

ESTUDIO DE CASO DEL DOMO KIDDIES ANALISIS DE PROTECCIÓN POR DISEÑO
CONTRA LAS LESIONES ATMOSFÉRICAS

PRISMA ANDREA CUCARIANO MORALES
MARYURY EYEYTH HIGUERA CUERVO



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS
PROTOCOLO DE GRADO
BOGOTÁ D.C DICIEMBRE DE 2018

AFECTACIONES BIÓTICAS Y SU PROTECCIÓN POR DISEÑO
ESTUDIO DE CASO EN ESTRUCTURA DE GUADUA DOMO MUNDO AVENTURA
BOGOTÁ

Presentando para obtener título de:

Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas

Coordinador PTCA

Arq. Nelson Ricardo Cifuentes Villalobos

Docente de Proyecto

Arq. Walter Mauricio Barreto

Presenta:

Prisma Andrea Cucariano Morales

Maryury Eyeyth Higuera Cuervo

Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Programa de Tecnología en Construcciones Arquitectónicas

Proyecto de grado

Bogotá D.C, Colombia 2018

Nota de aceptación:

Firma Director Trabajo de Grado

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C., diciembre 2018

Dedico este trabajo a ...

Prisma Cucariano

Dedico este trabajo a ...

Maryury Higuera

RESUMEN

La guadua es un material muy resistente y muy utilizado en la construcción, pero presenta lesiones muy comunes al estar expuestas a los agentes atmosféricos. como la fotodegradación, de esta se derivan unas lesiones secundarias; las cuales surgen cuando las guaduas están expuestas a los rayos ultravioletas empiezan con cambio de color por un blanquecino o grisáceo (fotodegradación), pero al estar demasiado tiempo expuestas a los rayos ultravioleta y demás agentes atmosféricos, pueden llegar a sufrir contracción del material lo que con lleva consigo a las fisuras, por medio de las fisuras llega el agua lo cual atrae hongos e insectos y estos puede llegar a producir pérdida de material.

Con el fin de analizar las principales causas que deterioran la guadua, el eucalipto y el acero, se realizó un estudio de caso analizando la durabilidad de los materiales en un domo de seis años de construido en el parque Mundo Aventura de Bogotá D.C - Colombia. La metodología del estudio de caso se basó en una recopilación de información, una clasificación de deterioro, y una calificación de vulnerabilidad a los factores atmosféricos. Se estableció una escala de cuatro niveles para la evaluación de la protección por diseño del domo evidenciando su alcance y beneficio en los materiales. Se realizaron ensayos de laboratorio climático en la Universidad La Gran Colombia con diferentes épocas del año y horarios, estableciendo el porcentaje de protección de la estructura contra los factores atmosféricos.

El estudio de caso fue base para llegar a lograr demostrar que las guaduas que presenten una mala protección por diseño adquieren lesiones como fotodegradación, hongos dados por la humedad e insectos, siendo esto causa de mantenimientos constantes, reemplazo de piezas para restauración. contrario si se tiene una buena protección por diseño desde el inicio, con base en la norma NSR-10 capítulo G Maderas y Guaduas “G. 12.12.4.4”.

Palabras clave: Guadua, agentes atmosféricos, protección por diseño, Eucalipto pellita.

ABSTRACT

Guadua is a resistant material and used in construction. But it shows common damages for being exposed to atmospheric agents, such as photodegradation; from this is derived secondary damages; which arises when the guaduas are exposed to the ultraviolet rays, it begins with a color change such as whitish or grayish, but when they are for a long time exposed to the ultraviolet rays and other atmospheric agents, they could suffer a material contraction which can cause fissures, through the fissures the water passes which attracts insects and fungus, as a result, it can produce loss of material. With the purpose of analyzing the main causes which become deteriorated the guadua, eucalyptus and steel, it made a case study analyzing the durability of materials in a dome about six year of built in Mundo Aventura Park from Bogota DC, Colombia. The case study methodology was based on compilation of information, classification of deterioration, and a vulnerability rating to the atmospheric factors. It has been established on a scale about four levels for the protection evaluation about the dome design evidenced its reach and benefit in materials. It has been made many trials of climatological laboratory in the Gran Colombia University with differing periods and times, establishing the percentage of structure protection against the atmospheric factors.

The case study was the base for demonstrating that the guaduas which shows a bad protection for design, they acquire damages such as photodegradation, fungus as a result of humidity and insects, this caused because of constantly maintaining, piece replacements for restoration. Different if it has a good protection for design from the beginning, on the basis of the NSR-10 norm, Woods and Guaduas chapter.

Keywords: *Guadua*, atmospheric agents, *protection for design*, *eucalyptus pellita*

CONTENIDO

I.	Introducción	I-1
1.1	Problema.....	I-4
1.2	Hipótesis.....	I-4
1.3	Objetivos	I-4
1.4	Metodología	I-5
II.	Marco teórico	II-6
2.1	Guadua Angustifolia Kunth	II-6
2.2	Factores que intervienen en la patología de maderas.....	II-6
	Microestructura.	II-6
	Macroestructura.....	II-7
	Composición química.....	II-7
	Humedad	II-8
	Durabilidad natural.....	II-8
	Permeabilidad.....	II-8
2.3	Clasificación de las lesiones.....	II-10
2.4	Técnicas de preservado	II-12
III.	Protección por diseño.....	III-13
IV.	Aspectos normativos de la Construcción con Guadua.....	IV-17
4.1	Tomado de la NSR 10 Código colombiano de construcciones sismo resistentes.....	IV-17
4.2	Fabricación de la estructura con guadua (NSR-10 TITULO G.12.12.3.1.).....	IV-18
4.2.1	G.12.12.4 — CONSTRUCCIÓN.....	IV-20
	Ejemplo de alero, domo Kiddies Mundo Aventura.....	IV-23
	Ejemplo de ventilación, domo Kiddies Mundo Aventura.....	IV-24
	Ejemplo de acabado de cubierta, domo Kiddies Mundo Aventura.....	IV-25
	Ejemplo de cimentación (detalle terminación de columnas), domo Kiddies Mundo Aventura.....	IV-26
V.	Marco geográfico	V-27
5.1	Bogotá D .C - Colombia.....	V-27
5.2	Clima de Bogotá.....	V-28
VI.	Análisis y discusión de resultados.....	VI-31
	Diseño geométrico.....	VI-31
	Detalle columnas y alero.....	VI-32
	Detalle columnas.....	VI-33

VII.	Conclusiones y recomendaciones.....	VII-34
VIII.	Bibliografía.....	VIII-35
IX.	ANEXOS.....	IX-37

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.	Composición química de las maderas.....	II-7
Tabla 2.	Permeabilidad en tallos de Guadua.....	II-10
Tabla 3.	Tipos de causas.....	II-11

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.	Protección del ambiente exterior.....	III-14
Figura 2.	Flujo de aire/efecto chimenea.....	III-16
Figura 3.	Condensación aire.....	III-16
Figura 4.	Ambiente exterior.....	III-17
Figura 5.	Parte inferior alero cúpula.....	IV-23
Figura 6.	Alero cúpula superior domo.....	IV-23
Figura 7.	Ventilación en cúpula superior domo Kiddies Parque Mundo Aventura.....	IV-24
Figura 8.	Ventilación en cúpula superior vista interior domo Kiddies Parque Mundo Aventura.....	IV-24
Figura 9.	Protección cubierta domo Kiddies Parque Mundo Aventura.....	IV-25
Figura 10.	Terminación Protección cubierta domo Kiddies Parque Mundo Aventura.....	IV-25
Figura 11.	Detalle Terminación Protección cubierta domo Kiddies Parque Mundo Aventura.....	IV-26
Figura 12.	Detalle Protección en columnas de domo Kiddies Parque Mundo Aventura.....	IV-26
Figura 13.	Detalle Protección en columnas de domo Kiddies Parque Mundo Aventura.....	IV-27
Figura 14.	Promedio Precipitación Bogotá.....	V-29
Figura 15.	Promedio temperatura Bogotá.....	V-29
Figura 16.	Promedio humedad Bogotá.....	V-30
Figura 17.	Promedio brillo solar Bogotá.....	V-30
Figura 18.	Diseño domo Kiddies.....	VI-31
Figura 19.	Foto maqueta Escala 1.75, Domo Kiddies Parque Mundo Aventura, mostrando geometría y diseño.....	VI-32
Figura 20.	Foto maqueta Escala 1.75, Domo Kiddies, detalle de cimentación y solera.....	VI-32
Figura 21.	Plano detalle protección contra humedad y ataque de termitas, Domo Kiddies Parque Mundo Aventura, especificación del detalle.....	VI-33

I. Introducción

La construcción con guadua se ha desarrollado desde la época precolombina convirtiéndose en una técnica que representa la arquitectura no solo en Colombia sino también en otras partes del mundo, donde también se ha adoptado como *el acero vegetal* de la construcción haciendo referencia a que no solo es autosostenible, sino que también es resistente a la flexión, absorbiendo energía y siendo un material apropiado para construcciones sismo resistentes, incluida en la NSR-10 recientemente.

Su uso frecuente en diferentes tipos de construcciones como viviendas, puentes y estructuras de soportes entre otros, se han encontrado problemas recurrentes como lo son las lesiones que aparecen por diferentes causas como los Factores atmosféricos. que se manifiestan por los ataques de insectos, hongos, bacterias, entre otros, debido hacer un material perecedero al ser expuesto directamente a los Factores atmosféricos

En base de los estudios realizados en las lesiones en la guadua, madera, como en los libros tales como La Era del Bambú, Bamboo The Gift Of The Gods, Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, tomándose como referentes para identificarlas en una estructura en guadua. Y con la información de los diferentes artículos y textos sobre lesiones se realiza un *estudio de caso* donde se analiza e identifica las posibles lesiones, causas y/o las posibilidades que se tienen de no presentar algún tipo de lesión bióticas y abióticas como la fotodegradación, hongos y ataque de insectos, resultante de la protección por diseño que presente la edificación.

Identificar las actividades y procesos presentes en la construcción del domo, como también los determinantes para la protección de los materiales utilizados guadua, eucalipto y acero.

Las condiciones atmosféricas que se presentan; para que el estudio de caso de P.D; nos dé una respuesta clara de que determinantes, factores se deben tener en cuenta a la hora de construir con estos materiales, para así disminuir los gastos que se tienen en pro construcción de la edificación como son los mantenimientos, restauración etc.

Para comprobar la hipótesis de este estudio de caso se realizaron visitas, toma de fotos, análisis de planos, verificación visual de guaduas, eucalipto con las lesiones anteriormente nombradas, esto con el fin de identificar las posibles lesiones en la construcción referentes a los materiales probablemente afectadas o en perfecto estado, para la obtención de mayor información se realizaron fichas con prediagnósticos de porque se presentan las lesiones, con este procedimiento se llegara a comprobar si las guaduas se conservan más y el gasto en mantenimientos es menor con una óptima protección por diseño.

El estudio de caso se realiza con el fin de demostrar y/o verificar que los materiales se conservan más, y su mantenimiento es menor al tener una adecuada protección por diseño y así prolongar la vida útil de la guadua, eucalipto. Sin tener que realizar gastos adicionales a causa de los mantenimientos que se tendrían que realizar si esta P.D no se tiene en cuenta.

La finalidad de este estudio de caso, es evidenciar los factores técnicos y de diseño, el proceso constructivo y de diseño para realizar una P.D de la edificación con antelación, desde el proceso de diseño y planificación para evitar en la estructura daños por lesiones leves, moderadas y fuertes; y/o el costo que se llegase a tener en el mantenimiento de las construcciones en guadua, madera, eucalipto cuando no se tiene una adecuada P.D del material ante los F.A.

Es importante que el estudio, permita mostrar cuáles son los factores de protección por diseño más adecuados para prolongar la vida útil de los materiales utilizados y mitigar en su mayoría los costos de mantenimiento que se llegan a tener cuando no se proyecta una protección adecuada en la estructura.

1.1 Problema

¿Cuál es la mejor metodología en protección por diseño para evitar las lesiones producidas por los factores atmosféricos en la madera, guadua y metal?

1.2 Hipótesis

Las lesiones en la madera, guadua y metal se evitan mediante la protección por diseño en las edificaciones y la gestión de la calidad en la materia prima.

1.3 Objetivos

El objetivo principal del presente estudio fue analizar el diseño del domo para identificar la protección por diseño que este presenta, los beneficios en la guadua y madera que se generan con la Protección por Diseño y como esta reduce los periodos de mantenimiento.

Los objetivos específicos fueron:

Documentar el estudio de caso.

Comparar la documentación obtenida, con la literatura revisada sobre protección por diseño en la madera.

Identificar los tipos de protección que presenta el domo en su diseño.

Analizar por medio de una maqueta el alcance de la Protección que presenta la estructura.

Generar recomendaciones para una óptima P.P.D de las estructuras en guadua desde su planificación.

1.4 Metodología

En primera medida para realizar el estudio de caso sobre el domo kiddies de mundo aventura se tomó como referencia “El método de estudio de caso, estrategia metodológica de la investigación científica” de (Martínez Piedad Carazo, en 2006), donde se orienta el desarrollo y los procedimientos necesarios para el uso adecuado del estudio de caso, semblanza, pregunta problema, procedimientos y guía del reporte.

Abordando así tres partes fundamentales en donde la primera parte teórica nos basamos en la recolección de información en cuanto a las lesiones bióticas, abióticas de la guadua, eucalipto y acero, y la protección por diseño, concentrándose principalmente en esta última como un proceso necesario a la hora de implementar la guadua como un elemento estructural a la vista.

La segunda parte consistió un proceso analítico de las fotografías, planos, y visita de la estructura del domo, donde se estudiaron los elementos de protección por diseño. Se realizó un prototipo en maqueta a escala 1:75 esto con el fin de reconocer y comprobar el grado de afectación que tienen los factores atmosféricos en los elementos como la guadua, eucalipto y el acero.

Por último, se obtendrán fichas técnicas de la Guadua, 2 en estado con una protección por diseño adecuado y sus beneficios, 1 sin protección por diseño y sus consecuencias, 1 con el consecutivo y costo del mantenimiento de la guadua, el eucalipto y el acero cuando no tiene protección por diseño y cuando sí la hay, se realizará un análisis de los resultados de los comparativos de estas fichas y se llegaran a sus respectivas conclusiones.

II. Marco teórico

2.1 Guadua Angustifolia Kunth

La *guadua angustifolia Kunth*, entre todos los bambúes americano sobresale siendo una de las 20 mejores del mundo por sus propiedades físico-mecánicas, su gran tamaño y por su comprobada utilización en la industria de la construcción, se encuentra en estado natural en Colombia, Ecuador y Venezuela en donde forma colonias dominantes conocidas como “guadales” concentrados principalmente a la orilla de ríos y quebradas, en el piedemonte de la cordillera, en los bosques montanos medio y bajo y en los valles interandinos.

En Colombia, los guadales se desarrollan de manera óptima en la zona central de los Andes, entre los 500 y 1500 metros, con temperaturas entre 17 grados y 26 grado centígrados.

La protección por diseño es un factor que se ha venido presentando en las construcciones en guadua y de las cuales se evidencian construcciones realizadas a través de la historia por constructores como Simón Vélez nos dan testimonio de sus beneficios y evolución.

“Basados en los estudios realizados en patología a la Guadua, con el fin de entender las lesiones que se derivan de los factores atmosféricos; sabiendo que la madera presenta lesiones que son consecuencia de dos causas las cuales se tomarán también en la guadua; como son las bióticas que se dan básicamente por hongos cromógenos los cuales se alimentan de la celulosa y lignina las cuales se presentan en la guadua; y hongos de pudrición que se alimentan de la pared celular provocando destrucción completa de esta, también se presentan mohos e insectos. Y abióticas como es la fotodegradación que se presenta por los agentes atmosféricos a los que está expuesto el material” (Ardila, & Garzón, en 2017)

2.2 Factores que intervienen en la patología de maderas.

Microestructura.

La microestructura se refiere a la composición celular del material, puede que desde su nacimiento la madera se posea una deformación genética que convierte al material más susceptible a los cambios climáticos o la asoleación.

Macroestructura.

Esta hace referencia al estado físico de la madera, es decir, la corteza: la capa protectora, el floema el tejido vivo conductor de nutrientes necesarios para el mantenimiento del árbol, el cambium el tejido vivo foque forma las células de la madera la xilema donde se muestran los anillos de crecimiento de los árboles

Composición química.

La composición química de los árboles principalmente son la celulosa (azúcares) aparecen en forma de fibras, las hemicelulosas (polisacáridos) microfibras que se unen con las de celulosa formando la estructura y la lignina que es el agente ensamblador de las fibras y microfibras. En la tabla 4 se refleja la composición química de las maderas y se ha añadido la madera del estudio para realizar el comparativo entre árboles frondosos (Ej.: Olmos) y coníferos (Ej.: Pinos).

Tabla 1. Composición química de las maderas.

Elementos	Coníferas (%)	Frondosas (%)	Guadua [1] (%)
<i>Celulosa</i>	50 (40–52)	50 (45-52)	59 (-)
<i>Hemicelulosas</i>	26 (23-10)	23 (19-25)	14 (-)
<i>Lignina</i>	24 (22 – 30)	27 (23-31)	27 (-)

Fuente: (Rodríguez Barreal, 1990)

Se evidencia que los intervalos de probabilidad de la celulosa de los árboles frondosos y coníferos no se compara con el aproximado 60% de la guadua, esto se debe a la fibrosidad de la guadua y al bajo porcentaje de las microfibras (hemicelulosas), y el aumento de aislador lignina es acorde con

las otras dos clases de árboles, lo que se infiere es que el aumento de fibras y la constante de aislante genera la flexibilidad y durabilidad característica de la guadua.

Humedad

La humedad es uno de los factores más comunes de generación de patologías en la madera, el aumento de humedad en el ambiente o la saturación de agua innecesaria para la madera puede producir el aumento del volumen de la misma rasgando fibras y microfibras o también generando hinchazones en el material y/o peor aún la generación de hongos y/o el acercamiento de insectos.

durabilida

“La durabilidad de la madera, se define como la resistencia inherente que presenta frente al ataque de organismos destructores” (Rodríguez Barreal, 1990) Aunque eso depende la composición química, su macroestructura unas maderas son más resistentes a climas fríos que otras. Rodríguez Barreal (1990) determina que las maderas se dividen en cinco grupos para la resistencia frente a hongos xilófagos: Muy durables, Durables, Medianamente durables, Poco durables y No durables. Tres grupos para la resistencia frente a insectos isópteros: Muy durable, Medianamente durable y sensible; y para los xilófagos marinos: Durable, medianamente durable y sensible

Permeabilidad.

“La permeabilidad mide la capacidad que tienen los líquidos en el material. El número y diámetro de las fibras, es directamente proporcional al grado de permeabilidad. Las fibras de la guadua en general varían entre 40 y 120 micrómetros de diámetro” (MONTROYA A., 2005). Para determinar la permeabilidad de un material se usa la Ecuación 1. Ley de Darcy:

Ecuación 1. Ley de Darcy donde:

K = Permeabilidad específica del bambú, Darcy.

V = Volumen del líquido en ml.

t = Tiempo en segundos

A = Área transversal o perpendicular de la dirección del flujo, en cm^2

ΔP = Presión a través de la guadua, en atm.

L = Longitud del tallo.

μ = Viscosidad, en (dinas x s/cm²)

En el informe *Preservación de Esterilla y trozas de Bambú, Proyecto Nacional de Bambú*. Se encuentra información experimental sobre el cálculo de permeabilidad de la guadua, realizado en costa rica en el proyecto nacional de bambú; los resultados de la permeabilidad varían dependiendo el tiempo de almacenamiento y los medios que se usen para agregar más permeabilidad (pasar soluciones acuosas por las fibras del material). En a tabla 5 se evidencian los datos de permeabilidad que se realizaron en el estudio. (GONZALEZ, CABRONERO C., & GUTIÉRREZ, 1991).

Tabla 2. Permeabilidad en tallos de Guadua

Parámetro	Tallos Frescos	Tallos almacenados en agua	Tallos almacenados al aire
Longitud (cm)	311	301	311
Permeabilidad específica	2,9	6.5	0.83

Fuente: (GONZÁLEZ, CABRONERO C., & GUTIÉRREZ, 1991)

De esta manera, se sustenta que el almacenamiento de la guadua en agua aumenta los grados de permeabilidad, lo que permite el uso de estas para ingresar selladores para reducir patologías indeseadas en las construcciones de estructuras.

2.3 Clasificación de las lesiones

“Las manifestaciones observables de un problema constructivo. Es el síntoma o efecto final de un proceso patológico, por lo tanto es el punto de partida del estudio.”(Monjo, en 1997). Las lesiones son la forma de avisar la existencia y punto de partida de un problema, resulta fundamental identificarlas de forma correcta ya que un error al ser identificadas puede llevarnos por el camino equivocado al realizar el diagnóstico.

Por lo tanto, es muy importante conocer la clasificación de las lesiones que son:

- Leve
- Moderada
- Grave

Así mismo se derivan los tipos de lesiones según su causa u origen:

- Física
- Mecánicas
- Químicas

Dentro de los procesos patológicos se debe actuar sobre la causa. La causa se puede entender como el consecuente de la aparición de lesiones, es decir es un agente que origina un proceso patológico, si lo comparamos con la medicina el síntoma de la enfermedad sería la lesión, pero quien la origina por ejemplo un virus es decir la causa, para acabar con el proceso patológico con la enfermedad se debe atacar el origen, es decir el virus (causa) de la lesión así queda resuelto del todo el problema patológico.

Con lo anterior las causas se clasifican según unos tipos como son:

- *Directas*: Son las que no se pueden evitar, constituyen en origen inmediato del proceso patológico. (Esfuerzos Mecánicos, Agentes Atmosférico, Contaminación)
- *Indirectas*: Estas se pueden evitar como por ejem: Los errores o defectos de diseño y construcción, o los errores en los detalles constructivos, elección de los materiales, defectos de fabricación o de aplicación.

Tabla 3. Tipos de causas

DIRECTAS											INDIRECTAS																				
FISICAS	MECÁNICAS							QUIMICAS BIOLÓGICAS	LESIONES PREVIAS			PROYECTO																			
• Agentes atmosféricos (lluvia, viento, heladas, cambios térmicos, contaminación)	• Sismos	• Empujes	• Impactos	• Rozamientos	• Sobrecargas	• Pudrición	• Pérdida de la capacidad portante.	• Asentamientos	• Incompatibilidad de materiales.	• Pérdida de adherencia.	• Contaminación ambiental.	• Humedad	• Sales solubles contenidas	• Agresiones de animales.	• Organismos.	• Humedades.	• Deformaciones.	• Grietas y fisuras.	• Desprendimientos.	• Corrosiones.	• Organismos.	• Deficiente Concepción del Proyecto.	• Elección del material.	• Elección de la técnica constructiva.	• Diseño constructivo.	• Cambio de Especificaciones.	• Ejecución	• Defectos de fabricación del material.	• Mala calidad del material.	• Intervenciones inapropiadas.	• Falta de mantenimiento.

