, se denomina así a los tallos de las cañas que tiene más de 4 años. Para la parte de la cosecha y el corte se deberán aplicar técnicas para garantizar la calidad de la caña (MORAN, P, 2015)

Ubicación adecuada y edificación saludable: Se debe elegir adecuadamente el lugar donde se va a construir la estructura, esto es muy importantes para contar con una edificación segura. Por consiguiente, una estructura segura debe cumplir los siguientes criterios (MORAN, P, 2015):

- Evitar estar cerca a quebradas ya que existe riesgo de crecientes de agua
- No construir donde existan pendientes pronunciadas con peligro a deslizamientos
- No ubicarse donde exista riesgos a huaycos
- No ubicarse en suelos inestables o con peligro a licuefacción

Cimientos: La cimentación de una edificación es aquello que la sostiene y se encuentra superpuesta del terreno natural, generalmente es profunda y transmite al terreno las cargas vivas y las cargas muertas, de modo que la estructura que soporta se encuentre en equilibrio, la presión transmitida sea menor a la admisible y los asientos se encuentren limitados. (YEPES, A, 2016)

En el caso de la cimentación para las estructuras de Bambú debe ser una cimentación solida libre de inundación. Esto permite la construcción de pisos sólidos, deben contar con una altura mínima para evitar la afectación por las lluvias y la humedad. (MORAN, P, 2015)

El procedimiento para construir una cimentación para una estructura de Bambú es la siguiente:

En primer lugar, se realiza el trazo y la nivelación del terreno, en el replanteo se traza los límites con las construcciones vecinas y además se traza los ejes para las columnas y muros estructurales.

Después se realiza el hueco y vaciado de la cimentación, se cava según los ejes que indican los planos hasta hallar el suelo estable y hacer el vaciado del hormigón. Si se ve que se necesita elevar un poco más de la cota del terreno se encofra las partes exteriores utilizando madera o caña chancada. Desde el cimiento pueden nacer las varillas de acero en las cuales se colocarán las cañas.

Sobrecimiento: se encuentran superpuestos a la cimentación y se desempeña de anclaje y soporte a la estructura donde las cargas van hacia la cimentación. Otra de sus funciones es proteger a la estructura de bambú del terreno y así eludir que se afecte por la humedad. Los sobrecimientos pueden ser de bloques prefabricados o concreto armado (MORAN, P, 2015)

El procedimiento para construir un sobrecimiento para una estructura de bambú es la siguiente:

Para construir el sobrecimiento, este se coloca en la parte superior de la cimentación. Puede ser de concreto (bloques prefabricados vaciado, etc.). Un buen sobrecimiento

no debe tener una altura menor a 20 centímetros. Aunque en zonas donde el clima es diferente, es decir se presentan lluvias constantemente lo recomendable es considerar una altura mayor y considerar en el diseño un canal de drenaje pluvial donde se evacuen las aguas que caen del techo y no afecten la estructura.

Conectores con fierro: Deben venir desde la cimentación, si no se realizó de esa forma, entonces se aseguran en el sobrecimiento pedazos de varillas de construcción que servirán de anclaje para las columnas de bambú o pares de varilla de acero para unir los paneles de pared. (MORAN, P, 2015) Uniones: se entiende que las uniones al referirnos a medios para unir diferentes elementos que componen una estructura de bambúes, cañas chancadas u otros materiales como maderas entre sí. Las cañas debido a que poseen huecos en su interior y ser cilíndricas, no es admisible realizar uniones con caña rolliza de la misma forma que se le hace a la madera. Es poco común y no recomendable el uso de clavos y alambres, porque los primeros generan fisuras y los segundos no poseen la resistencia adecuada. Todas las formas debidas que se deben efectuar las uniones con bambú se encuentran en la norma E.100, punto 8.9 del Reglamento Nacional de Edificaciones. (MORAN, P, 2015)



Figura 6: Uniones del material Bambú establecidas en la Norma E.100 RNE

Estructura Portante: La estructura portante es el armazón que posee la construcción por consiguiente debe ser resistente al propio peso de los muros, mobiliario, seres humanos, techos también como las cargas externas, entre ellas de los sismos, vientos o de cualquier otro evento circunstancial. En la estructura portante se pueden ver los elementos estructurales verticales (columnas), elementos estructurales horizontales (soleras o vigas), y los elementos estructurales inclinados (diagonales). De la mejor calidad que posea estructura portante obedece la seguridad de la edificación. Debe cumplirse la norma E.100 Bambú del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Entrepiso y Cubierta: En las construcciones hechas con material bambú, la cubierta y el entrepiso son los componentes que se quiere más cuidado en la construcción y el diseño. El bambú es un material que se afecta muy rápido con agua y con el sol por lo cual la cubierta cumple un rol importante ya que sirve como una capa protectora frente a los rayos del sol y a las precipitaciones mientras el entrepiso tiene que admitir cargas potencialmente altas.

Cubierta: En el caso de las edificaciones de bambú es recomendable considerar materiales que garanticen la impermeabilidad suficiente y que sean livianas esto garantizara el buen estado de los bambúes y a la madera de la estructura de soporte. Las edificaciones de bambú suelen presentar aleros de grandes dimensiones esto debido a que deben proteger adecuadamente de los rayos solares a los bambúes (MORAN, P, 2015).

Acabado y Mantenimiento: Las edificaciones construidas de bambú necesita un acabado que asegure su durabilidad y que genere un valor estético más agradable. El acabado de las cañas debe realizarse con lacas, ceras, pinturas o barnices. El tiempo de mantenimiento va a depender del nivel de exposición y estructural en el que se encuentren los bambúes (MORAN, P, 2015)

Además, el bambú (*Guadua angustifolia*) posee propiedades mecánicas, geométricas y físicas, las cuales son:

Las propiedades mecánicas que presenta el bambú:

- Contenido de humedad; la humedad es una propiedad que debe ser estudiada ya que la conducta mecánica de la guadua se afecta del contenido de humedad que posee. Esta propiedad concierne la masa de agua contenida en la pieza y la masa de la misma en estado seco (anhidra), indicada en porcentaje. La humedad del tallo de guadua se reduce con la altura y con la edad. La humedad varía acorde a las épocas del año, si hay lluvia hay mayor humedad; y escasez durante los tiempos de sequía. (ICONTEC, 2007).
- La densidad, para conocer el peso propio material para lograr conocer su peso propio en el cálculo estructural. "La masa por el volumen" es el nombre moderno de densidad la cual se expresa como la masa dividida para su volumen.;
- Peso específico: es la relación entre el peso total de la muestra sobre el volumen total de la muestra. Para determinar el volumen de la muestra de guadua se debe sumergirlas en mercurio para tener mayor precisión en el ensayo.
- Durabilidad, a pesar de que la guadua es altamente resistente contra el ataque de insectos, moho y putrefacción no está por demás protegerla contra estos mismos factores cuando esta se encuentra en contacto con el suelo. (ICONTEC, 2007)

Propiedades geométricas que presenta la guadua es que contiene una sección transversal cilíndrica conformada diafragmas que se cortan con internodos aproximadamente de 30 a 40 cm que equivale el pandeo del tronco.

- La primera propiedad es el Diámetro, calcular en cada segmento del culmo el diámetro en los 2 extremos y en 2 direcciones perpendiculares entre sí. El diámetro real es el promedio de las cuatro mediciones.
- El espesor, realizar cuatro mediciones en cada sección transversal del culmo, y medir, además, el espesor en los mismos sitios en que se midió el diámetro. El espesor real corresponde al promedio de las ocho mediciones

Finalmente, las propiedades físicas de la guadua son:

- La flexión: Es el esfuerzo último de flexión que resiste el culmo de guadua

- Corte paralelo a la fibra, es el esfuerzo último de corte que resiste el culmo de guadua.
- La compresión, es el esfuerzo último de compresión que resiste la guadua al ser sometida a cargas de compresión paralela a las fibras.
- La tracción paralela a las fibras, es el esfuerzo último de tensión paralela a las fibras a la que resiste la guadua por la aplicación de gradual de cargas mediante la denominada “máquina universal

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación

Una investigación Básica es un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene como propósito revelar o descifrar los hechos y fenómenos, relaciones y leyes de un determinado ámbito de la realidad (...) una búsqueda de hechos, un camino para conocer la realidad, un procedimiento para conocer verdades parciales, - o mejor-, para descubrir no falsedades parciales". (ANDER-EGG, 2011)

Esta investigación es tipo Básica por que el objetivo es aumentar los conocimientos científicos, pero sin contrastarlos con ningún aspecto práctico, además generara utilidad en el futuro de otras investigaciones.

Diseño de la investigación

Se denomina Investigación no experimental a aquella que se realiza sin manejar intencionadamente variables. Se basa primordialmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su espacio natural para examinar posteriormente. En este tipo de investigación no hay circunstancias ni estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural. (HERNANDEZ, 2004)

Esta investigación es de diseño no experimental de tipo descriptivo, porque solo se diseñará o se presentará un bosquejo de un techo o cubierta para una losa deportiva, tomando en cuenta las normas y procedimientos de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del año 2019; por lo tanto, los investigadores no manipularán la variable con el fin de transformarse en otra.

Enfoque

Esta investigación es de un enfoque cuantitativo, por lo que es esencial realizar cálculos para la realización del diseño de la cubierta de bambú, teniendo en cuenta una teoría ya hecha. Siendo el método científico empleado en la misma el deductivo. (TAMAYO, 2010)

3.2. Variables y operalización

Variable: Diseño de estructural de cubierta

Variable: Bambú

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población es el total de un de estudio, donde incluye la totalidad de unidades que van a analizarse que integran dicho estudio y que debe cuantificarse. (TAMAYO, 2010). La población es un conjunto finito o infinito de compendios con peculiaridades comunes para los cuales serán extensivas conclusiones de la investigación. Esta queda determinada por el problema y por los objetivos del estudio. (ARIAS, 2015)

En la presente investigación la población considerada está de acuerdo a la aplicación de los instrumentos de investigación y la fuente de obtención de los datos y está conformada por los documentos referidos al Reglamento Nacional de edificaciones, Norma, Técnica Colombiana 6100 y el Manual de Construcción de Bambú - SENSICO.

Criterios de inclusión:

Datos de las propiedades físicas, mecánicas y geométricas de guadua angustifolia recogidos de Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú

Otros datos técnicos verificados

Criterios de exclusión

Datos de Bambú que no pertenezcan a la especie de la guadua Angustifolia

Datos técnicos no verificados

Muestra

Se entiende por muestra en el proceso de elegir una porción de la población que puede ser un grupo de individuos, hechos, comunidades, etcétera, de los cuales se obtendrán los datos, evitando que perceptivamente sea representativo del conjunto o de la población que se estudia. (HERNANDEZ, y otros, 2014)

En la presente investigación la muestra está compuesta los documentos que me dan información de las características, propiedades del bambú, entre los cuales están:

Reglamento Nacional de edificaciones

- Norma A.100
- Norma E.0.20
- Norma E.0.30
- Norma E.100

Norma Técnica Colombiana 6100

Manual de Construcción de Bambú - SENSICO.

Muestreo

Es elegir un subconjunto de un conjunto mayor de la población elegida con la finalidad de adquirir información para satisfacer un problema de investigación. (HERNANDEZ, y otros, 2014)

El muestreo aleatorio simple (M.A.S.) es el proceso de muestreo donde completamente los componentes que conforman el universo que por consiguiente se encuentran detallados en el ambiente muestra, poseen similar posibilidad de ser seleccionada para la muestra. (OCHOA, 2015)

En esta investigación debida que es un análisis que se va a utilizar toda la población como muestra es un muestreo por conveniencia

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas

Las técnicas, son los canales utilizados para recoger información, entre las que destacan la observación, cuestionario, entrevistas, encuestas. (RODRIGUEZ, 2010)

Determina el método que se utiliza al examinar y admitir el procedimiento de las mismas. (BISQUERRA, 1989)

La técnica en esta investigación es el análisis documental

Instrumentos

Es el conjunto de herramientas o sistema de acumulación de indagación: Es un procedimiento cuya finalidad es conseguir la indagación necesaria. Dentro de este método se pueden diferenciar 2 procesos diferentes, la forma y el contenido. (SABINO, 1992)

En esta investigación los instrumentos de la investigación son: En primer lugar, para la obtención de datos y valores el instrumento es un bibliografía de estudios y reglamentos existentes; para la estructuración del plano el instrumento es el programa AutoCAD 2018, y para el análisis estructural el instrumento es el programa ETABS y finalmente para la modelación es el programa ETABS

Validez

Se refiere al valor en que un instrumento verdaderamente calcula la variable que intenta evaluar. (HERNANDEZ, y otros, 2014). Validar es establecer cualitativa y/o cuantitativamente un fundamento. (TAMAYO, 2010). La validez representa la eventualidad de que un método de investigación sea conveniente de manifestar a las incógnitas formuladas. La fiabilidad escoge la capacidad de conseguir los propios resultados de desiguales escenarios. La fiabilidad no se refiere llanamente a los datos, sino a las técnicas de instrumentos de medida y observación, es decir, al nivel en que las contestaciones son independientes de las circunstancias esporádicas de la investigación. (RUSQUE, 2003)

En la siguiente investigación se realizó la validación de los instrumentos por un experto en el área, el Ing. Lucio Medina Carbajal

Confiabilidad: La confiabilidad describe al valor de confianza o seguridad mediante el cual se pueden admitir los resultados conseguidos por un estudioso fundado en los ordenamientos manejados para verificar su investigación. (BRIONES, 2000)

La confiabilidad obedece de instrucciones de observación para narrar menudamente lo acontecido en un argumento explícito, considerando para ello el tiempo, lugar y contexto objeto de investigación o evaluación, para poder así intercambiar juicios con otros observadores sean estos investigadores o evaluadores. De allí que la confiabilidad personifica el grado de semejanza de las contestaciones observadas entre el argumento del investigador o evaluador y el investigado o evaluado (HIDALGO, 2005)

Por la naturaleza de estudio de esta investigación no se va a someter los instrumentos a una prueba confiable, no es necesaria, solamente es necesaria la validación del uso de los instrumentos.

3.5. Procedimiento

La parte inicial de la investigación consta en el registro de los datos y parámetros del bambú de las normas existentes para poder lograr una adecuada modelación el programa ETABS

Como segundo paso se presentará estructuración preliminar de la estructura considerando distintos parámetros establecidos por las normas de diseño del reglamento nacional de edificaciones, que funcione estructuralmente correcto de brinde la seguridad con la que se deben diseñar las estructuras.

Como tercer paso se ingresarán los datos y parámetros y junto al modelado de la estructuración preliminar se realizará un análisis estructural de “Fuerzas admisibles” estructura tanto estática (carga vertical) y dinámico (carga horizontal) y se verificará el comportamiento de la estructura, teniendo en cuenta las cargas externas y su propio peso.

Luego se realizará el diseño de los elementos estructurales para verificar que cumplan con el diseño por esfuerzos admisibles establecidos en la norma E.100

Finalmente se llevará a cabo un modelamiento del diseño Final de la estructura

3.6. Método de análisis de datos

Para la recolección de datos las fichas se hacen en Word y luego el cálculo se utiliza Excel y programas que ayudaran a almacenar información. Se contó con un manual de Bambú como elemento estructural el cual consta de distintos parámetros que se deben seguir para lograr obtener los resultados que se necesitan.

Para el diseño de los planos se utilizara el programa AutoCAD 2018, para su análisis estructural de la estructura geométrica se hará uso del programa Etabs y finalmente, para su simulación en 3D se extraerá del programa ETABS.

3.7. Aspectos éticos

Se tomaron en cuenta distintos aspectos éticos para así garantizar un eficiente desarrollo. La presente investigación se realizará debido a los datos que se hayan recolectado de fuentes confiables y citadas de manera correcta, por ello se desarrolló de manera transparente ya que se realizó debido a una problemática existente y con gran responsabilidad y compromiso como futuros ingenieros. La información alcanzada debe ser verosímil, fiable y transmisible, por ningún motivo, razón o circunstancia se acepta la adulteración de datos obtenidos para beneficio del investigador y se debe reservar la privacidad de los involucrados en dicho estudio.

IV. RESULTADOS

De acuerdo al primer objetivo específico de la investigación identificar los datos y parámetros que se deben ingresar en el programa ETABS para para el diseño estructural de una cubierta de bambú en losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura, Piura 2020, se obtuvieron como resultado lo siguiente:

- El Peso específico del material Bambú (*Guadua Angustifolia*) es un dato obtenido a través de análisis documental , el peso específico varía entre 700 Kg/m³ y 850 Kg/m³ (MARTINEZ Samuel, 2015)
- Los esfuerzos admisibles que se ingresaron para el diseño de elementos estructurales de bambú, son los que están estipulados en la norma E.100 de RNE en el artículo 8.4, en la tabla 8.4.1 denominada esfuerzos admisibles
- El módulo de Poisson; está comprendido entre 0 y 0.5, siendo su valor alrededor de 0.3 para gran parte de materiales, mientras que para la madera de 0.4. (Área de Ingeniería Mecánica - Dpto. Ingeniería Mecánica y Construcción, 2018)
- El Módulo de elasticidad que se utilizó en el diseño de elementos de bambú son los que están establecido en la norma E.100 en el artículo 8.5 denominado módulo de elasticidad. En la norma hay módulo de elasticidad promedio y módulo de elasticidad mínimo. En esta investigación se utilizó el Modulo de elasticidad Promedio que es 9500 Mpa
- El módulo de corte que se ingresó en los datos de las propiedades del material es $E/25$, siendo E el módulo de elasticidad

TABLA N° 01: Datos del Bambú (Guadua Angustifolia)

BAMBU (Guadua Angustifolia)	
Peso Especifico	750 Kg/m ³
Esfuerzos Admisibles	Flexión = 5 Mpa = 50 Kg/cm ²
	Tracción Paralela = 16 Mpa = 160 Kg/cm ²
	Compresión Paralela = 13 Mpa = 130 Kg/cm ²
	Corte = 1 Mpa = 10 kg/cm ²
	Compresión Perpendicular = 1.3 Mpa = 13 Kg/cm ²
Módulo de Poisson	0.4
Módulo de Elasticidad	9500 Mpa = 95 000 Kg/cm ²

FUENTE: Elaboración Propia, 2020

Por otro lado, para establecer los parámetros del material bambú se tuvo en cuenta la creación de las secciones de los elementos estructurales se debe conocer el diámetro y el pesor que se va utilizar, ya que se generara una nueva sección.

El diámetro externo del culmo, en la ciudad de Piura de manera comercial se la da una clasificación a los distintos culmos de acuerdo al diámetro, entre las cuales se conoce:

- Primera clase: De 0.12 a 0.10 m; se utilizan generalmente para columnas
- Segunda Clase: De 0.10 a 0.08; se utilizan generalmente para vigas
- Tercera clase: De 0.08 m. al menos; se utilizan para viguetas o correas

Para obtener el diámetro real se debe medir en cada segmento del culmo el diámetro en ambos extremos y en dos direcciones perpendiculares entre sí. El diámetro real corresponde al promedio de las cuatro mediciones

$$Diametro\ real = \frac{1D + 2D + 3D + 4D}{4}$$

Para el modelamiento se han considerado culmos uniformes y simétricos de 12 cm

$$Diametro\ real\ de\ Columnas = \frac{0.12 + 0.12 + 0.12 + 0.12}{4} = \mathbf{0.12\ m.}$$

Mientras que para obtener el espesor real se debe medir cuatro regiones en cada sección transversal del culmo, al igual que el espesor en los mismos sitios en que se midió el diámetro. El espesor real corresponde al promedio de las ocho medidas

Para el modelamiento se han considerado culmos uniformes y simétricos del mismo espesor.

TABLA N° 023: Parámetros para diseño de las secciones del bambú

	Diámetro	Espesor
Columnas	12 cm	2cm
Vigas	12 cm	2cm
Correas	12 cm	2cm

FUENTE: Elaboración Propia, 2020

1. El Galvalume es una plancha de acero galvanizada en perfil rectangular, ideal para la construcción comercial y edificio. Los encuentran de acuerdo a su espesor,

esta investigación se consideró un espesor intermedio de 0.45 mm., el cual garantizara la protección de la estructura. (VER ANEXO N° 02)

2. Manta asfáltica para impermeabilización, se consideró para proteger a la estructura de la humedad de posibles precipitaciones. El espesor mínimo es de 3mm, es el dato con el cual trabajaremos (VER ANEXO N° 03).

TABLA N° 03: Datos y parámetros de la cubierta de bambú

CUBIERTA		
Galvalume	Peso = 4.31 Kg/m ²	e = 45 mm.
Manta asfáltica	Peso = 4.00 Kg/m ²	e = 3 mm.
Esterilla	Peso = 10.0 Kg/m ²	e = 5 mm.

FUENTE: Elaboración Propia, 2020

Así también se encontraron los parámetros de diseño sísmico de la cubierta de bambú

Carga de sismo:

1. El factor de zona interpreta la aceleración máxima del terreno con probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años, de acuerdo al artículo 2.1 zonificación de la norma E.030, Piura se encuentra ubicada en la zona 4 (VER ANEXO N° 04). Existen 4 zonas, de acuerdo a cada tipo de zona existe un factor, para la zona 4 el factor es 0, 45 (VER ANEXO N° 05).
2. El factor de uso u importancia, de acuerdo al artículo 3.1 denominado categoría de las edificaciones y factor de uso (U) de la norma E.030, los polideportivos están dentro de las edificaciones importantes cuyo factor de uso (U) es 1.3. (VER ANEXO N° 06).
3. El factor de amplificación sísmica, de acuerdo al artículo 2.5 denominado factor de amplificación sísmica es la respuesta estructural respecto a la aceleración del suelo. Se define que debe ser menor o igual a 2.5 (VER ANEXO N° 07).

4. El factor de suelo, de acuerdo al artículo 2.4 denominado parámetros de sitio de la norma E.030, se encuentra de acuerdo a la zona sísmica que se encuentra Piura, es decir la zona 4 junto con el tipo de suelo. Sería una zona Z4 y un suelo S3 que es un suelo Blando (VER ANEXO N° 08).

TABLA N° 04: Cortante basal

Factores para cortante basal		
1. Factor de zona	Z	0.45
2. Factor de uso	U	1.3
3. Factor de amplificación sísmica	C	2.5
4. Factor de suelo	S	1.1

FUENTE: Elaboración Propia, 2020

Cargas vivas

De acuerdo al reglamento nacional de edificaciones en la norma E.020 CARGAS, en el capítulo 3 denominado cargas vivas, en el artículo 6 carga viva repartida:

Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)

Se consideró como carga viva, una carga de 500 Kgf/m² ya que la estructura va a ser destinada para uno de Polideportivo.

Cargas vivas del techo

De acuerdo al reglamento nacional de edificaciones en la norma E.020 CARGAS, en el capítulo 3 denominado cargas vivas y específicamente en el artículo 7 denominado carga viva de techo:

En el punto “d” establece que para cobertura livianas de planchas onduladas o plegadas calamina, fibrocemento, material plástico, etc y cualquiera sea su pendiente se considerara una carga de 30 Kgf/m²

Carga muerta

Para los elementos estructurales

$$D1 = 12 \text{ cm}$$

$$D2 = 10 \text{ cm}$$

Área transversal del bambú

$$A_{GaK} := \frac{(D1^2 - D2^2)}{4} \cdot \pi$$

$$A = 34.5576 \text{ cm}^2$$

Volumen por metro lineal

$$V = A \cdot 100 \text{ cm}$$

$$V = 3455.76 \text{ cm}^3 = 0.0035 \text{ m}^3$$

Peso específico de la guadua

$$Pe = 750 \text{ Kgf/m}^3$$

Peso por metro lineal

$$P = Pe \cdot V$$

Para determinar el peso propio aproximado de la estructura es necesario multiplicar el peso por metro lineal de la guadua por el número de cerchas y por la sumatoria de

longitudes de los elementos que conforman una cercha incluyendo correas y diagonales transversales

METRADO							
EJE LONGITUDINAL							
COLUMNAS							
Nombre del elemento	Lonigutd del elemento	Numero de elementos	Peso Especif	Volumen	PESO PARCIAL	PESO TOTAL	
COLUMNA INTERIOR INCL	56.76 m	20	750	0.0035	2942.23		
COLUMNA INTERIOR INCL	27.192 m	20	750	0.0035	1409.54		
COLUMNA INTERIOR RECT	30.9 m	20	750	0.0035	1601.74		
COLUMNA INTERIOR INCL	31.02 m	20	750	0.0035	1607.97	7561.48	
CERCHA PRINCIPAL							
CERCHA	131.8492 m	20	750	0.0035	6834.59		
DIAGONALES	96.4452 m	20	750	0.0035	4999.37		
MONTANTES	20.0924 m	20	750	0.0035	1041.52	12875.48	
CORDONES							
CORDON INTERIOR	99.5304 m	20	750	0.0035	5159.30	5159.30	
TRASLUCIDO							
DIAGONALES	40.1808 m	10	750	0.0035	1041.41		
MONTANTES	32.5068 m	10	750	0.0035	842.52		
BORDES	48.756 m	10	750	0.0035	1263.67	3147.60	
EJE TRANSVERSAL							
RIOSTRAS DIAGONAL	49.9232 m	36	750	0.0035	4658.11		
CORREAS DIAGONALES	60.0684 m	18	750	0.0035	2802.36		
CORREAS	29.61 m	18	750	0.0035	1381.39	8841.86	
CUBIERTA							
	PESO	LARGO	ANCHO	AREA	NUMERO DE	AREA TOTAL	PESO PARCIA
GALVALUME	4.31 Kg/m2	38.07	15.9769	608.240583	2	1216.48	5243.03
SOBRECARGA							
A Y MANTA ASFALTICA Y A	20 Kg/m2	38.07	15.9769	608.240583	2	1216.48	24329.62
							67158.4
						PESO TOTAL	67.16 TN

INTERPRETACIÓN

Se identificaron los datos del material bambú (*Guadua Angustifolia*) los cuales son: Peso Especifico de 750 Kg/m³ ; esfuerzos admisibles: Flexión 5 Mpa, tracción paralela 16 Mpa, compresión Paralela 13 Mpa, corte 1 MPa, compresión Perpendicular 1.3 MPa, módulo de elasticidad 9500 MPa, módulo de corte E/25, módulo de Poisson de 0.4. Por otro lado los parámetros para el diseño de los elementos estructurales que se consideraron fueron: diámetro de columnas de 12 cm, vigas 10 cm, correas 8 cm y un

espesor de 2 cm. Mientras que para el diseño de la cubierta de la estructura se consideró Galvalume de 45 mm de espesor el cual se encuentra superpuesto a una manta asfáltica de 3 mm de espesor la misma que esta superpuesta a una capa de esterilla de 5 mm de espesor.