Fuente: Patiño 2012

Teniendo en cuenta la figura .2. en el estudio de caso nos concentramos en las lesiones directas, agentes atmosféricos, de las cuales se desembocan unas lesiones como lo son fisuras, hongos e insectos. Su nivel de daño puede ser leve, pero si no se tiene en cuenta una prevención puede llegar a ser muy grave, teniendo en cuenta la prevención nos centraremos en este estudio en la Protección por diseño de la estructura.

2.4 Técnicas de preservado

Basado En Montoya 2005[1], Las técnicas para preservar el bambú se dividen en, dos sin productos químicos agregados y son: avinagrado, curado por inmersión en agua, curado al calor, curado con humo. Y tratamientos químicos, inmersión, inyección, método de difusión vertical, hervido, curado con cal, método de desplazamiento de savia o boucherie modificado.

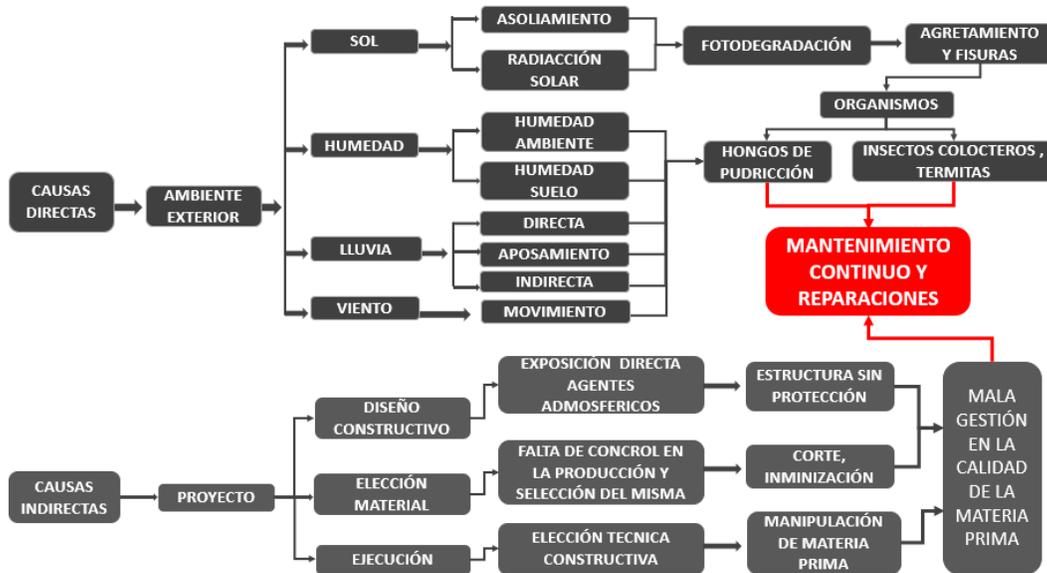
El primer grupo, tiene un impacto ambiental positivo ya que hay menos residuos del proceso. Avinagrado, es igual al curado en la mata, después del corte se deja en el sitio la guadua cortada en posición vertical para que la humedad contenida tenga la posibilidad de reducirse o reaccionar con el aire para generar alcoholes con el azúcar contenido en los tallos o culmos. La inmersión en agua tiene un efecto de llenar los lúmenes y fibras que pueden tener azúcares o nutrientes que buscan los insectos. El curado al calor es un proceso de flamear el bambú con fuego para reducir drásticamente y de manera rápida la humedad, caramelizar los azúcares y generar ácidos repelentes a insectos. El curado con humo consiste en someter al bambú a una exposición de humo sin llama para crear una capa de hollín que es repelente a los insectos.

El segundo grupo puede tener impacto en el ambiente por lo que se debe cuidar de no generar residuos líquidos que contaminen fuentes hídricas. La inyección, consiste en perforar cada canuto o entrenudo de la guadua y aplicar una mezcla de sales repelentes de insectos para que sean absorbidas por las paredes internas de la guadua. La difusión vertical consiste en servir como en

una copa el inmunizante, compuesto de sales a lo largo del cúlmo o tallo con la prevención de romper los tabiques para que fluya la mezcla y se absorbida por las pareces internas del material. El hervido es un método que combina agua y soda caustica a alta temperatura para que el bambú reaccione en su composición química y obtenga una resistencia al ataque de hongos e insectos. El lavado con cal consiste en la aplicación de hidróxido de calcio en brochado o inmersión y el bambú genera un carbonato de calcio repelente a insectos. Y el boucherie modificado es una técnica para desplazar la savia que tienen el cúlmo del bambú y reemplazarla con una mezcla de sales de ácido bórico o Penta borato, la cuales son inocuas al ser humano reduciendo los riesgos para la salud humana. Para el proceso se usa un compresor que mueve internamente en las fibras los azúcares y nutrientes por la presión generada.

III. Protección por diseño

Ya habiendo visto algunas características de las lesiones, causas y consecuencias, como técnicas de preservado, nos entramos al tema del estudio de caso, el cual es la protección por diseño para evitar en la más posible que este tipo de lesiones aparezcan en las edificaciones con guadua, madera y acero.



La protección ambiental está referida a los elementos constructivos y naturales que aíslan de los agentes agresivos del medio ambiente externo a la vivienda, tales como aleros, celosías fijas y móviles, árboles y jardineras, persianas y toldos, entre otros,

El ambiente exterior está referido a los factores climatológicos del lugar en el que se inserta la construcción.

Figura 1. Protección del ambiente exterior



En la figura 1 podemos observar las protecciones que se deben presentar en las construcciones en madera, para que los elementos como el agua, la radiación solar no afecten los materiales.

La humedad que se produce en el interior de la vivienda se debe a causas diversas y presenta distintas manifestaciones. como el fenómeno de la condensación o como problemas de penetración de humedad desde el exterior por capilaridad. Esta humedad es la que se produce con mayor frecuencia y magnitud en el ambiente interior de la construcción.

Cuando hablamos de humedad ambiente, generalmente se hace referencia a la humedad relativa del aire, que corresponde a la cantidad de vapor de agua presente en el aire.

Hay muchas formas en que la humedad está presente en una edificación y si no se controla, puede llegar a afectar la estructura. Además, la húmeda genera mohos, hongos.

Hay tres formas en que se produce humedad en las construcciones:

1. Condensación.
2. Ingreso desde el exterior.
3. Filtraciones.

La condensación superficial es cuando el aire húmedo entra en contacto con una superficie interior o exterior, con una temperatura inferior a su punto de rocío, el vapor de agua contenido se condensa sobre ella, Cuando la condensación se produce dentro de paredes, pisos o techos se denomina condensación intersticial. Esta resulta ser más seria que la condensación superficial, ya que la humedad puede acumularse en el interior de los elementos, sin presentar ningún signo exterior que pueda ser advertido a tiempo este tipo de humedad atenta contra las condiciones de durabilidad de los cerramientos interiores y exteriores, ya que provoca o favorece la aparición de hongos y

manchas en la superficie, dañando su terminación superficial, ocasionando el deterioro de los componentes del cerramiento.

Figura 2. Flujo de aire/efecto chimenea

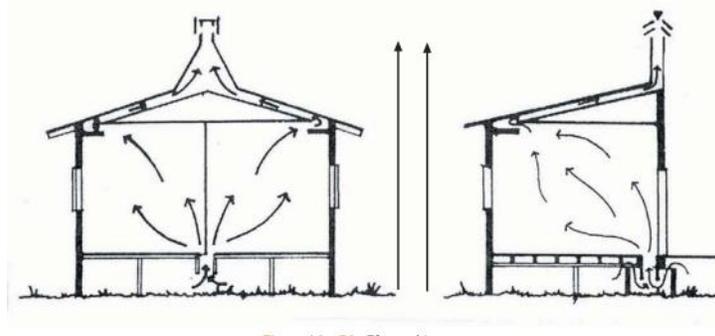
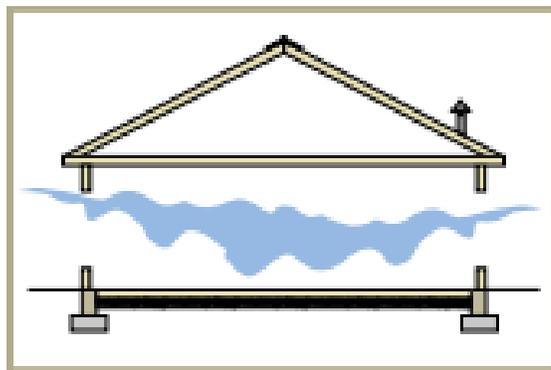
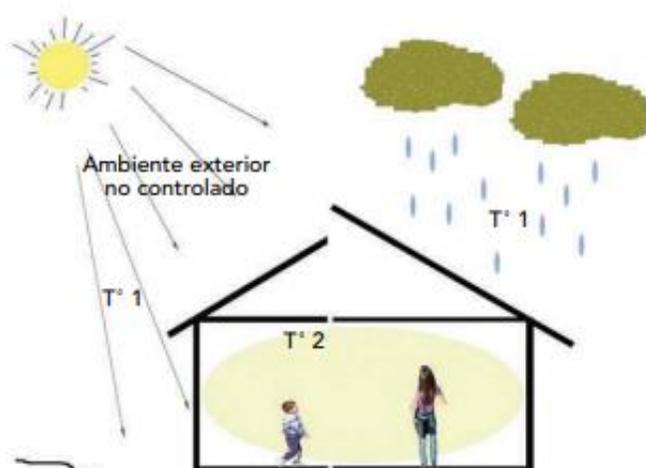


Figura 3. Condensación aire



Otra forma en que la humedad puede estar presente en la vivienda es ingresando desde el exterior. En este caso, desde el subsuelo o la lluvia, que ingresa a la construcción. Para controlar el ingreso de agua desde el exterior, la casa tiene que estar bien sellada y las fuentes de humedad alejadas de la casa. Absorción de Humedad desde el Subsuelo, y Sobrecimiento, el cual se produce cuando hay un exceso de humedad en el suelo y no se tomaron los resguardos al momento de construir. Una de la manera de remediarlo es construyendo un drenaje en el perímetro de la construcción. Además, evacuar el agua de las bajantes de aguas lluvias para alejarlas de la casa.

Figura 4. Ambiente exterior



Las filtraciones se pueden producir por fallas o por mal diseño de la cubierta. Las fallas se pueden ver por falla en las fijaciones que filtran, placas rotas o dañadas, movimiento de tejas, sellos o soldaduras que se rompen. Y en el diseño, puede ser por la pendiente mínima respecto a la cantidad de agua lluvia que cae y el diseño de forros y canales.

IV. Aspectos normativos de la Construcción con Guadua

4.1 Tomado de la NSR 10 Código colombiano de construcciones sismo resistentes

G.12.6.2 — REQUISITOS DE CALIDAD PARA LAS ESTRUCTURAS EN GUADUA —

Para garantizar el correcto funcionamiento de la estructura en guadua durante toda su vida útil se debe tener en cuenta lo siguiente.

G.12.6.2.1 — Las estructuras sean diseñadas por un profesional que cumpla los requisitos al respecto de la Ley 400 de 1997.

G.12.6.2.2 — La construcción de la edificación debe realizarse por personal debidamente entrenado para tal fin y bajo la dirección de un profesional según lo prescrito por la Ley 400 de 1997, la Ley 1229 de 2008 y sus decretos reglamentarios.

G.12.6.2.3 — Los materiales y productos que sean usados en la construcción deben emplearse como se especifica en este Reglamento y siguiendo las especificaciones de uso dadas por el fabricante.

G.12.6.2.4 — Las estructuras de guadua por estar fabricadas con un material de origen natural deben tener un adecuado mantenimiento preventivo, que garantice, que los elementos no sean atacados por insectos u hongos durante su vida útil.

G.12.6.2.5 — La estructura debe tener durante toda su vida útil el mismo uso para el cual fue diseñada.

G.12.6.2.6 — Cuando la estructura de guadua se utilice como cubierta de piscinas de natación en donde se utiliza cloro, debe establecerse en el diseño y construcción que no se producirá ataque del cloro a la guadua y que se han tomado todas las precauciones para evitar un deterioro de la guadua y una disminución de su resistencia estructural por esta causa.

4.2 Fabricación de la estructura con guadua (NSR-10 TITULO G.12.12.3.1.)

G.12.12.3.1 — Materiales — Las guaduas que serán utilizadas como elementos estructurales deben estar libres de insectos y hongos. De igual forma no deben presentar rajaduras que puedan llegar a disminuir su resistencia.

(a) Los culmos usados en la construcción de estructuras deben corresponder a guaduas maduras, es decir que no deben tener una edad inferior de 4 años ni superior a 6 años. (b) El contenido de

humedad de las guaduas usadas para construcción de estructuras no debe sobrepasar el 19%CH ni estar por debajo del 10% CH. Su valor debe ser cercano a la humedad de equilibrio ambiental de la zona donde será instalada (CHE). (c) Para el lavado de la guadua deben usarse materiales poco abrasivos y procesos adecuados que no deterioren la superficie del material. (d) Los elementos metálicos usados en uniones que estarán expuestos a condiciones ambientales desfavorables deben ser resistentes a la corrosión o tener algún tipo de tratamiento anticorrosivo.

G.12.12.3.2 — Dimensiones — Todas las piezas de guadua deben cumplir con las especificaciones de longitudes y secciones mínimas de los planos de diseño.

G.12.12.3.3 — Tolerancias — Las imperfecciones en el corte, ensamblaje y secciones transversales de piezas de guadua no deben ser mayores al 2% del valor especificado en los planos de los diseños.

G.12.12.3.4 — Identificación — Todo elemento estructural debe llevar una identificación visible y permanente que coincida con la señalada en los planos de los diseños.

G.12.12.3.5 — Transporte y almacenamiento — Para el transporte de las guaduas deben emplearse vehículos con la capacidad y dimensiones apropiadas, estos deben estar carpados, garantizando la protección contra la acción directa de la lluvia y los rayos solares. Además, dispondrán de carrocería y estacas de fijación que impidan el movimiento de la carga durante el viaje.

(a) Debe evitarse sobrecargar los miembros estructurales durante el transporte y almacenamiento.

El número máximo de culmos apilados uno sobre el otro será de siete (7). (b) La guadua es un material higroscópico y poroso que absorbe el agua presente en el ambiente en forma de vapor o de líquido. Si la humedad de la guadua se incrementa se hará más vulnerable al ataque biológico, por lo tanto, el almacenamiento de las piezas de guadua debe hacerse en un lugar seco, bajo cubierta, con buena ventilación, y buen drenaje. Preferiblemente deben ser almacenados en

posición vertical, aislados del piso sin estar en contacto con material orgánico. (c) Se evitará que los elementos de guadua sobresalgan de la carrocería del vehículo, de no ser posible, los elementos deben ser zunchados de manera adecuada. Adicionalmente se deben cumplir con todos los requisitos establecidos para el transporte de carga de la Ley 769 de 2002, Código Nacional de Tránsito Terrestre y sus decretos reglamentarios.

4.2.1 G.12.12.4 — CONSTRUCCIÓN

G.12.12.4.1 — Objetivos — Esta sección tiene como objetivo dar recomendaciones de construcciones en guadua y fijar requisitos para garantizar el buen comportamiento de las estructuras.

G.12.12.4.2 — Limpieza del terreno — El terreno debe limpiarse de todo material vegetal y deben realizarse todas las obras de drenaje necesarias para asegurar la menor incidencia de la humedad. Cuando se construyan edificaciones con entepiso elevado, se deben tomar las medidas necesarias que impidan el crecimiento de vegetación y anidamiento de animales bajo el piso.

G.12.12.4.3 — Cimentación — Las obras de cimentación deben realizarse de acuerdo con las pautas estructurales y según las características de resistencia del suelo que deben estar establecidas en el estudio de suelos.

G.12.12.4.4 — Protección contra la humedad — La guadua es un material higroscópico y poroso que absorbe el agua presente en el ambiente en forma de vapor o de líquido. Si la humedad de la guadua se incrementa sus propiedades mecánicas se disminuirán, comenzará a hincharse, transmitirá con mayor facilidad el calor, la electricidad y se hará más vulnerable al ataque biológico.

(a) Se recomienda que los elementos de guadua nunca estén en contacto directo con el suelo, se deben construir zócalos o pedestales que alejen la guadua del suelo. (b) No se permiten elementos

de guadua expuestos a la intemperie. (c) Para prevenir el fenómeno de condensación del agua, deben evitarse los espacios poco ventilados. En ambientes que por su uso estén expuestos a vapor, como cocinas y baños, además de buena ventilación, deben protegerse las superficies expuestas con recubrimientos impermeables.

G.12.12.4.5 — Protección contra hongos e insectos — La guadua en general es susceptible al ataque de hongos e insectos; los primeros atacan guaduas con altos contenidos de humedad, comenzando su acción desde el interior del cúlmo debido al alto contenido de parénquima, y los insectos, especialmente las termitas, gorgojos y comejenes atacan guaduas desde el momento del corte en el gradual, en busca de nutrientes contenidos en el material. La protección del material contra el ataque de hongos e insectos debe comenzar desde el momento del aprovechamiento en el gradual.

(a) Debe garantizarse que la guadua se almacene en condiciones de humedad mínima y que ha sido tratado con fumigantes durante el apilado. (b) Bajo ningún motivo deben ser usadas guaduas que presenten muestras de áreas atacadas por hongos ni insectos. (c) Para evitar el ataque de hongos, el contenido máximo de humedad de las guaduas usadas como elementos estructurales debe ser de 20%

G.12.12.4.6 — Protección contra el fuego — Para el diseño debe tenerse en cuenta que la guadua es un material combustible y que se inflama con facilidad., aunque algunas sustancias impregnantes o de recubrimiento pueden acelerar o retardar el proceso, véase Título J del presente Reglamento. Las siguientes medidas contribuyen a proteger las estructuras de guadua contra el fuego:

(a) Deben evitarse elementos de calefacción que aumenten peligrosamente la temperatura de los ambientes. (b) Las paredes y elementos estructurales próximos a fuentes de calor como chimeneas, hornos, estufas, etc. Deben aislarse con materiales incombustibles. (c) En ningún caso se debe utilizar estructuras en guadua cuando la temperatura a la que estarán sometidas durante toda su vida útil exceda los 65 C. (d) Los depósitos destinados para el almacenamiento de combustibles deben localizarse fuera de las edificaciones de guadua y estar rodeados de materiales incombustibles. (e) Es recomendable limitar el uso de acabados como barnices, lacas, pinturas oleo solubles y cualquier otra sustancia que acelere el desarrollo del fuego. (f) Las estructuras adyacentes de guadua deben estar separadas como mínimo 1.20 m; caso contrario los elementos deben contar con coberturas de materiales incombustibles con resistencia mínima de 1 hora de exposición. En el caso que dos estructuras estén unidas, el paramento común debe estar separado con un muro cortafuego que debe sobresalir en la parte superior como mínimo 0.50 m y en los extremos 1.00 m, medidos a partir de la parte más sobresaliente de las estructuras colindantes. Este muro debe estar diseñado para continuar estable aun con el colapso de la estructura incendiada. (g) En las edificaciones de uso comunitario como escuelas, centros de salud, comercio, etc., se deben considerar las siguientes recomendaciones: • Debe existir un acceso rápido y señalizado a las fuentes más probables de incendio.

Con base a la información anterior se determina que los materiales estructurales y no estructurales, cuando no están directamente expuestos a los factores atmosféricos como los rayos ultravioletas, la lluvia, humedad.

Y tienen un diseño adecuado, un buen manejo de la gestión de la calidad de la materia prima. los materiales no sufren de lesiones ni leves, moderadas, y mucho menos graves a consecuencia de la

protección por diseño, desde la planificación de la construcción teniendo en cuenta los factores anteriormente expuestos.

Todo esto conllevando a una durabilidad, retardo de la degradación del material; y optimizando la frecuencia de los mantenimientos en las estructuras.

Ejemplo de alero, domo Kiddies Mundo Aventura.



Figura 5. Parte inferior alero cúpula

Fuente: Maryury higuera-Prisma Cucariano



Figura 6. Alero cúpula superior domo

Fuente: Maryury higuera-Prisma Cucariano

Ejemplo de ventilación, domo Kiddies Mundo Aventura.



Figura 7 Ventilación en cúpula superior domo Kiddies Parque Mundo Aventura.

Fuente: Maryury higuera-Prisma Cucariano



Figura 8. Ventilación en cúpula superior vista interior domo Kiddies Parque Mundo Aventura

Fuente: Maryury higuera-Prisma Cucariano

Ejemplo de acabado de cubierta, domo Kiddies Mundo Aventura.



Figura 9. Protección cubierta domo Kiddies Parque Mundo Aventura

Fuente: Maryury higuera-Prisma Cucariano

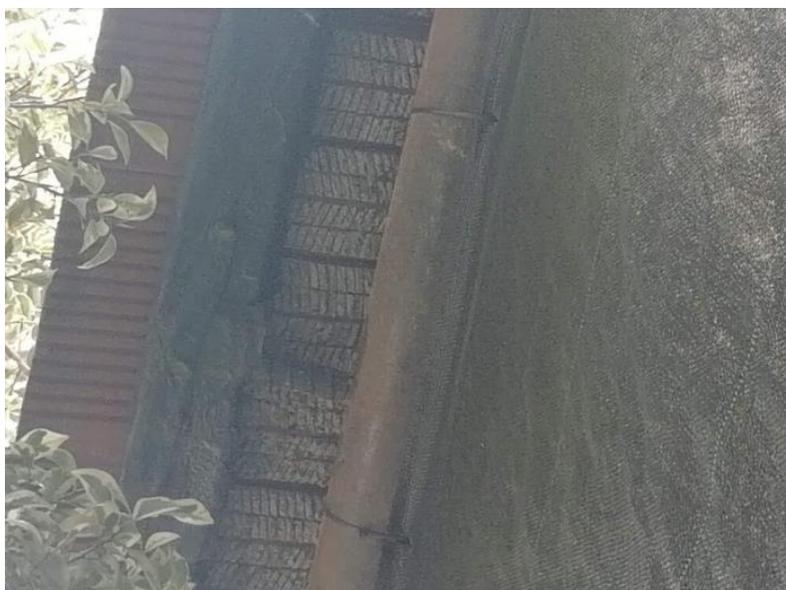


Figura 10. Terminación Protección cubierta domo Kiddies Parque Mundo Aventura

Fuente: Maryury higuera-Prisma Cucariano



Figura 11. Detalle Terminación Protección cubierta domo Kiddies Parque Mundo Aventura

Fuente: Maryury higuera-Prisma Cucariano

Ejemplo de cimentación (detalle terminación de columnas), domo Kiddies Mundo Aventura.



Figura 12. Detalle Protección en columnas de domo Kiddies Parque Mundo Aventura

Fuente: Alamy .com



Figura 13. Detalle Protección en columnas de domo Kiddies Parque Mundo Aventura

Fuente: Alamy .com

V. Marco geográfico

5.1 Bogotá D.C - Colombia

Se encuentra en la cordillera oriental, con una extensión de 33 kilómetros de sur a norte y de 16 kilómetros de oriente a occidente, situada en las coordenadas Latitud Norte: 4° 35'56" y Longitud Oeste de Greenwich: 74°04'51". Está dentro de la zona de confluencia intertropical, produciendo dos épocas de lluvia; en la primera mitad del año en los meses de marzo, abril y mayo y en la segunda en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Y su altura es de 2.625 metros sobre el nivel del mar. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 21)

5.2 Clima de Bogotá

El IDEAM en su informe características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos expone el promedio climático de Bogotá.

El promedio de lluvia total anual es de 797 mm. Durante el año las lluvias se distribuyen en dos temporadas secas y dos temporadas lluviosas. Los meses de enero, febrero, julio y agosto son predominantemente secos. Las temporadas de lluvia se extienden desde finales de marzo hasta principios de junio y desde finales de septiembre hasta principios de diciembre. En los meses secos de principios de año, llueve alrededor de 8 días/mes; en los meses de mayores lluvias puede llover alrededor de 18 días/mes.

La temperatura promedio es de 13.1 °C. Al medio día la temperatura máxima media oscila entre 18 y 20°C. En la madrugada la temperatura mínima está entre 8 y 10°C, aunque en la temporada seca de inicio de año, las temperaturas pueden bajar a menos de 5°C, en las madrugadas. El sol brilla cerca de 4 horas diarias en los meses lluviosos, pero en los meses secos, la insolación llega a 6 horas diarias/día. La humedad relativa del aire oscila durante el año entre 77 y 83 %, siendo mayor en los meses de abril y noviembre y menor en julio y agosto. (p.4)

A continuación, gráfica del clima bogotano, en las figuras 20,21,22, 23, y 24 se expone: Figura 20. Promedio Precipitación, Figura 21. Promedio Temperatura Figura 22. Promedio Brillo Solar, la Figura 23. promedio de la humedad relativa y la figura 24. promedio de horario radiación en (Wh/m²)

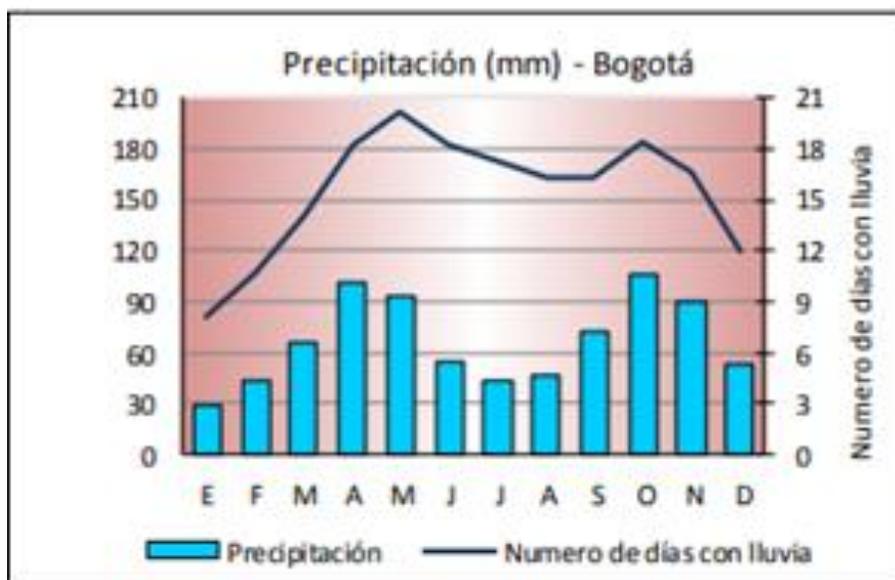


Figura 14. Promedio Precipitación Bogotá

Fuente: (IDEAM, s.f.)

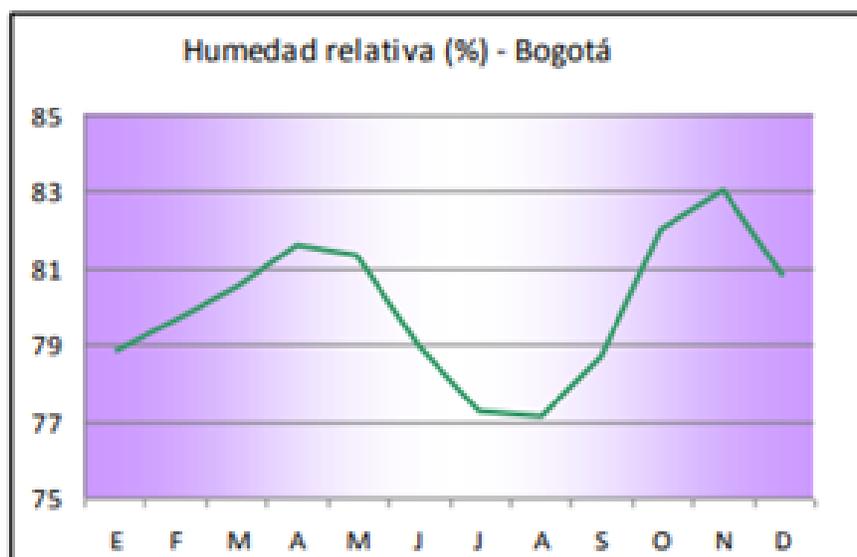
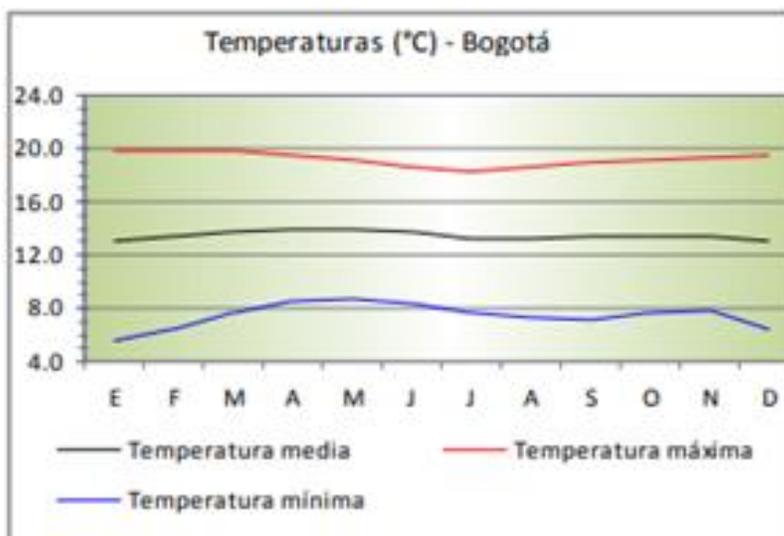


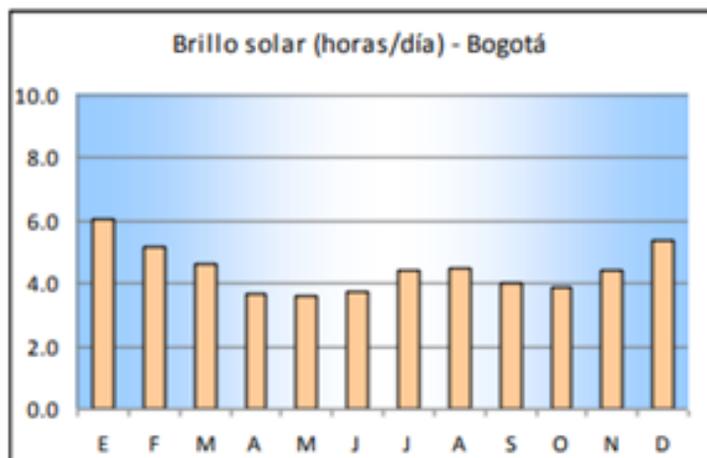
Figura 15. Promedio temperatura Bogotá

Fuente: (IDEAM, s.f.)



[Figura 16. Promedio humedad Bogotá](#)

Fuente: (IDEAM, s.f.)



[Figura 17. Promedio brillo solar Bogotá](#)

Fuente: (IDEAM, s.f.)

VI. Análisis y discusión de resultados

Después de realizar un registro fotográfico, un análisis de planimetría y del documento de cálculos del Domo Kiddies del Parque Mundo Aventura, se identifica que no presenta zonas afectadas por fotodegradación, hongos de pudrición, ataque de insectos.

La estructura se encuentra en perfectas condiciones, con esto se concluye que la protección por diseño con la que cuenta el domo, es adecuada y exitosa, demostrando que las lesiones por factores atmosféricos se pueden evitar mediante la aplicación de la protección por diseño, la gestión de la calidad en la materia prima. dando como resultado un caso exitoso en factores de protección por diseño.

Diseño geométrico.

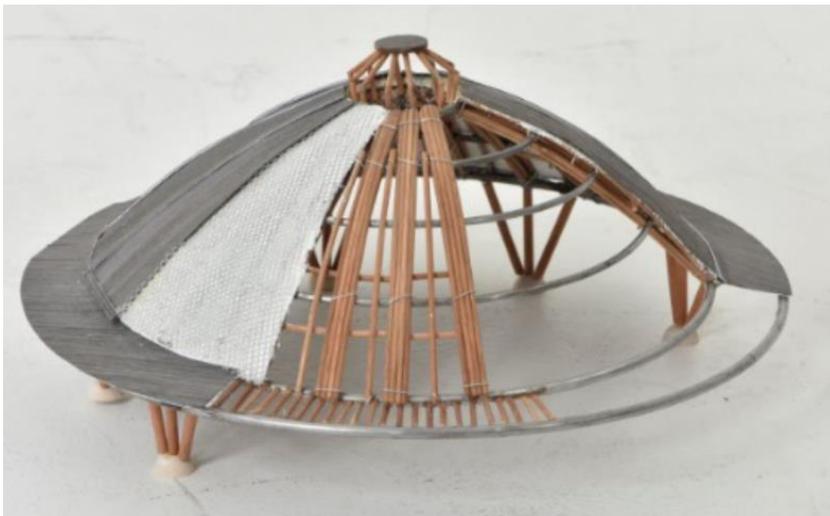


Figura 18. Diseño domo Kiddies

Fuente: Maryury higuera-Prisma Cucariano

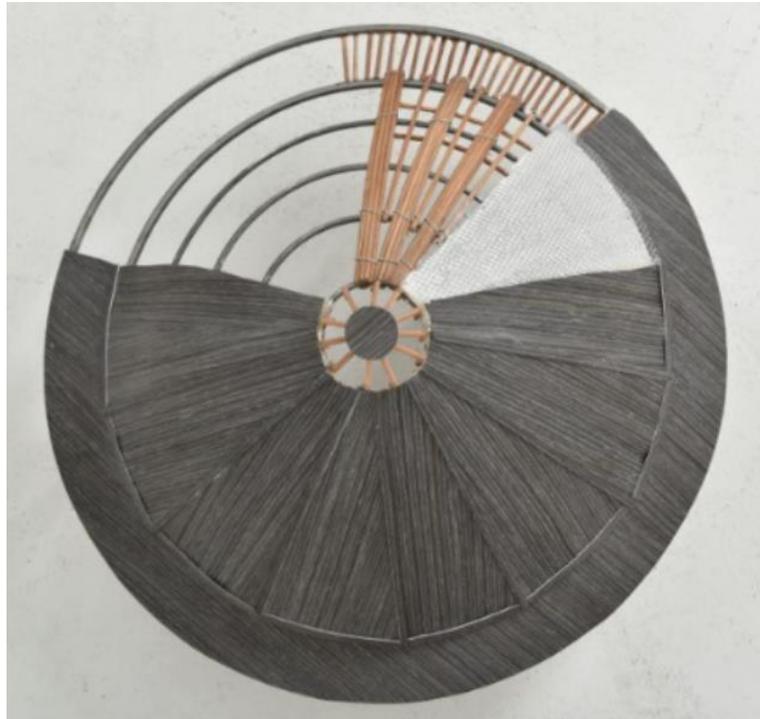


Figura 19. Foto maqueta Escala 1.75, Domo Kiddies Parque Mundo Aventura, mostrando geometría y diseño.

Fuente: Maryury higuera-Prisma Cucariano

Detalle columnas y alero.

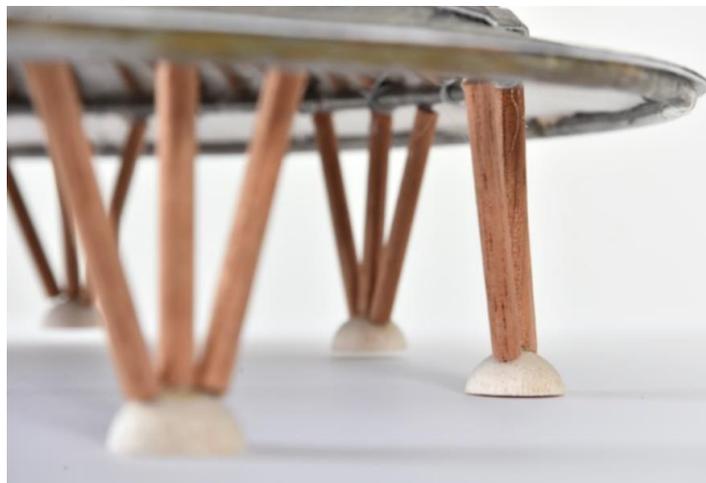


Figura 20. Foto maqueta Escala 1.75, Domo Kiddies, detalle de cimentación y solera.

Fuente: Maryury higuera-Prisma Cucariano

Detalle columnas.

[Figura 21.Plano detalle protección contra humedad y ataque de termitas, Domo Kiddies Parque Mundo Aventura, especificación del detalle.](#)

Fuente: Maryury higuera-Prisma Cucariano

VII. Conclusiones y recomendaciones

En el análisis de la información recopilada se observó que el alero, el tipo de cubierta en teja shingle, el aislamiento de piso en las columnas de eucalipto pellita por medio de los medios arcos en concreto y el tipo de unión utilizada, el sistema de drenaje utilizado, y los estudios de cálculo de la estructura del domo Kiddies ubicado en el Parque Mundo Aventura, construido en 2012 reduce el incidente de lesiones seleccionadas para el estudio de caso, obteniendo sombra a las columnas por medio del alero de 3 metros de distancia y con una altura de 4.00 metros, aislándola de la lluvia y salpique de la misma, por medio del sistema de drenaje la evacuación rápida de la acumulación de agua, evitando la humedad del eucalipto pellita, una ventilación adecuado evitando la condensación de agua en los elementos constructivos, y un manejo adecuado de la materia prima.

Evidenciando que los aumentos utilizados si son de gran utilidad a la hora de prolongar la vida útil de los materiales de la construcción

En recomendación se debería establecer un parámetro a seguir de diseño para que las futuras estructuras con estos materiales se conserven adecuadamente evitando al máximo de sufrir lesiones como las mencionadas en el estudio de caso, que no se promueven constantemente los mantenimientos y cambio de piezas por falta de un adecuado diseño para la protección que deben tener.

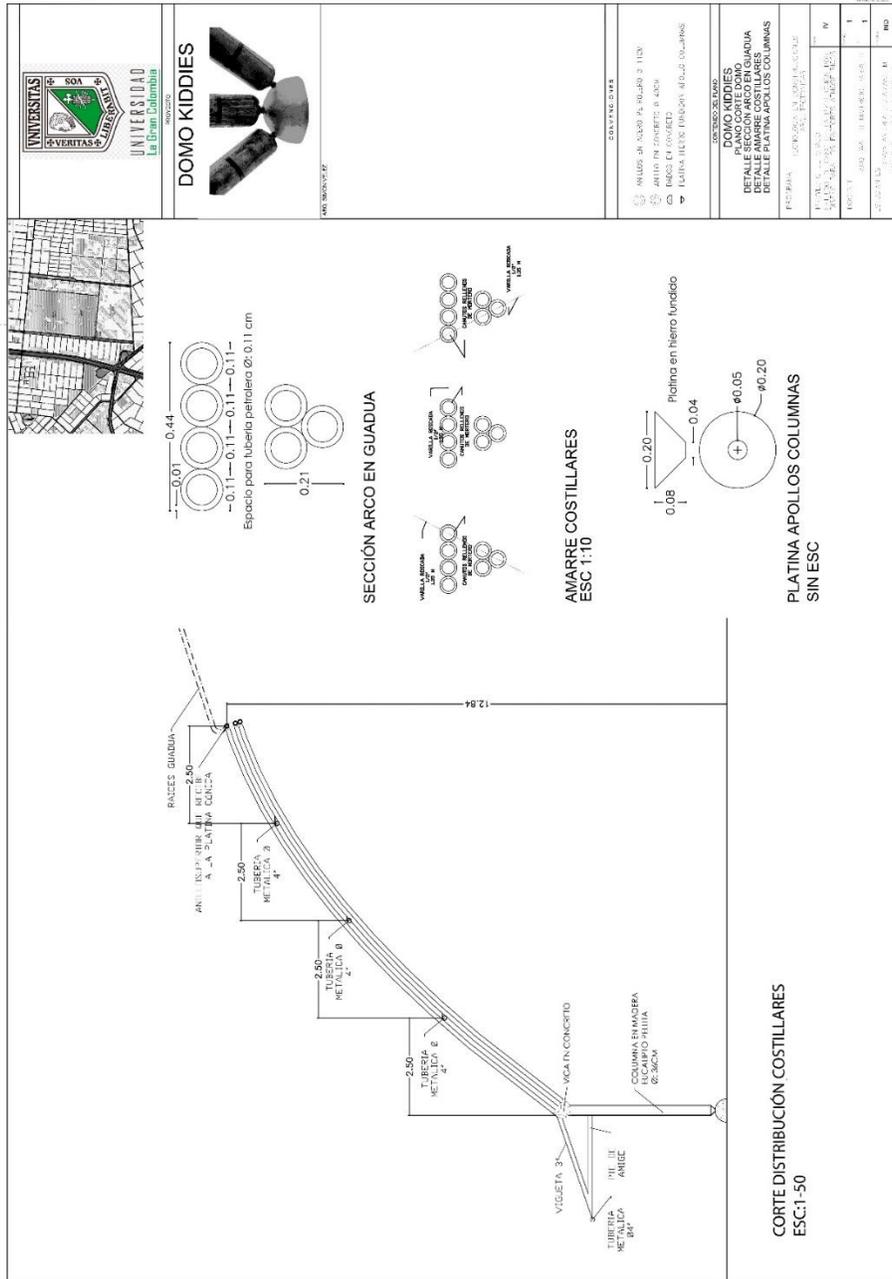
VIII. Bibliografía

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2017 de Noviembre de 21). *bogota.gov.co*. Obtenido de <http://www.bogota.gov.co/ciudad/ubicacion>
- Arriaga, F., Peraza, F., Esteban, M., Bobadilla, I., & Garcia, F. (2002). Intervencion estructuras en madera. *Asociacion de investigacion tecnica de las industrias de madera y corcho*.
- Bambusa.es. (s.f.). *BAMBUSA.ES*. Obtenido de <https://bambusa.es/caracteristicas-del-bambu/bambu-guadua/>
- Barreto, W. (2017). *Seminario internacional de construcciones vernáculas*, . Bogotá: universidad la gran colombia.
- Broto, C. (2006). *Patologia de los materiales*. Barcelona: Links.
- CUÉLLAR, A., & MUÑOZ, I. (2010). fibra de guadua como refuerzo de matrices poliméricas. *dyna*, 77(162), 137-142. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532010000200015&lng=en&tlng=es
- Diaz, F. (s.f.). *Pequeño manual del Bambu*. Physis.
- Fajardo de Rueda, M. (1990). *Los pintores de la flora de la real expedición botánica*. Bogota: Cidar, Facultad de Artes.
- Giraldo Herrera , E., & Sabogal Ospina , A. (s.f.). LA GUADUA una alternativa sostenible. *Corporación Autónoma Regional del Quindío, CRQ.*, 147.
- GONZALEZ, G., CABRONERO C., R., & GUTIERREZ, J. (1991). *Preservación de Esterilla y trozas de Bambú, Proyecto Nacional de Bambú, Proyecto COS/87/001*. San José, Costa Rica: PNUD-HOLANDA.
- Hidalgo - Lopez, O. (2003). *Bamboo the gift of the gods*. Bogota: D'VINNI LTDA.
- IDEAM. (s.f.). *características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticoS*. Bogota: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- International Commission on Stratigraphy. (2018). *International Chronostratigraphic Chart* . IUGS.
- Londoño, J. (2002). *Bamboo science y culture*. American Bamboo Society.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (1997). *Reglamento Colombiano de Contruccion sismo resistente*. Bogota.
- MONTOYA A., J. A. (2005). sap displacement method – metodo de desplazamiento de savia (metodo boucherie) para la preservación de la guadua angustifolia Kunth. *Scientia et Technica Año XI*, 211-216.