Finalmente para elaborar el espectro de diseño de necesitaran los datos de factor de zona = 0.45, factor de uso =1.3, factor de amplificación sísmica= 1.1, factor de suelo= 2.5

En cuanto al segundo objetivo que consistió elaborar la estructuración preliminar de la estructura de cubierta de bambú en una losa deportiva multiuso en la ciudad de Piura. Piura. 2020, se tomó cuenta la Normas del RNE y los criterios que a continuación se detallan:

La estructura de la cubierta de la investigación es una estructura únicamente conformada de material Bambú (*Guadua angustifolia*), este material está establecido en el Reglamento Nacional de edificaciones, considerándolo un material que cumple con los requisitos para ser estructural. El uso de la estructura es para una cubierta para una losa deportiva multiusos, la dimensión de la losa se consideró de 19 m. x 32 m. este dato se recogió de los proyectos del IPD, los cuales trabajan con estas dimensiones.

Para el diseño se propuso que la estructura sea de 31 m. x 44 m. esto para generar una adecuada circulación entre la losa deportiva y las tribunas. Posee una altura de 10 m. La estructura consta de 10 dados de concreto en cada eje transversal los cuales sostienen la estructura de Bambú, las cuales son simétricos y distan a cada 4.23m.

El tipo de cubierta es una cubierta inclinada a dos aguas, esto se decidió debido a 2 factores que afectan la ciudad de Piura, que son el sol y las precipitaciones. Por otro lado, no es una cubierta totalmente cerrada. Ya que en la parte central existe una traslucidez, con la finalidad que las personas que utilicen la losa no se sientan agobiadas por la altura, además esa traslucidez busca una iluminación natural además de la interacción del usuario con el exterior.

Para la parte de la cubierta de la estructura se consideró que el techo de “Galvalume” que es una aleación entre aluminio y Zinc. Este material esta superpuesto a una manta asfáltica la cual ha sido considerada para solucionar el tema de la humedad y proteger a la estructura y la misma que se encuentra superpuesta a esta capa un espesor de esterilla de 3 mm.

Como parte de la estructuración se realizaron los planos de:

- Plano A-01 / Arquitectura 01 (VER ANEXO N° 09).
- Plano A-02 / Arquitectura 02 (VER ANEXO N° 10).
- Plano D-01 / Detalles 01(VER ANEXO N° 11).
- Plano E-01 / Estructura 01 (VER ANEXO N° 12).
- Plano E-02 / Estructura 02 (VER ANEXO N° 13).

ESTRUCTURACION		
Dimensiones de la losa	largo	Ancho
	32 m	19 m
Dimensiones de la cubierta	largo	ancho
	31 m	44 m
Altura de la estructura	10 m	

De acuerdo al tercer objetivo específico de la investigación planteada; el cual fue realizar el análisis estático de la estructura de cubierta de bambú en una losa deportiva multiuso en la ciudad de Piura. Piura. 2020 mediante el programa ETABS, las estructuras sometidas a cargas estáticas, tales como las representadas por el peso propio de la estructura y las cargas de uso, para poder realizar el análisis estático de la estructura se deben seguir unos pasos.

Primer lugar extraemos el periodo de la edificación

TABLA N° 04: Periodos y frecuencias (ETABS)

MODO	PERIODO	FRECUENCIA
1	0.338	2.963
2	0.285	3.505
3	0.257	3.886
4	0.249	4.009
5	0.247	4.053
6	0.234	4.269
7	0.231	4.329
8	0.225	4.443
9	0.223	4.487
10	0.22	4.55
11	0.218	4.58
12	0.218	4.584

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Como siguiente paso obtenemos el peso de la edificación del programa ETABS

TABLA N° 05: Peso por piso (ETABS)

PISO	G	Mi (tn)	Pi (Tn)
8	9.806	16.06991	157.6
7	9.806	6.33259	62.1
6	9.806	6.09653	59.8
5	9.806	5.42696	53.2
4	9.806	3.37079	33.1
3	9.806	0.97268	9.5
2	9.806	0.6361	6.2
1	9.806	0.58328	5.7
			387.2

FUENTE: Elaboración Propia, 2020

Luego de eso calculamos la cortante basal

TABLA N° 06: Cortante basal (ETABS)

Z =	0.45
U =	1.30
C =	2.50
S =	1.10
R =	7.00
P =	387.2

FUENTE: Elaboración Propia, 2020

Primero comprobamos que $C/R \geq 0.11 = 2.5/7 = 0.357... \text{ conforme}$

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

$$V = \frac{0.45 * 1.30 * 2.5 * 1.10}{7} * 387.2$$

$$V = 88.993 \text{ Tn}$$

Calculamos la distribución de la fuerza sísmica en altura

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

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

Nota: Para T menos o igual a 0.5 segundos, K= 1

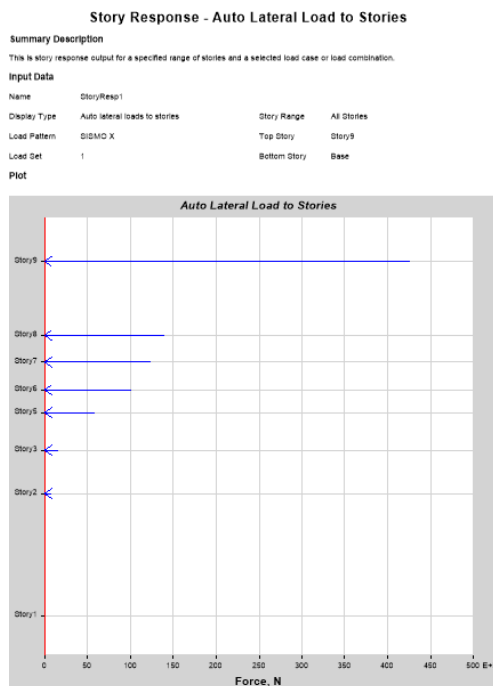
$T = 0.338 \text{ s} \leq 0.5 \text{ s} \dots \text{Conforme}$

TABLA N° 07: Fuerzas laterales (ETABS)

Piso	Pi	hi	(hi) ^k	Pi*(hi) ^k	α _i	V	F _i
8	158.4	10.0	10.0	1584.5	0.5	88.99	43.3
7	62.4	8.3	8.3	518.2	0.2	88.99	14.2
6	60.1	7.7	7.7	461.7	0.1	88.99	12.6
5	53.5	7.1	7.1	377.2	0.1	88.99	10.3
4	33.2	6.5	6.5	217.4	0.1	88.99	5.9
3	9.6	5.7	5.7	54.5	0.0	88.99	1.5
2	6.3	4.7	4.7	29.4	0.0	88.99	0.8
1	5.8	1.9	1.9	10.9	0.0	88.99	0.3
				3253.8	1.0		

FUENTE: Elaboración Propia, 2020

El programa ETABS automáticamente nos calcula las fuerzas sísmicas en altura, por lo cual se recogen los datos y se comprueba que sean los mismos.



Tabulated Plot Coordinates

Story Response Values

Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir
	m		tonf	tonf
Story9	10	Top	43.336	0
Story8	8.3	Top	14.1741	0
Story7	7.6802	Top	12.6267	0
Story6	7.05	Top	10.3176	0
Story5	6.5398	Top	5.9447	0
Story3	5.6803	Top	1.49	0
Story2	4.6804	Top	0.8029	0
Story1	1.9	Top	0	0

Figura 07: Documento de fuerzas laterales obtenidas en programa ETABS

Además. También comprobamos que la cortante basal sea la misma que calculamos manualmente

Weight Used tonf	Base Shear tonf
387.25329	88.9908
387.25329	88.9908

Figura 08: Peso de la edificación y cortante Basal – ETABS

INTERPRETACIÓN

Al realizar el análisis estático siguiendo el procedimiento que la norma exige y al realizarlo con el programa, ambos resultados coinciden en los resultados. El periodo obtenido es de 0.338 en Y e 0.285 en X, cabe resaltar que el periodo fundamental de vibración únicamente se calculó en el programa ETABS puesto que manualmente no hay un valor CT para bambú. El peso de la edificación es de 387.2 Tn, esto fue comprobado en el programa obteniéndose el mismo valor. Por otro lado, la cortante basal obtenida es de 88.993 Tn. y la comprobación en el programa es de 89.9908,

ambas son las mismas. Y finalmente la distribución de la fuerza sísmica en altura es la misma en el programa como la calculada manualmente, sobresaliendo la mayor fuerza en el Piso 6 =43.3 que es aproximadamente el 50 % de la total.

De acuerdo al cuarto objetivo de la investigación el cual fue realizar el análisis dinámico de la estructura de cubierta mediante el programa ETABS, en esta sección se presenta el análisis sísmico según los requerimientos de la Norma E.030 de Diseño Sismo resistente, dichos parámetros se definieron para cada una de las direcciones X-X e Y-Y

Chequeo del período de vibración y el porcentaje de participación de masas

TABLA N° 08: Participación de masas afectadas por el período de vibración

MODE	PERIOD	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ
1	0.338	0.0012	0.9151	0	0.0012	0.9151	0	0.0731	0.00001636	0.0004
2	0.285	0.9624	0.0013	0	0.9635	0.9165	0	0.00001802	0.0105	0.0076
3	0.257	3.374E-06	0.0034	0	0.9635	0.9199	0	0.008	0	0
4	0.249	0.0001	2.528E-06	0	0.9636	0.9199	0	0.00002779	0.00001269	0.0092
5	0.247	0.0001	0.0015	0	0.9637	0.9214	0	0.0066	0.00000225	0.0007
6	0.234	0.0002	0.0001	0	0.9639	0.9215	0	0.0007	0.00001737	0.0108
7	0.231	2.724E-06	0.00000476	0	0.9639	0.9215	0	0.0001	0	0.00001444
8	0.225	0.00003734	0.0001	0	0.9639	0.9215	0	0.0011	0	0.0027

9	0.223	0.00001213	0	0	0.9639	0.9215	0	3.844E-06	1.026E-06	0.0003
10	0.22	0.0086	0.0003	0	0.9725	0.9219	0	0	0.00003674	0.6302
11	0.218	0.0015	0.00003732	0	0.974	0.9219	0	0.0002	3.162E-06	0.0879
12	0.218	0.0001	0.00001504	0	0.9741	0.9219	0	0.0006	1.111E-06	0.0036

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

TABLA N° 09: Comprobación de chequeo de porcentaje de participación de las masas

SENTIDO	VALOR (%)	CHEQUEO
X	97.41	≥90%
Y	92.18	≥90%

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Interpretación

De acuerdo a la norma E.030 del Reglamento nacional de edificaciones (RNE) en el artículo 4.6.1 modos de vibración, señala que la suma de las masas efectivas debe ser mayor al 90 % de la masa total. En esta investigación en el sentido “X” el porcentaje de la suma de masas efectivas fue de 97.41% y en el sentido de “Y” fue de 92.18 %, ambas son mayores que 90 %.

Chequeo de derivas elásticas máximas

Derivas máximas para carga sísmica dinámica x – Sdinámico x (Etabs)

Tabla N° 10: Derivas máximas producidas por SDinámico X

Derivas máximas para carga sísmica dinamica X - SDinamicoX (ETABS)									
STORY	OUTPUT CASE	CASE TYPE	STEP TYPE	DIRECTION	DRIFT	LABEL	X	Y	Z
Story8	SDinamico X	LinRespSpec	Max	X	0.000527	280	15.5977	25.38	10
Story8	SDinamico X	LinRespSpec	Max	Y	0.000286	120	15.5977	8.46	10
Story6	SDinamico X	LinRespSpec	Max	X	0.000722	275	9.7977	25.38	7.6802
Story6	SDinamico X	LinRespSpec	Max	Y	0.000227	395	9.7977	38.07	7.6802
Story5	SDinamico X	LinRespSpec	Max	X	0.001008	244	2.2977	25.38	7.05
Story4	SDinamico X	LinRespSpec	Max	X	0.001007	245	0	25.38	6.5398
Story3	SDinamico X	LinRespSpec	Max	X	0.001075	247	4.7977	25.38	5.6803
Story3	SDinamico X	LinRespSpec	Max	Y	0.000261	367	4.7977	38.07	5.6803
Story2	SDinamico X	LinRespSpec	Max	X	0.001047	244	2.2977	25.38	4.6804
Story2	SDinamico X	LinRespSpec	Max	Y	0.000147	364	2.2977	38.07	4.6804

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Derivas máximas para carga sísmica dinámica y – Sdinámico y (Etabs)

Tabla N° 11: Derivas máximas producidas por SDinámico Y

Derivas máximas para carga sísmica dinámica Y - SDinamicaY (ETABS)									
STORY	OUTPUT CASE	CASE TYPE	STEP TYPE	DIRECTION	DRIFT	LABEL	X	Y	Z
Story8	SDinamico Y	LinRespSpec	Max	Y	0.0015	15	19.5977	0	10
Story6	SDinamico Y	LinRespSpec	Max	X	0.000087	395	9.7977	38.07	7.6802
Story6	SDinamico Y	LinRespSpec	Max	Y	0.000605	28	25.3977	0	7.6802
Story5	SDinamico Y	LinRespSpec	Max	X	0.000329	364	2.2977	38.07	7.05
Story5	SDinamico Y	LinRespSpec	Max	Y	0.000435	55	32.8977	4.23	7.05
Story4	SDinamico Y	LinRespSpec	Max	X	0.000363	365	0	38.07	6.5398
Story4	SDinamico Y	LinRespSpec	Max	Y	0.000543	2	0	0	6.5398
Story3	SDinamico Y	LinRespSpec	Max	X	0.000314	367	4.7977	38.07	5.6803
Story3	SDinamico Y	LinRespSpec	Max	Y	0.0012	26	30.3977	0	5.6803
Story2	SDinamico Y	LinRespSpec	Max	X	0.000317	364	2.2977	38.07	4.6804
Story2	SDinamico Y	LinRespSpec	Max	Y	0.001281	20	32.8977	0	4.6804

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Derivas máximas para carga sísmica estática x (Etabs)

Tabla N° 12: Derivas máximas producidas por SISMO X

Derivas máximas para carga sísmica estática X (ETABS)								
STORY	OUTPUT CASE	CASE TYPE	DIRECTION	DRIFT	LABEL	X	Y	Z
Story8	SISMO X	LinStatic	X	0.000512	280	15.5977	25.38	10
Story8	SISMO X	LinStatic	Y	0.000219	120	15.5977	8.46	10
Story6	SISMO X	LinStatic	X	0.000708	275	9.7977	25.38	7.6802
Story5	SISMO X	LinStatic	X	0.000972	244	2.2977	25.38	7.05
Story4	SISMO X	LinStatic	X	0.00097	245	0	25.38	6.5398
Story3	SISMO X	LinStatic	X	0.001043	247	4.7977	25.38	5.6803
Story2	SISMO X	LinStatic	X	0.001016	244	2.2977	25.38	4.6804

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Derivas máximas para carga sísmica estática y (Etabs)

Tabla N° 13: Derivas máximas producidas por SISMO Y

Derivas máximas para carga sísmica estática Y (ETABS)								
STORY	OUTPUT CASE	CASE TYPE	DIRECTION	DRIFT	LABEL	X	Y	Z
Story8	SISMO Y	LinStatic	Y	0.001006	400	15.5977	38.07	10
Story6	SISMO Y	LinStatic	Y	0.000578	275	9.7977	25.38	7.6802
Story5	SISMO Y	LinStatic	Y	0.000497	331	32.8977	33.84	7.05
Story4	SISMO Y	LinStatic	X	0.000327	365	0	38.07	6.5398
Story4	SISMO Y	LinStatic	Y	0.000183	365	0	38.07	6.5398
Story3	SISMO Y	LinStatic	Y	0.001565	26	30.3977	0	5.6803
Story2	SISMO Y	LinStatic	Y	0.001164	364	2.2977	38.07	4.6804

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Derivas máximas inelásticas

Dentro de los requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad que deben cumplir las estructuras. La norma E.030 del reglamento nacional de edificaciones (RNE), dice que para estructuras regulares los desplazamientos laterales elásticos para poder convertirlos en inelásticos se deben multiplicar por 0.75 R y comprobar si cumplen con los límites de distorsión de acuerdo al material predominante.

- Datos: $R = 7$ (Considerando una estructura regular)
- Límite para la distorsión = madera = 0.010

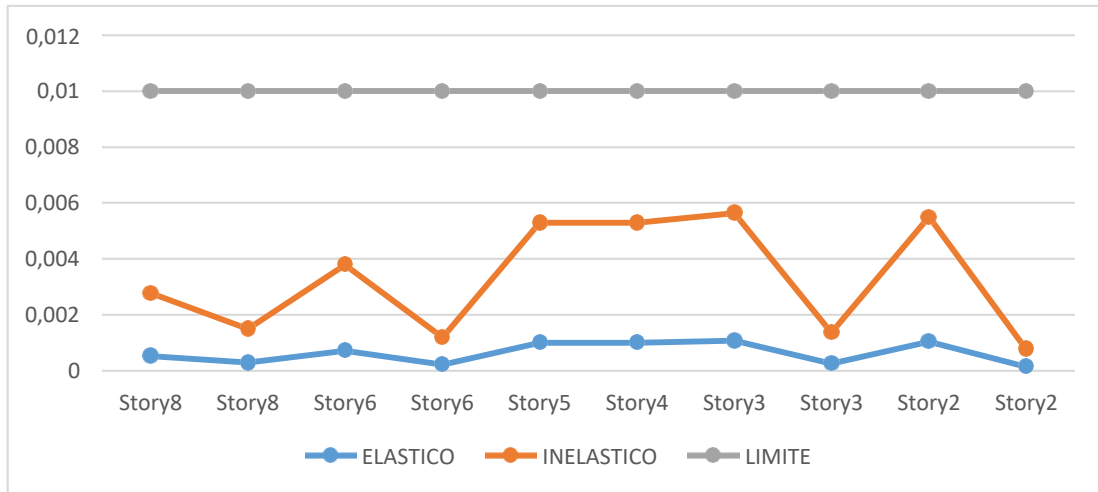
DERIVAS MAXIMAS INELASTICAS PARA SISMO DINAMICO X

Tabla N° 14: Comprobación de derivas inelásticas en SDinámico X

SDinamico X			
STORY	ELASTICO	INELASTICO	LIMITE
Story8	0.000527	0.003	0.010
Story8	0.000286	0.002	0.010
Story6	0.000722	0.004	0.010
Story6	0.000227	0.001	0.010
Story5	0.001008	0.005	0.010
Story4	0.001007	0.005	0.010
Story3	0.001075	0.006	0.010
Story3	0.000261	0.001	0.010
Story2	0.001047	0.005	0.010
Story2	0.000147	0.001	0.010

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Tabla N° 15: Derivas en SDinámico X



Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

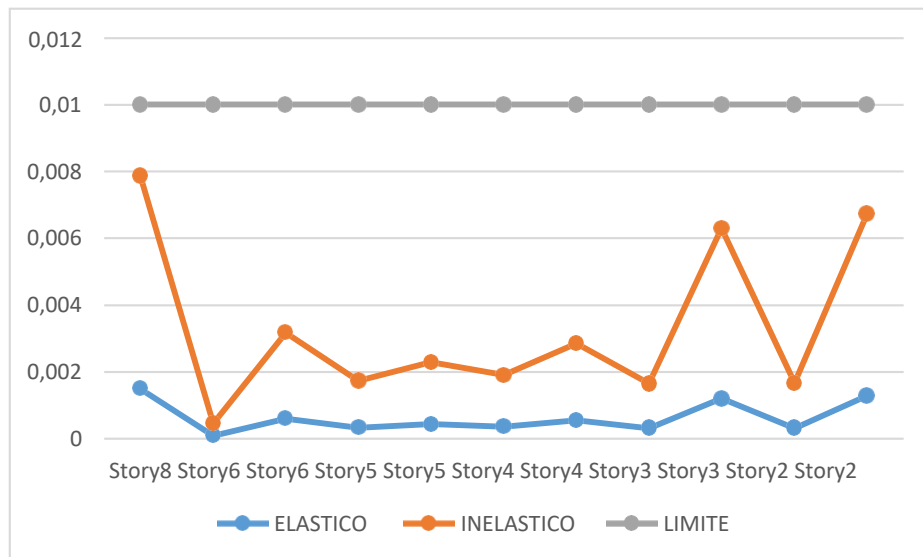
DERIVAS MAXIMAS INELASTICAS PARA SISMO DINAMICO Y

Tabla N° 16: Comprobación de derivas inelásticas en SDinámico Y

SDinamico Y			
STORY	ELASTICO	INELASTICO	LIMITE
Story8	0.0015	0.008	0.010
Story6	0.000087	0.000	0.010
Story6	0.000605	0.003	0.010
Story5	0.000329	0.002	0.010
Story5	0.000435	0.002	0.010
Story4	0.000363	0.002	0.010
Story4	0.000543	0.003	0.010
Story3	0.000314	0.002	0.010
Story3	0.0012	0.006	0.010
Story2	0.000317	0.002	0.010
Story2	0.001281	0.007	0.010

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Tabla N° 17: Derivas en SDinámico Y



Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

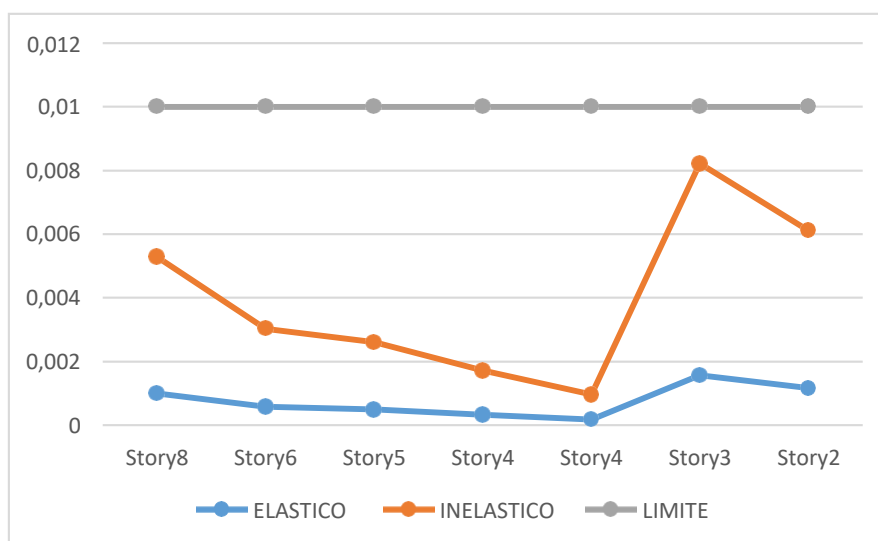
Derivas máximas inelásticas para sismo estático x

Tabla N° 18: Comprobación de derivas inelásticas en SISMO X

Sismo estático X			
STORY	ELASTICO	INELASTICO	LIMITE
Story8	0.000512	0.003	0.010
Story8	0.000219	0.001	0.010
Story6	0.000708	0.004	0.010
Story5	0.000972	0.005	0.010
Story4	0.00097	0.005	0.010
Story3	0.001043	0.005	0.010
Story2	0.001016	0.005	0.010

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Tabla N° 19: Derivas en SISMO X



Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

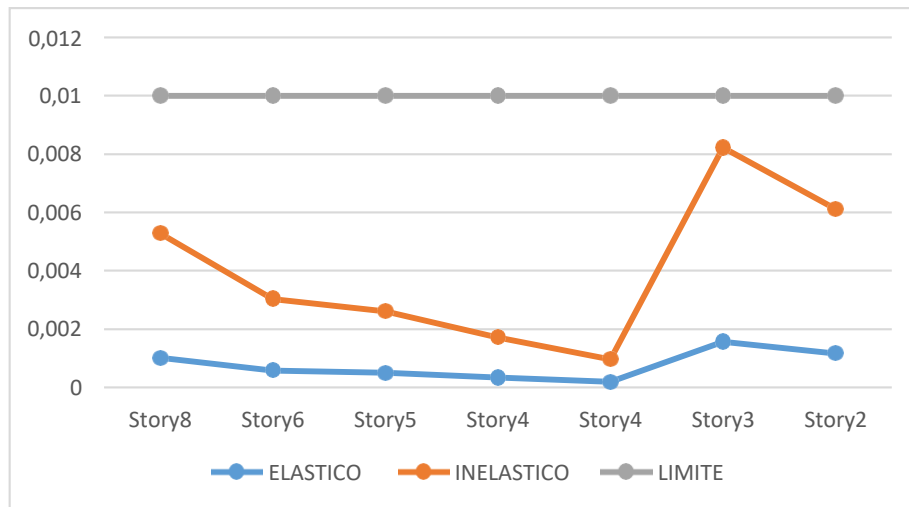
Derivas máximas inelásticas para sismo estático y

Tabla N° 20: Comprobación de derivas inelásticas en SISMO Y

Sismo estático Y			
STORY	ELASTICO	INELASTICO	LIMITE
Story8	0.001006	0.005	0.010
Story6	0.000578	0.003	0.010
Story5	0.000497	0.003	0.010
Story4	0.000327	0.002	0.010
Story4	0.000183	0.001	0.010
Story3	0.001565	0.008	0.010
Story2	0.001164	0.006	0.010

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Tabla N° 21 Derivas en SDinámico Y



Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Interpretación:

El programa ETAVBS brinda desplazamientos elásticos, pero para poder comprobar que cumplan con los límites de distorsión se deben convertir a desplazamientos inelásticos, esto se logra multiplicándolos por 0.75.

Al obtener estos desplazamientos se verifico que cumplan y estén dentro del rango. Todos los desplazamientos son menores a 0.010 que es el límite de distorsión.

Fuerza cortante mínima en la base

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso no podrá ser menor al 80% de la cortante basal.

Cortante mínima en la base en la dirección x

Tabla N° 22: Cortante mínima en la dirección X

Dirección X	
V dinámico X	84.5375

Z	0.45
U	1.3
T	0.285
Tp	1
C	2.5
S	1.1
R	7
CM	74.0095
CV	608.2405
CVT	36.4944
Factor de peso	50%CV+ 25%CVT
Peso	387.253
V estático	88.999
80 % V estático	71.20

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Cortante mínima en la base en la dirección x

Tabla N° 23: Cortante mínima en la dirección Y

Dirección Y	
V dinámico Y	80.3257

Z	0.45
U	1.3
T	0.338
T _p	1
C	2.5
S	1.1
R	7
CM	74.0095
CV	608.2405
CVT	36.4944
Factor de peso	50%CV+ 25%CVT
Peso	387.253
V estático	88.999
80 % V estático	71.20

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Comprobación de cortante mínima en la base en la dirección x

Tabla N° 24: Comprobación en dirección X

88.999	100.00%
84.538	x
x= 94.99%	

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Comprobación de cortante mínima en la base en la dirección y

Tabla N° 25: Comprobación en dirección Y

88.999	100.00%
80.326	x
x= 90.25%	

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

Tabla N° 26: Datos de la comprobación de cortante mínima

Direccion			
V dinámico X		V dinamico Y	
84.538	94.99%	80.326	90.25%
80 % ≥ OK		80 % ≥ OK	

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2020

INTERPRETACIÓN

Como resultado del análisis dinámico espectral se obtuvieron periodos menores a un segundo en el eje X e Y. Por el lado de las derivas de piso, se logró comprobar que las derivas elásticas luego al convertirlas inelásticas sean menores que el límite de distorsión que exige la norma. Además la cortante mínima que exige la norma también se comprobó, cumpliéndose que sea menor que el 80 % de cortante estática. Con los datos y resultados adquiridos y comprobados se espera un buen comportamiento ante un sismo, garantizando la seguridad.

De acuerdo al quinto objetivo específico planteado en la investigación el cual fue realizar el diseño de los elementos estructurales de la cubierta de cubierta de bambú en losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020, se obtuvo:

Como parte del quinto objetivo específico el cual fue realizar el diseño de los elementos estructurales de la cubierta de cubierta de bambú en losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020 se obtuvo como resultado:

El diseño de la estructura, para el diseño de secciones definitivas para la estructura se realiza mediante las ecuaciones y sistema de cálculo proporcionadas por las normas E.100 del RNE. Para emplear dicho sistema de cálculo es necesario saber los esfuerzos de compresión, tracción, momento y cortante que se produce en los elementos de la estructura. Estos valores se obtienen del análisis estructural realizado en el programa ETABS.

PROPIEDADES DE LA GUADUA REQUERIDAS EN EL DISEÑO DE ELEMENTOS

Módulo de elasticidad promedio = 9500 Mpa

Módulo de elasticidad mínimo = 7300 Mpa

Esfuerzo admisible a Flexión (f_m) = 5 Mpa = 50 kg/cm²

Esfuerzo admisible a Tracción paralela (f_t) = 16 Mpa = 160 Kg/cm²

Esfuerzo admisible a Compresión Paralela (f_c) = 13 Mpa = 130 Kg/cm²

Esfuerzo admisible a Corte (f_v) = 1 Mpa = 10 Kg/cm²

Esfuerzo admisible a Compresión Perpendicular (f''_c) = 1.3 Mpa = 13 Kg/cm²

Diseño de columnas:

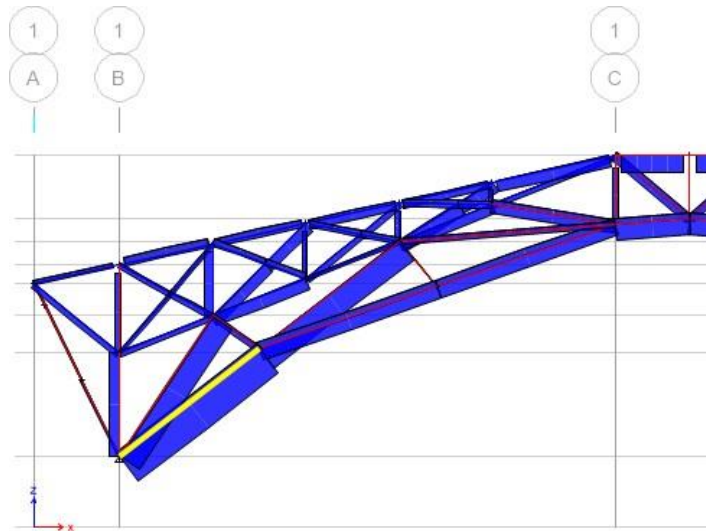


Figura 09: columna inclinada – ETABS

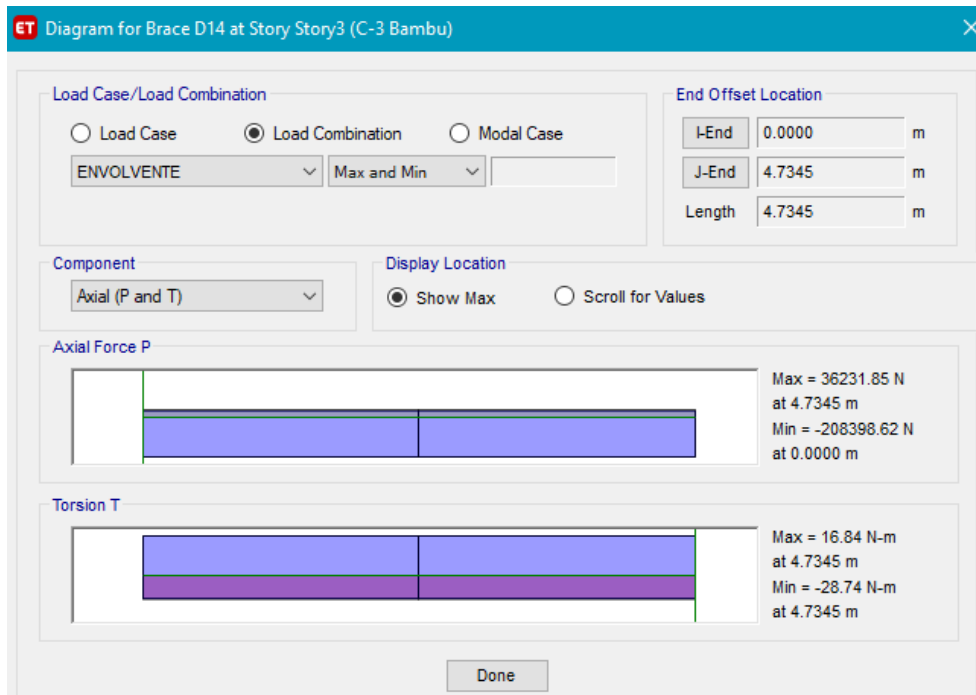


Figura 10: Solicitación a compresión y tensión – ETABS

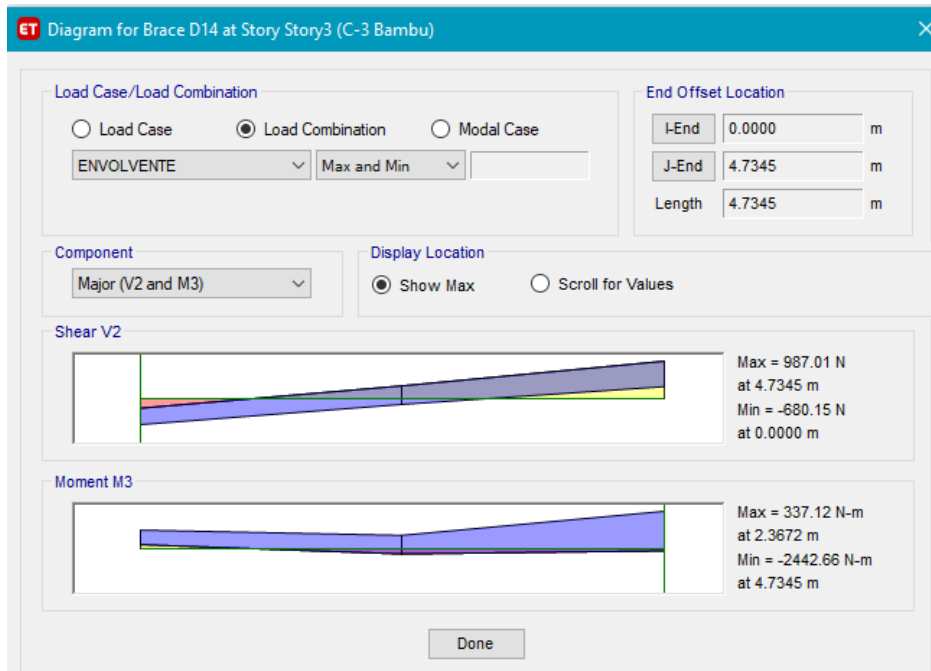


Figura 11: Momento de flexión y corte – ETABS

Datos del elemento:

Longitud del elemento: 9.46 m.

Longitud diseño = l_e

La longitud de diseño será hasta donde el elemento presente un arriostramiento

$l_e = 4.73$

Solicitud a compresión

$N = 208398.62 \text{ N}$

Solicitud a Tensión

$T = 36231.85 \text{ N}$

Solicitud a flexión

$M = 2442.66 \text{ N-m}$

Solicitud a corte

$V = 987,01 \text{ N}$

SECCION DEL ELEMENTO:

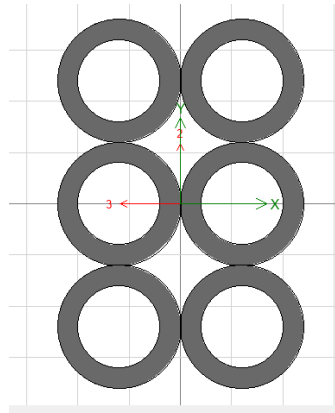


Figura 12: Sección transversal del elemento – ETABS

Numero de culmos = 6

Diámetro externo = 12 cm

Diámetro interno = 10 cm

Espesor (T) = 2cm

Lu = longitud total

Coefficiente de longitud efectiva = K = 1

Le= 4.73 (1) = 4.73 m

Coefficientes de modificación

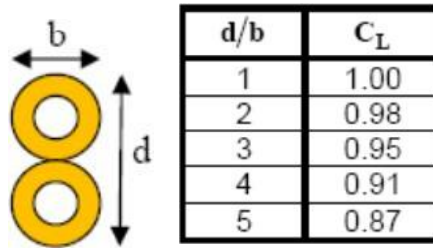
CD = coeficiente de modificación por duración de carga

CD = 1

Cr = coeficiente de modificación por redistribución de carga

Cr = 1.1.

CL = coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas



d = 36 cm y b=24 cm d/b= 1.5

CL= 0.98

Properties	
Center of Gravity	
Xcg (m)	0
Ycg (m)	0
Analysis Properties	
Area (m ²)	0.0377
AS2 (m ²)	0.0238
AS3 (m ²)	0.0242
I22 (m ⁴)	0.000185
I23 (m ⁴)	0
I33 (m ⁴)	0.000411
J (m ⁴)	0.000212
Design Properties	
R22 (m)	0.07
R33 (m)	0.1044
S22 Negative (m ³)	0.001539
S22 Positive (m ³)	0.001539
S33 Negative (m ³)	0.002283
S33 Positive (m ³)	0.002283
Z22 (m ³)	0.002247
Z33 (m ³)	0.003398

Figura 13: Propiedades de la sección – ETABS

Área neta de la sección= 0.0377 m²

Inercia total = 0.000411 m⁴

Radio de giro = $\sqrt{\frac{0.000411}{0.0377}} = 0.104 \text{ m}$

Esfuerzo admisible modificado

$$F'_i = F_i * C_D * C_L * C_r$$

Esfuerzo a flexión modificado

$$F'_m = 5 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 5.39 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a corte modificado

$$F'v = 1 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 1.078 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a tensión modificado

$$F't = 16 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 17.248 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a compresión paralela modificado

$$F'c = 13 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 13.59 \text{ Mpa}$$

Chequeo a esfuerzo a flexión

$$f_m = \frac{M}{S} \leq f'_m$$

Fm = esfuerzo a flexión actuante, en Mpa

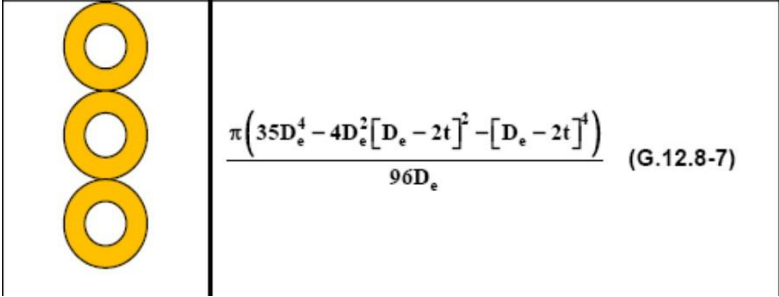
$$F'm = 5.39 \text{ Mpa}$$

esfuerzo admisible modificado, en Mpa

$$M = 2442.66 \text{ N-m}$$

momento actuante sobre el elemento N mm

Calculando el módulo de sección (S):



$$S = \frac{\pi \left(35D_e^4 - 4D_e^2[D_e - 2t]^2 - [D_e - 2t]^4 \right)}{96D_e} \quad (\text{G.12.8-7})$$

$$S = \frac{\pi(35 * 0.12^4 - 4 * 0.12^2(0.12 - 2 * 0.02)^2 - (0.12 - 2 * 0.02)^4)}{96(0.12)}$$

$$S = 0.0018 \text{ m}^3(2) = 0.0036$$

$$Fm = \frac{2442.66 \text{ N} - \text{m}}{0.0036 \text{ m}^3}$$

$$Fm = 0.68 \text{ Mpa}$$

Si $Fm \leq F'm \rightarrow 0.68 \text{ MPa} \leq 5.39 \text{ MPa}$ (Cumple con el chequeo a flexión)

Chequeo a esfuerzo a corte

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

F_v = esfuerzo a corte actuante, en Mpa

$F'_v = 1.078 \text{ Mpa}$ esfuerzo admisible modificado, en Mpa

$V = 987.01 \text{ N}$

$$F_v = \frac{2 * 987.01}{3 * 0.0377} * \left(\frac{3 * 0.12^2 - 4 * 0.12 * 0.02 + 4 * 0.02^2}{0.12^2 - 2 * 0.12 * 0.02 + 2 * 0.02^2} \right)$$

$$F_v = 0.059 \text{ Mpa}$$

Si $F_v \leq F'_v \rightarrow 0.059 \text{ MPa} \leq 1.078 \text{ MPa}$ (Cumple con el chequeo a corte)

Chequeo a compresión axial

Relación esbeltez del elemento

$$\lambda = l_e / r$$

$$\lambda = \frac{4.73}{0.104} = 45$$

Clasificación de columnas: según su relación de esbeltez, las columnas de guadua rolliza se clasifican en cortas, intermedias o largas. La esbeltez C_k es el límite entre las columnas intermedias y las columnas largas y está dado por la siguiente formula:

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{E_{0.05}}{F'_c}}$$

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{7300}{13.59}} \equiv 59$$

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

A partir de la siguiente tabla obtenemos el tipo de columna, en este caso es columna INTERMEDIA

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

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

$$208398.62 = F_c * 0.0377 \left(1 - \frac{1}{3} \left\{ \frac{45}{59} \right\}^4 \right)$$

$$F_c = 6.23 \text{ Mpa}$$

Si $F_c \leq F'_c \rightarrow 6.23 \text{ Mpa} \leq 13.59 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a compresión paralela)

Chequeo a esfuerzo a tensión axial

$$f_t = \frac{T}{A_n} \leq F'_t$$

$$T = 36231.85 \text{ N}$$

$$F'_t = 1.078 \text{ Mpa}$$

$$F_t = 36231.85 \text{ N} / 0.0377 \text{ m}^2$$

$$F_t = 0.96 \text{ Mpa}$$

Si $F_t \leq F'_t \rightarrow 0.96 \text{ MPa} \leq 17.248 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a tensión)

Chequeo a esfuerzo a flexión con carga axial

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

$$\frac{0.96}{17.248} + \frac{0.68}{5.39} \leq 1$$

$$0.18 \leq 1$$

Si $che \leq 1 \rightarrow 0.18 \leq 1$ (Cumple con el chequeo a flexión con carga axial)

Coefficiente de magnificación de momentos

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

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 7300 * 10^6 \text{ N/m}^2 * 0.000411 \text{ m}^4}{4.73^2 \text{ m}} = 1323555.46 \text{ N}$$

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

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5 \left(\frac{208398.62 \text{ N}}{1323555.46 \text{ N}} \right)} = 1.30$$

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

$$\frac{6.23 \text{ M}}{13.59 \text{ Mpa}} + \frac{5.39}{5.39} = 0.649$$

Si $che \leq 1 \rightarrow 0.64 \leq 1$ (Cumple con el chequeo a flexión - compresión)

Elemento: cordón inferior

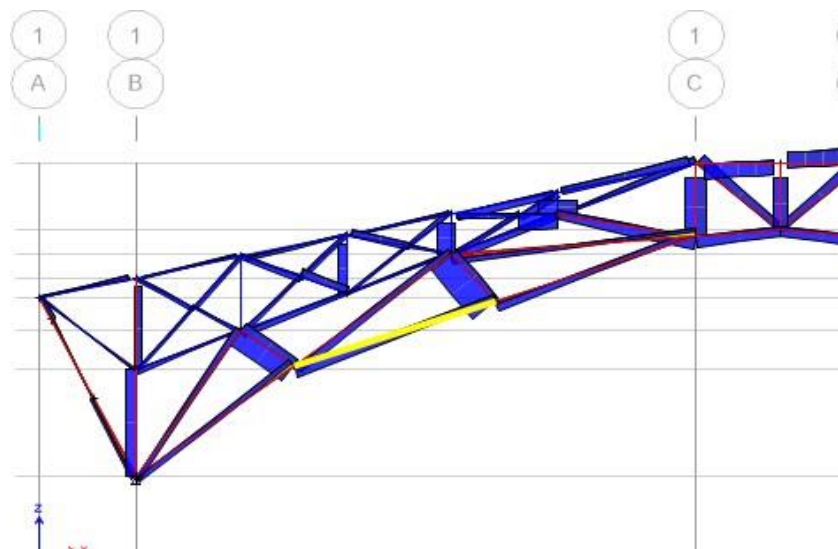


Figura 14: cordón inferior – ETABS

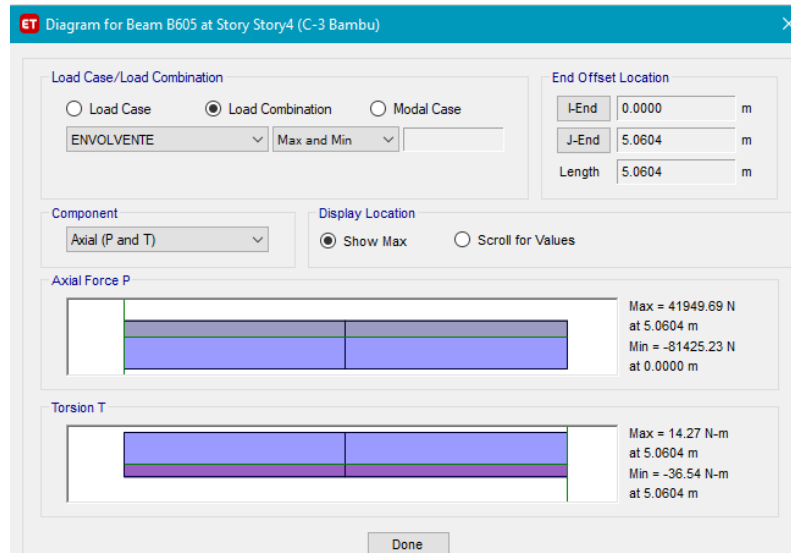


Figura 15: Solicitación a compresión y tensión – ETABS

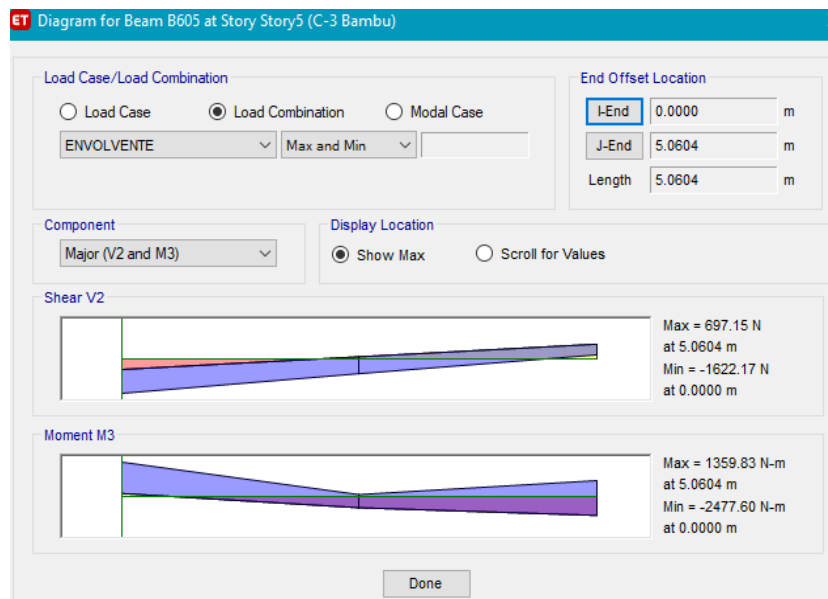


Figura 16: Momento de flexión y corte – ETABS

Datos del elemento:

Longitud del elemento: 10.1208 m.

Longitud diseño = l_e

La longitud de diseño será hasta donde el elemento presente un arriostramiento

$L_e = 5.0604 \text{ m}$

Solicitación a compresión

$N = 81425.23 \text{ N}$

Solicitación a Tensión

$T = 4194969 \text{ N}$

Solicitación a flexión

$M = 2477.60 \text{ N-m}$

Solicitación a corte

$V = 1622.17 \text{ N}$

SECCION DEL ELEMENTO

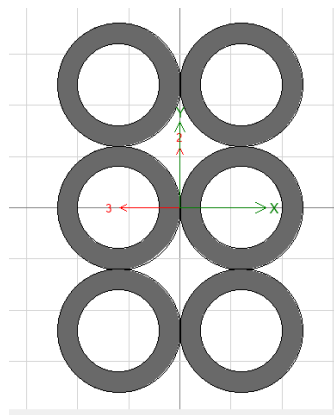


Figura 17: Sección transversal del elemento – ETABS

Número de culmos = 6

Diámetro externo = 12 cm

Diámetro interno = 10 cm

Espesor (T) = 2cm

L_u = longitud total

Coefficiente de longitud efectiva = $K = 1$

$Le = 5.0604 (1) = 5.0604 \text{ m}$

Coeficientes de modificación

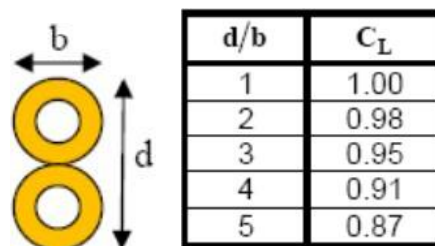
CD = coeficiente de modificación por duración de carga

CD = 1

Cr = coeficiente de modificación por redistribución de carga

Cr = 1.1.