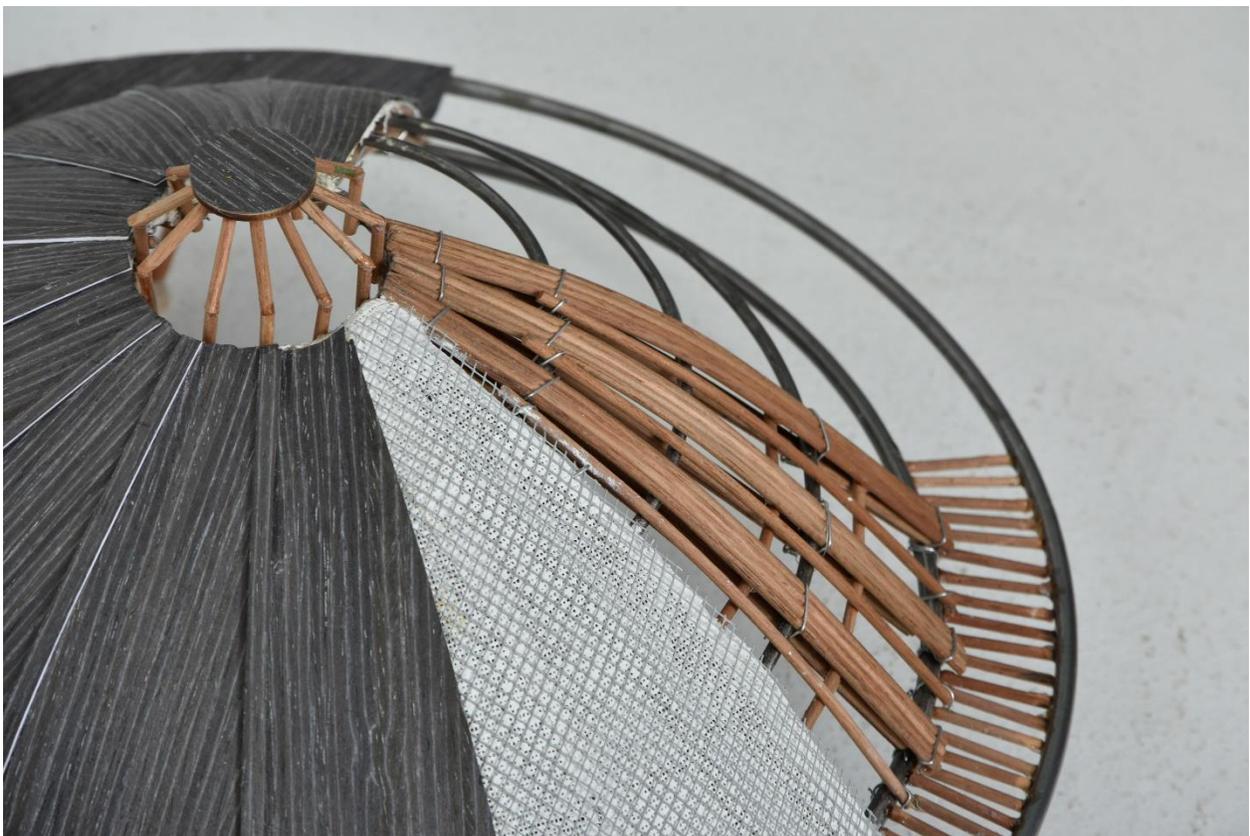
- Ohrnberger, D. (1999). *The Bamboos of the World: Annotated Nomenclature and Literature of the Species and the Higher and Lower Taxa*. Elsevier.
- Osorio Saraz, J. A., González Castrillón, E., & Cortés Marín, E. A. (2010). *La guadua: fundamentos para el diseño de estructuras agropecuarias*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Peña, L. B. (2010). La revisión bibliográfica. (F. d. Psicología, Ed.) *PROYECTO DE INDAGACIÓN*, 1-2.
- Quiñones Sanchez, I. D. (s.f.). *Centro de Desarrollo Infantil El Guadual*. Villa Rica, Cauca, Colombia.
- Rivera, Y. (17 de 04 de 2018). *archdaily.co*. Obtenido de *archdaily.co*: <https://www.archdaily.co/co/892457/construcciones-en-guadua-una-tecnica-local-en-colombia-que-debes-conocer>
- Rodríguez Barreal, J. A. (1990). *Patología de la madera*. Madrid: Mundi-Prensa.
- SOSA, S. (s.f.). *EXPLORACION JARDIN BOTANICO (18 DE SEPTIEMBRE, 2018)*. BOGOTÀ.
- Villegas, M. (2003). *Guadua Arquitectura y Diseño*. Bogota D.C.: Villegas Asociados S.A.
- xylazel. (s.f.). *xylazel.com*. Obtenido de <http://www.xylazel.com/es/glossary/fotodegradacion>
- MONJO CARRIO, Juan (1997). *Patología de cerramientos y acabados Arquitectónicos*. Ed.Munilla – Leira, Madrid – España. ISBN 84-89150-12-5.
- BROTO, Carles (2006) *Tratado Brotó de la Construcción Patología de los materiales de construcción*. Ed. Links Internacional. Barcelona, España.
- NSR-10 Título G (2018)
- Jimenez, E. M., & Moncayo Jimenez, E. (1984). *Manual de diseño para maderas del grupo andino*. Cartagena: junta del acuerdo de cartagena.
- Olivera Angel, M. F. (1999). *Guia preliminar de insectos de santafe de bogota y sus alrededores*. Bogota: Graficas de la sabana ltda.
- Rodríguez Barreal, J. A. (1998). *Patología de la madera*. Valle de salazar : Coedición.

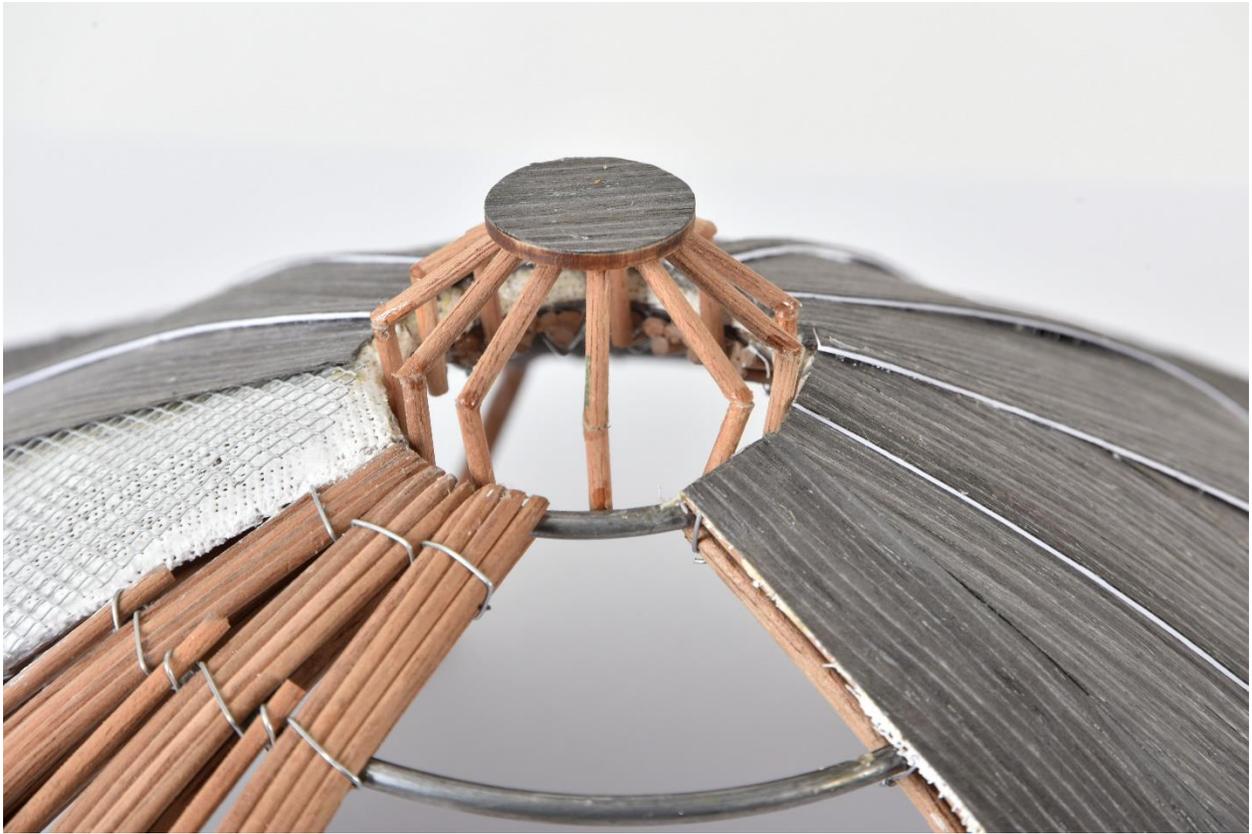
IX. ANEXOS

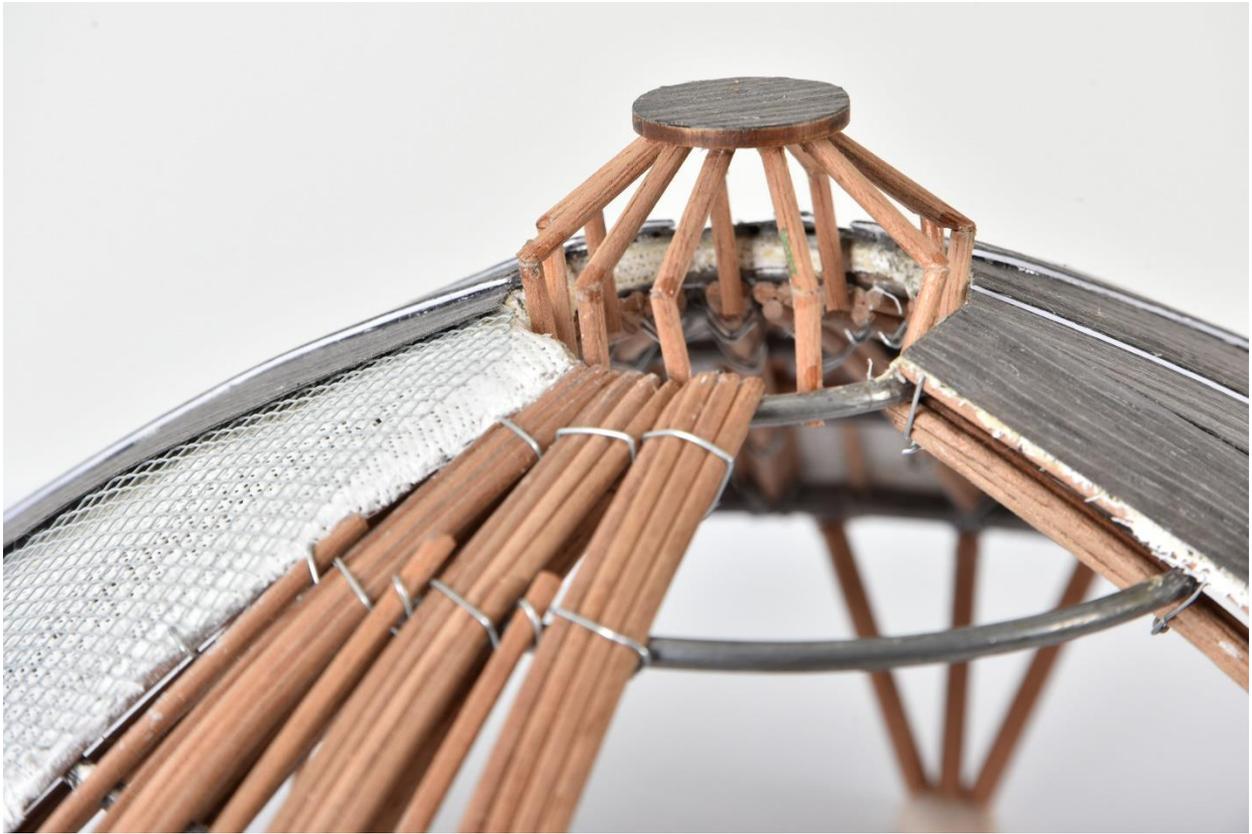
Planos domo mundo aventura

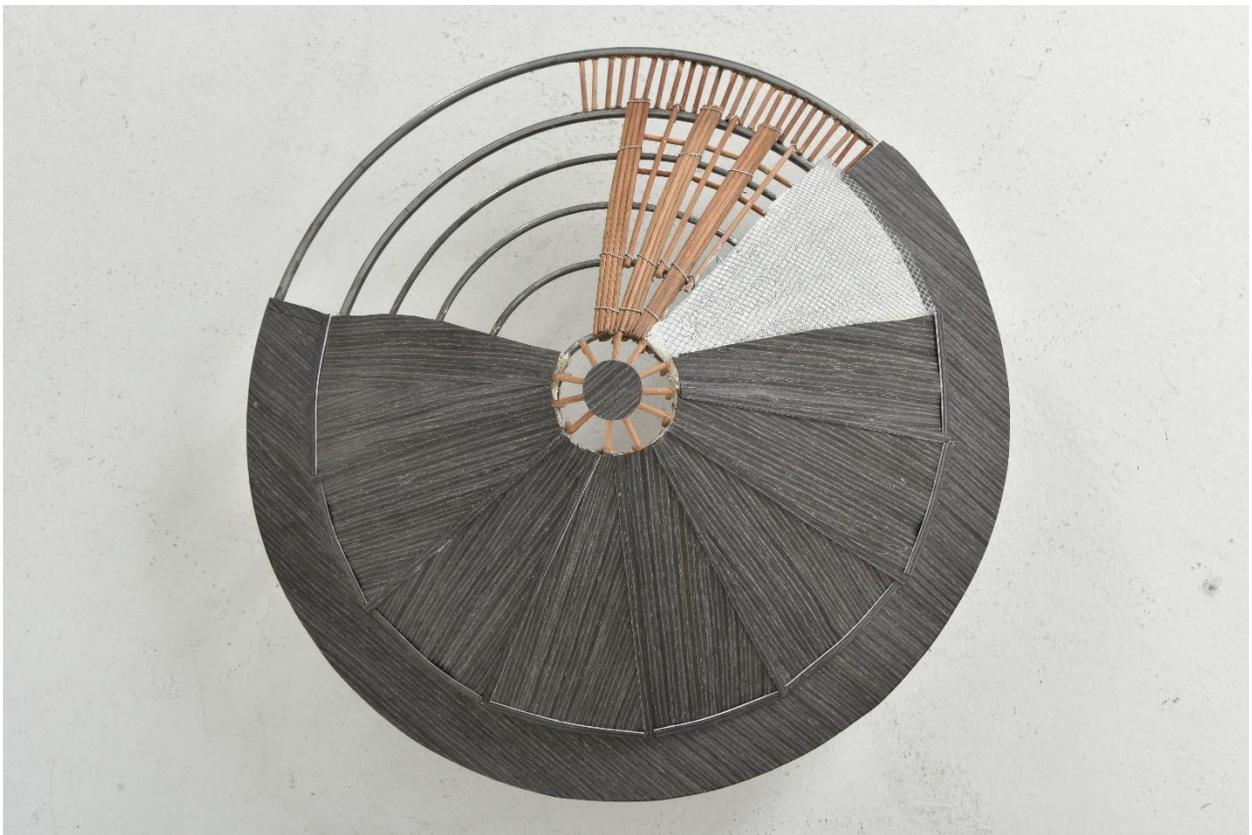
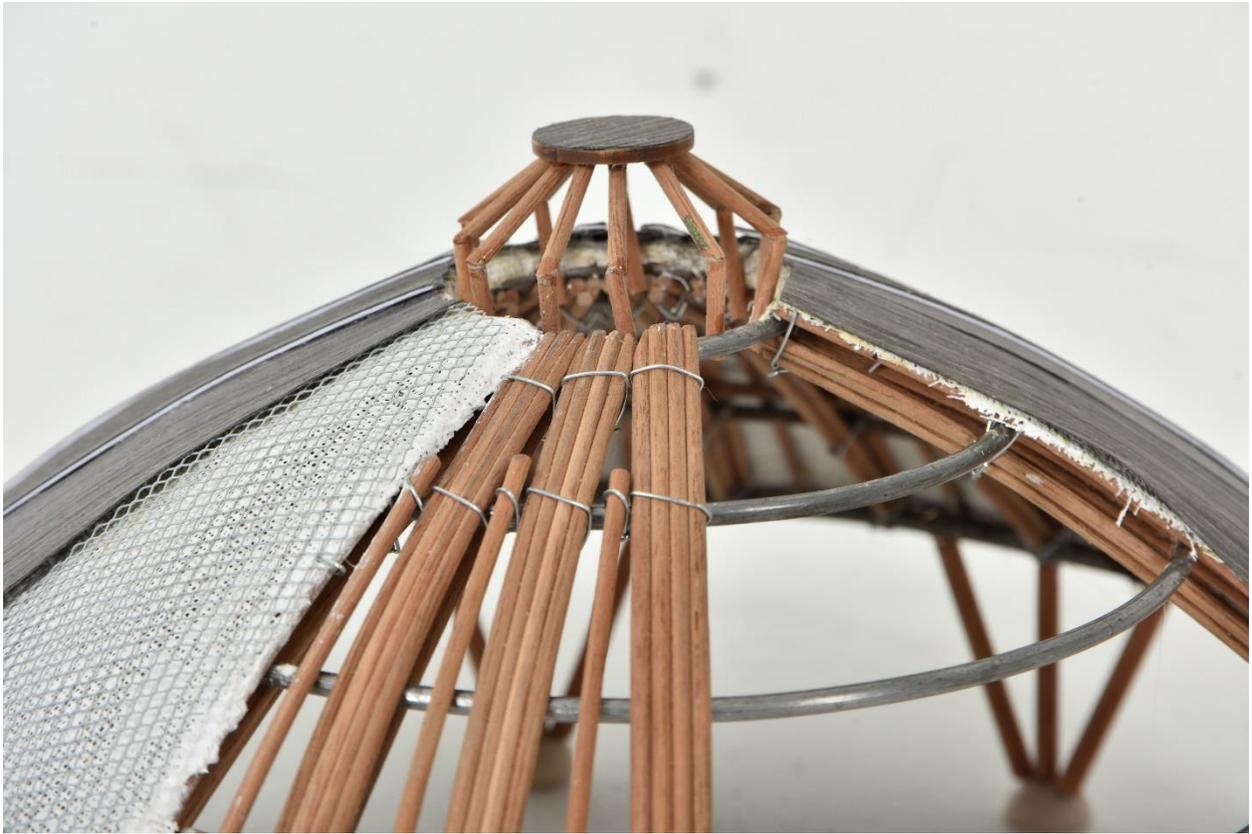


Fotografías maqueta domo mundo aventura







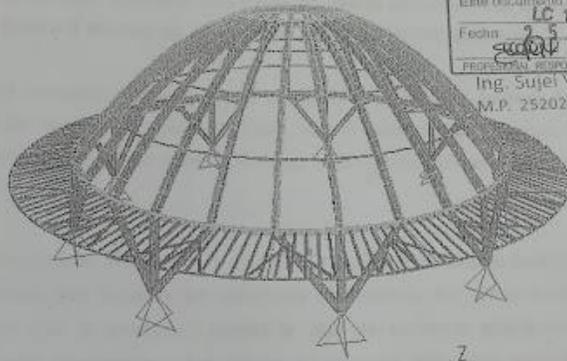




Memorias de calculo

MEMORIAS DE CÁLCULO

PROYECTO:
CUPULA MADERA Y GUADUA
PARQUE MUNDO AVENTURA
BOGOTA D.C.



CURADOR URBANO N° 1 BOGOTA D.C.
Este documento forma parte integral de:
LC 12 - 1 - 03 12
Fecha: 25 JUL 2012
Profesional responsable: *[Signature]*
Ing. Sujel Vanegas P.
M.P. 25202-71927 CND

Alcatal 200
C= 2.0
S= 0.394

DISEÑO ARQUITECTONICO.
ARQUITECTO. SIMON VELEZ J.

CALCULO ESTRUCTURAL
INGENIERO. LUIS FELIPE LÓPEZ MUÑOZ
MAT: 17202084110 CLD

BOGOTA D.C. FEBRERO DE 2012

CURADOR URBANO N° 1 BOGOTA D.C.
N° 121 - 01179
03 ABR. 2012

ev/Abini PV/12

1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en una cúpula de 26 m de diámetro soportada por arcos de guadua, cada arco está constituido por 7 guaduas, conectadas entre sí por pernos de $\frac{1}{2}$ ", para dar la forma a los arcos y configurar la geometría de la cúpula se utilizara tubería metálica estructural de 4" de diámetro y espesor 6 mm.

La cúpula estará soportada sobre una viga de concreto pos-tensada, esta viga tendrá una sección transversal en forma de media circunferencia con diámetro de 54 cm, y tendrá 6 torones de $\frac{1}{2}$ ", con una carga de 10 ton cada uno.

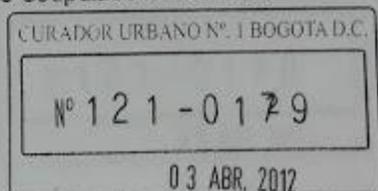
La viga de concreto estará apoyada sobre 27 columnas de madera de 35 cm de diámetro de la especie eucalipto pillita son 3 columnas por apoyo, la conexión entre la viga de concreto y las columnas serán articulaciones sin transmisión de momentos.

La cúpula tendrá un alero de 3 m en todo su perimetros, este estará soportado por pies de amigo que llegan a las columnas de madera, así como tensores de $\frac{5}{8}$ " cada 1.5 m que lo sostienen desde la viga de concreto pos-tensada. Todo la estructura esta cimentada sobre dados de concreto reforzado unidos entre sí por vigas de enlace, y soportados por pilotes de concreto reforzado de 12 m de profundidad y 40 cm de diámetro, son 2 pilotes por apoyo.

Para determinar las cargas actuantes sobre la estructura se utilizaron las recomendaciones dadas en los títulos A y B de la NSR-10

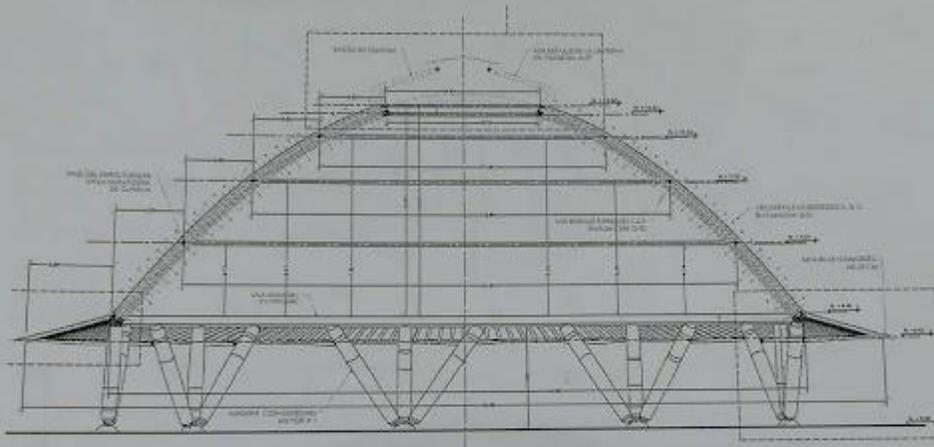
El diseño de los elementos de guadua Y madera se realizo para cumplir con los requisitos mínimos del Título G de la NSR-10.