CL = coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas



$d = 36 \text{ cm}$ y $b = 24 \text{ cm}$ $d/b = 1.5$

CL = 0.98

Properties

Center of Gravity	
Xcg (m)	0
Ycg (m)	0
Analysis Properties	
Area (m ²)	0.0377
AS2 (m ²)	0.0238
AS3 (m ²)	0.0242
I22 (m ⁴)	0.000185
I23 (m ⁴)	0
I33 (m ⁴)	0.000411
J (m ⁴)	0.000212
Design Properties	
R22 (m)	0.07
R33 (m)	0.1044
S22 Negative (m ³)	0.001539
S22 Positive (m ³)	0.001539
S33 Negative (m ³)	0.002283
S33 Positive (m ³)	0.002283
Z22 (m ³)	0.002247
Z33 (m ³)	0.003398

Figura 18: Propiedades de la sección – ETABS

Área neta de la sección = 0.0377 m²

Inercia total = 0.000411 m⁴

$$\text{Radio de giro} = \sqrt{\frac{0.00041}{0.0377}} = 0.104 \text{ m}$$

Esfuerzo admisible modificado

$$F'_i = F_i * C_D * C_L * C_r$$

Esfuerzo a flexión modificado

$$F'_m = 5 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 5.39 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a corte modificado

$$F'_v = 1 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 1.078 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a tensión modificado

$$F'_t = 16 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 17.248 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a compresión paralela modificado

$$F'_c = 13 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 13.59 \text{ Mpa}$$

Chequeo a esfuerzo a flexión

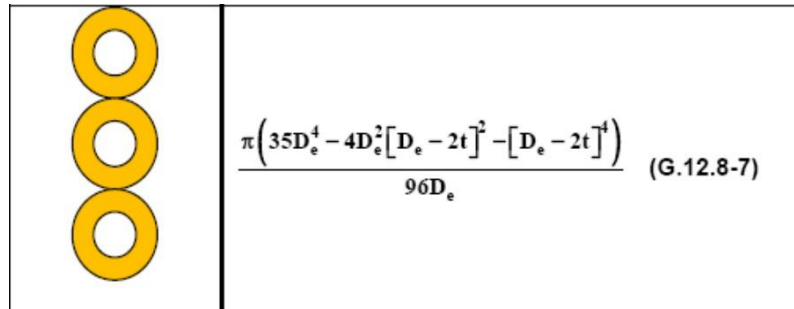
$$f_m = \frac{M}{S} \leq f'_m$$

F_m = esfuerzo a flexión actuante, en Mpa

$F'_m = 5.39 \text{ Mpa}$ esfuerzo admisible modificado, en Mpa

$M = 2477.60 \text{ N-m}$ momento actuante sobre el elemento N mm

Calculando el módulo de sección (S):



$$S = \frac{\pi(35 * 0.12^4 - 4 * 0.12^2(0.12 - 2 * 0.02)^2 - (0.12 - 2 * 0.02)^4)}{96(0.12)}$$

$$S = 0.0018 \text{ m}^3(2) = 0.0036$$

$$S = 0.00098 \text{ m}^3$$

$$F_m = \frac{2477.60 \text{ N} - \text{m}}{0.0036 \text{ m}^3}$$

$$F_m = 0.68 \text{ Mpa}$$

Si $F_m \leq F'_m \rightarrow 0.68 \text{ MPa} \leq 5.39 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a flexión)

Chequeo a esfuerzo a corte

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

F_v = esfuerzo a corte actuante, en Mpa

$F'_v = 1.078 \text{ Mpa}$

esfuerzo admisible modificado, en Mpa

$V = 1622.17 \text{ N}$

$$F_v = \frac{2 * 1622.17}{3 * 0.0377} * \left(\frac{3 * 0.12^2 - 4 * 0.12 * 0.02 + 4 * 0.02^2}{0.12^2 - 2 * 0.12 * 0.02 + 2 * 0.02^2} \right)$$

$$F_v = 0.097 \text{ Mpa}$$

Si $F_v \leq F'_v \rightarrow 0.097 \text{ Mpa} \leq 1.078 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a corte)

Chequeo a compresión axial

Relación esbeltez del elemento

$$\lambda = l_e / r$$

$$\lambda = \frac{5.0604}{0.104} = 48$$

Clasificación de columnas: según su relación de esbeltez, las columnas de guadua rolliza se clasifican en cortas, intermedias o largas. La esbeltez C_k es el límite entre las columnas intermedias y las columnas largas y está dado por la siguiente formula:

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{E_{0.05}}{F'_c}}$$

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{7300}{13.59}} \equiv 59$$

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

A partir de la siguiente tabla obtenemos el tipo de columna, en este caso es columna INTERMEDIA

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

$$N_{adm} = F_c * A \left(1 - \frac{1}{3} \left\{ \frac{\lambda}{Ck} \right\}^4 \right)$$

$$81425.23 = F_c * 0.0377 \left(1 - \frac{1}{3} \left\{ \frac{48}{59} \right\}^4 \right)$$

$$F_c = 2.53 \text{ Mpa}$$

Si $F_c \leq F'_c \rightarrow 2.53 \text{ Mpa} \leq 13.59 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a compresión paralela)

Chequeo a esfuerzo a tensión axial

$$f_t = \frac{T}{A_n} \leq F'_t$$

$$T = 41949.69 \text{ N}$$

$$F'_t = 1.078 \text{ Mpa}$$

$$F_t = 410949.69 \text{ N} / 0.0377 \text{ m}^2$$

$$F_t = 1.11 \text{ Mpa}$$

Si $F_t \leq F'_t \rightarrow 1.11 \text{ MPa} \leq 17.248 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a tensión)

Chequeo a esfuerzo a flexión con carga axial

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

$$\frac{1.11}{17.248} + \frac{0.68}{5.39} \leq 1$$

$$0.13 \leq 1$$

Si $che \leq 1 \rightarrow 1.11 \leq 1$ (Cumple con el chequeo a flexión con carga axial)

Coefficiente de magnificación de momentos

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

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 7300 * 10^6 \text{ N/m}^2 * 0.000411 \text{ m}^4}{(5.0604 \text{ m})^2} = 1156364.45 \text{ N}$$

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

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5\left(\frac{1622.178 \text{ N}}{1156364.45 \text{ N}}\right)} = 1.002$$

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

$$\frac{0.050 \text{ Mpa}}{13.59 \text{ Mpa}} + \frac{1.002 * 0.68}{5.39} = 0.14$$

Si $che \leq 1 \rightarrow 0.14 \leq 1$ (Cumple con el chequeo a flexión - compresión)

Elemento: columna inclinada

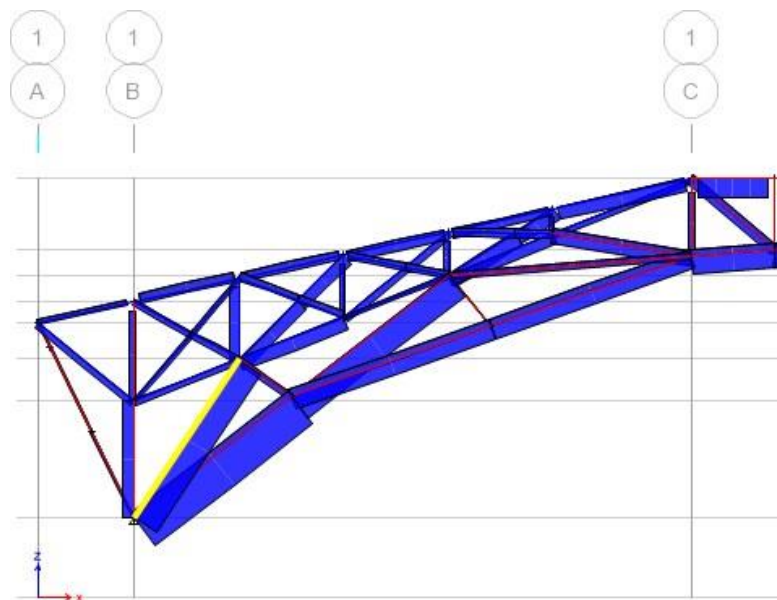


Figura 19: columna inclinada – ETABS

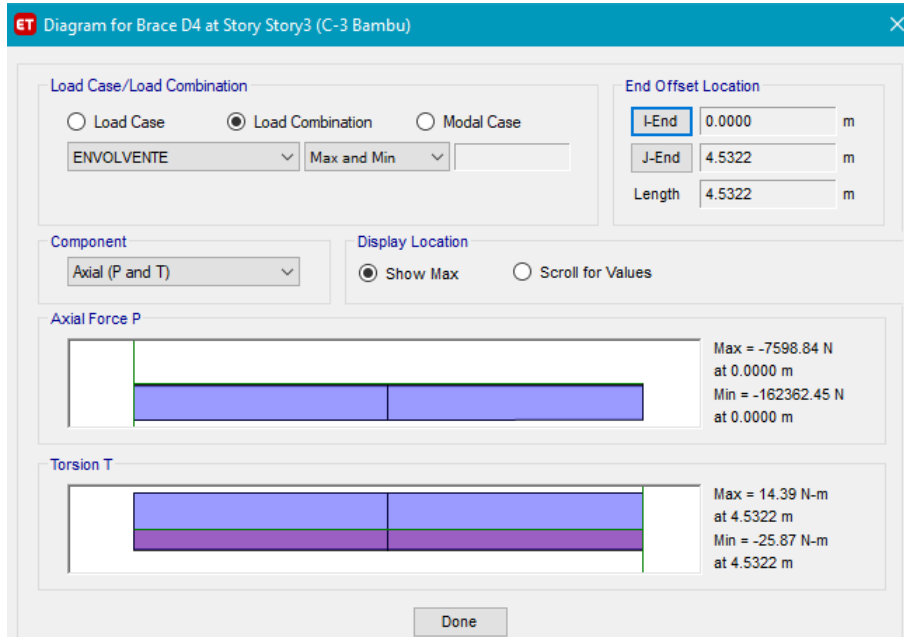


Figura 20: Solicitación a compresión y tensión – ETABS

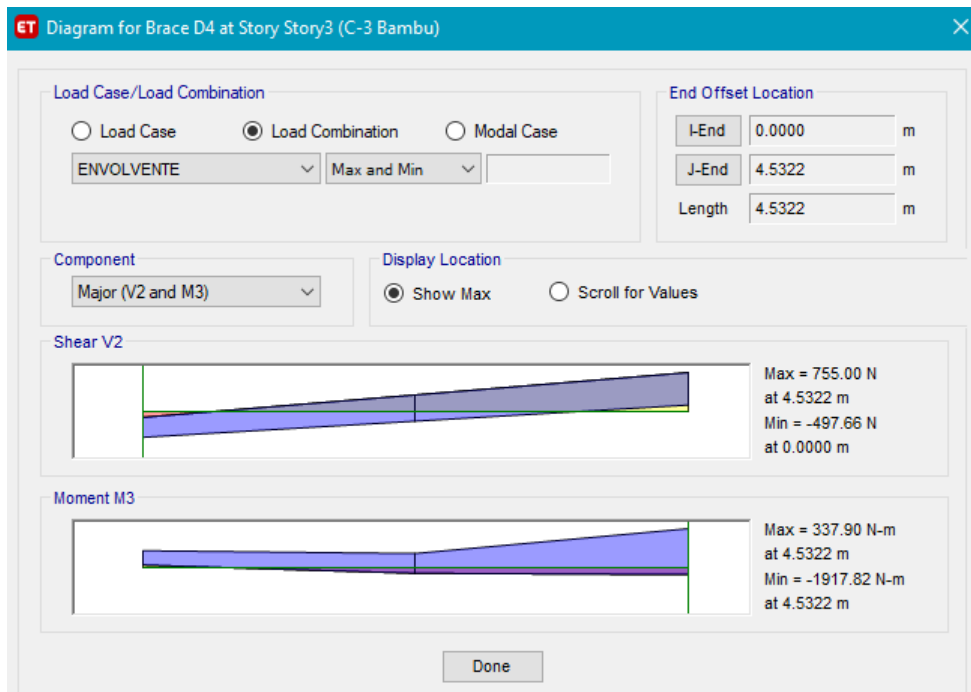


Figura 21: Momento de flexión y corte – ETABS

Datos del elemento:

Longitud del elemento: 4.5322 m

Longitud diseño = l_e

La longitud de diseño será hasta donde el elemento presente un arriostramiento

$l_e = 4.5322$ m

Solicitación a compresión

$N = 162362.178$ N

Solicitación a Tensión

$T = 7598.84$ N

Solicitación a flexión

$M = 1917.82$ N-m

Solicitación a corte

$V = 755$ N

SECCION DEL ELEMENTO

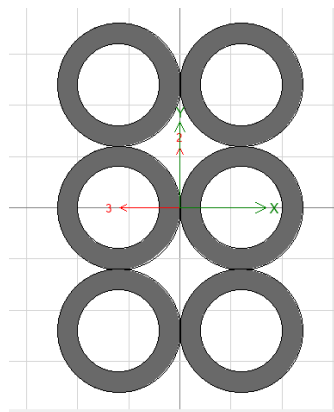


Figura 22: Sección transversal del elemento – ETABS

Numero de culmos = 6

Diámetro externo = 12 cm

Diámetro interno = 10 cm

Espesor (T) = 2cm

Lu = longitud total

Coeficiente de longitud efectiva = K = 1

Le= 4.5322 (1) = 4.5322 m

Coeficientes de modificación

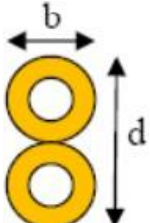
CD = coeficiente de modificación por duración de carga

CD = 1

Cr = coeficiente de modificación por redistribución de carga

Cr = 1.1.

CL = coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas



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

d = 36 cm y b=24 cm d/b= 1.5

CL= 0.98

Properties	
Center of Gravity	
Xcg (m)	0
Ycg (m)	0
Analysis Properties	
Area (m ²)	0.0377
AS2 (m ²)	0.0238
AS3 (m ²)	0.0242
I22 (m ⁴)	0.000185
I23 (m ⁴)	0
I33 (m ⁴)	0.000411
J (m ⁴)	0.000212
Design Properties	
R22 (m)	0.07
R33 (m)	0.1044
S22 Negative (m ³)	0.001539
S22 Positive (m ³)	0.001539
S33 Negative (m ³)	0.002283
S33 Positive (m ³)	0.002283
Z22 (m ³)	0.002247
Z33 (m ³)	0.003398

Figura 23: Propiedades de la sección – ETABS

Área neta de la sección= 0.0377 m²

Inercia total = 0.000411 m⁴

$$\text{Radio de giro} = \sqrt{\frac{0.000411}{0.0377}} = 0.104 \text{ m}$$

Esfuerzo admisible modificado

$$F'_i = F_i * CD * CL * Cr$$

Esfuerzo a flexión modificado

$$F'_m = 5 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 5.39 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a corte modificado

$$F'_v = 1 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 1.078 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a tensión modificado

$$F'_t = 16 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 17.248 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a compresión paralela modificado

$$F'_c = 13 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 13.59 \text{ Mpa}$$

Chequeo a esfuerzo a flexión

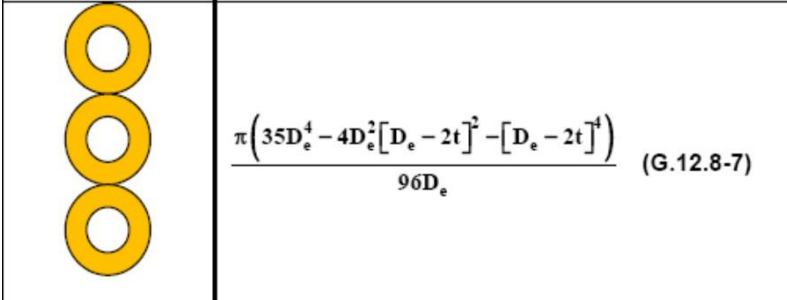
$$f_m = \frac{M}{S} \leq f'_m$$

F_m = esfuerzo a flexión actuante, en Mpa

F'_m = 5.39 Mpa esfuerzo admisible modificado, en Mpa

M = 1917.82 N-m momento actuante sobre el elemento N mm

Calculando el módulo de sección (S):



The diagram shows three yellow rings stacked vertically on the left. To their right, a vertical line separates them from a box containing the formula for the section modulus S of a three-ring section:

$$S = \frac{\pi(35D_e^4 - 4D_e^2[D_e - 2t]^2 - [D_e - 2t]^4)}{96D_e} \quad (G.12.8-7)$$

$$S = \frac{\pi(35 * 0.12^4 - 4 * 0.12^2(0.12 - 2 * 0.02)^2 - (0.12 - 2 * 0.02)^4)}{96(0.12)}$$

$$S = 0.0018 \text{ m}^3(2) = 0.0036$$

$$F_m = \frac{1917.82 \text{ N} - \text{m}}{0.0036 \text{ m}^3}$$

$$F_m = 0.53 \text{ Mpa}$$

Si $F_m \leq F'_m \rightarrow 0.53 \text{ MPa} \leq 5.39 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a flexión)

Chequeo a esfuerzo a corte

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

F_v = esfuerzo a corte actuante, en Mpa

F'_v = 1.078 Mpa esfuerzo admisible modificado, en Mpa

V = 755 N

$$F_v = \frac{2 * 755}{3 * 0.0377} * \left(\frac{3 * 0.12^2 - 4 * 0.12 * 0.02 + 4 * 0.02^2}{0.12^2 - 2 * 0.12 * 0.02 + 2 * 0.02^2} \right)$$

$$F_v = 0.045 \text{ Mpa}$$

Si $F_v \leq F'_v \rightarrow 0.045 \text{ MPa} \leq 1.078 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a corte)

Chequeo a compresión axial

Relación esbeltez del elemento

$$\lambda = l_e / r$$

$$\lambda = \frac{4.5322}{0.104} = 44$$

Clasificación de columnas: según su relación de esbeltez, las columnas de guadua rolliza se clasifican en cortas, intermedias o largas. La esbeltez C_k es el límite entre las columnas intermedias y las columnas largas y está dado por la siguiente formula:

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{E_{0.05}}{F'_c}}$$

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{7300}{13.59}} = 59$$

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

A partir de la siguiente tabla obtenemos el tipo de columna, en este caso es columna INTERMEDIA

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

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

$$162362.178 = F_c \cdot 0.0377 \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{44}{59} \right)^4 \right)$$

$$F_c = 4.80 \text{ Mpa}$$

Si $F_c \leq F'_c \rightarrow 4.80 \text{ Mpa} \leq 13.59 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a compresión paralela)

Chequeo a esfuerzo a tensión axial

$$f_t = \frac{T}{A_n} \leq F'_t$$

$$T = 7598.84 \text{ N}$$

$$F'_t = 1.078 \text{ Mpa}$$

$$F_t = 7598.84 \text{ N} / 0.0377 \text{ m}^2$$

$$F_t = 0.20 \text{ Mpa}$$

Si $F_t \leq F'_t \rightarrow 0.20 \text{ MPa} \leq 17.248 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a tensión)

Chequeo a esfuerzo a flexión con carga axial

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

$$\frac{0.20}{17.248} + \frac{0.53}{5.39} \leq 1$$

$$0.11 \leq 1$$

Si $che \leq 1 \rightarrow 0.11 \leq 1$ (Cumple con el chequeo a flexión con carga axial)

Coeficiente de magnificación de momentos

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

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 7300 * 10^6 \text{ N/m}^2 * 0.000411 \text{ m}^4}{(5.5322 \text{ m})^2} = 967539.45 \text{ N}$$

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

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5\left(\frac{162362.178 \text{ N}}{967539.45 \text{ N}}\right)} = 1.002$$

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

$$\frac{0.050 \text{ Mpa}}{13.59 \text{ Mpa}} + \frac{1.002 * 0.68}{5.39} = 0.14$$

Si $che \leq 1 \rightarrow 0.14 \leq 1$ (Cumple con el chequeo a flexión - compresión)

Elemento: columna interior recta

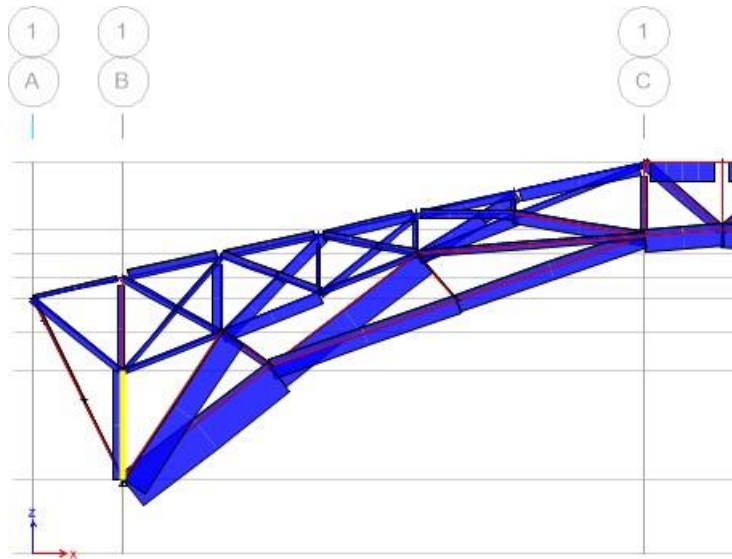


Figura 24: columna Interior recta – ETABS

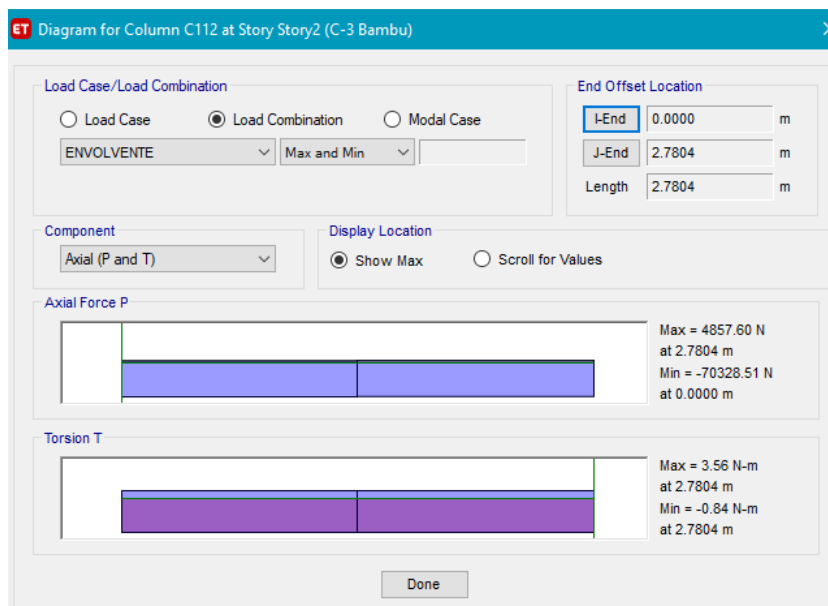


Figura 25: Solicitación a compresión y tensión – ETABS

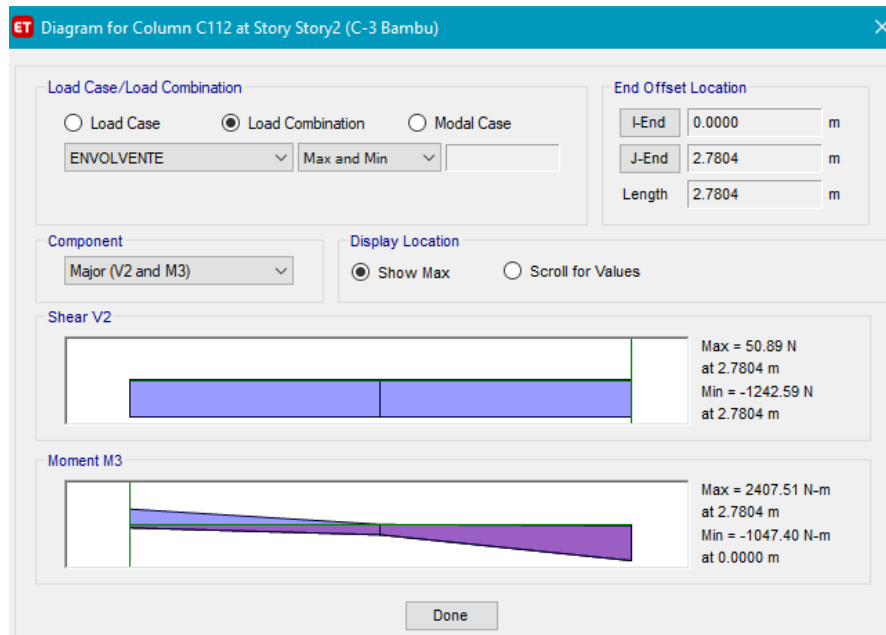


Figura 26: Momento de flexión y corte – ETABS

Datos del elemento:

Longitud del elemento: 2.78 m.

Longitud diseño = l_e

La longitud de diseño será hasta donde el elemento presente un arriostramiento

$l_e = 2.78 \text{ m}$

Solicitud a compresión

$N = 70328.51 \text{ N}$

Solicitud a Tensión

$T = 4857.6 \text{ N}$

Solicitud a flexión

$M = 2407.51 \text{ N-m}$

Solicitud a corte

$V = 1242.59 \text{ N}$

SECCION DEL ELEMENTO

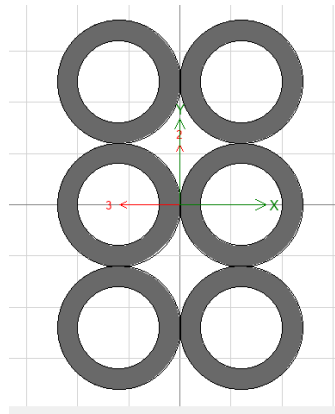


Figura 27: Sección transversal del elemento – ETABS

Numero de culmos = 6

Diámetro externo = 12 cm

Diámetro interno = 10 cm

Espesor (T) = 2cm

Lu = longitud total

Coefficiente de longitud efectiva = $K = 1$

$Le = 2.78 (1) = 2.78$ m

Coefficientes de modificación

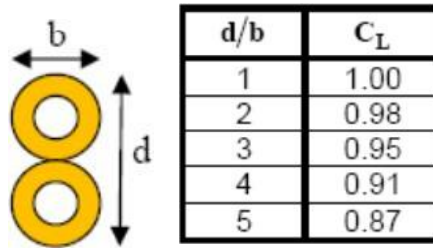
CD = coeficiente de modificación por duración de carga

CD = 1

Cr = coeficiente de modificación por redistribución de carga

Cr = 1.1.