El diseño de los elementos de concreto se realizo según lo estipulado en el Título C de las NSR-10



2. GEOMETRIA DE LA ESTRUCTURA

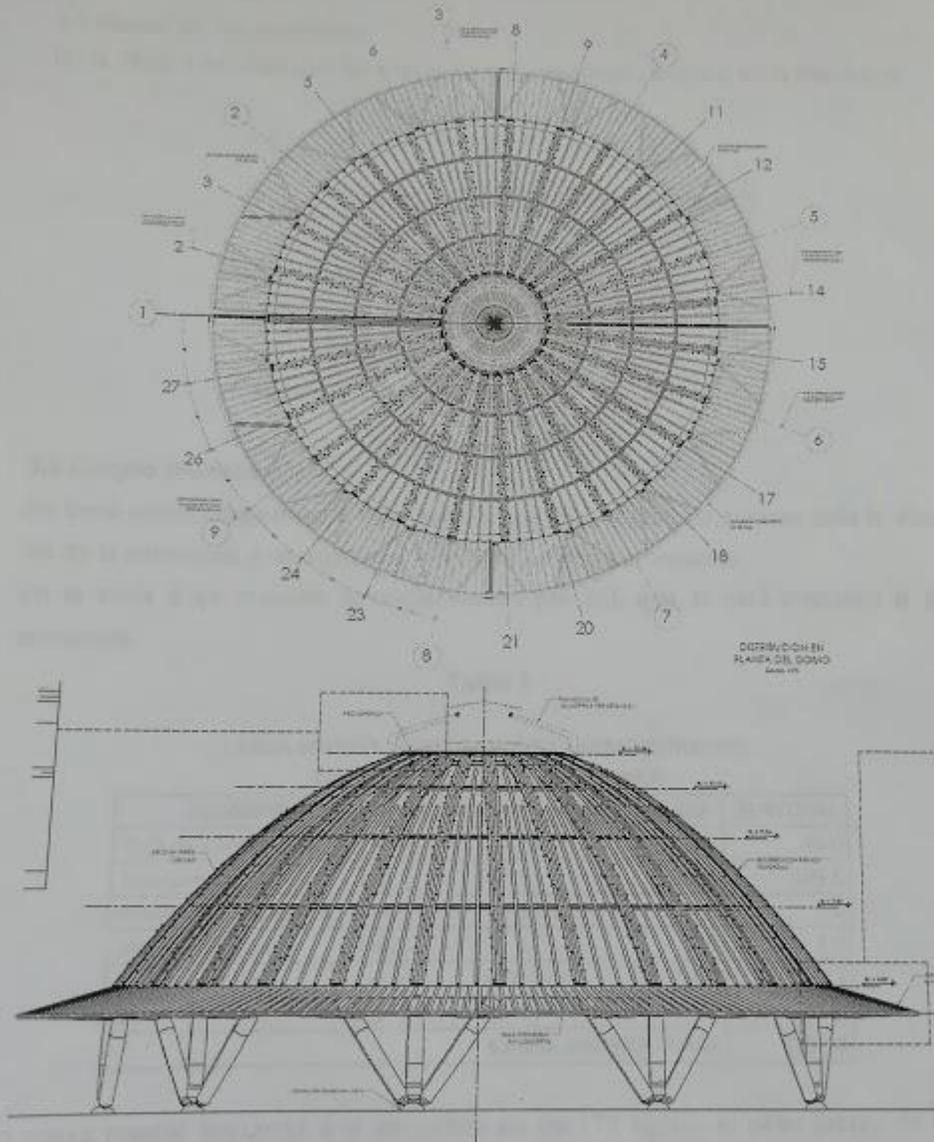
- Dimetro cúpula: 26 m
- Alero: 3 m
- Dimetro con alero: 32 m
- Altura columnas: 4.4 m
- Altura cúpula: 12.84 m



CURADOR URBANO N° 1 BOGOTÁ D.C.

N° 121-0179
3

03-ABR. 2012



En total la cúpula se soportara en 9 apoyos dispuestos cada 40° en planta, cada apoyo llevara 3 columnas de madera de 35 cm de diámetro.

CURADOR URBANO N°. 1 BOGOTÁ D.C.

Nº 121-01749

02 JUN 1978

3. CARGAS.

3.1 Masas de los materiales.

En la Tabla 1 se muestran las masas de los materiales utilizados en la estructura

Tabla 1

Material	Densidad (kg/m ³)
Acero**	7800
Mortero relleno entrenudos**	2100
Concreto reforzado	2400
Guadua*	750
Madera eucalipto Pellita	850

3.2 Cargas Muertas (D)

Se toma como carga muerta todo aquella que será soportada durante toda la vida útil de la estructura y no podrá ser removida en ningún momento.

En la tabla 2 se muestra la carga muerta por m², que le será impuesta a la estructura.

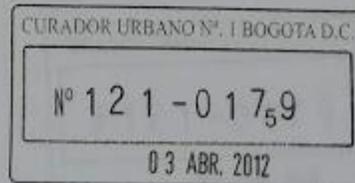
Tabla 2

CARGA MUERTA CUBIERTA EDIFICIO ADMINISTRATIVO
TERMINAL CABECERA AGUABLANCA

ELEMENTO	UN	CANTIDAD	PESO UNITARIO	SUBTOTAL
Teja de barro plana	m ²	1	45	45.0
Mortero teja	m	0.05	2100	105.0
Malla electrosoldada	m ²	1	2	2.0
Manto asfáltico	m ²	1	1	1.0
Relleno cañutos	m ³	0.006	2100	13
Otros	gl	1	9	9.0
CARGA MUERTA TOTAL				175.00

La carga muerta impuesta a la estructura es de 175 kg/m², el peso propio de los materiales se incluyo en el modelo de cálculo

3.3 Cargas Vivas (L)



Las cargas vivas en las cubiertas son las causadas por:

- Materiales, equipos y trabajadores utilizados en el mantenimiento y construcción de la cubierta y
- Durante la vida útil de la estructura las causadas por objetos móviles y por las personas que tengan accesos a ellas.

Para la cubierta se asumió una carga viva de 50 kg/m²

CURADOR URBANO N° 1 BOGOTÁ D.C.
N° 121-0879
03 ABR. 2012

3.4 Cargas de viento (W)

El chequeo de cargas de viento se realizo según lo estipulado es B.6.5.13 "Cargas de viento de diseño en edificios abiertos con cubiertas a una, dos y aguas y en artesa.

FUERZAS DE VIENTO

Velocidad del viento

Región: 2 Bogotá DC $V = 22 \text{ m/s}$

Factor de dirección del viento

$k_d = 0.85$ (Tabla B.6.5-4)

Factor de Importancia

I: II
 $I = 1$ (Tabla B.6.5-1)

Rugosidad del terreno B

$k_z = 1.22$ (Tabla B.6.5-3)

Factor topografico

$k_{zt} = 1.0$

Factor de Efecto Rafaga G

$\eta I = 3.68 \text{ Hz}$ Frecuencia natural del edificio

Edificio rigido

$G = 0.85$

Clasificación de los cerramientos

Edificio abierto

Presión por velocidad

$h = 13 \text{ m}$ altura media de la cubierta

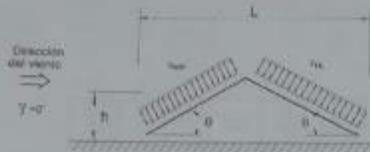
$q_h = 307.669604 \text{ N/m}^2$

Cargas de viento de diseño en edificios abiertos con cubiertas a una, dos y aguas en artesa.

$$\theta = 22^\circ$$

$$\gamma = 0^\circ$$

Inclinación cubierta
Dirección del viento



Ángulo de la Cubierta θ	Tipo de Carga	Dirección del Viento $\gamma = 0^\circ, 180^\circ$			
		Faja de Viento Libre		Faja de Viento Absorbida	
		Caso A	Caso B	Caso A	Caso B
7.2°	A	1.1	-0.5	-0.5	-0.5
	B	0.9	-0.5	-0.5	-0.5
14.4°	A	1.1	-0.4	-0.4	-0.4
	B	0.9	-0.4	-0.4	-0.4
21.6°	A	1.1	-0.3	-0.3	-0.3
	B	0.9	-0.3	-0.3	-0.3
28.8°	A	1.1	-0.2	-0.2	-0.2
	B	0.9	-0.2	-0.2	-0.2
36.0°	A	1.1	-0.1	-0.1	-0.1
	B	0.9	-0.1	-0.1	-0.1

- Nota:
- Caso A y B, indican las presiones sobre superficies de las cubiertas de arriba y de abajo para la zona de las superficies de viento. Para las zonas de viento perpendicularmente.
 - El caso de viento libre absorbe el 50% de la carga, respecto a la absorción, con respecto al viento en 90° . Para el viento absorbido, respecto al viento en 90° que indica el caso del viento absorbido (Caso B).
 - Los signos positivos y negativos significan presiones y succiones, respectivamente sobre las superficies, respectivamente.
 - Para cubiertas con el ángulo 7.2° y 14.4° se permite simplificar el caso, para cubiertas de B, tomando el 50% de las superficies de la carga para el caso de una sola superficie.
 - Tabla de valores de experimentación para caso simple de viento, tal como se investigó.
 - Definición:
 1. Dimensional horizontal del viento medida a la altura de la dirección del viento, en m.
 2. Altura promedio de la cubierta, en m.
 3. Dimension del viento en grados.

Caso A

Caso B

CNw	1.1	CNw	-0.5
CNL	0.9	CNL	-0.5
pwA=	287.67 N/m ²	pwB=	-130.76 N/m ²
pLA=	235.37 N/m ²	pLB=	-130.76 N/m ²



Distancia horizontal desde el borde de succión	Ángulo de la cubierta α	Caso de Carga	Flujo de Viento	
			C_{pe}	C_{pi}
$\leq h$	Todas las formas $\alpha \leq 45^\circ$	A	-0.6	-0.2
		B	0.0	0.0
$> h, \leq 2h$	Todas las formas $\alpha \leq 45^\circ$	A	-0.6	-0.3
		B	0.0	0.0
$> 2h$	Todas las formas $\alpha \leq 45^\circ$	A	-0.2	0.0
		B	0.0	0.0

Nota:

- C_{pe} toma las presiones (o las contribuciones de las superficies de arriba o de abajo).
 - El flujo de viento libre sobre el flujo de viento relativo en elevación, con límites igual o menor a 35%. El flujo de viento relativo puede ocurrir debajo del techo que impide el flujo del viento (como mayor al 50%).
 - Los signos positivos y negativos significan presiones y succiones, respectivamente.
 - Para cubiertas de una sola pendiente mayor de 1° los valores de C_{pe} aplican también para los casos de $\gamma = 0^\circ$ y 180° de la Figura B.6.5.13A para otros valores de α y L .
 - Todos los casos de carga mínimas para este ángulo de viento deben ser investigados.
- Abreviaturas:
- Dirección horizontal del techo medida a lo largo de la dirección del viento, en m.
 - Altura promedio de la cubierta, en m.
 - Dirección del viento en grados.
 - Ángulo de la cubierta medida desde la horizontal, en grados.

Flujo libre

Caso A

Caso B

CN = -0.3

CN = 0.3

pA = -78.45574902 N/m²pB = 78.45574902 N/m²

Debido a que las presiones calculadas de acuerdo a B.6.5.13 son muy pequeñas, se asumió una presión de viento mínima de 40 kg/m², tanto para las zonas de succión como para las de presión, de acuerdo a la convención de signos que aplique dependiendo el ángulo de llegada del viento.

3.5 Cargas de sismo (E)

El análisis de cargas sísmicas se hizo de acuerdo a la Norma Sismo-resistente Colombiana (NSR-10).

Según el estudio de suelos suministrado por el parque mundo aventura y realizado por la firma Metrologia y ensayos ingeniero geotecnista Melquicedec Cantor Villa, se recomienda para el análisis sísmico utilizar la zona aluvial 200 de la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá D.C.

Zona Amenaza sísmica: intermedia

Zona espectral de diseño: Aluvial 200

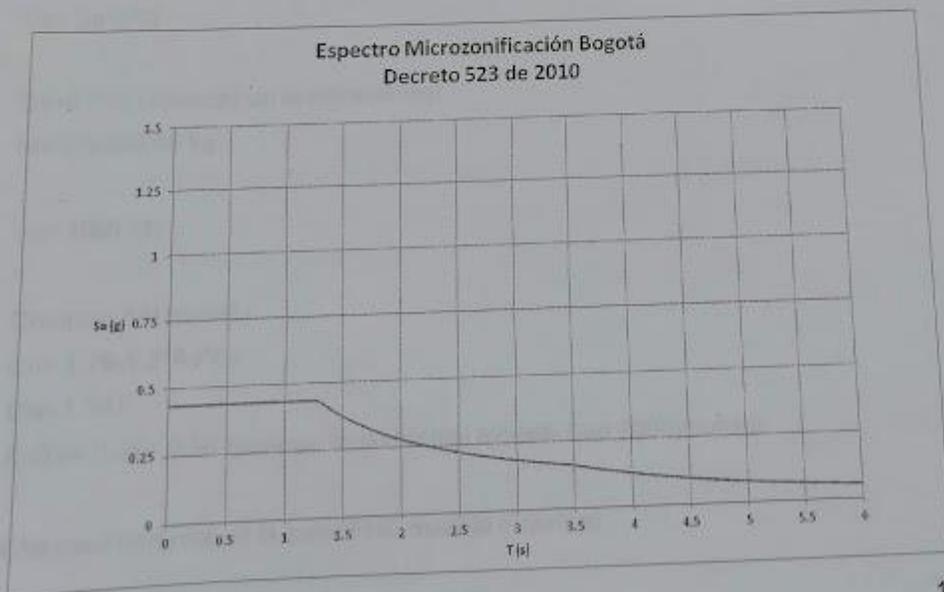
Grupo de uso II

Las variables sísmicas son las siguientes:

Variables sísmicas

$A_0=$	0.16	$F_B=$	1.05
$I=$	1.1	$F_V=$	2.1
T_L	3.5	T_c	1.28

Para las anteriores condiciones se calculo el siguiente espectro de diseño, el cual se puede ver en la siguiente figura



El coeficiente de disipación de energía es $R_0=2$, para estructuras de madera de pórticos con diagonales, no obstante por ser esta una estructura con un alto grado de complejidad se optó por utilizar un $R=1$

Chequeo de cortante en la base.

Periodo fundamental aproximado

$$T_a = C_t h^\alpha$$

$$C_t = 0.073$$

$$\alpha = 0.75$$

$$h = 9.0 \text{ m (altura media de al cubierta)}$$

$$T_a = 0.379 \text{ s}$$

Cortante en la base

$$V_s = S_a * g * M$$

$$S_a = 0.434 \text{ (espectro de aceleraciones)}$$

$$M = 249295.58 \text{ kg}$$

$$V_s = 1061 \text{ kN}$$

Chequeo del periodo

$$C_u = 1.75 - 1.2 * A_v * F_v$$

$$C_u = 1.347$$

$$C_u T_a = 0.51 > 0.38 \text{ (periodo fundamental modelo Sap 2000) cumple}$$

Chequeo cortante en la base FHE modelo dinámico

Cortante en la base FHE

$$V_s = 1061$$

Cortante en la base sentido x modelo dinámico

$$V_{sx} = 674.2 \text{ kN}$$

$$0.8V_s/V_{sx} = 1.26$$

Cortante en la base sentido y modelo dinámico

$$V_{sy} = 698.09 \text{ kN}$$

$$0.8V_s/V_{sy} = 1.22$$

Efectos ortogonales del sismo:

Según A.3.6.3, las estructuras que tengan diafragma flexible, y las estructuras de un piso no requieren análisis de sismo con componente ortogonal, más aun tratándose de una estructura completamente circular y simétrica.

No obstante el chequeo se realizó previniendo alguna excentricidad en el proceso constructivo.

3.6 Combinaciones de carga.

Para este caso se utilizarán las combinaciones de carga para el método de los esfuerzos de trabajo, para el diseño de cada elemento de la estructura se debe tener en cuenta el efecto más desfavorable producido por cualquiera de las siguientes combinaciones de carga.

D

D+(Lr o G)

D+0.75 (Lr o G)

D+W

D+0.7Ex+0.7(0.3Ey)

$$D+0.7E_y+0.7(0.3E_x)$$
$$D+0.75W+0.75(L \text{ o } G)$$
$$D+0.75(0.7E_x)+0.75(0.7*0.3E_y)+0.75(L \text{ o } G)$$
$$D+0.75(0.7E_y)+0.75(0.7*0.3E_x)+0.75(L \text{ o } G)$$
$$0.6D+W$$
$$0.6D+0.7E_x+0.7(0.3E_y)$$
$$0.6D+0.7E_y+0.7(0.3E_x)$$

Donde:

D: Carga muerta

L: Carga viva

W: Carga de viento

E: Sismo

G: Granizo

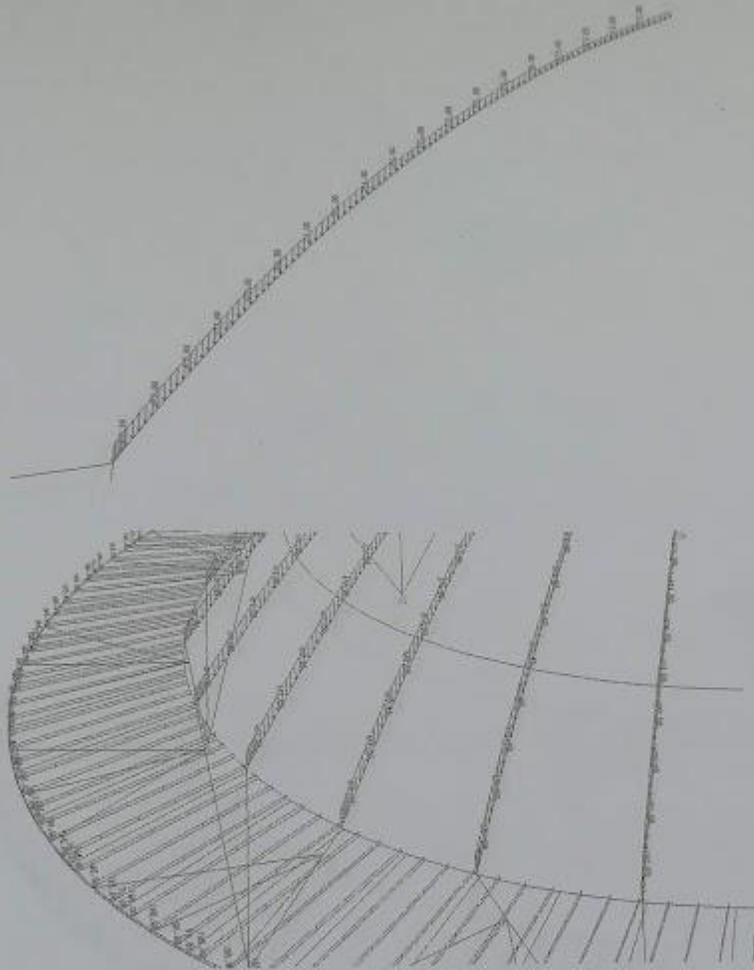
4. MODELO DE CARGA.

Para el análisis de esta estructura se utilizó el programa Sap-2000.

A continuación se describe paso a paso el modelo de carga de la estructura.

Carga muerta.

La carga muerta se aplicó sobre los elementos de la cubierta, en el sentido de la gravedad, de acuerdo a su área aferente.



Carga viva.

La carga viva se aplico igual que la carga muerta.

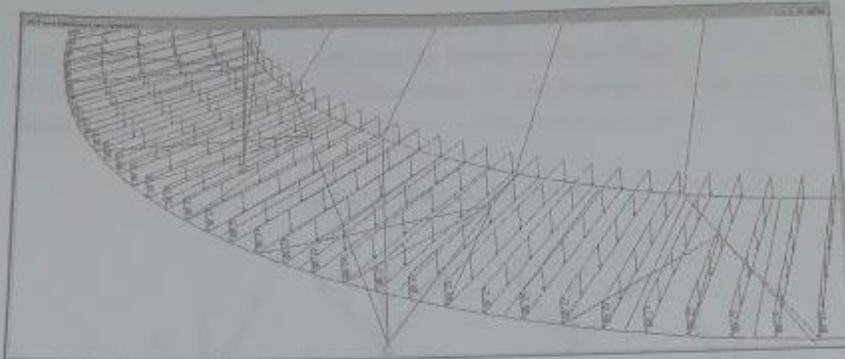


Carga de Granizo.

La carga de granizo se aplico según lo expresado en el Título B de la NSR-10, debido a la geometría del domo solo se aplico la carga de granizo en el alero, el cual es el único punto de la edificación donde puede ocurrir acumulación de granizo.

Como la ciudad de Bogotá D.C. está ubicada por encima de de los 2000 msnm, y la el ángulo de la pendiente del alero es inferior a 15° se asume una carga de granizo de 100 kg/m^2 , aplicada sobre las viguetas de guadua del alero, las cuales están separadas 62 cm

Carga por vigueta = $100 * 0.62\text{m} = 62\text{kg/m}$

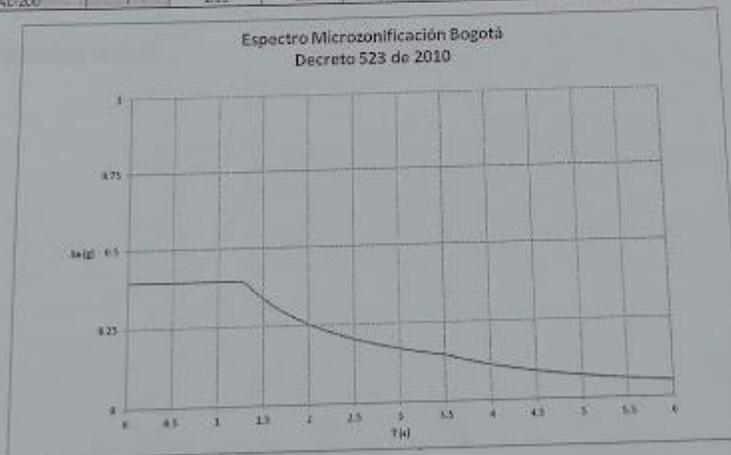


5. DERIVAS.

Según lo estipulado en el literal A.6.2.1.2, se recalcula el espectro de aceleraciones con un coeficiente de importancia $I=1.0$, ya que la estructura es del Grupo II.

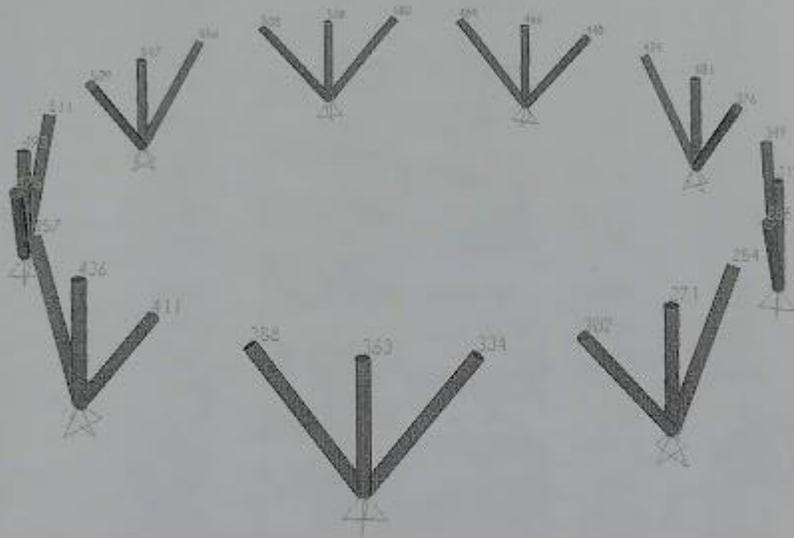
Espectro derivas

Zona	Grupo de uso	Fa	Fv	Tc	T _L	A ₀	A _A	A _v	I
ALUVIAL-200	I	1.06	2.1	1.28	3.5	0.16	0.15	0.2	1



El chequeo de las derivas se realizará en los puntos de intersección de las columnas de madera rolliza con la viga de concreto post-tensada.
No obstante esta edificación no tiene límite de deriva según lo estipulado en el literal A.6.4.1.5. "No hay límite de deriva en edificaciones de un piso"

Puntos de chequeo de deriva



Altura columnas 4.2 m

Calculo de derivas

TABLE: Joint Displacements					
Joint	OutputCase	U1	U2	Deriva X	Deriva Y
Text	Text	m	m	%	%
254	COMB8	-0.00063	-0.002406	-0.014%	-0.053%
254	COMB7	0.000903	-0.000118	0.020%	-0.003%
271	COMB7	-0.001116	-0.002154	-0.025%	-0.048%
271	COMB8	-0.000906	-0.002408	-0.020%	-0.054%
286	COMB8	-0.000472	-0.00236	-0.010%	-0.052%
286	COMB7	0.001147	-0.000133	0.025%	-0.003%
302	COMB8	-0.001161	-0.002227	-0.026%	-0.049%
302	COMB7	-0.001417	-0.00202	-0.031%	-0.045%
313	COMB8	-0.000317	-0.002274	-0.007%	-0.051%
313	COMB7	0.001442	-0.000144	0.032%	-0.003%
334	COMB8	-0.001402	-0.00203	-0.031%	-0.045%
334	COMB7	-0.001692	-0.001866	-0.038%	-0.041%
349	COMB8	-0.000161	-0.001963	-0.004%	-0.044%
349	COMB7	0.00178	0.000005623	0.040%	0.000%
363	COMB8	-0.001723	-0.001792	-0.038%	-0.040%
363	COMB7	-0.002034	-0.001643	-0.045%	-0.037%
376	COMB8	-0.000071	-0.001709	-0.002%	-0.038%
376	COMB7	0.00201	0.000101	0.045%	0.002%
388	COMB8	-0.001896	-0.001428	-0.042%	-0.032%
388	COMB7	-0.002212	-0.001288	-0.049%	-0.029%
401	COMB8	0.000071	-0.001409	0.002%	-0.031%
401	COMB7	0.002261	0.000296	0.050%	0.007%
411	COMB8	-0.002037	-0.001165	-0.045%	-0.026%
411	COMB7	-0.002329	-0.001004	-0.052%	-0.022%
424	COMB8	0.000089	-0.001041	0.002%	-0.023%
424	COMB7	0.002332	0.000556	0.052%	0.012%
436	COMB7	-0.002428	-0.000694	-0.054%	-0.015%
436	COMB8	-0.000173	0.000958	-0.004%	0.021%
448	COMB7	0.002356	0.000805	0.052%	0.018%
448	COMB8	0.002101	0.00098	0.047%	0.022%
457	COMB7	-0.002307	-0.0004	-0.051%	-0.009%
457	COMB8	-0.000051	0.001255	-0.001%	0.028%
466	COMB7	0.002331	0.001173	0.052%	0.026%
466	COMB8	0.002041	0.001319	0.045%	0.029%
475	COMB7	-0.002161	-0.000231	-0.048%	-0.005%
475	COMB8	0.000029	0.001539	0.001%	0.034%

TABLE: Joint Displacements					
Joint	OutputCase	U1	U2	Deriva X	Deriva Y
Text	Text	m	m	%	%
484	COMB7	0.002097	0.001481	0.047%	0.033%
484	COMB8	0.001789	0.001604	0.040%	0.036%
493	COMB7	-0.001972	-0.000035	-0.044%	-0.001%
493	COMB8	0.000094	0.001915	0.002%	0.043%
502	COMB7	0.001882	0.001735	0.042%	0.039%
502	COMB8	0.00158	0.001873	0.035%	0.042%
511	COMB7	-0.001627	0.000049	-0.036%	0.001%
511	COMB8	0.000267	0.002149	0.006%	0.048%
520	COMB7	0.001614	0.002016	0.036%	0.045%
520	COMB8	0.001342	0.002193	0.030%	0.049%
529	COMB7	-0.001354	0.000084	-0.030%	0.002%
529	COMB8	0.000381	0.002319	0.008%	0.052%
538	COMB7	0.001239	0.00211	0.028%	0.047%
538	COMB8	0.001009	0.002333	0.022%	0.052%
547	COMB7	-0.001069	0.00016	-0.024%	0.004%
547	COMB8	0.000571	0.002485	0.013%	0.055%
556	COMB7	0.000978	0.002151	0.022%	0.048%
556	COMB8	0.000794	0.00243	0.018%	0.054%

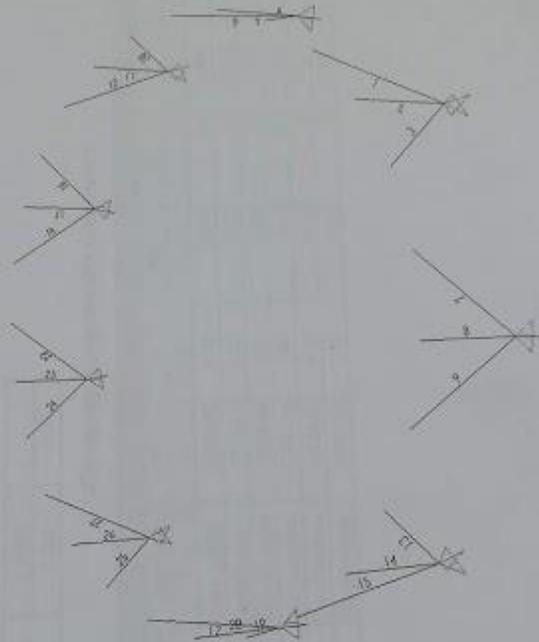
6. DISEÑO COLUMNAS MADERA

Las columnas de madera se construirán con madera de la especie Eucalipto Pelita, la cual procede de bosques certificados.

Se chequean los dos tipos de columnas existentes, la columna central y la columna inclinada

En el modelo la columna central más exigida es la que corresponde al elemento 600 y la inclinada al elemento 618.

La madera se clasifica como madera selecta del grupo estructural 4 ES4, según la clasificación del Título G la NSR-10



ESFUERZOS ADMISIBLES ES3 (Mpa)

Fb Flexión	Ft Tracción	Fc Compresión	Fp* Compresión \perp	Fv Corte
17	12	15	2.8	1.5

DURACIÓN DE CARGA CD

muerta	viva	sismo	viento
0.9	1	1.6	

CONJUNTO

Gr
1.15

MODULOS DE ELASTICIDAD Mpa

Módulo promedio $E_{s,4}$	Módulo percentil 5 $E_{s,5}$	Módulo mínimo $E_{s,min}$
12500	10000	5000

C
0.85

VARIABLES columnas

D (mm)	r (mm)	A (mm ²)	L (mm)	λ
360	180	101787.6	4200	13.47

Chequeo compresión columnas

TABLE: Element Forcés - Frames				actuante		admissible		Índice sobreesfuerzo			
Frame	Station	OutputCase	Case Type	P	fc	FCE	FC*	CP	F'c	Chequeo	Índice
Text	m	Text	Text	kgf	Mpa				Mpa	F'c/fc	sobreesfuerzo
2	4.28	COMB1	Combination	-13414.32	1.29	21.81	13.5	0.856	11.55	ok	0.112
2	4.28	COMB2	Combination	-15799.6	1.52	21.81	15	0.833	12.49	ok	0.122
2	4.28	COMB14	Combination	-17204.86	1.66	21.81	24	0.685	16.44	ok	0.101
13	4.28	COMB1	Combination	-8963.05	0.86	21.81	13.5	0.856	11.55	ok	0.075
13	4.28	COMB2	Combination	-10534.82	1.02	21.81	15	0.833	12.49	ok	0.082
13	4.28	COMB8	Combination	-19780.25	1.91	21.81	24	0.685	16.44	ok	0.116

Chequeo Flexión columnas soporte alero

ESFUERZOS ADMISIBILES ES4 (Mpa)

Fb Flexión	Ft Tracción	Fc Compresión	Fp+ Compresión	Fv Corte
17	12	15	2.8	1.5

MODULOS DE ELASTICIDAD Mpa

Módulo promedio E _{0.5}	Módulo percentil 5 E _{0.05}	Módulo mínimo E _{min}
12500	10000	5000

DURACIÓN DE CARGA CD

muerta	viva	sismo viento
0.9	1	1.6

CONJUNTO

Cr
1.15

Fc*	C
13.5	0.8

VARIABLES GUADUA

D (mm)	r (mm)	A (mm ²)	L (mm)	S (mm ³)
360	180	101787.6	4200	4580453

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Text	Station	mm	OutputCase	CaseType	P	Kgf	V2	Kgf	V3	Kgf	M2	Kgf.m	M3	kgf.m	actuante			Admisible		
																fb2	Mpa	fb3	Mpa	Fb	Mpa
1	4.28339	COMB1	Text	Combination	-8804.53	921.89	7184.34	6594.26	868.42	14.1230	1.8599	15.3	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
1	4.28339	COMB2	Text	Combination	-10412.15	1078.39	8599.35	7893.07	1012.07	16.9047	2.1676	17.0	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
1	4.28339	COMB14	Text	Combination	-4220.44	1180.15	8573.98	7889.79	1105.47	16.8548	2.3676	27.2	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

Chequeo Corte columnas madera

ESFUERZOS ADMISIBILES E54 (Mpa)

Fb Flexión	Ft Tracción	Fc Compresión	Fp* Compresión	Fv Corte
17	12	15	2.8	1.5

MODULOS DE ELASTICIDAD Mpa

Módulo promedio E _{0.5}	Módulo percentil 5 E _{0.05}	Módulo mínimo E _{min}
17500	10000	5000

DURACIÓN DE CARGA CD

muerta	viva	sismo viento
0.9	1	1.6

CONJUNTO

Cr
1.15

VARIABLES GUADUA

D (mm)	r (mm)	A (mm ²)	L (mm)	S (mm ³)
360	180	101787.6	4200	4580453

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	actuante			admissible		Chequeo						
							Kgf	Kgf	Kgf	Mpa	Mpa		Mpa	Fv	Fv2	Fv3		
Text	m	Text	Text															
1	5.20126	COMB1	Combination	-8735.82	970.96	7184.34	0.1246	0.9223	1.95	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
1	5.20126	COMB2	Combination	-10343.44	1126.87	8599.35	0.1447	1.1039	1.5	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
1	5.20126	COMB14	Combination	-4151.73	1228.62	8573.98	0.1577	1.1007	2.4	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
13	5.20126	COMB14	Combination	-2087.92	1325.56	8440.63	0.1702	1.0835	2.4	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
6	5.20126	COMB1	Combination	-8631.51	971.43	7184.07	0.1247	0.9222	1.95	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
6	5.20126	COMB2	Combination	-10220.23	1128.03	8599.51	0.1448	1.1089	1.5	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

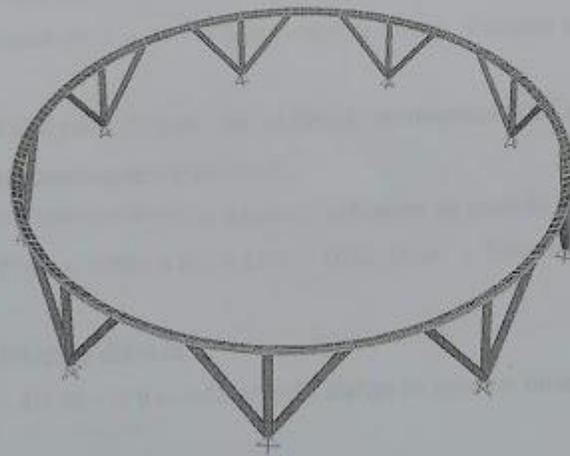
CHEQUEO FLEJO-COMPRESION COLUMNAS MADERA

Frame	Station	Element Forces - Frames		actual		FC		FC*		actual		actual		actual		Flex Compressión	Flex Compressión
		Text	OutputCase	P	Fc	FCE	FC*	CP	F/C	M2	M3	fb2	fb3	Fb	Fb		
Text	m		Text	Mg	Mpa				Mpa	kg/m	kg/m	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa		
1	4.28339	COMB1	Combination	8504.53	0.85	22.65	13.5	0.835	13.27	6294.28	858.42	34.3270	1.78264	13.3	0.86	-1	-1
15	4.28339	COMB13	Combination	-36399.3	1.58	22.65	24	0.671	16.09	-7786.42	358.13	16.6383	0.2570	27.2	0.68	0.040	0.040
19	4.28339	COMB2	Combination	10517.37	1.01	22.65	15	0.813	12.17	6716.44	1159.07	14.4275	2.443	11	0.82	0.180	0.180

7. DISEÑO VIGA EN CONCRETO POST-TENSADA.

El aro de soporte de la cúpula se construirá con una viga de concreto reforzado post-tensado, la sección de la viga será media circunferencia con diámetro de 54 cm con una inclinación de 35 grados

Sección viga concreto post-tensada.



Isometría viga concreto y columnas madera.

Máxima fuerza de tracción viga de concreto

TABLE: Element Forces - Frames					
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P
Text	m	Text	Text	Text	Kgf
618		0 COMB14	Combination	Max	38916.25

En la tabla anterior se muestra la carga máxima de trabajo para la viga de concreto, el resto de los valores de la tabla se anexan en el CD, por su extensión no se incluyeron en el documento.

REFUERZO TENSIONADO

Torón $f_{pu} = 18.9 \text{ t/cm}^2$: Torón para preesfuerzo no adherido.

$f_g = 0.7 f_{pu}$: Esfuerzo en el gato

$\phi = 26 \text{ m}$: DIAMETRO VIGA CIRCULAR

$L = \pi \times \phi = \pi \times 25.4 = 79.8 \text{ m}$: LONGITUD VIGA CIRCULAR

$\alpha = 2\pi \text{ rad}$: Angulo en radianes de una vuelta completa, 360° .

Coefficiente de pérdida por fricción:

$\mu = 0.06 \quad K = 0.005/\text{m}$

Pérdida por fricción en $L = 79.8 + 2.20 = 82.0 \text{ m}$: Long. Traslajo para anclaje de torón: 2.20 m.

$\frac{\alpha}{2} = \frac{2\pi}{79.8} \times \frac{82}{2} = 3.228 \text{ rad}$: Angulo en radianes correspondiente a la mitad del trazado para tensionamiento móvil-móvil.

$e^{(-\mu - KL)} = e^{(-0.06 \times 3.228 - 0.0005 \times 45)} = 0.806$: Coeficiente de pérdida por fricción.

$f_o = 0.806 \times 0.7 f_{pu} = 0.806 \times 0.7 \times 18.9 = 10.68 \text{ t/cm}^2$: Esfuerzo mínimo antes de pérdidas.

$\Delta f_D = 2 \text{ t/cm}^2$: Pérdida diferida.

$f_\infty = f_o - \Delta f_D = 10.68 - 2.0 = 8.68 \text{ t/cm}^2$: Esfuerzo mínimo después de pérdidas diferidas.

1 torón $\frac{\phi^2}{4} = 0.96 \text{ cm}^2$: Área de un torón.

Máxima fuerza cortante viga de concreto

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
010		0COMB12	Combination	Min	27583.41	5526.06	0601.17	0	-82.95	-28.44
025		0COMB12	Combination	Min	19016.61	-30007.38	-1713.33	0	-63.3	-969.42

Cortante ultimo

$$V_u = 10008 \text{ kg}$$

Esfuerzo cortante ultimo

$$v_u = \frac{10008}{912} = 11 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia al corte de la sección de concreto

$$\phi v_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} = 7.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Como

 $v_u > \phi v_c$ Se debe adicionar refuerzo transversal a la viga

$$v_s = \frac{V_u}{\phi} - v_c$$

$$v_s = 4.12 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi v_s = 3.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ Requerido}$$

Refuerzo transversal propuesto mínimo

1 # 3 @ 0.125

$$\phi v_s = \frac{\phi * A_v * f_y}{b_w * s} \quad b_w = 0.7 \text{ Diámetro} = 0.7 * 54 = 37.8 \text{ cm}$$

$$\phi v_s = 10.73 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > 3.5 \text{ OK}$$

Chequeo por Flexión

Igual que para cortante el chequeo para flexión también se realiza con las combinaciones de carga para estados últimos de esfuerzo, según B.2.4.

En la siguiente tabla se muestran los máximos momentos actuantes en la viga.

Máximos momentos en la viga de concreto

Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
564	0.49253	COMB11	Combination	Min	25718.06	2366.7	-1105.47	0	1491.8	-1401.04
662	0.49253	COMB12	Combination	Min	20552.58	-5954.79	-4881.37	0	-676.85	-2274.27

Momento ultimo

$$M_u = 2275 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$A_s \geq \frac{M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f_y \cdot d} = \frac{2275 + 100}{0.9 \cdot 0.85 \cdot 4200 \cdot 42.7} = 1.65 \text{ cm}^2$$

Cuantia

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{1.65}{37.8 \cdot 42.7} = 0.001$$

Como la cuantia es inferior a la mínima se pone un refuerzo superior a la cuantia mínima

$$A_{s_{\min}} = 5.33 \text{ cm}^2$$

Refuerzo 6#6 abajo y 6#6 arriba

$$A_s = 17.05 \text{ cm}^2 \text{ (este refuerzo cumple cuantía máxima)}$$

8. REQUISITOS DE CALIDAD PARA GUADUA ESTRUCTURAL

La guadua rolliza utilizada como elemento de soporte estructural en forma de columna, viga, vigueta, pie derecho, entramados, entrepisos etc., deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) La guadua debe ser de la especie *Guadua angustifolia* Kunth. El presente capítulo no contempla la posibilidad de utilizar otras especies de bambúes como elemento estructural.
- b) La edad de cosecha para guadua estructural debe estar entre los 4 y los 6 años.
- c) El contenido de humedad de la guadua debe corresponder con el contenido de humedad de equilibrio del lugar. Cuando las edificaciones se construyan con guadua en estado verde se deben tener en cuenta todas las precauciones posibles para garantizar que las piezas al secarse tengan el dimensionamiento previsto en el diseño.
- d) La guadua estructural debe tener una buena durabilidad natural o estar adecuadamente preservada. Además se deben aplicar todos los recursos para protegerla mediante el diseño del contacto con la humedad, la radiación solar, los insectos y los hongos.

CLASIFICACION VISUAL POR DEFECTOS

Las piezas de guadua estructural no pueden presentar una deformación inicial del eje mayor al 0,33% de la longitud del elemento. Esta deformación se reconoce al colocar la pieza sobre una superficie plana y observar si existe separación entre la superficie de apoyo y la pieza.

Las piezas de guadua estructural no deben presentar una conicidad superior al 1.0%.

Las piezas de guadua estructural no pueden presentar fisuras perimetrales en los nudos ni fisuras longitudinales a lo largo del eje neutro del elemento. En caso de tener elementos con fisuras, estas deben estar ubicadas en la fibra externa superior o en la fibra externa inferior.

Piezas de guadua con agrietamientos superiores o iguales al 20% de la longitud del culmo no serán consideradas como aptas para uso estructural.

Las piezas de guadua estructural no deben presentar perforaciones causadas por ataque de insectos xilófagos antes de ser utilizadas.

No se aceptan guaduas que presenten algún grado de pudrición.

Todo proceso de preservación y secado de piezas de guadua rolliza debe seguir lo estipulado en la norma NTC 5301.

CLASIFICACIÓN MECÁNICA

La clasificación mecánica de la guadua se ha realizado según lo estipulado en la norma NTC 5525, en relación con su capacidad a resistir cargas de compresión paralela, corte paralelo, flexión y tracción, así como, en su modulo de elasticidad. Las propiedades de la guadua se relacionan en la tabla G.12.1 y G.12.2

Para calcular el peso propio de la estructura se recomienda usar un peso específico 800 kg/m³ para la guadua *angustifolia* kunt. Este peso específico también se puede calcular siguiendo los procedimientos de la norma NTC 5525.

9. ESFUERZOS ADMISIBLES Y MÓDULOS DE ELASTICIDAD

La guadua es una gramínea leñosa utilizada en todo tipo de estructuras. A continuación se presentan las propiedades mecánicas del material guadua angustifolia kunt, según el capítulo G.12 de la NSR-10

Tabla 3 Propiedades de la guadua en MPa

Flexión f_w	Tracción paralela f_t	Compresión paralela f_c	Compresión perpendicular $f_{c\perp}$	Corte paralelo f_v	$E_{t,s}$	$E_{c,s}$	$E_{v,s}$
15	18	14	1.4	1.2	9500	7500	4000

Se estima que una guadua alcanza sus mejores propiedades mecánicas entre los 4 y 6 años de vida, por lo tanto es importante garantizar que todas las guaduas de este proyecto estén dentro de este rango de edades.

Así mismo las guaduas deben ser extraídas de guaduales con permiso de explotación y deberá cumplir con todas las reglamentaciones de las autoridades competentes.

Igualmente las guaduas que se utilicen para la construcción de esta estructura deben estar secas y con un contenido de humedad en equilibrio con la zona donde se va a construir la edificación.

10. COEFICIENTES DE MODIFICACIÓN

Con base en los valores de esfuerzos admisibles de la Tabla G.12.1 y los módulos de elasticidad de la tabla G.12.2, afectados por los coeficientes de modificación a que haya lugar por razón del tamaño, nudos, grietas, contenido de humedad, duración de carga, esbeltez y cualquier otra condición modificatoria, se determinan las solicitaciones admisibles de todo miembro estructural, según las prescripciones

de los numerales siguientes, con los esfuerzos admisibles modificados de acuerdo con la fórmula general:

POR DURACIÓN DE LA CARGA (CD) – Se considera que la duración normal de una carga son 10 años, cuando un elemento estructural está sometido a duraciones de carga diferentes, se debe multiplicar los valores de la tabla G12.1 por los valores de la tabla G.12.4

Tabla G.12.4
Coeficientes de modificación por duración de carga

Duración de carga	Flexión	Tracción	Compresión 	Compresión ⊥	Corte	Carga de diseño
Permanente	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	Muerta
Diez años	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	Viva
Dos meses	1.15	1.15	1.15	0.9	1.15	Construcción
7 días	1.25	1.25	1.25	0.9	1.25	
Diez minutos	1.6	1.6	1.6	0.9	1.6	Viento y Sismo
impacto	2.0	2.0	2.0	0.9	2.0	Impacto

Según la tabla G.12.4, se debe utilizar un factor de modificación de dependiendo de la combinación de carga que se quiera estudiar.

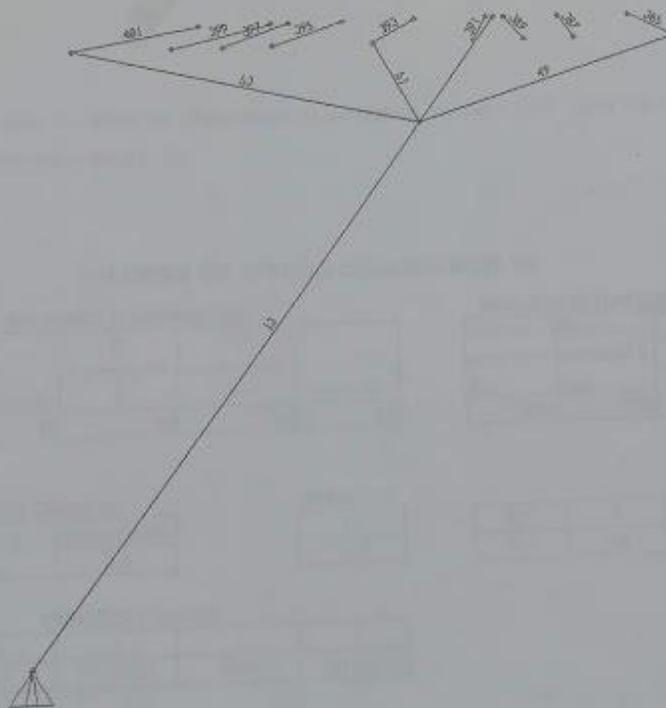
Combinación de carga	FM por duración de carga (CD)
D	0.9
D+L	1.0
D+0.75L	1.0
D+W	1.6
D+0.7E	1.6
D+0.75W+0.75L	1.6
D+0.75(0.7E)+0.75L	1.6
0.6D+W	1.6
0.6D+0.7E	1.6

Los demás factores de modificación se aplicaran dependiendo de cada una de las hipótesis del modelo estructural.