CL = coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas



d = 36 cm y b=24 cm d/b= 1.5

CL= 0.98

Properties	
Center of Gravity	
Xcg (m)	0
Ycg (m)	0
Analysis Properties	
Area (m ²)	0.0377
AS2 (m ²)	0.0238
AS3 (m ²)	0.0242
I22 (m ⁴)	0.000185
I23 (m ⁴)	0
I33 (m ⁴)	0.000411
J (m ⁴)	0.000212
Design Properties	
R22 (m)	0.07
R33 (m)	0.1044
S22 Negative (m ³)	0.001539
S22 Positive (m ³)	0.001539
S33 Negative (m ³)	0.002283
S33 Positive (m ³)	0.002283
Z22 (m ³)	0.002247
Z33 (m ³)	0.003398

Figura 28: Propiedades de la sección – ETABS

Área neta de la sección= 0.0377 m²

Inercia total = 0.000411 m⁴

$$\text{Radio de giro} = \sqrt{\frac{0.000411}{0.0377}} = 0.104 \text{ m}$$

Esfuerzo admisible modificado

$$F'_i = F_i * C_D * C_L * C_r$$

Esfuerzo a flexión modificado

$$F'_m = 5 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 5.39 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a corte modificado

$$F'v = 1 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 1.078 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a tensión modificado

$$F't = 16 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 17.248 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a compresión paralela modificado

$$F'c = 13 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 13.59 \text{ Mpa}$$

Chequeo a esfuerzo a flexión

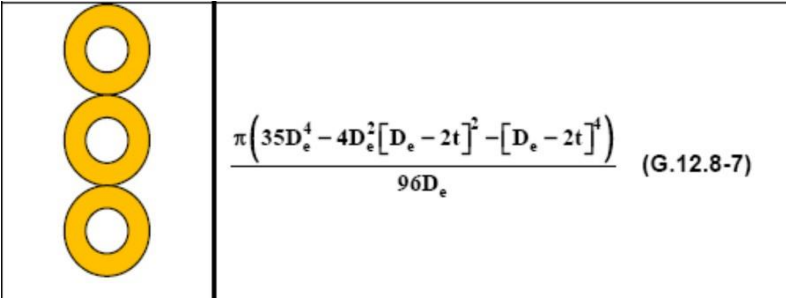
$$f_m = \frac{M}{S} \leq f'_m$$

Fm = esfuerzo a flexión actuante, en Mpa

F'm = 5.39 Mpa esfuerzo admisible modificado, en Mpa

M = 2407.51 N-m momento actuante sobre el elemento N mm

Calculando el módulo de sección (S):


$$S = \frac{\pi(35D_e^4 - 4D_e^2[D_e - 2t]^2 - [D_e - 2t]^4)}{96D_e} \quad (\text{G.12.8-7})$$

$$S = \frac{\pi(35 * 0.12^4 - 4 * 0.12^2(0.12 - 2 * 0.02)^2 - (0.12 - 2 * 0.02)^4)}{96(0.12)}$$

$$S = 0.0018 \text{ m}^3 = 0.0036$$

$$F_m = \frac{2407.51 \text{ N} - \text{m}}{0.0036 \text{ m}^3}$$

$$F_m = 0.67 \text{ Mpa}$$

Si $F_m \leq F'_m \rightarrow 0.67 \text{ MPa} \leq 5.39 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a flexión)

Chequeo a esfuerzo a corte

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

F_v = esfuerzo a corte actuante, en Mpa

$F'_v = 1.078$ Mpa esfuerzo admisible modificado, en Mpa

$V = 1242.59$ N

$$F_v = \frac{2 * 1242.59}{3 * 0.0377} * \left(\frac{3 * 0.12^2 - 4 * 0.12 * 0.02 + 4 * 0.02^2}{0.12^2 - 2 * 0.12 * 0.02 + 2 * 0.02^2} \right)$$

$$F_v = 0.75 \text{ Mpa}$$

Si $F_v \leq F'_v \rightarrow 0.75 \text{ MPa} \leq 1.078 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a corte)

Chequeo a compresión axial

Relación esbeltez del elemento

$$\lambda = l_e / r$$
$$\lambda = \frac{2.78}{0.104} = 27$$

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

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

A partir de la siguiente tabla obtenemos el tipo de columna, en este caso es columna CORTA

$$N_{adm} = f_c A$$

$$N_{adm} = F_c * A$$

$$70328.51 \text{ N} = F_c * 0.0377$$

$$F_c = 1.87 \text{ Mpa}$$

Si $F_c \leq F'_c \rightarrow 1.87 \text{ Mpa} \leq 13.59 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a compresión paralela)

Chequeo a esfuerzo a tensión axial

$$f_t = \frac{T}{A_n} \leq F'_t$$

$$T = 4857.6 \text{ N}$$

$$F'_t = 1.078 \text{ Mpa}$$

$$F_t = 4857.6 \text{ N} / 0.0377 \text{ m}^2$$

$$F_t = 0.13 \text{ Mpa}$$

Si $F_t \leq F'_t \rightarrow 0.13 \text{ MPa} \leq 17.248 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a tensión)

Chequeo a esfuerzo a flexión con carga axial

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

$$\frac{0.13}{17.248} + \frac{0.67}{5.39} \leq 1$$

$$0.13 \leq 1$$

Si $che \leq 1 \rightarrow 0.13 \leq 1$ (Cumple con el chequeo a flexión con carga axial)

Coeficiente de magnificación de momentos

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

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 7300 * 10^6 \text{ N/m}^2 * 0.000411 \text{ m}^4}{(2.78 \text{ m})^2} = 3831552.98 \text{ N}$$

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

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5\left(\frac{70328.51 \text{ N}}{3831552.98 \text{ N}}\right)} = 1.03$$

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

$$\frac{1.87 \text{ Mpa}}{13.59 \text{ Mpa}} + \frac{1.03 * 0.67}{5.39} = 0.26$$

Si $che \leq 1 \rightarrow 0.26 \leq 1$ (Cumple con el chequeo a flexión - compresión)

Elemento: columna interior inclinada

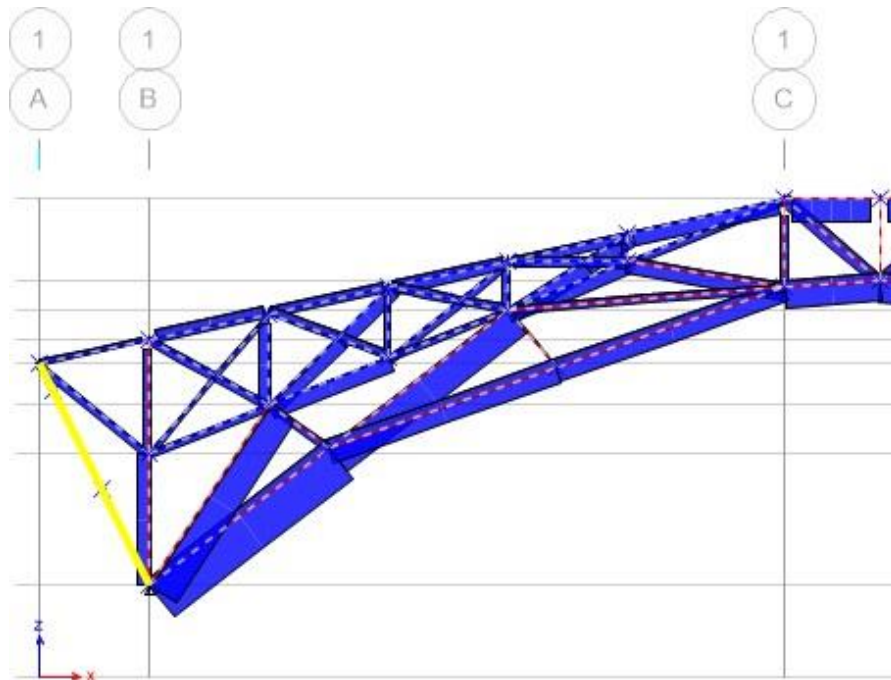


Figura 29: columna inclinada – ETABS

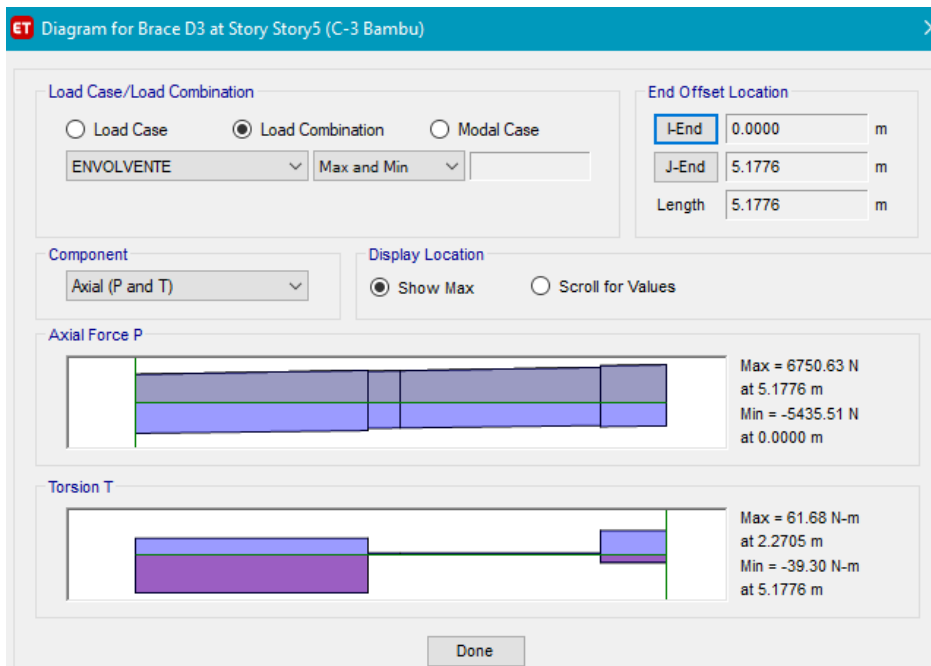


Figura 30: Solicitación a compresión y tensión – ETABS

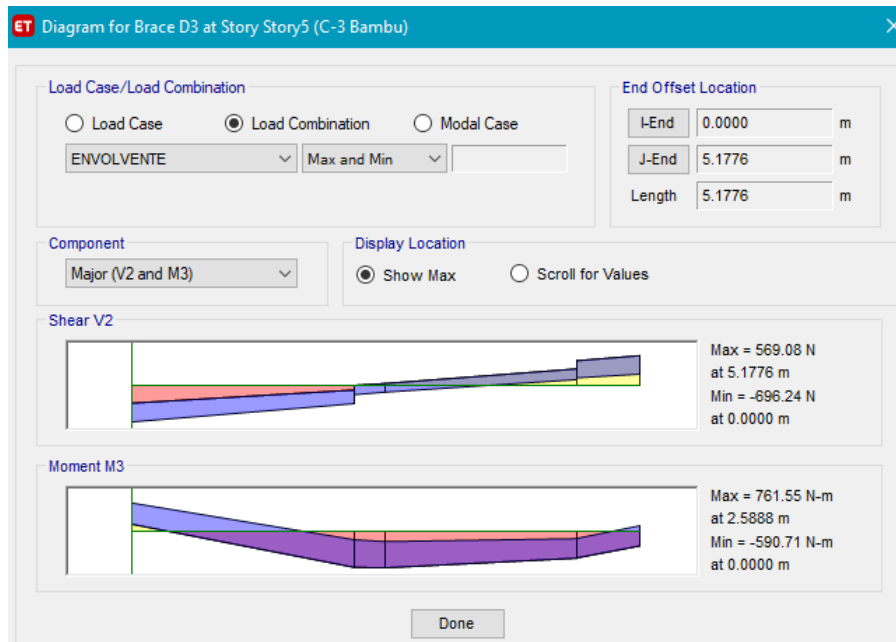


Figura 31: Momento de flexión y corte – ETABS

Datos del elemento:

Longitud del elemento: 5.17m

Longitud diseño = l_e

La longitud de diseño será hasta donde el elemento presente un arriostramiento

$l_e = 5.17m$

Solicitud a compresión

$N = 5435.51 \text{ N}$

Solicitud a Tensión

$T = 6750.63 \text{ N}$

Solicitud a flexión

$M = 761.55 \text{ N-m}$

Solicitud a corte

$V = 696.24 \text{ N}$

SECCION DEL ELEMENTO

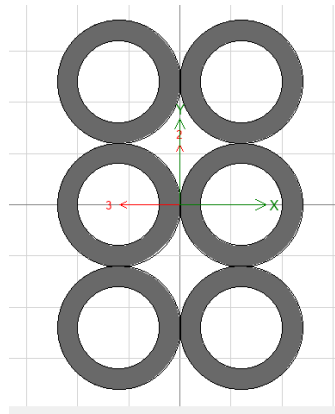


Figura 32: Sección transversal del elemento – ETABS

Numero de culmos = 6

Diámetro externo = 12 cm

Diámetro interno = 10 cm

Espesor (T) = 2cm

Lu = longitud total

Coefficiente de longitud efectiva = K = 1

Le= 5.17 (1) = 5.17 m

Coefficientes de modificación

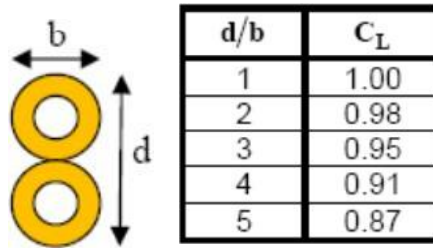
CD = coeficiente de modificación por duración de carga

CD = 1

Cr = coeficiente de modificación por redistribución de carga

Cr = 1.1.

CL = coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas



d = 36 cm y b=24 cm d/b= 1.5

CL= 0.98

Properties	
Center of Gravity	
Xcg (m)	0
Ycg (m)	0
Analysis Properties	
Area (m ²)	0.0377
AS2 (m ²)	0.0238
AS3 (m ²)	0.0242
I22 (m ⁴)	0.000185
I23 (m ⁴)	0
I33 (m ⁴)	0.000411
J (m ⁴)	0.000212
Design Properties	
R22 (m)	0.07
R33 (m)	0.1044
S22 Negative (m ³)	0.001539
S22 Positive (m ³)	0.001539
S33 Negative (m ³)	0.002283
S33 Positive (m ³)	0.002283
Z22 (m ³)	0.002247
Z33 (m ³)	0.003398

Figura 33: Propiedades de la sección – ETABS

Área neta de la sección= 0.0377 m²

Inercia total = 0.000411 m⁴

$$\text{Radio de giro} = \sqrt{\frac{0.000411}{0.0377}} = 0.104 \text{ m}$$

Esfuerzo admisible modificado

$$F'_i = F_i * C_D * C_L * C_r$$

Esfuerzo a flexión modificado

$$F'_m = 5 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 5.39 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a corte modificado

$$F'v = 1 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 1.078 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a tensión modificado

$$F't = 16 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 17.248 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a compresión paralela modificado

$$F'c = 13 \text{ Mpa} * 1 * 0.98 * 1.1 = 13.59 \text{ Mpa}$$

Chequeo a esfuerzo a flexión

$$f_m = \frac{M}{S} \leq f'_m$$

Fm = esfuerzo a flexión actuante, en Mpa

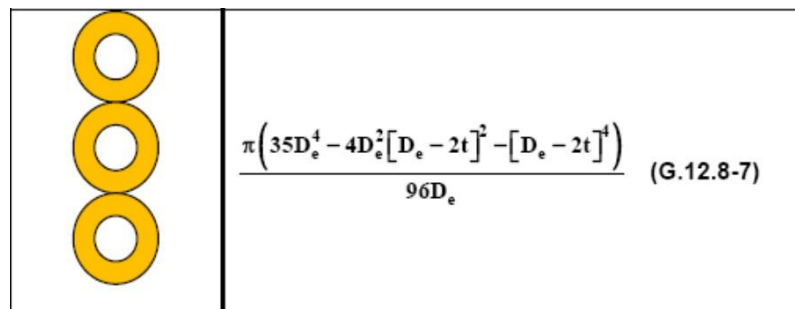
$$F'm = 5.39 \text{ Mpa}$$

esfuerzo admisible modificado, en Mpa

$$M = 761.55 \text{ N-m}$$

momento actuante sobre el elemento N mm

Calculando el módulo de sección (S):



$$S = \frac{\pi(35 * 0.12^4 - 4 * 0.12^2(0.12 - 2 * 0.02)^2 - (0.12 - 2 * 0.02)^4)}{96(0.12)}$$

$$S = 0.0018 \text{ m}^3 = 0.0036$$

$$F_m = \frac{761.55 \text{ N} - \text{m}}{0.0036 \text{ m}^3}$$

$$F_m = 0.21 \text{ Mpa}$$

Si $F_m \leq F'_m \rightarrow 0.21 \text{ MPa} \leq 5.39 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a flexión)

Chequeo a esfuerzo a corte

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

F_v = esfuerzo a corte actuante, en Mpa

$F'_v = 1.078 \text{ Mpa}$ esfuerzo admisible modificado, en Mpa

$V = 696.24 \text{ N}$

$$F_v = \frac{2 * 696.24}{3 * 0.0377} * \left(\frac{3 * 0.12^2 - 4 * 0.12 * 0.02 + 4 * 0.02^2}{0.12^2 - 2 * 0.12 * 0.02 + 2 * 0.02^2} \right)$$

$$F_v = 0.042 \text{ Mpa}$$

Si $F_v \leq F'_v \rightarrow 0.042 \text{ MPa} \leq 1.078 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a corte)

Chequeo a compresión axial

Relación esbeltez del elemento

$$\lambda = l_e / r$$

$$\lambda = \frac{5.17}{0.104} = 49$$

Clasificación de columnas: según su relación de esbeltez, las columnas de guadua rolliza se clasifican en cortas, intermedias o largas. La esbeltez C_k es el límite entre las columnas intermedias y las columnas largas y está dado por la siguiente formula:

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{E_{0.05}}{F'_c}}$$

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{7300}{13.59}} = 59$$

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

A partir de la siguiente tabla obtenemos el tipo de columna, en este caso es columna INTERMEDIA

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

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

$$5435.51 \text{ N} = F_c * 0.0377 \left(1 - \frac{1}{3} \left(\frac{49}{59} \right)^4 \right)$$

$$F_c = 0.18 \text{ Mpa}$$

Si $F_c \leq F'_c \rightarrow 0.18 \text{ Mpa} \leq 13.59 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a compresión paralela)

Chequeo a esfuerzo a tensión axial

$$f_t = \frac{T}{A_n} \leq F'_t$$

$$T = 6750.63 \text{ N}$$

$$F'_t = 1.078 \text{ Mpa}$$

$$F_t = 6750.63 \text{ N} / 0.0377 \text{ m}^2$$

$$F_t = 0.18 \text{ Mpa}$$

Si $F_t \leq F'_t \rightarrow 0.18 \text{ MPa} \leq 17.248 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a tensión)

Chequeo a esfuerzo a flexión con carga axial

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

$$\frac{0.18}{17.248} + \frac{0.21}{5.39} \leq 1$$

$$0.05 \leq 1$$

Si $che \leq 1 \rightarrow 0.05 \leq 1$ (Cumple con el chequeo a flexión con carga axial)

Coefficiente de magnificación de momentos

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

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 7300 * 10^6 \text{ N/m}^2 * 0.000411 \text{ m}^4}{(5.17 \text{ m})^2} = 1107856 \text{ N}$$

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

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5\left(\frac{5435.51 \text{ N}}{1107856 \text{ N}}\right)} = 1.007$$

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

$$\frac{0.18 \text{ Mpa}}{13.59 \text{ Mpa}} + \frac{1.007 * 0.21}{5.39} = 0.053$$

Si $che \leq 1 \rightarrow 0.053 \leq 1$ (Cumple con el chequeo a flexión - compresión)

Elemento: columna inclinada

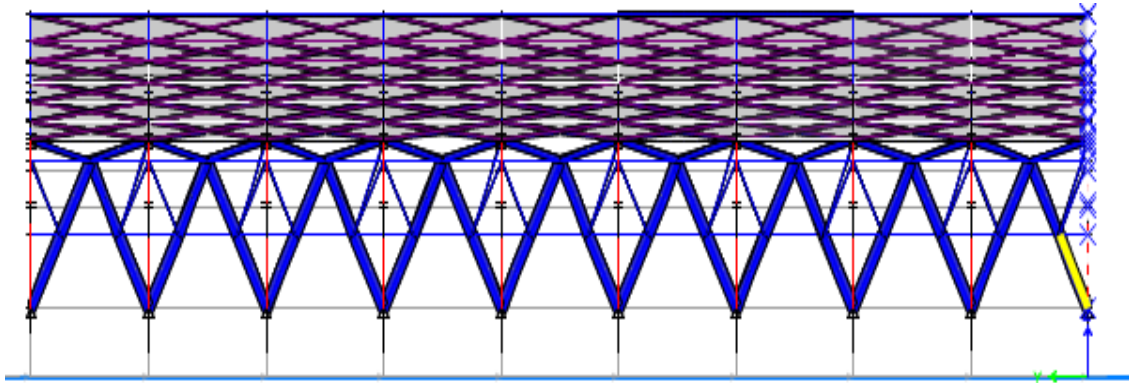


Figura 34: columna inclinada – ETABS

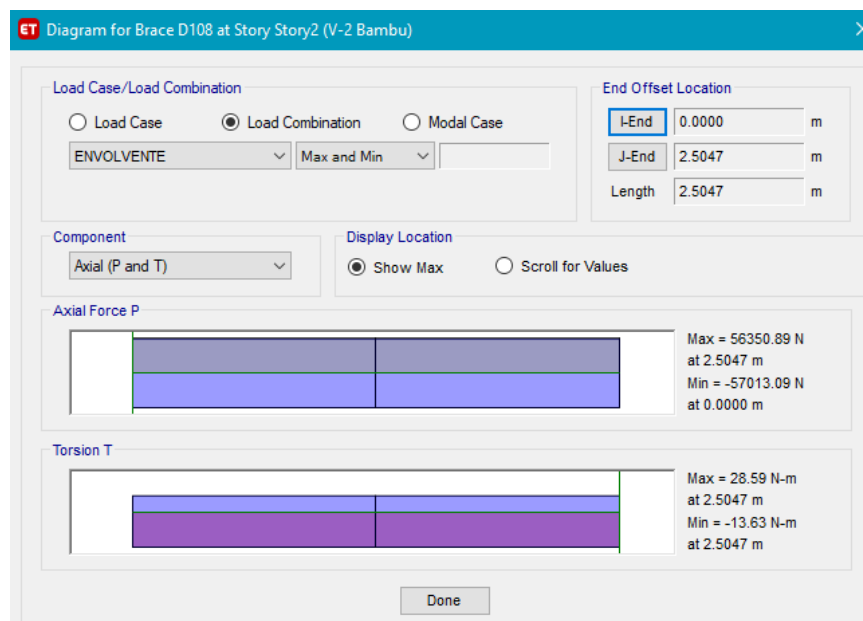


Figura 35: Solicitación a compresión y tensión – ETABS

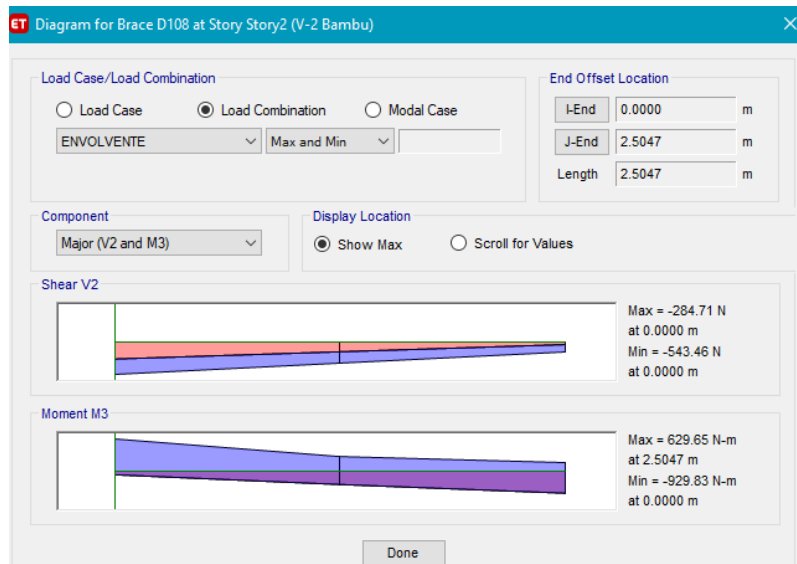


Figura 36: Momento de flexión y corte – ETABS

Datos del elemento:

Longitud del elemento: 5 m.

Longitud diseño = l_e

La longitud de diseño será hasta donde el elemento presente un arriostramiento

$l_e = 2.50$ m

Solicitud a compresión

$N = 57013$ N

Solicitud a Tensión

$T = 56350$ N

Solicitud a flexión

$M = 929$ N-m

Solicitud a corte

$V = 543$ N

SECCION DEL ELEMENTO

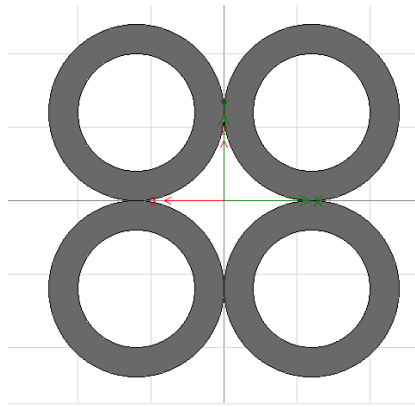


Figura 37: Sección transversal del elemento – ETABS

Numero de culmos = 4

Diámetro externo = 12 cm

Diámetro interno = 10 cm

Espesor (T) = 2cm

Lu = longitud total

Coefficiente de longitud efectiva = $K = 1$

$Le = 2.50(1) = 2.50$ m

Coefficientes de modificación

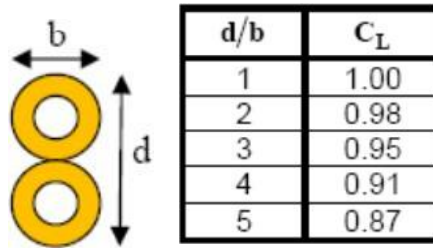
CD = coeficiente de modificación por duración de carga

CD = 1

Cr = coeficiente de modificación por redistribución de carga

Cr = 1.1.

CL = coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas



d = 24 cm y b=24 cm d/b= 1

CL= 1

Properties	
Center of Gravity	
Xcg (m)	0
Ycg (m)	0
Analysis Properties	
Area (m ²)	0.0251
AS2 (m ²)	0.0161
AS3 (m ²)	0.0161
I22 (m ⁴)	0.000123
I23 (m ⁴)	0
I33 (m ⁴)	0.000123
J (m ⁴)	0.000111
Design Properties	
R22 (m)	0.07
R33 (m)	0.07
S22 Negative (m ³)	0.001026
S22 Positive (m ³)	0.001026
S33 Negative (m ³)	0.001026
S33 Positive (m ³)	0.001026
Z22 (m ²)	0.001498
Z33 (m ²)	0.001498

Figura 38: Propiedades de la sección – ETABS

Área neta de la sección= 0.0251m²

Inercia total = 0.000123 m⁴

$$\text{Radio de giro} = \sqrt{\frac{0.000123}{0.0251}} = 0.07 \text{ m}$$

Esfuerzo admisible modificado

$$F'_i = F_i * C_D * C_L * C_r$$

Esfuerzo a flexión modificado

$$F'_m = 5 \text{ Mpa} * 1 * 1 * 1.1 = 5.5 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a corte modificado

$$F'v = 1 \text{ Mpa} * 1 * 1 * 1.1 = 1.1 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a tensión modificado

$$F't = 16 \text{ Mpa} * 1 * 1 * 1.1 = 17.6 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo a compresión paralela modificado

$$F'c = 13 \text{ Mpa} * 1 * 1 * 1.1 = 14.3 \text{ Mpa}$$

Chequeo a esfuerzo a flexión


$$f_m = \frac{M}{S} \leq f'_m$$

Fm = esfuerzo a flexión actuante, en Mpa

F'm = 5.5 Mpa esfuerzo admisible modificado, en Mpa

M = 929 N-m momento actuante sobre el elemento N mm

Calculando el módulo de sección (S):

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

$$S = \frac{\pi (5 * 0.12^4 - 4 * 0.12^2 (0.12 - 2 * 0.02)^2 - (0.12 - 2 * 0.02)^4)}{32(0.12)}$$

$$S = 0.00051 \text{ m}^3(2) = 0.00102 \text{ m}^3$$

$$Fm = \frac{929 \text{ N} - \text{m}}{0.00102 \text{ m}^3}$$

$$Fm = 0.91 \text{ Mpa}$$

Si $F_m \leq F'_m \rightarrow 0.91 \text{ MPa} \leq 5.5 \text{ MPa}$ (Cumple con el chequeo a flexión)

Chequeo a esfuerzo a corte

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

F_v = esfuerzo a corte actuante, en Mpa

F'_v = 1.1 Mpa

Esfuerzo admisible modificado, en Mpa

V = 543 N

$$F_v = \frac{2 * 543}{3 * 0.0251} * \left(\frac{3 * 0.12^2 - 4 * 0.12 * 0.02 + 4 * 0.02^2}{0.12^2 - 2 * 0.12 * 0.02 + 2 * 0.02^2} \right)$$

$$F_v = 0.048 \text{ Mpa}$$

Si $F_v \leq F'_v \rightarrow 0.048 \text{ MPa} \leq 1.1 \text{ MPa}$ (Cumple con el chequeo a corte)

Chequeo a compresión axial

Relación esbeltez del elemento

$$\lambda = l_e / r$$

$$\lambda = \frac{2.50}{0.07} = 35$$

Clasificación de columnas: según su relación de esbeltez, las columnas de guadua rolliza se clasifican en cortas, intermedias o largas. La esbeltez C_k es el límite entre las columnas intermedias y las columnas largas y está dado por la siguiente formula:

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{E_{0.05}}{F'_c}}$$

$$C_k = 2.565 \sqrt{\frac{7300}{14.3}} = 58$$

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

A partir de la siguiente tabla obtenemos el tipo de columna, en este caso es columna INTERMEDIA

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

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

$$57013 \text{ N} = F_c * 0.0251 \left(1 - \frac{1}{3} \left\{ \frac{35}{58} \right\}^4 \right)$$

$$F_c = 2.37 \text{ Mpa}$$

Si $F_c \leq F'_c \rightarrow 2.37 \text{ Mpa} \leq 14.3 \text{ Mpa}$ (Cumple con el chequeo a compresión paralela)

Chequeo a esfuerzo a tensión axial

$$f_t = \frac{T}{A_n} \leq F'_t$$

$$T = 563.5 \text{ N}$$

$$F't = 17.6 \text{ Mpa}$$

$$F_t = 563.5 \text{ N} / 0.0251 \text{ m}^2$$

$$F_t = 2.24 \text{ Mpa}$$

$$\text{Si } F_t \leq F't \rightarrow 2.24 \text{ MPa} \leq 17.6 \text{ Mpa} \text{ (Cumple con el chequeo a tensión)}$$

Chequeo a esfuerzo a flexión con carga axial

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

$$\frac{2.24}{17.6} + \frac{0.91}{5.5} \leq 1$$

$$0.30 \leq 1$$

$$\text{Si } che \leq 1 \rightarrow 0.30 \leq 1 \text{ (Cumple con el chequeo a flexión con carga axial)}$$

Coefficiente de magnificación de momentos

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

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 7300 * 10^6 \text{ N/m}^2 * 0.000123 \text{ m}^4}{(2.5 \text{ m})^2} = 1417906.85 \text{ N}$$

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

$$K_m = \frac{1}{1 - 1.5\left(\frac{57013 \text{ N}}{1417906.85 \text{ N}}\right)} = 1.06$$

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

$$\frac{2.37 \text{ Mpa}}{14.3 \text{ Mpa}} + \frac{1.06 * 0.91}{5.5} = 0.34$$

Si $che \leq 1 \rightarrow 0.34 \leq 1$ (Cumple con el chequeo a flexión - compresión)

INTERPRETACIÓN:

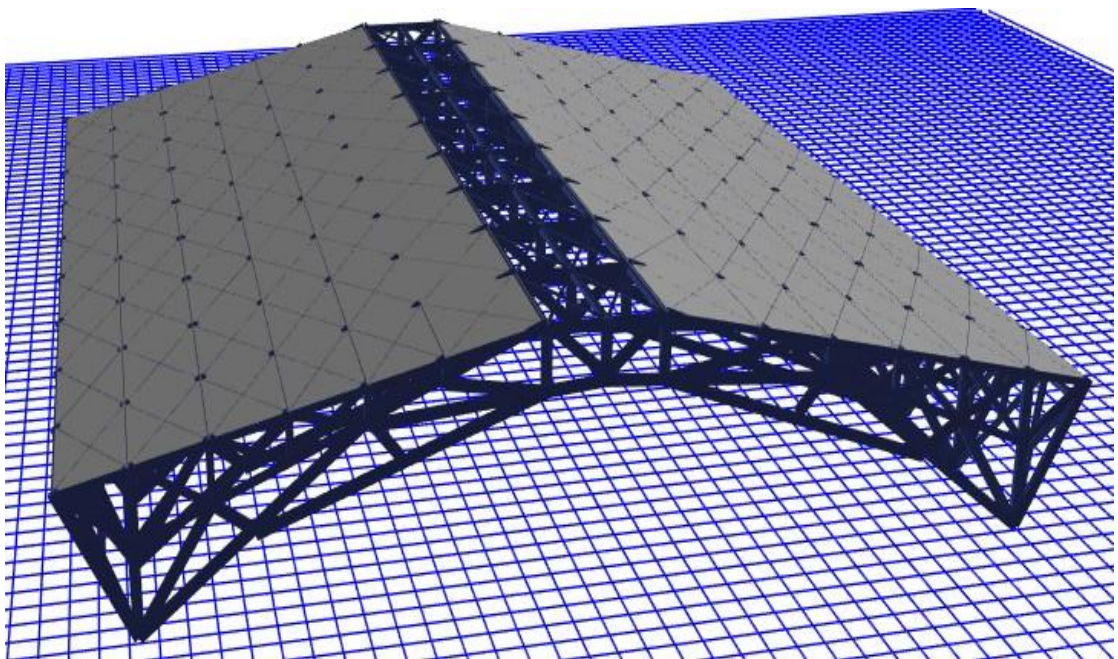
El sistema general resiste a cargas gravitacionales (verticales) y cargas eventuales (sismos), estará soportado por una configuración de cerchas, en las que, se liberan los momentos en las montantes. En tanto a la viga superior e inferior son elementos que resistirán momentos de flexión, esto debido a que absorberán los esfuerzos verticales por vinientes de las correas y techo. Por último, las columnas de Bambú resistirán cargas a Flexocompresión debido a que las fuerzas transmitidas desde las cerchas, riostras y elementos conectores entre pórticos principales

Los elementos estructurales se diseñaron de acuerdo a lo establecido en la norma E.100 del reglamento nacional de edificaciones, se verificaron que cumplan con los parámetros establecidos para poder soportar a los distintos esfuerzos a los que se encuentran sometidos. Se verificaron las columnas y cumplieron con el chequeo al esfuerzo de corte, esfuerzo de flexión, esfuerzo de compresión, esfuerzo de tensión axial, esfuerzo de flexión con carga axial y esfuerzo de flexo-compresión. Mientras que las vigas cumplieron con el chequeo al esfuerzo de corte, esfuerzo de flexión, esfuerzo de compresión.

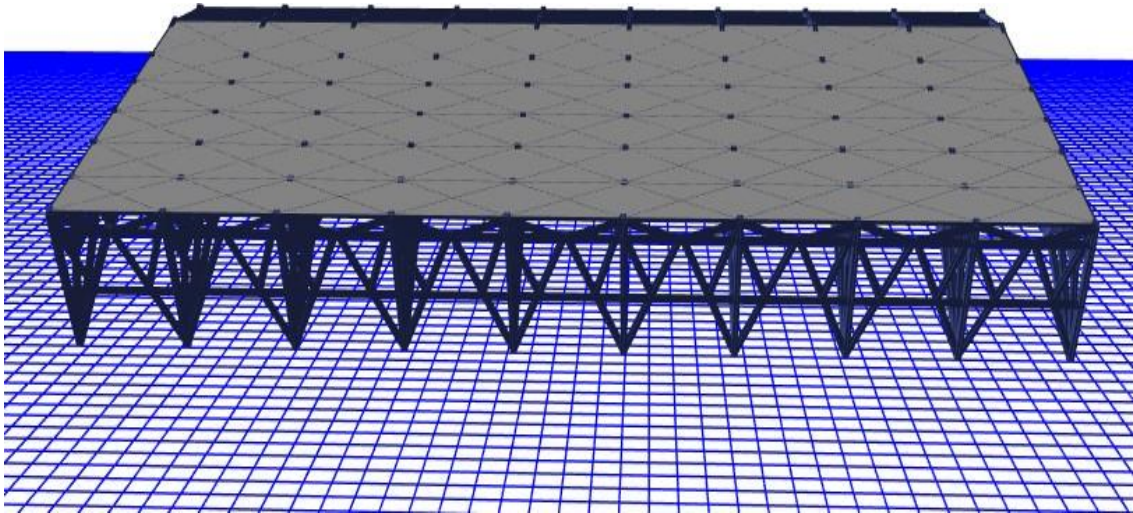
Con respecto al sexto objetivo específico el cual fue realizar el modelamiento final de la estructura cubierta de bambú en losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020, se obtuvo como resultado los siguientes renders:

Diseño geométrico final de la estructura

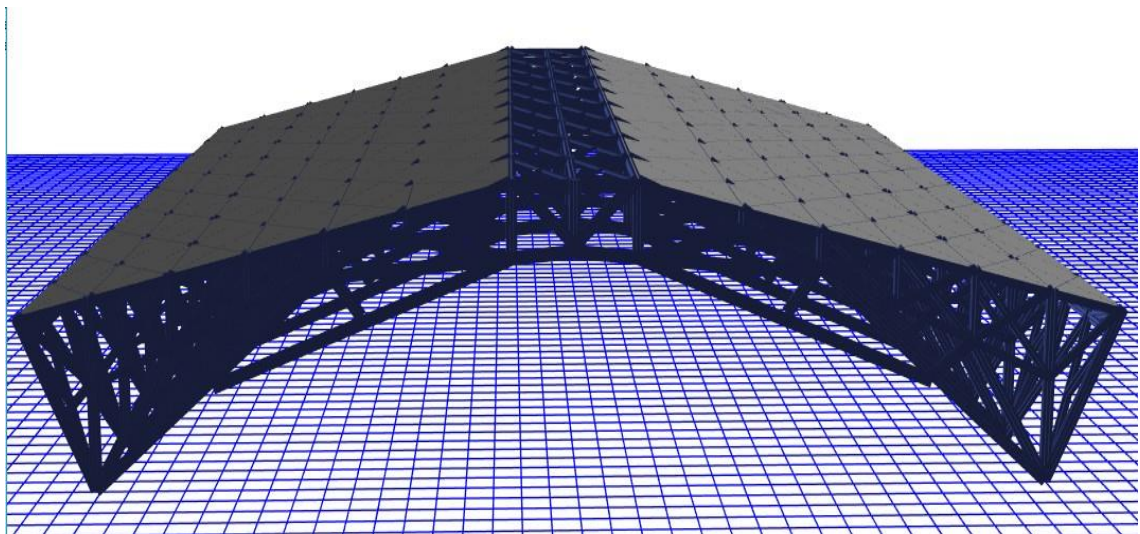
Vista 3d:



Vista lateral:

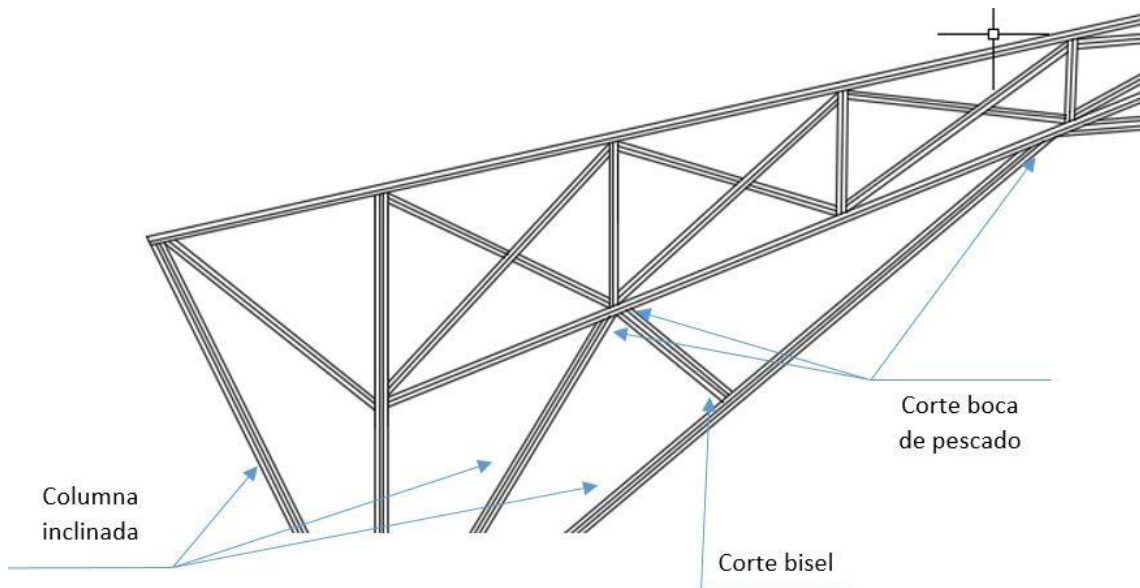


VISTA FRONTAL:

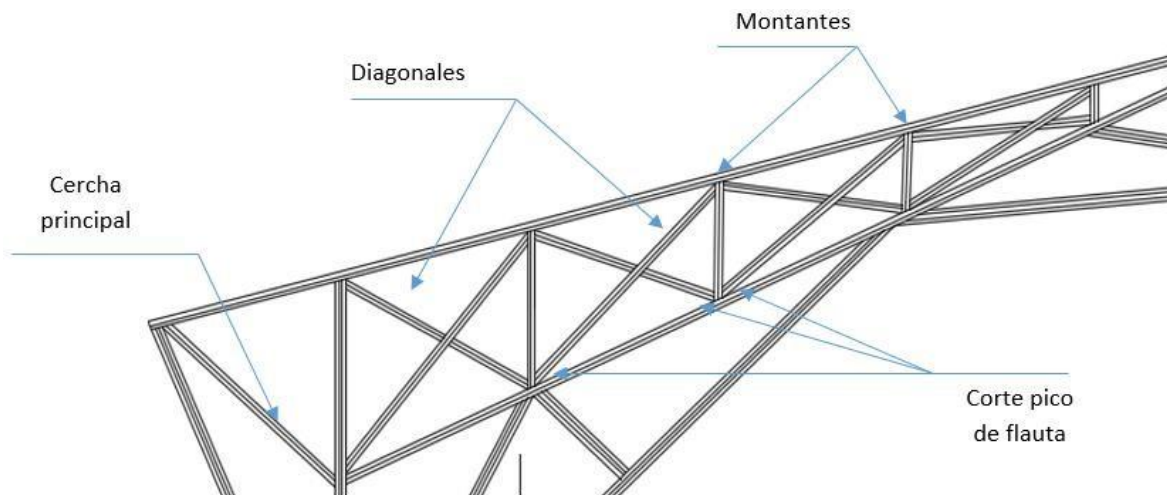


Detalle de las uniones

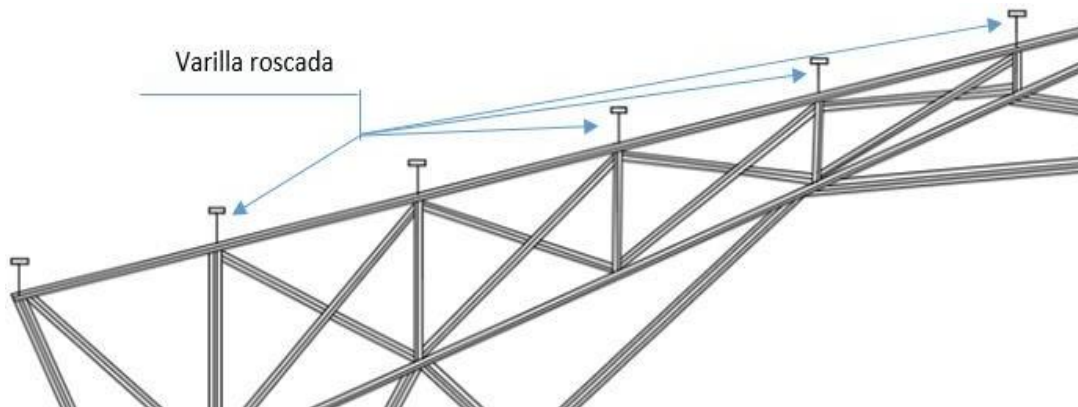
Para la unión entre Columnas principales, columnas inclinadas y arriostamientos se considera adecuado utilizar corte “bisel” y “boca de pescado” como se indica en la siguiente imagen



Para realizar la unión entre la cercha principal, montantes y diagonales es recomendable hacer corte tipo “Pico de Flauta” como se muestra en la imagen



La unión entre las cercha principal y las correas se realizan a través de un corte recto entre correas y unión con varilla roscada de 12 mm como se observa en la imagen



INTERPRETACION:

El diseño de la estructura de cubierta definitivo consta de 4 columnas las cual están diseñadas con una sección de 6 culmos de bambú de 12 cm de diámetro que garantizan un diseño por esfuerzos admisibles; por otro lado la parte de los cordones, montantes y diagonales están conformados por una sección de 4 culmos de bambús además para darles rigidez en el eje Y , además presentan una arriostramiento en los extremos por una sección de 2 culmos de 10 cm de espesor y finalmente presentan arriostramiento en la parte superior de la cubierta de correas de 10 cm de diámetro para darles rigidez en la dirección "Y". La estructura garantiza rigidez en ambas direcciones, además cumple con el diseño por esfuerzos admisibles.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al primer objetivo específico que consistió en ingresar datos y parámetros en el programa ETABS, para el diseño estructural de una cubierta de bambú en losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura, Piura 2020; se conoce que la caña de Bambú es el tallo de la planta de bambú que por lo general es hueco y nudoso y está conformado por las siguientes partes: nudo, entrenudo, diafragma y pared (NORMA E.100, 2019) , además que el programa ETABS es un programa de análisis y diseño estructural de edificios, este software ofrece herramientas de modelado y visualización de objetos 3D, poder analítico lineal y no lineal, opciones de dimensionamiento sofisticadas y que abarcan una amplia gama de materiales

En cuanto a los datos y parámetros, las propiedades físicas, mecánicas del bambú (*guadua angustifolia*) que se establecieron se encuentran especificadas a la norma E.100 (2019); mientras que las propiedades geométricas, se consideró un diámetro de 10 cm y 12 cm para los elementos estructurales y según la investigación desde Lima, Perú de JUAREZ, Diego (2019) presenta como propiedades mecánicas de acuerdo a experimentos realizados en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Bogotá. Cañas de guadua, especie que también se emplea en el Perú, dentro de las propiedades mecánicas de esfuerzo a tracción entre 1660-1940 (Kg/cm²); esfuerzo a compresión entre 230-700 (Kg/cm²); flexión s/d; módulo de elasticidad 107000 – 170000 (kg/cm²), (GUZMAN, 1989).

Los resultados tienen una variación considerable esto al ser una investigación realizada hace mucho tiempo atrás y actualmente existir mejores herramientas para realizar ensayos con menos margen de error y encontrar resultados y datos que se acerquen más.

Mientras que para el segundo objetivo específico de la investigación; el cual era realizar la estructuración preliminar de la estructura de cubierta de bambú tomando en cuenta las normas del RNE para losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. se tiene como conocimiento que la cubierta ecológica, al tipo de cubierta que debe cumplir con algunos parámetros: debe asegurar la seguridad , estar diseñada y ejecutada con materiales reciclables u renovables, y contribuir a una edificación sostenible de bajo impacto ambiental (PROMATERIALES, 2017)

En cuanto a la estructuración preliminar de la estructura de cubierta, se diseñó una estructura conformada de material Bambú (*Guadua angustifolia*), este material está establecido en el Reglamento Nacional de edificaciones, considerándolo un material que cumple con los requisitos para ser estructural. El uso de la estructura es para una cubierta para una losa deportiva multiusos, las dimensiones de la losa consideraron de 19 m. x 32 m. Para el diseño se propuso que la estructura sea de 31 m. x 44 m. que distan cada 4.23 metros en el eje transversal con una altura de la estructura de 10 m. y según la investigación desde Arequipa, Perú de DIAZ, Paul (2016) presenta un sistema estructural de columnas de concreto armado, las cuales soportan una estructura ligera compuesta por armaduras de acero y coberturas livianas de Eternit. La ubicación de la edificación es en la Provincia de Camaná, Distrito de La Punta. Mientras que para Análisis y Diseño de la Armadura Combinada Bambú-Acero se propone construir un tijeral utilizando la misma geometría del tijeral de acero de armadura tipo Fink.

Ambos resultados muestran algunas coincidencias en el tema del diseño, los dos resultados son estructuras a dos aguas, la diferencia es la investigación previa utiliza acero y en la nueva investigación solamente es de bambú la estructura. Además, la cobertura de la investigación previa utiliza una cubierta de eternit, mientras que la nueva investigación utiliza una cobertura de Galvalume. Por otro lado, la estructura de la investigación previa tiene un ancho en el eje X de 9.60 m. Mientras que la estructura de la nueva investigación tiene un ancho en el eje X de 31 m.

Así también, para el tercer objetivo específico de la investigación el cual consistió en realizar el análisis estático de la estructura de cubierta de bambú en una losa deportiva multiuso en la ciudad de Piura. Piura. 2020 mediante el programa ETABS, el análisis estático es el método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación. Debe emplearse sólo para edificios sin irregularidades y de baja altura (NORMA E.030, 2019).