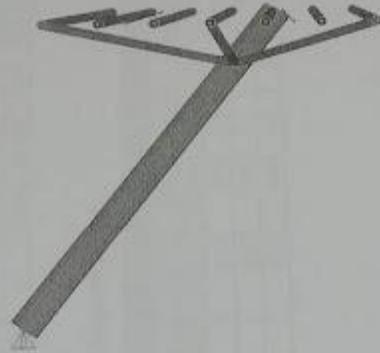
11. Análisis de elementos de guadua

El diseño de los elementos de guadua que conforman la cubierta se realiza según lo estipulado en el Capítulo G-12 de la NSR-10.

Para el diseño de los pies de amigo y las viguetas de el alero se utilizan los elementos mostrados en la siguiente imagen



Numeración de elementos de chequeo modelo Sap2000



Para las viguetas de alero se chequeara el elemento número 395, para los pies de amigo los elementos 49,51, 53

VALORES DE DISEÑO GUADUA NSR-10

ESFUERZOS ADMISIBLES Mpa

		Fc Compresión	Fp* Compresión ⊥	Fv Corte
Fb Flexión	Ft Tracción	14	1.4	1.2
15	18			

MODULOS DE ELASTICIDAD Mpa

Módulo promedio $E_{0.5}$	Módulo percentil 5 $E_{0.05}$	Módulo mínimo E_{min}
9500	7500	4000

DURACIÓN DE CARGA CD

muerta	viva	sismo viento
0.9	1	1.6

CONJUNTO

Cr
1.15

Fc*	C
12.6	0.8

VARIABLES GUADUA

De	t	A	r	S
125	17	5767.96411	38.65	137888.95

CHEQUEO VIGUETAS ALERO.

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN (vigüeta alero)

TABLE: Element Forces - Frames

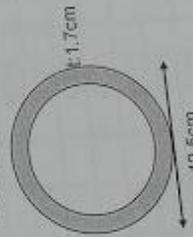
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	M2	M3	actuante		Admisible		Chequeo
									# guaduas	fb2	fb3	Fb	
Text	m	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	fb2
395	3.37066	COMB1	Combination	35.25	-3E-14	0	151.15	1	0.0000	20.7534	15.53	ok	ok
395	3.37066	COMB2	Combination	55.4	-6E-14	0	237.54	1	0.0000	16.8996	17.25	ok	ok
395	1.68533	COMB9	Combination	50.36	-5E-14	0	215.94	1	0.0000	35.3629	27.6	ok	ok

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTE (vigüeta alero)

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	#	actuante			adm			Chequeo
								guaduas	fv2	fv3	adm	Fv	fv2	
Text	m	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	guaduas <td>Mpa</td> <td>Mpa</td> <td>Mpa</td> <td>Mpa</td> <td>Mpa</td> <td>Mpa</td> <td>Mpa</td>	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
395	3.37066	COMB1	Combination	0	-179.37	0	1	0.60	0.00	0.00	1.08	ok	ok	
395	3.37066	COMB2	Combination	0	-281.9	0	1	0.94	0.00	0.00	1.2	ok	ok	
395	3.37066	COMB9	Combination	0	-256.26	0	1	0.86	0.00	0.00	1.92	ok	ok	

SECCIÓN VIGUETA



CHEQUEO PIES DE AMIGO SOPORTE ALERO.
 DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESIÓN (pies de amigo)

TABLE: Element Forces - Frames			# guadaas		actuante		admisible		Índice				
Frame	Station	OutputC	P	# guadaas apoyadas	# guadaas totales	modificado	fc	FCE	FC*	CP	F ^c	Chéqueo F ^c /f ^c	Índice
Text	m	Text	Kgf			r	Mpa				Mpa		
49	3.59307	COMB1	-2451.61	2	2	42.09	2.32	4.71	12.6	0.339	4.27	ok	0.543
49	3.59307	COMB1	-2451.44	2	2	42.09	2.32	4.71	12.6	0.339	4.27	ok	0.543
49	3.59307	COMB1	-2451.26	2	2	42.09	2.32	4.71	12.6	0.339	4.27	ok	0.543
49	3.59307	COMB2	-3422.16	2	2	42.09	3.24	4.71	14	0.309	4.32	ok	0.749
49	3.59307	COMB2	-3421.98	2	2	42.09	3.24	4.71	14	0.309	4.32	ok	0.749
49	3.59307	COMB2	-3421.81	2	2	42.09	3.24	4.71	14	0.309	4.32	ok	0.517
49	3.59307	COMB3	-2451.61	2	2	42.09	2.32	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.517
49	3.59307	COMB3	-2451.44	2	2	42.09	2.32	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.517
49	3.59307	COMB3	-2451.26	2	2	42.09	2.32	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.517
49	3.59307	COMB4	-2451.61	2	2	42.09	2.32	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.517
49	3.59307	COMB4	-2451.44	2	2	42.09	2.32	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.435
49	3.59307	COMB4	-2451.26	2	2	42.09	2.32	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.435
49	3.59307	COMB5	-2062.86	2	2	42.09	1.95	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.435
49	3.59307	COMB5	-2062.69	2	2	42.09	1.95	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.517
49	3.59307	COMB5	-2062.52	2	2	42.09	2.32	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.517
49	3.59307	COMB6	-2451.61	2	2	42.09	2.32	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.517
49	3.59307	COMB6	-2451.44	2	2	42.09	2.32	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB6	-2451.26	2	2	42.09	2.32	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB9	-3179.52	2	2	42.09	3.01	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB9	-3179.35	2	2	42.09	3.01	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB9	-3179.17	2	2	42.09	3.01	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB9	-2887.96	2	2	42.09	2.73	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB10		2	2	42.09							

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputC	P	# guaduas		actuante	admisible		Chequeo	Indice			
				apoyadas	totales		fc	FC					
Text	m	Text	Kgf	r	Mpa	Mpa	F _o /f _c	F _o /f _c	ok	ok			
49	3.59307	COMB10	-2887.79	2	2	42.09	2.73	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.609
49	3.59307	COMB10	-2887.61	2	2	42.09	2.73	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.609
49	3.59307	COMB11	-3179.52	2	2	42.09	3.01	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB11	-3179.35	2	2	42.09	3.01	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB11	-3179.17	2	2	42.09	3.01	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB12	-3179.52	2	2	42.09	3.01	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB12	-3179.35	2	2	42.09	3.01	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB12	-3179.17	2	2	42.09	3.01	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.671
49	3.59307	COMB15	-1470.86	2	2	42.09	1.39	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.310
49	3.59307	COMB15	-1470.86	2	2	42.09	1.39	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.310
49	3.59307	COMB15	-1470.76	2	2	42.09	1.02	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.228
49	3.59307	COMB16	-1082.22	2	2	42.09	1.02	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.228
49	3.59307	COMB16	-1082.12	2	2	42.09	1.02	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.310
49	3.59307	COMB16	-1082.01	2	2	42.09	1.39	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.310
49	3.59307	COMB17	-1470.97	2	2	42.09	1.39	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.310
49	3.59307	COMB17	-1470.86	2	2	42.09	1.39	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.310
49	3.59307	COMB17	-1470.76	2	2	42.09	1.39	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.310
49	3.59307	COMB18	-1470.97	2	2	42.09	1.39	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.310
49	3.59307	COMB18	-1470.86	2	2	42.09	1.39	4.71	22.4	0.200	4.49	ok	0.546
49	3.59307	COMB18	-1470.76	2	2	42.09	2.69	5.56	12.6	0.391	4.93	ok	0.546
49	3.59307	COMB18	-2844.89	2	2	42.09	2.69	5.56	12.6	0.391	4.93	ok	0.546
51	3.30778	COMB1	-2844.71	2	2	42.09	2.69	5.56	12.6	0.391	4.93	ok	0.756
51	3.30778	COMB1	-2844.54	2	2	42.09	2.69	5.56	12.6	0.391	4.93	ok	0.756
51	3.30778	COMB1	-3994.37	2	2	42.09	3.78	5.56	14	0.357	5.00	ok	0.756
51	3.30778	COMB2	-3994.2	2	2	42.09	3.78	5.56	14	0.357	5.00	ok	0.756
51	3.30778	COMB2		2	2	42.09	3.78	5.56	14	0.357	5.00	ok	0.756

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputC	P	# guaduas apoyadas	# guaduas totales	# guaduas modificado	actuante		admissible		Chequeo	Indice	
							fc	FCE	FC	CP			
Text	m	Text	Kgf			r	Mpa	Mpa	Mpa	F _c /f _c			
51	3.30778	COMB2	-3994.03	2	2	42.09	3.78	5.56	14	0.357	5.00	ok	0.755
51	3.30778	COMB3	-2844.89	2	2	42.09	2.69	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.514
51	3.30778	COMB3	-2844.71	2	2	42.09	2.69	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.514
51	3.30778	COMB3	-2844.54	2	2	42.09	2.69	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.514
51	3.30778	COMB4	-2844.89	2	2	42.09	2.69	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.514
51	3.30778	COMB4	-2844.71	2	2	42.09	2.69	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.514
51	3.30778	COMB4	-2844.54	2	2	42.09	2.69	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.514
51	3.30778	COMB5	-2387.37	2	2	42.09	2.26	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.431
51	3.30778	COMB5	-2387.2	2	2	42.09	2.26	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.431
51	3.30778	COMB5	-2387.02	2	2	42.09	2.26	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.431
51	3.30778	COMB6	-2844.89	2	2	42.09	2.69	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.514
51	3.30778	COMB6	-2844.71	2	2	42.09	2.69	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.514
51	3.30778	COMB6	-2844.54	2	2	42.09	2.69	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.514
51	3.30778	COMB9	-3707	2	2	42.09	3.51	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.670
51	3.30778	COMB9	-3706.83	2	2	42.09	3.51	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.670
51	3.30778	COMB9	-3706.66	2	2	42.09	3.51	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.669
51	3.30778	COMB10	-3363.86	2	2	42.09	3.18	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.608
51	3.30778	COMB10	-3363.69	2	2	42.09	3.18	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.608
51	3.30778	COMB10	-3363.52	2	2	42.09	3.18	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.608
51	3.30778	COMB11	-3707	2	2	42.09	3.51	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.670
51	3.30778	COMB11	-3706.83	2	2	42.09	3.51	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.670
51	3.30778	COMB11	-3706.66	2	2	42.09	3.51	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.670
51	3.30778	COMB12	-3707	2	2	42.09	3.51	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.670
51	3.30778	COMB12	-3706.83	2	2	42.09	3.51	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.670
51	3.30778	COMB12	-3706.66	2	2	42.09	3.51	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.669
51	3.30778	COMB12	-3706.66	2	2	42.09	3.51	5.56	22.4	0.234	5.24	ok	0.669

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputC	P	# guaduas apoyadas	# guaduas totales	# guaduas modificado	actuante	FC*	CP	admissible	Cherqueo	Indice
Text	m	Text	Kgf			r	fc	Mpa		FC	l'calc	
51	3.30778	COMB15	-1706.93	2	2	42.09	1.62	5.56	22.4	0.234	5.24	0.308
51	3.30778	COMB15	-1706.83	2	2	42.09	1.62	5.56	22.4	0.234	5.24	0.308
51	3.30778	COMB15	-1706.72	2	2	42.09	1.61	5.56	22.4	0.234	5.24	0.308
51	3.30778	COMB16	-1249.41	2	2	42.09	1.18	5.56	22.4	0.234	5.24	0.226
51	3.30778	COMB16	-1249.31	2	2	42.09	1.18	5.56	22.4	0.234	5.24	0.226
51	3.30778	COMB16	-1249.21	2	2	42.09	1.18	5.56	22.4	0.234	5.24	0.226
51	3.30778	COMB17	-1706.93	2	2	42.09	1.62	5.56	22.4	0.234	5.24	0.308
51	3.30778	COMB17	-1706.83	2	2	42.09	1.62	5.56	22.4	0.234	5.24	0.308
51	3.30778	COMB17	-1706.72	2	2	42.09	1.61	5.56	22.4	0.234	5.24	0.308
51	3.30778	COMB18	-1706.93	2	2	42.09	1.62	5.56	22.4	0.234	5.24	0.308
51	3.30778	COMB18	-1706.83	2	2	42.09	1.61	5.56	22.4	0.234	5.24	0.308
51	3.30778	COMB18	-1706.72	2	2	42.09	1.61	5.56	22.4	0.307	3.86	0.154
53	3.80377	COMB1	-2667.36	2	2	42.09	2.52	4.20	12.6	0.307	3.86	0.653
53	3.80377	COMB1	-2667.19	2	2	42.09	2.52	4.20	12.6	0.307	3.86	0.653
53	3.80377	COMB1	-2667.02	2	2	42.09	3.57	4.20	14	0.279	3.90	0.915
53	3.80377	COMB2	-3773.83	2	2	42.09	3.57	4.20	14	0.279	3.90	0.915
53	3.80377	COMB2	-3773.65	2	2	42.09	3.57	4.20	14	0.279	3.90	0.915
53	3.80377	COMB2	-3773.48	2	2	42.09	3.57	4.20	14	0.279	3.90	0.915
53	3.80377	COMB3	-2667.36	2	2	42.09	2.52	4.20	12.6	0.180	4.03	0.627
53	3.80377	COMB3	-2667.19	2	2	42.09	2.52	4.20	12.6	0.180	4.03	0.627
53	3.80377	COMB3	-2667.02	2	2	42.09	2.52	4.20	12.6	0.180	4.03	0.627
53	3.80377	COMB4	-2667.36	2	2	42.09	2.52	4.20	12.6	0.180	4.03	0.627
53	3.80377	COMB4	-2667.19	2	2	42.09	2.52	4.20	12.6	0.180	4.03	0.627
53	3.80377	COMB4	-2667.02	2	2	42.09	2.52	4.20	12.6	0.180	4.03	0.627
53	3.80377	COMB5	-2230.33	2	2	42.09	2.11	4.20	22.4	0.180	4.03	0.524
53	3.80377	COMB5										

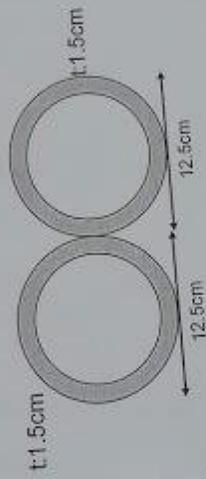
TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputC	P	# guaduas		actualite	admisibe			Indice				
				apoyadas	totales		fc	FC	CP		Chequeo			
Text	m	Text	Kgf											
53	3.80377	COMB5	-2230.16	2	2	Mpa	42.09	2.11	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.524
53	3.80377	COMB5	-2229.98	2	2	Mpa	42.09	2.11	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.524
53	3.80377	COMB6	-2667.36	2	2	Mpa	42.09	2.52	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.627
53	3.80377	COMB6	-2667.19	2	2	Mpa	42.09	2.52	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.627
53	3.80377	COMB6	-2667.02	2	2	Mpa	42.09	2.52	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.627
53	3.80377	COMB9	-3497.21	2	2	Mpa	42.09	3.31	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.822
53	3.80377	COMB9	-3497.04	2	2	Mpa	42.09	3.31	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.822
53	3.80377	COMB9	-3496.86	2	2	Mpa	42.09	3.31	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.822
53	3.80377	COMB10	-3169.44	2	2	Mpa	42.09	3.00	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.745
53	3.80377	COMB10	-3169.26	2	2	Mpa	42.09	3.00	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.745
53	3.80377	COMB10	-3169.09	2	2	Mpa	42.09	3.00	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.822
53	3.80377	COMB11	-3497.21	2	2	Mpa	42.09	3.31	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.822
53	3.80377	COMB11	-3497.04	2	2	Mpa	42.09	3.31	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.822
53	3.80377	COMB11	-3496.86	2	2	Mpa	42.09	3.31	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.822
53	3.80377	COMB12	-3497.21	2	2	Mpa	42.09	3.31	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.822
53	3.80377	COMB12	-3497.04	2	2	Mpa	42.09	3.31	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.822
53	3.80377	COMB12	-3496.86	2	2	Mpa	42.09	3.31	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.822
53	3.80377	COMB15	-1600.42	2	2	Mpa	42.09	1.51	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.376
53	3.80377	COMB15	-1600.31	2	2	Mpa	42.09	1.51	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.376
53	3.80377	COMB15	-1600.21	2	2	Mpa	42.09	1.51	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.376
53	3.80377	COMB16	-1163.38	2	2	Mpa	42.09	1.10	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.273
53	3.80377	COMB16	-1163.28	2	2	Mpa	42.09	1.10	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.273
53	3.80377	COMB16	-1163.18	2	2	Mpa	42.09	1.10	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.376
53	3.80377	COMB16	-1163.08	2	2	Mpa	42.09	1.10	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.376
53	3.80377	COMB17	-1600.42	2	2	Mpa	42.09	1.51	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.376
53	3.80377	COMB17	-1600.31	2	2	Mpa	42.09	1.51	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.376
53	3.80377	COMB17	-1600.21	2	2	Mpa	42.09	1.51	4.20	22.4	0.180	4.03	ok	0.376

TABLE: Element Forces - F frames

Frame	Station	OutputC	P	# guaduas apoyadas	# guaduas totales	modified r	actuante fc	FC*	CP	admissible F C	Chequeo	Indice
Text	m	Text	kgf			r	Mpa			Mpa	F<fc	
53	3.80377	COMB17	-1600.21	2	2	42.09	1.51	4.20	22.4	4.03	ok	0.376
53	3.80377	COMB18	-1600.42	2	2	42.09	1.51	4.20	22.4	4.03	ok	0.376
53	3.80377	COMB18	-1600.31	2	2	42.09	1.51	4.20	22.4	4.03	ok	0.376
53	3.80377	COMB18	-1600.21	2	2	42.09	1.51	4.20	22.4	4.03	ok	0.376

Sección pie de amigo

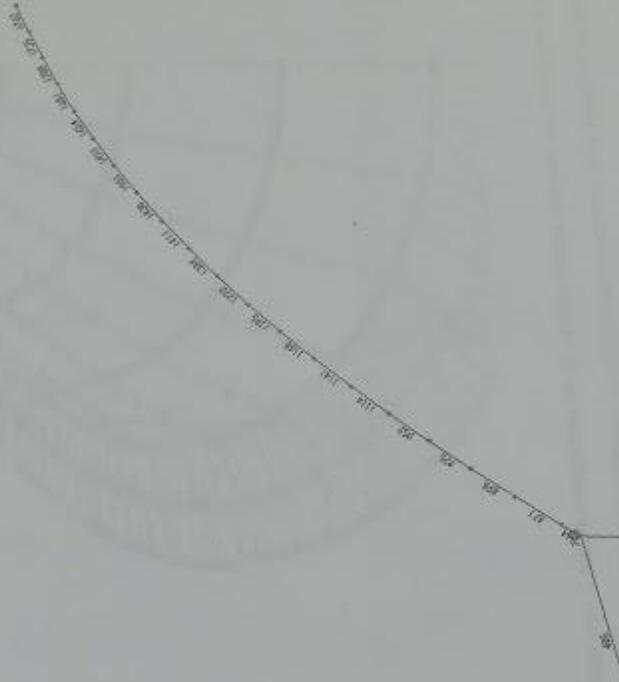


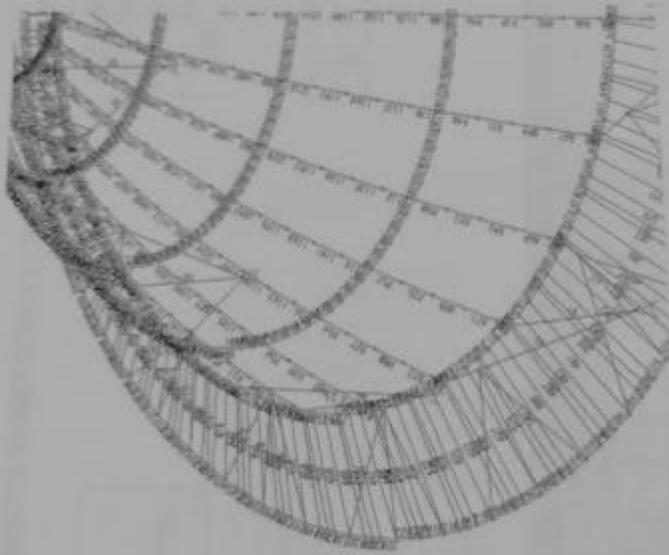
Distancia de pernos de conexión entre las dos guaduas

$$3h = 0.72 \text{ m}, L/4 = 0.95, j = \frac{7+t}{V} = \frac{7+3.8}{6.59} = 4.0, \text{ el espaciamiento de los conectores } 50 \text{ cm}$$

CHEQUEO ARCOS GUADUA CUPULA.

Los arcos en guadua estarán confirmados por 7 guaduas dispuestas como se muestran en los planos, a continuación se muestra la numeración de los elementos que conforman un arco





Los arcos están arriostrados por 3 tubos metálicos de 4", estos tubos dividen los arcos en 4 segmentos de 3.67m, 3.55 m, 3.17 m y 2.79 m respectivamente, estas longitudes también corresponden a la longitud no arriostrada del arco.