En cuanto al análisis sísmico estático de la estructura se obtuvieron periodos menos a 1 segundo, y los dos, primeros periodos fueron trasnacionales, además como resultado de la cortante estática en la case se obtuvo el mismo resultado al arrojado automáticamente por el programa etabs. Finalmente se calculó de las

fuerzas laterales en altura mientras que, según la investigación desde Abanto, Ecuador de VÁSQUEZ, Juan (2018) realiza un análisis en el cual extrae periodos menores a un segundo y calcula la cortante basal. En ambos estudios se utiliza un software para realizar el análisis y cumple con lo establecido en la norma.

Mientras que para el cuarto objetivo específico de la investigación el cual consistió en realizar el análisis dinámico de la estructura de cubierta de bambú en una losa deportiva multiuso en la ciudad de Piura. Piura. 2020 mediante el programa ETABS, se conoce que el análisis dinámico comprende el análisis de las fuerzas, desplazamientos, velocidades y aceleraciones que aparecen en una estructura o mecanismo como resultado de los desplazamientos y deformaciones que aparecen en la estructura (NORMA E.030, 2019).

En cuanto al análisis dinámico se inició comprobando que el porcentaje de masas participativas cumplan con la norma, es decir sean mayor al 90 %, además de verificaron que los desplazamientos cumplan con el límite que exige y finalmente la cortante mínima basal en la base cumple con el chequeo siendo mayor que el 80 % de la cortante estática mientras que según la investigación desde Abanto, Ecuador de VÁSQUEZ, Juan (2018) realiza un análisis comparativo de resultados de distintos programas, coincidiendo en el porcentaje de más y en los periodos, finalmente realiza el cálculo de los desplazamientos y verifica que se cumplan.

Ambos resultados se rigen las normas que especifica cada país, llegando a resultados que estén dentro de lo permitido.

Por otro lado, el quinto objetivo específico el cual era realizar el diseño de los elementos estructurales de la cubierta de cubierta de bambú en losas deportivas multiusos en la ciudad de Piura. Piura. 2020, se define según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (2017) que los elementos estructurales son las partes de una construcción que sirven para darle resistencia y rigidez, su función principal es sobrellevar el peso de la construcción y otras fuerzas como sismos, vientos, etc.

En cuanto al diseño de cada uno de los elementos de bambú (*guadua angustifolia*), fueron diseñados para la estructura cumpla con las condiciones de diseño por esfuerzos admisible, es decir, que los valores de esfuerzos solicitantes son menores a los esfuerzos admisibles que determina la norma E.100 del reglamento nacional de

edificaciones y según la investigación desde Arequipa, Perú de DIAZ, Paul (2016) en su tesis se le realizó un análisis a una armadura de tipo Fink con ángulos a sesenta grados. Las luces y fondos de la estructura son de 10 y 20 metros se extrajeron los datos de un software que no se especifica y partir de los datos máximos se diseñaron por esfuerzos admisibles a tracción y compresión, los mismos que cumplieron a lo establecido en la norma.

VI. CONCLUSIONES

1. Se identificaron que los datos y parámetros de material bambú (*guadua angustifolia*) que se ingresaron al programa ETABS fueron: 1. Propiedades físicas: peso específico (750 kg/cm³). 2. Propiedades mecánicas: flexión (5Mpa), tracción paralela a la fibra (16 Mpa), compresión paralela a la fibra (13 Mpa), corte (1 Mpa) y compresión perpendicular (1.3 Mpa); y 3. Propiedades geométricas, diámetro de 12 y 10 cm con un espesor de 2cm
2. Se elaboró la estructuración preliminar de la estructura de cubierta de bambú tomando en cuenta las normas del RNE o de la cubierta en el programa AutoCAD 2019 el cual consta de un plano arquitectónico un plano de cortes y elevaciones., un plano de estructuras y un plano de detalles de las uniones.
3. El resultado del análisis estático fue de un peso total de la edificación de 354.8 Tn; mientras que la cortante basal obtenida es de 81.545 Tn. y la comprobación en el programa es de 81.542, ambas son las mismas. Y finalmente la distribución de la fuerza sísmica en altura es la misma en el programa como la calculada manualmente, sobresaliendo la mayor fuerza en el Piso 6 =41.054 que es aproximadamente el 50 % de la total.
4. El resultado del análisis dinámico espectral se obtuvieron periodos menores a un segundo en el eje X e Y. Por el lado de las derivas de piso, se logró comprobar que las derivas elásticas luego al convertirlas inelásticas sean menores que el límite de distorsión que exige la norma. Además, la cortante mínima que exige la norma también se comprobó, cumpliéndose que sea menor que el 80 % de cortante estática.
5. Los diseños de los elementos estructurales cumplieron con los chequeos están establecidos en el reglamento nacional de edificaciones, se verificó que cumplen con el esfuerzo a flexión, esfuerzo a tracción, esfuerzo a corte, esfuerzo a compresión, esfuerzo a flexo compresión y esfuerzo a tracción con carga axial.

El objetivo general se cumple con el diseño estructural de la Diseño estructural de una cubierta ecológica elaborada a base de Bambú en losa deportiva multiusos en la ciudad de Piura. Piura, en el anexo N° 01 se observa el plano arquitectónico y en el Anexo N°16 y N°17 la modelación de la estructura de Bambú.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas de laboratorio con Bambú (*guadua angustifolia*) de lugares productores de este material dentro de la región de Piura para corroborar que cumplan con las propiedades que exige la normativa vigente y así se pueda aplicar en construcciones.
2. Realizar un estudio experimental teniendo en cuenta al bambú como material de utilidad para la elaboración de proyectos de estructuras diversas y comprobar en la realidad el comportamiento de este material.
3. Generar un plan de aprovechamiento sostenible donde se apoye el emprendimiento de negocios formales en donde se venda el bambú o caña de Guayaquil como material estructural para diversas construcciones, pero que cuente con las debidas especificaciones técnicas de acuerdo a las Normas del reglamento nacional de edificaciones.
4. Enfocarse en el estudio mediante programas estructurales que brindan resultados de comportamiento de las estructuras mediante análisis exigidos por la norma, para generar conocimiento y sacar el pensamiento de las personas que ven este material solo para personas de bajos recursos.
5. Para la parte de las instalaciones eléctricas se recomienda colocar 3 postes en el eje longitudinal de la parte de la entrada y en la parte de atrás, justo por tras de los camerinos para no cortar la circulación. Mientras que en el eje transversal se recomienda colocar reflectores led modulares de 400W y 600W en los dados de concreto a una altura de 1.90 m. los mismos que están orientados a iluminación deportiva ya que poseen módulos orientables individualmente para direccionar el ángulo de apertura.

REFERENCIAS

- Área de Ingeniería Mecánica - Dpto. Ingeniería Mecánica y Construcción. 2018.** Mecapedia - Enciclopedia Virtual de Ingeniería Mecánica. [En línea] 09 de marzo de 2018. http://www.mecapedia.uji.es/coeficiente_de_Poisson.htm.
- ANDER-EGG, Ezequiel. 2011.** *Aprender a investigar: Nociones basicas para la investigacion Social*. Argentina : Editorial Bbrujas, 2011. 9789875912717.
- ARIAS, Fidias. 2015.** *El Proyecto de Investivacion: Introduccion a la metodologia Cientifica*. Caracas : Episteme, 2015. 980-07-8529-9.
- BARNET, Alexander, JABRANE, Jorge y NOLTE, Alberto. 2013.** *Optimizacion de las viviendas del norte del Peru con el uso del bambu* . Lima : Universidad San Martin de Porres, 2013.
- BISQUERRA, Rafael. 1989.** *Metodos de Investigacion Educativa: Guia Practica*. Barcelona : CEAC, 1989.
- BRIONES, Guillermo. 2000.** *La investigacion social y educativa*. Bogota : Tercer Mundo Editores, 2000.
- CARPIO, Jesus y VASQUEZ, Carlos. 2016.** *Caracteristicas fisicas y mecanicas del bambu para fines estructurales*. Trujillo : Universidad privada Antenor Orrego, 2016.
- CASADO, N. 1996.** *Edificios de Alta Calidad Ambiental*. s.l. : Iberica, Alta Tecnologia, 1996. ISSN0211-0776.
- CELI, Luis, HERNANDEZ, Wilmar y GUTIERREZ, Oscar. 2012.** *Caracterizacion de la guadua angustifolia kunt cultivada en miraflores (Bocaya) de acuerdo con la NSR-10*. 2012.
- COBOS, Jorge Alberto y LEON, Xavier Antonio. 2007.** *PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTHY APLICACIÓNAL DISEÑO DE BATERIAS SANITARIAS DEL IASA II"*. Sangolqui : Escuela politecnica del ejercito, 2007.
- Construmatica. 1995.** CONSTRUMATICA: Megaportal de arquitectura,ingenieria y construccion. [En línea] 1995. <https://www.construmatica.com/construpedia/Cubiertas>.
- Diego, JUAREZ GONZALEZ. 2019.** *Uso y Rentabilidad del Bambú como Material Estructural de*. s.l. : PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, 2019.
- ENCALADA, Jimmy. 2016.** *Modelo de panel prefabricado en guadua, aplicado a la industrializacion de la construccion para separaciones perpendiculares* . Cuenca : UNIVERSIDAD DE CUENCA, 2016.
- HERNANDEZ, R. y FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, P. 2014.** *Metodologia de la Investigacion*. 6ta. Mexico : Mc-Graw-Hill interamerica, 2014.
- HERNANDEZ, Roberto. 2004.** *Metodologia de la Investigacion*. La Habana : Editorial Felix Varena, 2004.
- HIDALGO, Laura. 2005.** *Confiabilidad y Validez en el contexto de la Investigacion y Evaluacion Cualitativas*. 2005.

- ICONTEC. 2007.** *MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH E: TEST METHODS FOR THE DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH.* Colombia : s.n., 2007.
- INBAR. 2018.** *Guía didáctica para diseño y construcción de estructuras de Guadua (Gak) y otros Bambues.* QUITO : s.n., 2018. 978-9942-8753-10.
- INSTITUTO DE VIVIENDA, URBANISMO Y CONSTRUCCION. 2009.** : *Proyecto: “Casa de Bambú de dos pisos - 2009”.* Lima : Universidad San Martín de Porres, 2009.
- . **2009.** : *Proyecto: “Iglesia De La Compañía De Jesús – 2009”.* Lima : Universidad San Martín de Porres, 2009.
- . **2019.** *Proyecto: “Cobertura ForestBambu – 2019”.* Lima : Universidad San Martín de Porres, 2019.
- . **2016.** *Proyecto: Casa demostrativa del parque ecológico “Voces por el clima”.* Lima : Universidad San Martín de Porres, 2016.
- JUAREZ , Diego. 2019.** *Uso y rentabilidad del Bamvu como material estructural de construcción .* Lima : s.n., 2019.
- KERLINGER, Fred. 2002.** *Enfoque conceptual de la investigación del Comportamiento.* México : Interoamericana, 2002.
- KIRK, Jerome y MILLER, Marc. 1998.** *Reliability and validity in qualitative research: Qualitative research methods series 1.* s.l. : A Sage University Paper, 1998.
- LIROLA, Carmen. 2020.** *Tipos de cubiertas y tejados. Autopromotores.* [En línea] Junio de 2020. <https://www.autopromotores.com/cubiertas-y-tejados/>.
- MARTINEZ Samuel. 2015.** *BAMBÚ COMO MATERIAL ESTRUCTURAL: GENERALIDADES, APLICACIONES Y MODELIZACION DE UNA ESTRUCTURA TIPO.* Valencia : UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA, 2015.
- MARTINS, Feliberto y PALELLA, Santa. 2006.** *Metodología de la Investigación Cuantitativa.* Caracas : FEDUPEL, 2006.
- NORMA E.010. 2015.** *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.* s.l. : MINISTERIO DE VIVIENDA, 2015.
- NORMA E.100, RNE. 2019.** *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.* [aut. libro] MINISTERIO DE VIVIENDA. 2019.
- OCHOA, Carlos. 2015.** *Muestreo probabilístico: muestreo aleatorio simplez.* 2015.
- Pedro, TEHERAN.** UNIVERSIDAD DEL NORTE. [En línea] Centro para la excelencia docenem¿ ¿¿++.
- PROMATERIALES. 2017.** *Cubierta Ecológica: Una cubierta en el cielo.* 2017.
- REDON, Miguel. 2015.** *BAMBU COMO MATERIAL ESTRUCTURAL: GENERALIDADES, APLICACIONES, Y MODELIZACION DE UNA ESTRUCTURA TIPO .* Valencia : s.n., 2015.
- RODRIGUEZ, Marco. 2010.** *Metodos de Investigación.* México : Universidad Autónoma de Sinaloa, 2010. 607-7929-17-4.

ROLANDO, VP. 2013. SCRIBD. [En línea] 12 de Junio de 2013.
<https://es.scribd.com/document/147378135/Diseno-Estructural-Concepto-y-Etapas>.

RUSQUE, Maria. 2003. *De la diversidad a la unidad en la investigación cualitativa*. Caracas : Vadell Hermanos, 2003. 980-212-284-X.

SABINO, Carlos. 1992. *El Proceso de la Investigacion*. Caracas : Panapo, 1992.

SENSICO. 2014. *Manual de construccion de estructuras de Bambu*. Lima : CARTOLAN EDITORES SRL, 2014.

TAMAYO, Mario. 2010. *El proceso de la investigacion Cientifica*. Mexico : Limusa NORIEGA EDITORES, 2010. ISBN 968-18-5872-7.

TEHERAN, Pedro. 2020. UNIVERSIDAD DEL NORTE. [En línea] Centro para la excelencia docente (CEDU), 2020. <http://ylang-ylang.uninorte.edu.co:8080/Objetos/ingenieria/analisis-estructural/analisis.html>.

TOVAR, Oscar. 1993. *Las Gramineas (Poaceae) del Peru*. España : Real jardin Britanico, 1993. 8400073738.

ANEXO

ANEXO 01: Matriz de operalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño estructural	El diseño es un proceso creativo mediante el cual se definen las características de un sistema de manera tal que cumpla, en forma óptima, con sus objetivos. Precisamente, el objetivo de un sistema estructural es equilibrar las fuerzas a las que va a estar sometido, y resistir las sollicitaciones sin colapso o mal comportamiento (ROLANDO, 2013)	En definitiva, el diseño estructural es una metodología de investigación acerca de la estabilidad, la resistencia y la rigidez de las estructuras. El objetivo del diseño y análisis estructural es producir una estructura capaz de resistir todas las cargas aplicadas sobre sí sin fallas durante su vida de uso.	-Estructuración -Análisis - Diseño	1.1. Norma E.100 1.2. Norma E.20 1.3. Norma E.030 1.4. NTC 6100 1.5. Manual de construcción con Bambú 1.1. AutoCAD 2018 3.1. ETABS
Bambú	El género Guadua reúne los bambúes económicamente más relevantes de América, por su uso. Este género es considerado el más importante por las cualidades que presenta su culmo, de gran porte y diámetro, gran durabilidad, de alta resistencia físico mecánica y como material sismo resistente, apropiado para el uso en la construcción (SENSICO, 2014)	La guadua es un material renovable, con características físicas, químicas y mecánicas extraordinarias; por ser un elemento natural, extrae sus nutrientes del suelo de cultivo (CELI, y otros, 2012)	-Características geométricas - Esfuerzos Admisibles	1.1. Densidad 1.2. Peso específico 2.1. Tracción paralela 2.2. Corte 2.3. Compresión 2.4. Flexión 3.1. Espesor 2.2. Diámetro

FUENTE: Elaboración propia de los autores

ANEXO 02: Paneles especiales perfil Galvalume (IPAC)

Espesor	Peso Aproximado	Distancia entre apoyos
mm	kg/m ²	m
0,35	3,35	1,60
0,40	3,83	1,80
0,45	4,31	2,00
0,50	4,79	2,20
0,60	5,75	2,70

ANEXO 03: Hoja técnica Manta PE (SIKA)

HOJA TECNICA

Sika® Manta PE

Manta asfáltica para impermeabilización

GENERAL	Sika® Manta PE es una manta asfáltica, pre-fabricada a base de asfalto, modificado con polímeros, estructurada con polietileno de alta resistencia, presentando excelente impermeabilización, flexibilidad y adherencia.
USOS	<ul style="list-style-type: none">■ Impermeabilización de todo tipo de cubiertas como ser: hormigón, morteros cementicios, morteros de cal, fibrocemento, cerámicos, asfalto, metales, fibra de vidrio, madera, etc.■ Impermeabilización de sótanos, túneles, playas de estacionamiento, fundaciones, jardineras, etc.
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">■ Proporciona una superficie totalmente impermeable.■ Alta resistencia y gran flexibilidad, que permite absorber los movimientos del sustrato.
DATOS BÁSICOS	
ALMACENAMIENTO	Transportados y almacenados adecuadamente en ambiente cerrado, ventilado, seco, lejos de fuentes de calor, en el empaquetado original, en estantes horizontales, pallets u otro sistema para evitar el contacto directo del paquete con el suelo.
TIEMPO DE VIDA ÚTIL	60 meses desde la fecha de fabricación.
PRESENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none">■ Rollo 10 m² (1 m x 10 m)
DATOS TÉCNICOS	
LARGO	10 metro
ANCHO	1,0 metro
ESPESOR	≥ 3 mm
PESO	≥ 4 kg/m ²

ANEXO 04: Mapa de zonificación (NORMA E.030, RNE)



ANEXO 05: Factor de zona (NORMA E.030, RNE)

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

ANEXO 06 Tabla n° 3 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES (NORMA E.030, RNE)

Tabla N° 3 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policía, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes, cuya falla ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios, fugas de contaminantes, etc.	1,0
D Edificaciones Menores	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1,50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.	(*)

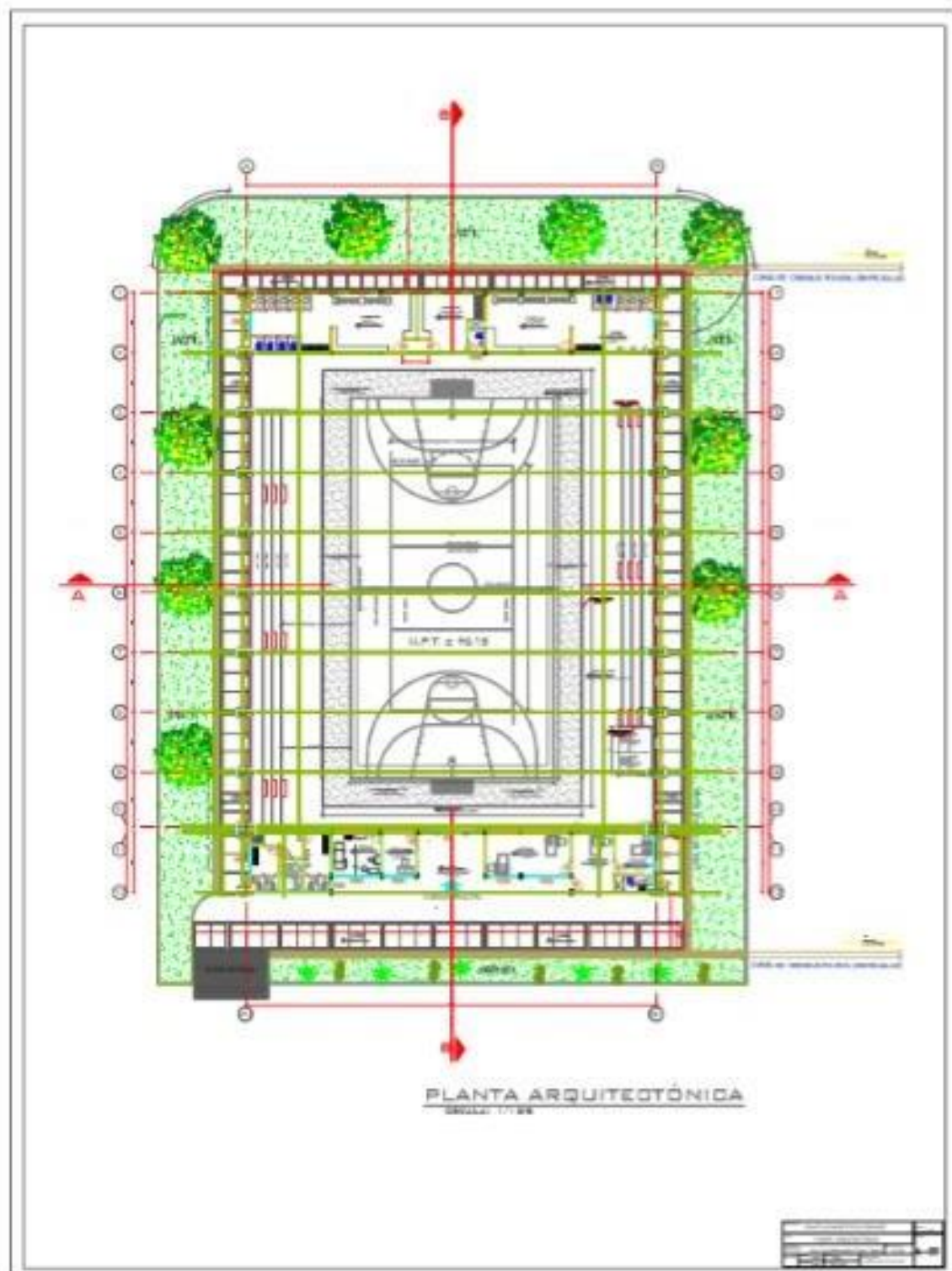
ANEXO 07: Factor de amplificación sísmica (NORMA E.030, RNE)

$$C = 2,5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \quad C \leq 2,5$$

ANEXO 08: Combinaciones de cargas (NORMA E.020, RNE)

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

ANEXO N° 09: A-01 / Plano arquitectónico 01



ANEXO N° 10: A-02 / Plano arquitectónico 02



ANEXO N° 11: D-01 / Plano de detalles 01

ESTRUCTURAS

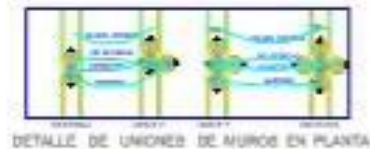
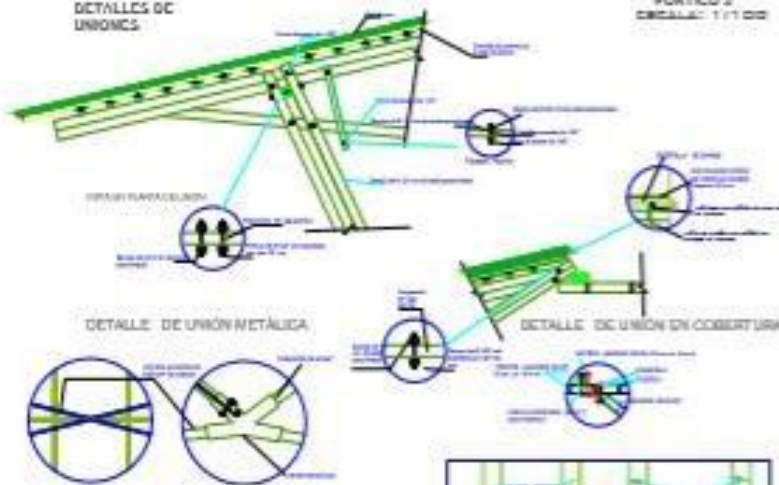


ELEVACIÓN DE ESTRUCTURA:
AMARRE VIGA-COLUMNA
PÓRICO 1
ESCALA: 1/100



ELEVACIÓN DE ESTRUCTURA:
AMARRE VIGA-COLUMNA
PÓRICO 2
ESCALA: 1/100

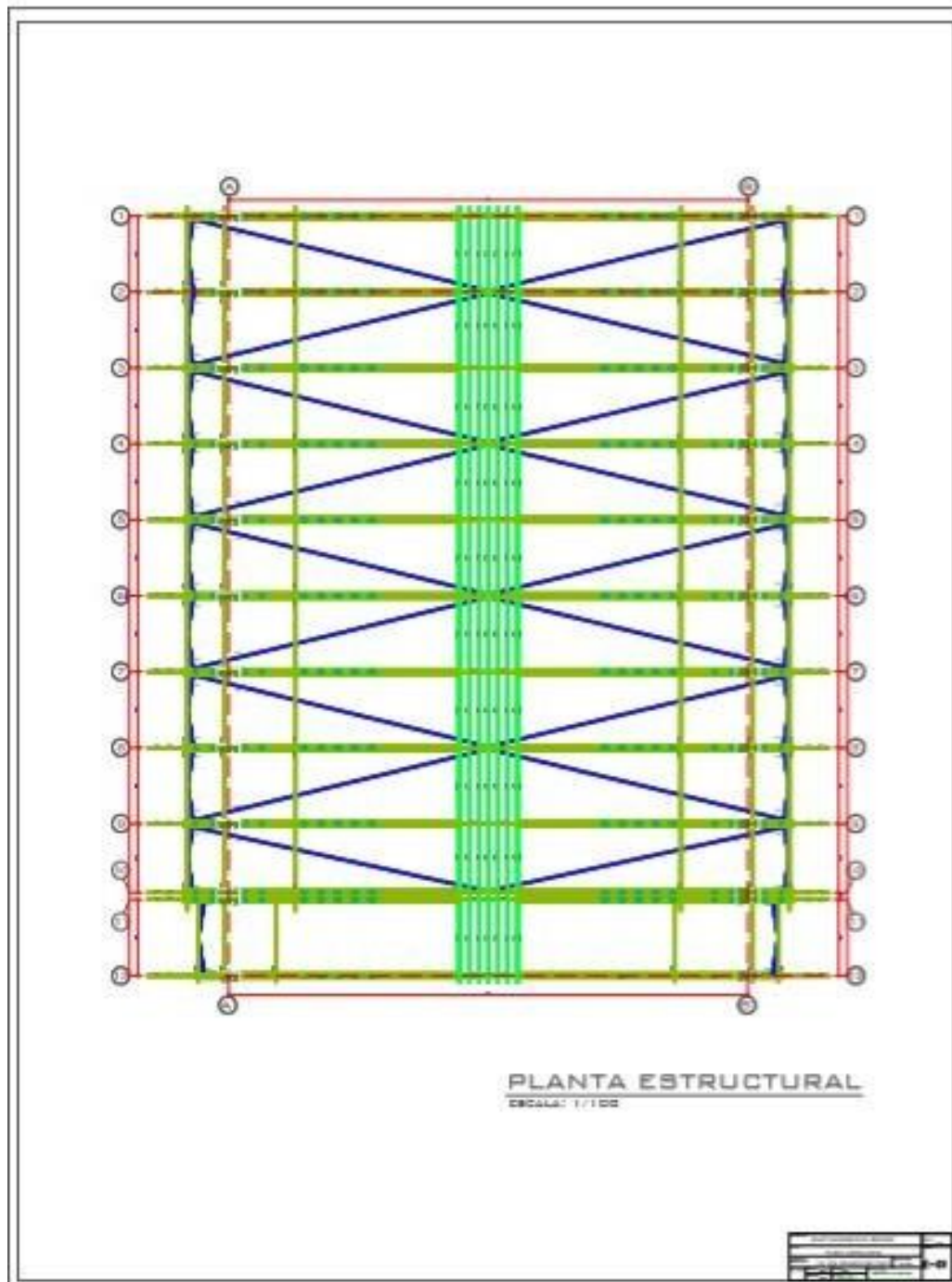
DETALLES DE
UNIONES



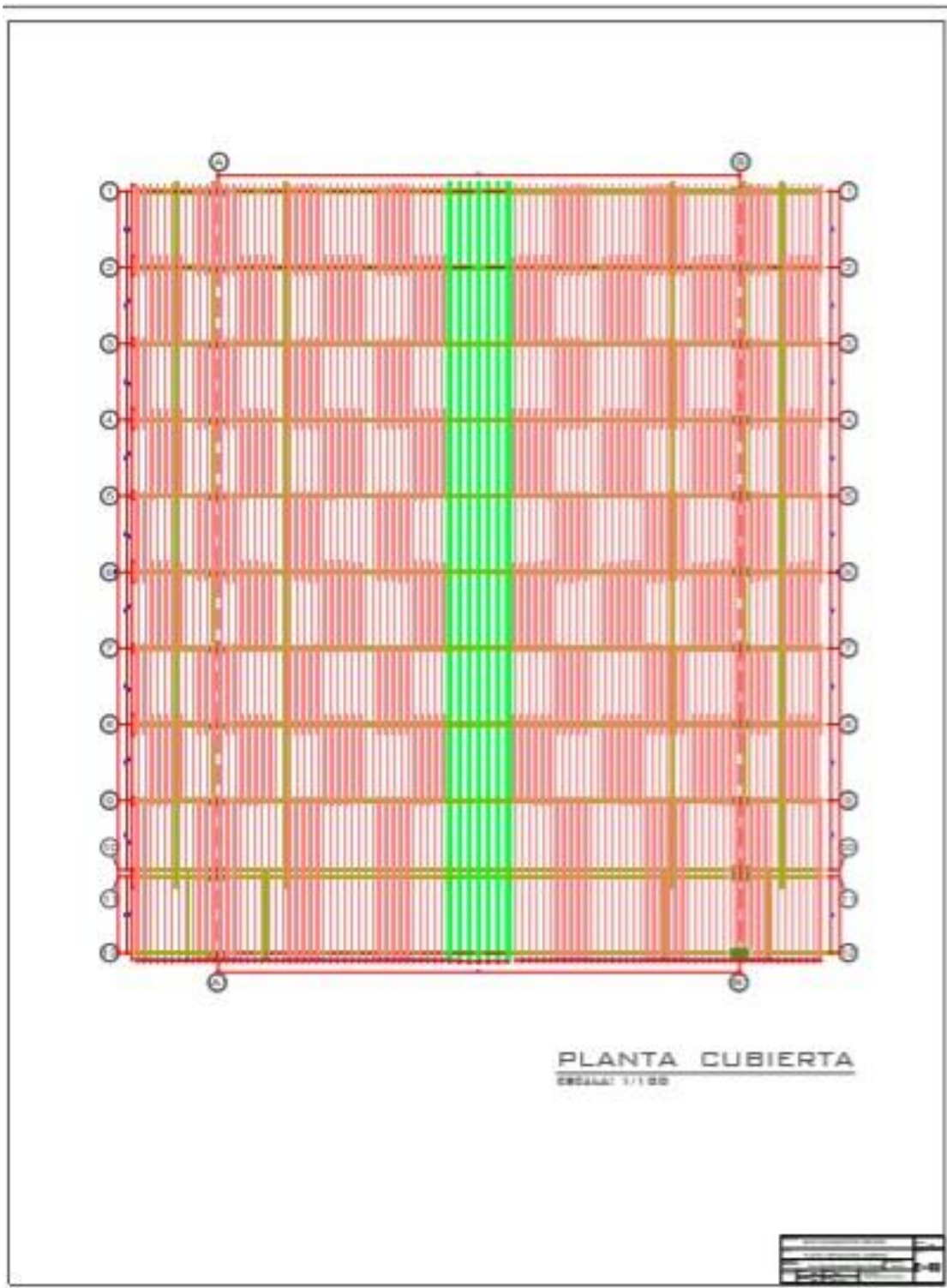
DETALLE DE UNIONES DE MUROS EN PLANTA

PROYECTO	ESTRUCTURAS
FECHA	...
ESCALA	...
PROYECTANTE	...
REVISOR	...
APROBADO	...

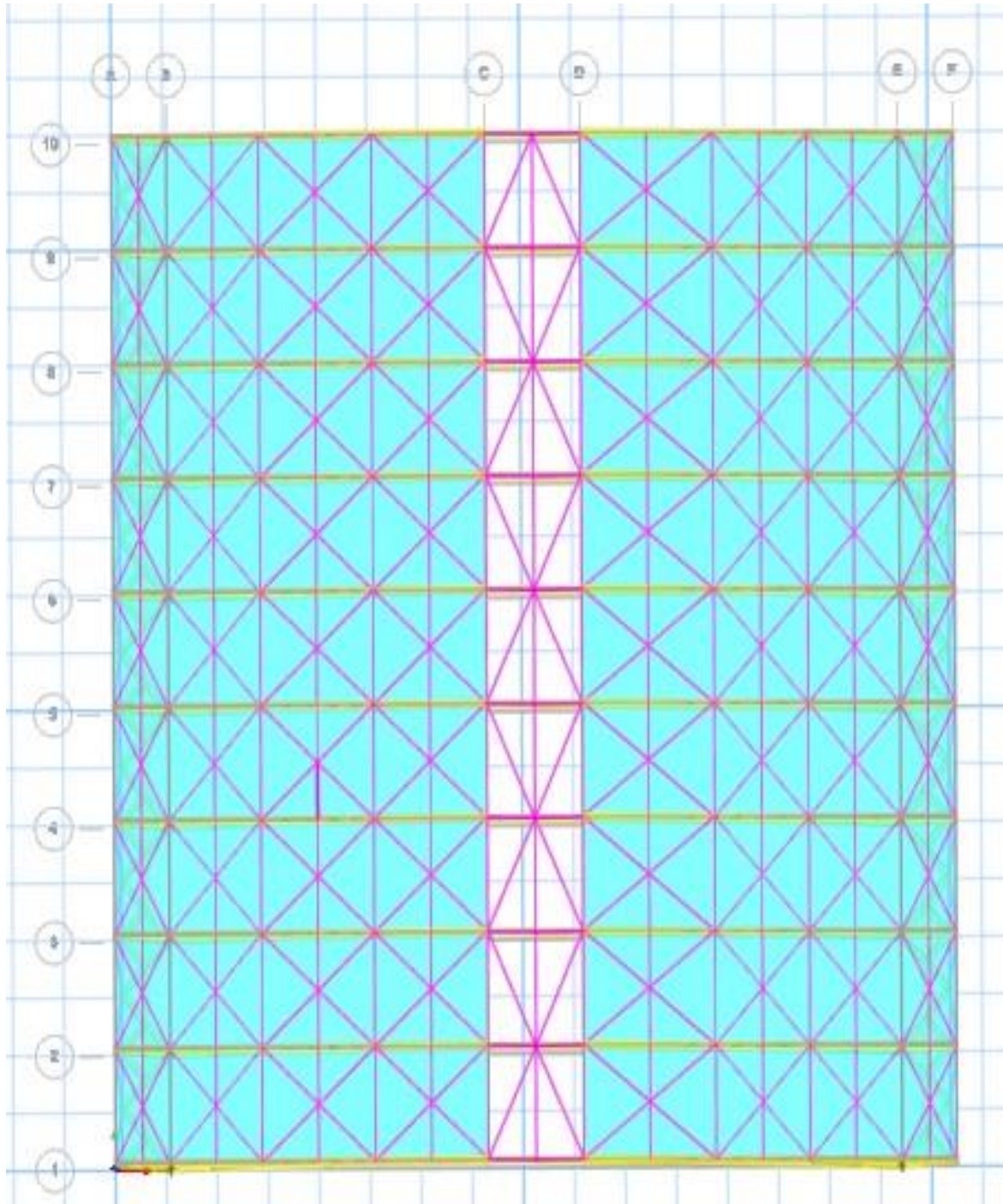
ANEXO N° 12: E-01 / Plano estructural 01



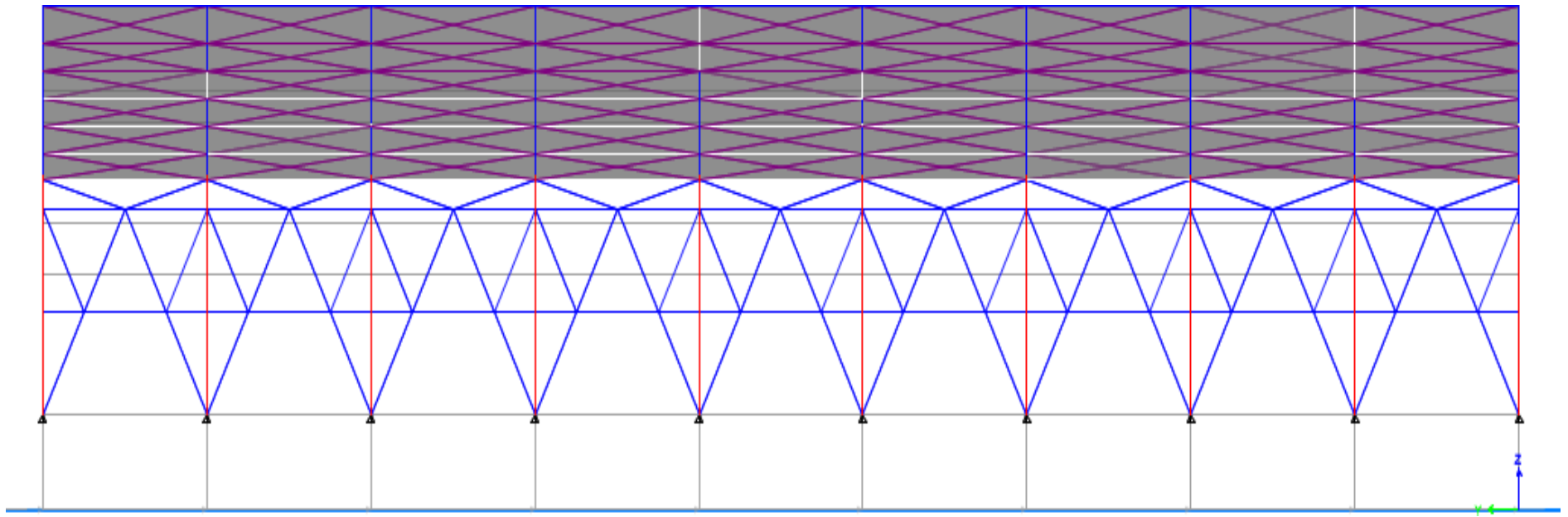
ANEXO N° 13: E-02 / Plano estructural 02



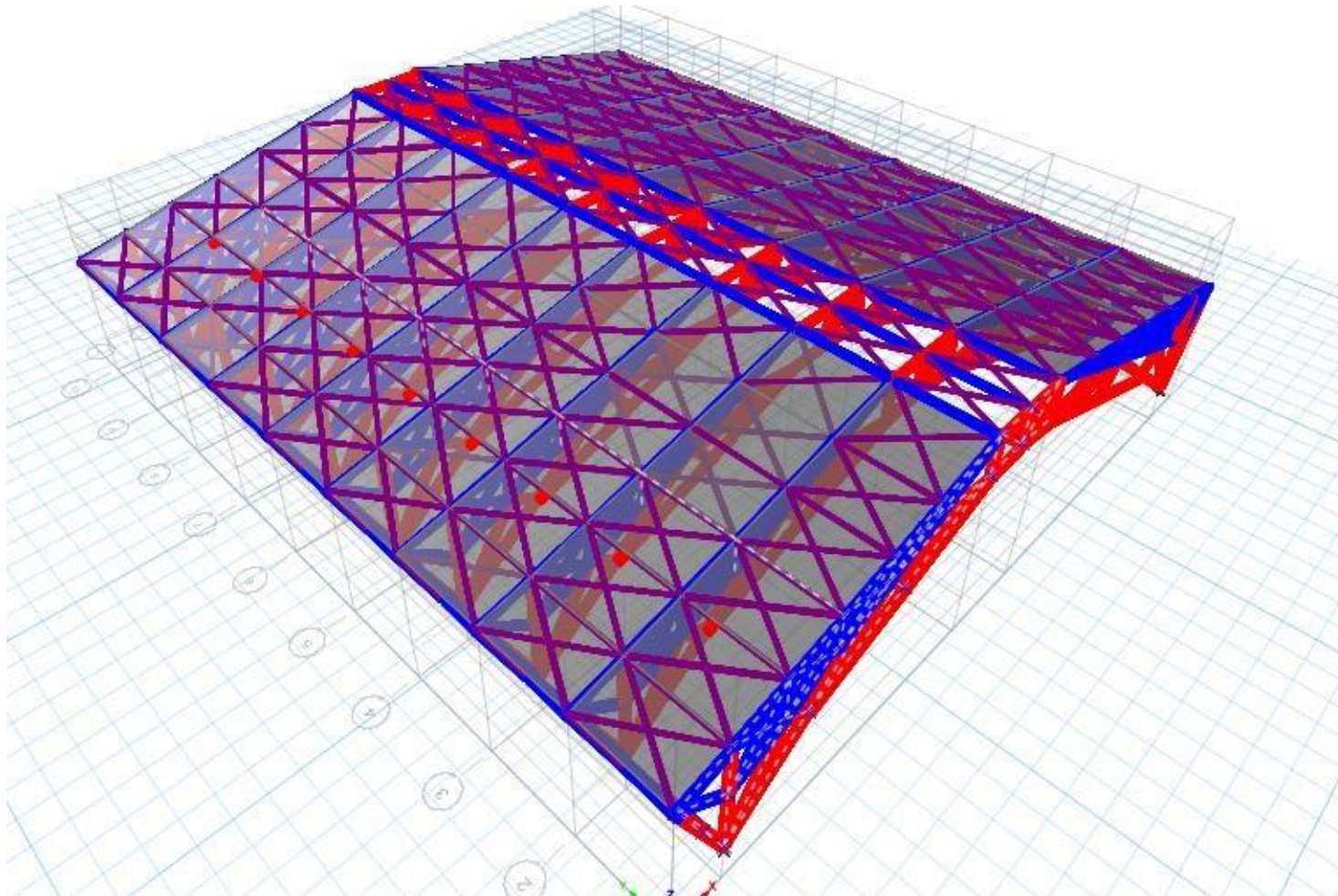
ANEXO 14: Vista en planta de la modelación de la cubierta



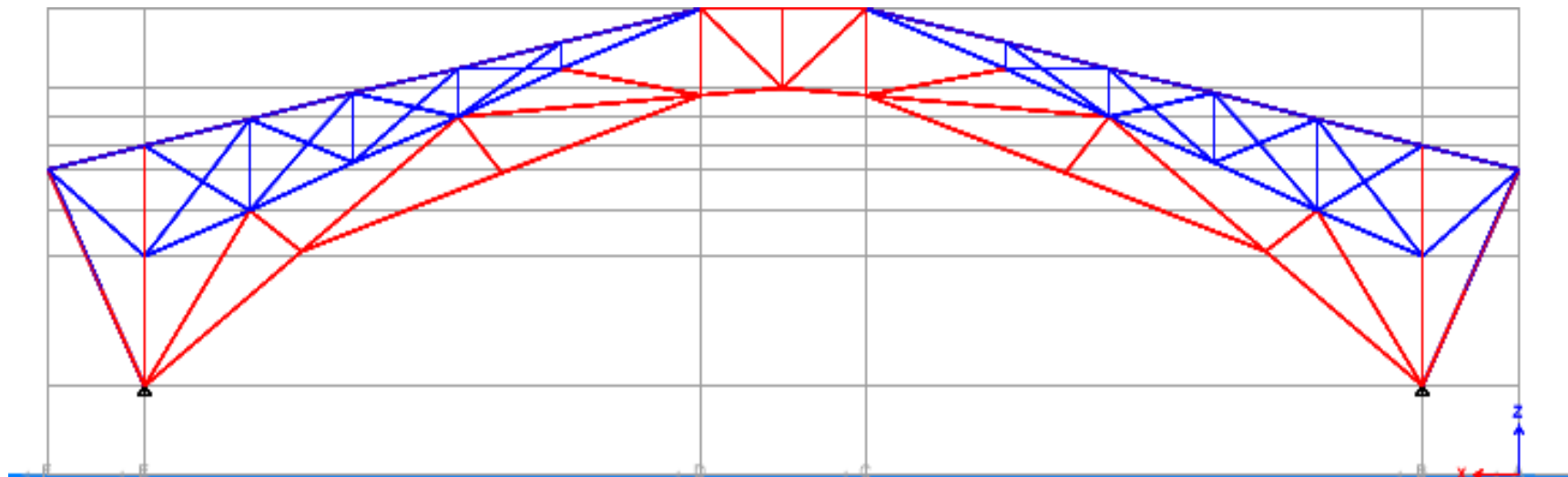
ANEXO 15: Vista Lateral de la modelación de la cubierta - ETABS



ANEXO 16: Vista en 3d de la modelación de la cubierta – ETABS



ANEXO 17: Elevación de la estructura de cubierta



ANEXO 18: Costos unitarios

Costos Unitarios de Armadura de Bambú							
Obra:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA CUBIERTA ECOLÓGICA ELABORADA A BASE DE BAMBU PARA LOSA DEPORTIV/ MULTIUSOS					Fecha:	Julio 2020
Propietario:	Tesis de Grado						
Dirección:	Piura						
Departamento:	Piura	Provincia:	Piura	Distrito:	Piura		
Partida	01.01	Preparación del Bambú (Para armadura)		Rend:	60.0000 M/DÍA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad de Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
	4700007	Operario	HH	0.500	0.0667	17.27	
	4700009	Peón	HH	1.000	0.1333	13.19	
						2.91	
	Materiales						
	4306993	Bambú (Guadua Angustifolia)	M	1.0000	5.00	5.00	
						5.00	
	Equipo						
	3700004	Herramientas Manuales	%MO	3.0000	2.91	0.09	
						0.09	
						Costo Unitario por M: 8.00	
Partida	01.02	Confección de relleno y anclaje de uniones Bambú		Rend:	60.0000 UND/DÍA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad de Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
	4700007	Operario	HH	0.500	0.0667	17.27	
	4700009	Peón	HH	1.000	0.1333	13.19	
						2.91	
	Materiales						
	0207006	Pasador 3/8" C/Tuerca y Arandela	UND	1.0000	6.00	6.00	
	0206995	Perno 3/8" C/Tuerca y Arandela	UND	1.0000	0.54	0.54	
	0400029	Arena Gruesa	M3	0.0030	45.52	0.14	
	0500002	Agua	M3	0.0002	5.00	0.00	
	2107010	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)	KG	0.5000	1.44	0.72	
	6007007	Prisma de Neopreno	UND	1.0000	1.25	1.25	
						8.65	
	Equipo						
	3700004	Herramientas Manuales	%MO	3.0000	2.91	0.09	
						0.09	
						Costo Unitario por UND: 11.64	
Partida	01.03	Confección de Nudo Corto Especial		Rend:	30.0000 UND/DÍA		
	Código	Descripción Insumo	Unidad de Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
	4700007	Operario	HH	0.500	0.1333	17.27	
	4700009	Peón	HH	1.000	0.2667	13.19	
						5.82	
	Materiales						
	0207006	Pasador 3/8" C/Tuerca y Arandela	UND	1.0000	6.00	6.00	
	0206995	Perno 3/8" C/Tuerca y Arandela	UND	1.0000	0.54	0.54	
	0400029	Arena Gruesa	M3	0.0030	45.52	0.14	
	0500002	Agua	M3	0.0002	5.00	0.00	
	2107010	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)	KG	0.5000	1.44	0.72	
	4306993	Bambú (Guadua Angustifolia)	M	0.3500	5.00	1.75	
						9.15	
	Equipo						
	3700004	Herramientas Manuales	%MO	3.0000	5.82	0.17	
						0.17	
						Costo Unitario por UND: 15.14	

Partida	03.01	Montaje de Tijeral	Rend:		2.0000 GLB/DÍA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad de Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
	4906999	Montaje de Armadura	GLB	1.0000	350.00	350.00
Costo Unitario por GLB:						350.00

Partida	04.01	Preparación del Bambú (Para cercha)	Rend:		60.0000 M/DÍA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad de Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
	4700007	Operario	HH	0.100	0.0133	17.27
	4700009	Peón	HH	1.000	0.1333	13.19
						1.99
Materiales						
	4306993	Bambú (Guadua Angustifolia)	M	1.0000	5.00	5.00
						5.00
Equipo						
	3700004	Herramientas Manuales	%MO	3.0000	1.99	0.06
						0.06
Costo Unitario por M:						7.05

Partida	04.02	Confección de cercha del Bambú	Rend:		60.0000 M/DÍA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad de Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
	4700007	Operario	HH	0.500	0.0667	17.27
	4700009	Peón	HH	2.000	0.2667	13.19
						4.67
Materiales						
	0206998	Perno de Anclaje 1/2" C/Tuerca Y Arandela	UND	0.5000	3.98	1.99
	0400029	Arena Gruesa	M3	0.0060	45.52	0.27
	0500002	Agua	M3	0.0020	5.00	0.01
	2107010	Cemento Portland Tipo I (42.5 Kg)	KG	0.1000	1.44	0.14
	5107000	Canal C 4"x5.40	M	0.1000	26.77	2.68
						5.09
Equipo						
	3700004	Herramientas Manuales	%MO	3.0000	4.67	0.14
						0.14
Costo Unitario por M:						9.90

Partida	05.01	Pintado de Armadura: Partes de Bambú y Elementos	Rend:		80.0000 M/DÍA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad de Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
	4700007	Operario	HH	1.000	0.1000	17.27
						1.73
Materiales						
	5400067	Barniz Merino	GLN	0.0320	45.00	1.44
						1.44
Equipo						
	3700004	Herramientas Manuales	%MO	3.0000	1.73	0.05
						0.05
Costo Unitario por M:						3.22

Partida	06.01	Montaje de Techo Liviano (GALVALUME)	Rend:		45.0000 M2/DÍA	
	Código	Descripción Insumo	Unidad de Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
	4700006	Capataz	HH	1.000	0.1778	19.00
	4700009	Peón	HH	2.000	0.3556	13.19
						8.07
Materiales						
	5907001	Plancha de Eternit Tipo 4 (3.05m x 1.10 m)	PZA	0.3500	43.50	15.23
						15.23
Equipo						
	3700004	Herramientas Manuales	%MO	3.0000	8.07	0.24
						0.24
Costo Unitario por M2:						23.53

ANEXO N° 19: Constancia de validación

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, LUCIO SIGIFREDO MEDINA CARBAJAL con DNI N° 40534510 Magister en Gestión Pública .N° ANR/COP 76695, de profesión INGENIERO CIVIL. desempeñándome actualmente como DOCENTE UNIVERSITARIO en la ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL - UCV PIURA.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

Ficha de datos y parámetros del material Bambú

Hoja de cálculo de análisis sísmico

Hoja de cálculo de diseño de elementos estructurales

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Guía de Pautas Para Jóvenes Universitarios de la UCV-Piura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Cuestionario Para Jóvenes Universitarios de la UCV-Piura	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	

3.Actualidad				X	
4.Organización				X	
5.Suficiencia				X	
6.Intencionalidad				X	
7.Consistencia				X	
8.Coherencia				X	
9.Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 06 días del mes de julio de Dos mil veinte.



Mgr. : Ing. Lucio Medina Carbajal

DNI 40534510

Especialidad : Ingeniería Civil - Gestión Pública

E-mail : lmedinac@ucvvirtual.edu.pe