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESIÓN (ARCOS PRINCIPALES)

ESFUERZOS ADMISIBLES Mpa

Fb Flexión	Ft Tracción	Fc Compresión	Fv Corte
15	18	14	1.2

MÓDULOS DE ELASTICIDAD Mpa	
Módulo promedio $E_{u,5}$	Módulo mínimo $E_{u,95}$
9500	7500
4000	

DURACIÓN DE CARGA CD CONJUNTO

muerta	viva	sismo viento	Cr
0.9	1	1.6	1.15

F_c^*	C
12.6	0.8

VARIABLES GUADUA

De	t	A	r
110	15	4476.77	34.0

TABLE: Element Forcés - Frames

Frame	Station	Output	P	# guaduas apoyadas	# guaduas totales	modificado	actante	FCE	FC*	CP	F'c	admisible	Chequeo	Indice
Text	m	Text	Kgf			r	Mpa				Mpa		F _c /F _c	
844	3.67	COMB1	-6090.17	7	7	36.46	1.91	3.39	12.6	0.252	3.18	ok	ok	0.600
844	3.67	COMB2	-7231.88	7	7	36.46	2.26	3.39	14	0.229	3.20	ok	ok	0.708
844	3.67	COMB13	-8755.32	7	7	36.46	2.74	3.39	22.4	0.146	3.28	ok	ok	0.836
844	3.65	COMB1	-4328.87	7	7	36.46	1.36	3.43	12.6	0.255	3.21	ok	ok	0.473
1114	3.65	COMB2	-5141.65	7	7	36.46	1.61	3.43	14	0.231	3.23	ok	ok	0.408
1114	3.65	COMB13	-6654.3	7	7	36.46	2.08	3.43	22.4	0.148	3.31	ok	ok	0.629
1114	3.17	COMB1	-2847.61	7	7	36.46	0.89	4.54	12.6	0.328	4.14	ok	ok	0.254
1384	3.17	COMB2	-3393.67	7	7	36.46	1.06	4.54	14	0.299	4.19	ok	ok	0.342
1384	3.17	COMB7	-4733.34	7	7	36.46	1.48	5.86	22.4	0.194	4.33	ok	ok	0.113
1384	2.79	COMB1	-1852.32	7	7	36.46	0.58	5.86	12.6	0.409	5.15	ok	ok	0.133
1654	2.79	COMB2	-2224.53	7	7	36.46	0.70	5.86	14	0.374	5.24	ok	ok	0.176
1654	2.79	COMB7	-3103.71	7	7	36.46	0.97	5.86	22.4	0.246	5.51	ok	ok	

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXION (ARCOS PRINCIPALES)

VARIABLES GUADUA

De	t	A	r	S
110	15	4476.76953	34.00	94113.90

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	M2	M3	# guadañas	actuante		Admisible		Chequeo	
										kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m	Mpa	Mpa
Text	m	Text	Text												
871	3.67	COMB1	Combination	-5933.67	811.44	0.77	-0.33	-313.44	7	0.0049	4.6674	13.5	ok	ok	ok
871	3.67	COMB2	Combination	-7045.14	966.62	0.95	-0.41	-373.3	7	0.0061	5.5587	15	ok	ok	ok
871	3.67	COMB8	Combination	-7838.89	49.54	-958.67	.413	-683.76	7	6.1079	10.1817	24	ok	ok	ok
871	3.67	COMB7	Combination	-8344.79	-277.5	-755.46	-325.6	-781.81	7	4.8484	11.6118	24	ok	ok	ok
1114	3.65	COMB1	Combination	-4328.87	445.58	0.49	-0.19	-145.06	7	0.0026	2.1621	13.5	ok	ok	ok
1114	3.65	COMB2	Combination	-5141.65	528.31	0.62	-0.24	-171.95	7	0.0036	2.5605	15	ok	ok	ok
1114	3.65	COMB7	Combination	-6616.67	-147.3	-391.64	-150.33	-372.05	7	2.2385	5.5401	24	ok	ok	ok
1114	3.65	COMB8	Combination	-6136.97	-27.61	-497.83	-190.99	-326.24	7	2.8440	4.8580	24	ok	ok	ok
1384	3.17	COMB1	Combination	-2847.61	227.9	0.35	-0.12	-59.29	7	0.0018	0.8829	13.5	ok	ok	ok
1384	3.17	COMB2	Combination	-3393.67	269.99	0.44	-0.15	-70.25	7	0.0022	1.0461	15	ok	ok	ok
1492	3.17	COMB7	Combination	-3953.07	-767.9	-207.83	-62.25	-215.08	7	0.9270	3.2027	24	ok	ok	ok
1492	3.17	COMB8	Combination	-3703.64	-497	-264.34	-79.39	-119.91	7	1.1822	1.7856	24	ok	ok	ok
1654	2.79	COMB1	Combination	-1852.32	133.08	0.45	-0.15	-29.21	7	0.0019	0.6350	13.5	ok	ok	ok
1654	2.79	COMB2	Combination	-2224.53	161.51	0.51	-0.15	-35.8	7	0.0022	0.5331	15	ok	ok	ok
1762	2.79	COMB7	Combination	-607.55	735.34	248.49	133.82	427.55	7	1.9927	6.7921	24	ok	ok	ok
1762	2.79	COMB8	Combination	-820.98	582.02	315.96	170.15	339.98	7	1.5337	5.0626	24	ok	ok	ok

DISEÑO DE ELEMENTOS SOMETIDOS A CORTE (ARCOS PRINCIPALES)

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	#	actuante			Fv	Chequeo	
								guadua	fv2	fv3			
Text	m	Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	fv2	fv3
844	3.67	COMB1	Combination	-6090.17	812.67	0.77	7	0.50	0.00	1.08	ok	ok	ok
844	3.67	COMB8	Combination	-4184.15	1729.84	989.67	7	1.07	0.61	1.92	ok	ok	ok
844	3.67	COMB7	Combination	-3678.34	1974.08	780.21	7	1.22	0.48	1.92	ok	ok	ok
844	3.67	COMB2	Combination	-7231.88	968.7	0.95	7	0.60	0.00	1.2	ok	ok	ok
1114	3.65	COMB8	Combination	-2520.78	918.76	498.81	7	0.57	0.31	1.92	ok	ok	ok
1114	3.65	COMB7	Combination	-2041.07	1038.41	352.62	7	0.64	0.24	1.92	ok	ok	ok
1114	3.65	COMB1	Combination	-4328.87	445.58	0.49	7	0.27	0.00	1.08	ok	ok	ok
1114	3.65	COMB2	Combination	-5141.65	528.31	0.62	7	0.33	0.00	1.7	ok	ok	ok
1114	3.65	COMB8	Combination	-930.62	300.55	265.03	7	0.19	0.16	1.92	ok	ok	ok
1492	3.17	COMB8	Combination	-2847.61	227.9	0.35	7	0.14	0.00	1.08	ok	ok	ok
1384	3.17	COMB1	Combination	-3393.67	269.99	0.44	7	0.17	0.00	1.2	ok	ok	ok
1384	3.17	COMB2	Combination	-3953.07	767.9	-207.83	7	0.47	0.13	1.92	ok	ok	ok
1492	3.17	COMB7	Combination	-1793.15	34.45	0.45	7	0.02	0.00	1.92	ok	ok	ok
1654	2.79	COMB1	Combination	-1822.74	83.77	0.45	7	0.05	0.00	1.92	ok	ok	ok
1654	2.79	COMB1	Combination	-1852.32	133.08	0.45	7	0.08	0.00	1.92	ok	ok	ok
1654	2.79	COMB1	Combination	-2154.86	45.39	0.51	7	0.03	0.00	1.92	ok	ok	ok
1654	2.79	COMB2	Combination	-2189.7	103.45	0.51	7	0.06	0.00	1.92	ok	ok	ok
1654	2.79	COMB2	Combination	-2189.7	103.45	0.51	7	0.10	0.00	1.92	ok	ok	ok
1654	2.79	COMB2	Combination	-2224.53	161.51	0.53	7	0.42	0.19	1.92	ok	ok	ok
1654	2.79	COMB2	Combination	-781.54	680.64	315.96	7	0.51	0.15	1.92	ok	ok	ok
1654	2.79	COMB8	Combination	-568.1	833.96	248.49	7						
1762	2.79	COMB7	Combination										

CONTINUACIÓN

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	#	actuante			adm		Chequeo
								g	fv2	fv3	Mpa	Mpa	
1681	2.79	COMB1	Combination	-1736.5	16.97	0.45	7	0.01	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1681	2.79	COMB1	Combination	-1763.12	66.28	0.45	7	0.04	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1681	2.79	COMB1	Combination	-1789.75	115.6	0.45	7	0.07	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1681	2.79	COMB2	Combination	-2087.89	26.77	0.51	7	0.02	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1681	2.79	COMB2	Combination	-2119.24	84.83	0.51	7	0.05	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1681	2.79	COMB2	Combination	-2150.6	142.89	0.51	7	0.09	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1681	2.79	COMB2	Combination	-1686.38	0.98	0.45	7	0.00	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1708	2.79	COMB1	Combination	-1710.05	50.29	0.45	7	0.03	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1708	2.79	COMB1	Combination	-1733.72	99.6	0.45	7	0.06	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1708	2.79	COMB1	Combination	-2028.51	9.99	0.51	7	0.01	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1708	2.79	COMB2	Combination	-2056.38	68.05	0.51	7	0.04	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1708	2.79	COMB2	Combination	-2084.25	126.11	0.51	7	0.08	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1708	2.79	COMB2	Combination	-1642.04	41.98	0.45	7	0.00	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1735	2.79	COMB1	Combination	-1663.73	7.33	0.45	7	0.05	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1735	2.79	COMB1	Combination	-1685.43	56.64	0.45	7	0.02	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1735	2.79	COMB1	Combination	-1975.98	39.18	0.51	7	0.01	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1735	2.79	COMB2	Combination	-2001.53	18.88	0.51	7	0.05	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1735	2.79	COMB2	Combination	-2027.08	76.94	0.51	7	0.01	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1735	2.79	COMB2	Combination	-1642.51	-13.86	0.45	7	0.02	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1735	2.79	COMB2	Combination	-1672.79	35.45	0.45	7	0.05	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1762	2.79	COMB1	Combination	-1603.07	84.76	0.45	7	0.02	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1762	2.79	COMB1	Combination	-1976.17	-28.01	0.51	7	0.02	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1762	2.79	COMB2	Combination	-1957.95	30.05	0.51	7	0.02	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1762	2.79	COMB2	Combination	-1929.72	88.11	0.51	7	0.05	0.00	0.00	1.92	ok	ok
1762	2.79	COMB2	Combination										

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	P	# gaudinas	actuario	FCE	FC*	admissible	M2	M3	# gaudinas	actuario	Fb	Flexo	Flexo	
Text	m	Text	Kgf		Mpa			Mpa	Kgf.m	Kgf.m		Mpa	Mpa	cm	cm	
871	3.67	COM87	-8344.79	7	2.32	4.92	22.4	4.67	-325.6	-781.82	7	3.7825	9.0534	24	0.543	0.993
871	3.67	COM88	-7838.89	7	2.18	4.92	22.4	4.67	-413	-681.76	7	4.7984	7.9442	34	0.576	0.812
871	3.67	COM81	-5933.67	7	1.66	4.92	12.6	4.64	-0.31	-313.44	7	0.0088	3.6417	133	0.139	0.541
871	3.67	COM82	-6630.57	7	1.84	4.92	14	4.49	0.41	330.85	7	0.0048	3.8433	15	0.188	0.578

Distancia de pernos de conexión entre las siete gaudinas

$$3h = 0.44 \text{ m}$$

$$L/4 = 0.91 \text{ m}$$

$$j = \frac{7 \cdot h}{V} = \frac{7 \cdot 0.44}{1974} = 0.01 \text{ m}$$

Como la distancia mínima para garantizar sección compuesta es tan pequeña, se propone una separación 0.44 m entre pernos.

Sección transversal arcos

Diseño platina metálica apoyo guadua.

Frame	Station	OutputC	P	# guaduas
Text	m	Text	Kgf	apoyadas
844	3.67	COMB1	-6090.17	7
844	3.67	COMB2	-7231.88	7
844	3.67	COMB13	-8755.32	7

$P_{max} = -8755.32$ kg (apoyo arco de 7 guaduas)

$P = 1250.76$ kg

Debido a que la carga p es una carga de servicio se afecta el valor de f_y por 0.5

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 \cdot 0.5 = 2100 \text{ kg/cm}^2$$

Área mínima platina de apoyo guadua

$$A = P / f_y = 0.6 \text{ cm}^2$$

Como la platina es circular

$$r_{min} = 0.437 \text{ cm} < 3 \text{ cm} \text{ (cumple)}$$

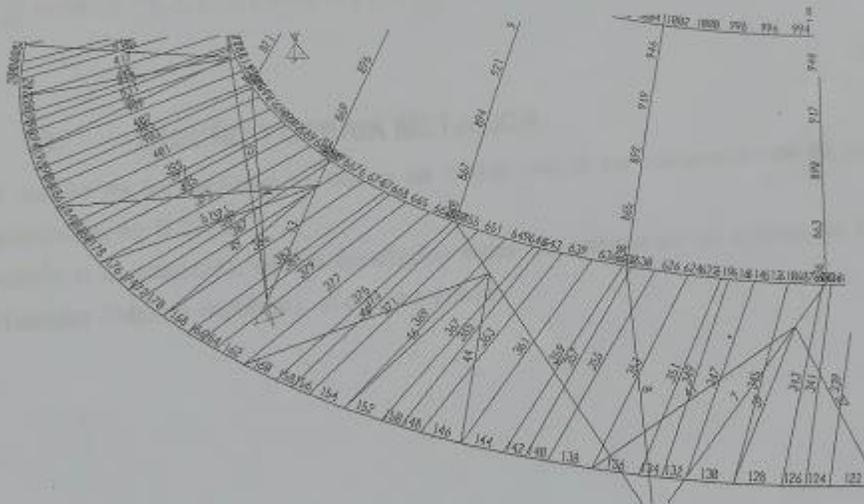
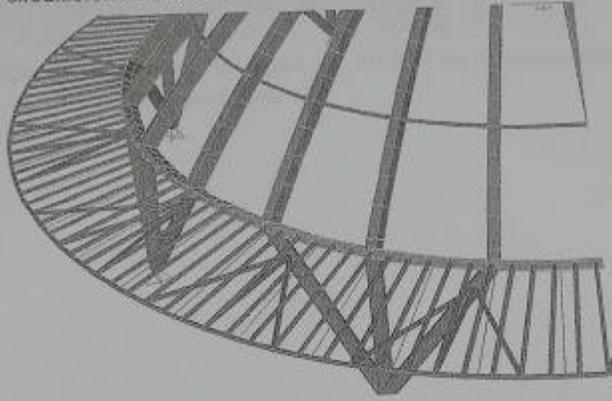
Requisitos de calidad materiales complementarios estructura de guadua.

- Mortero de relleno guadua: debe ser un mortero fluido con una resistencia mínima de 12.5 MPa,
- Acero de refuerzo: f_y : 420 MPa
- Epóxico anclajes: sikadur 32 o similar

12. CHEQUEO TENSOR ALERO

El alero de la cúpula será soportado en su parte inferior por pies de amigo en guadua, pero además en su parte superior tendrá un tensor en varilla metálica de 5/8" el cual estará anclado a la viga de concreto reforzado.

Se propone ubicar cada tensor de estos a una distancia de 1.5 m medida en el perímetro de la circunferencia externa



Para el chequeo del tensor se utilizara el elemento 357

TABLE: Element Forces - Frames					
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P
Text	m	Text	Text	Text	Kgf
357		0 COMB3	Combination		1163.24

La máxima carga de tracción en el tensor es 1163.24 kg y corresponde a la combinación de carga 3 (1.2D+1.6L+0.8W)

Diámetro 5/8"

Área = 1.98 cm²

f_y = 4200 kg/cm²

P_u = 1164 kg

φ = 0.75

$$\frac{P_u}{A_n} \leq \phi \cdot f_y$$

$$\frac{1164}{1.98} = 587.9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \leq 0.75 \times 4200 = 3150 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ OK}$$

13. DISEÑO TUBERIA METALICA.

El diseño de las tuberías metálicas se realizó según las combinaciones de carga estipuladas en B.2.4.2.

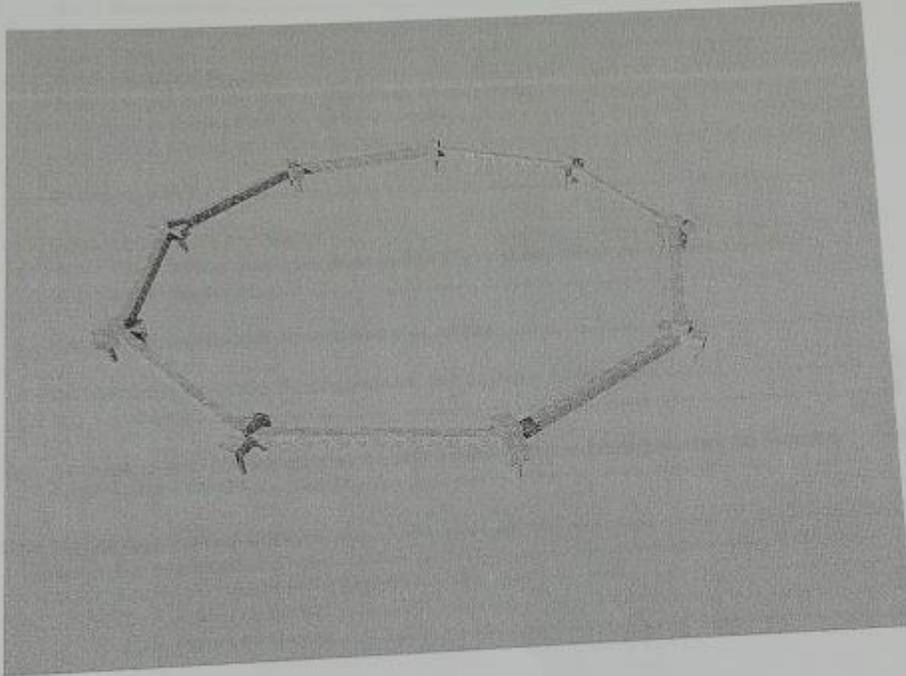
Debido a la extensión de los resultados estos se anexan en un archivo de Excel (Chequeo Tubería metálica), el cual se anexa.

Por su extensión el resto de los datos de entrada y salida se muestran en los archivos del CD adjunto

14. Elementos no estructurales.

Esta edificación no tiene elementos no estructurales

CIMENTACION CUBIERTA PLAZOLETA – MUNDO AVENTURA



DISEÑO ESTRUCTURAL
MEMORIAS DE CÁLCULO

LUIS FELIPE LOPEZ
Ingeniero Civil Enero
de 2012

INDICE

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA.....	2
2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA.....	2
3.- NORMAS CONSIDERADAS.....	2
4.- ACCIONES CONSIDERADAS.....	2
4.1.- Gravitatorias.....	2
4.2.- Viento.....	2
4.3.- Sismo.....	2
4.4.- Hipótesis de carga.....	2
4.5.- Cargas horizontales y en cabeza de columnas.....	2
4.5.1.- Cargas horizontales en columnas.....	4
4.5.2.- Cargas en cabeza de pilar.....	4
5.- ESTADOS LÍMITE.....	5
6.- SITUACIONES DE PROYECTO.....	5
6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ).....	5
6.2.- Combinaciones.....	8
7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS.....	9
8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE COLUMNAS, TABIQUES Y MUROS.....	10
8.1.- Columnas.....	10
9.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA.....	10
10.- MATERIALES UTILIZADOS.....	10
10.1.- Hormigones.....	10
10.2.- Aceros por elemento y posición.....	10
10.2.1.- Aceros en barras.....	10
10.2.2.- Aceros en perfiles.....	10



Listado de datos de la obra

Fecha: 28/01/12

Cimentación Cubierta Mundo Aventura

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2012

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: Cimentación Cubierta Mundo Aventura

Archivo: Cimentación Cubierta Piazoleta-Ene-27-2012

3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: ACB18M-05

Aceros conformados: AISI

Aceros laminados y armados: ASC LRFD 86

Categoría de uso: General

4.- ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U. (t/m ²)	Cargas permanentes (t/m ²)
Planta	0.14	0.20
Cubierta	0.40	0.20
Planta baja		

4.2.- Viento

Se ha tenido en cuenta la acción del viento mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis: 'WINDO'.

4.3.- Sismo

Se ha tenido en cuenta la acción del sismo mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis: 'EQX' y 'EQY'.

4.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Carga permanente	Sobrecarga de uso
Adicionales	Referencia	Naturaleza
	WINDO	Viento
	EQX	Sismo
	EQY	Sismo

4.5.- Cargas horizontales y en cabeza de columnas

4.5.1.- Cargas horizontales en columnas

Referencia columna	Dirección de la carga	Tipo de carga	Hipótesis	Valor	Cota (m)	
PI	X Local	Carga puntual	Carga permanente	2.64 t	0.00	
	Y Local	Carga puntual	Carga permanente	-0.10 t	0.00	
	X Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	0.49 t	0.00	
	Y Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	-0.02 t	0.00	
	X Local	Carga puntual	WINDO	-0.33 t	0.00	
	Y Local	Carga puntual	WINDO	1.96 t	0.00	
	X Local	Carga puntual	EQX	0.52 t	0.00	
	Y Local	Carga puntual	EQY	4.30 t	0.00	



Cimentación Cubierta Mundo Aventura

Listado de datos de la obra

Fecha: 24/01/12

Referencia columna	Dirección de la carga	Tipo de carga	Hipótesis	Valor	Cota (m)
P2	X Local	Carga puntual	Carga permanente	2.64 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Carga permanente	-0.10 t	0.00
	X Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	0.49t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	-0.02t	0.00
	X Local	Carga puntual	WINDO	-0.33t	0.00
	Y Local	Carga puntual	WINDO	1.96t	0.00
	X Local	Carga puntual	EQX	0.52 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	EQY	4.30t	0.00
P3	X Local	Carga puntual	Carga permanente	2.64 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Carga permanente	-0.10t	0.00
	X Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	0.49t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	-0.02t	0.00
	X Local	Carga puntual	WINDO	-0.33t	0.00
	Y Local	Carga puntual	WINDO	1.96t	0.00
	X Local	Carga puntual	EQX	0.52 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	EQY	4.30 t	0.00
P4	X Local	Carga puntual	Carga permanente	2.64 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Carga permanente	-0.10 t	0.00
	X Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	0.49t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	-0.02t	0.00
	X Local	Carga puntual	WINDO	-0.33 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	WINDO	1.96t	0.00
	X Local	Carga puntual	EQX	0.52 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	EQY	4.30 t	0.00
P5	X Local	Carga puntual	Carga permanente	2.64 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Carga permanente	-0.10 t	0.00
	X Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	0.49t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	-0.02 t	0.00
	X Local	Carga puntual	WINDO	-0.33t	0.00
	Y Local	Carga puntual	WINDO	1.96t	0.00
	X Local	Carga puntual	EQX	0.52 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	EQY	4.30 t	0.00
P6	X Local	Carga puntual	Carga permanente	2.64 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Carga permanente	-0.10t	0.00
	X Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	0.49t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	-0.02t	0.00
	X Local	Carga puntual	WINDO	-0.33t	0.00
	Y Local	Carga puntual	WINDO	1.96t	0.00
	X Local	Carga puntual	EQX	0.52 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	EQY	4.30 t	0.00
P7	X Local	Carga puntual	Carga permanente	2.64 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Carga permanente	-0.10 t	0.00
	X Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	0.49t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	-0.02t	0.00
	X Local	Carga puntual	WINDO	-0.33t	0.00
	Y Local	Carga puntual	WINDO	1.96t	0.00
	X Local	Carga puntual	EQX	0.52 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	EQY	4.30 t	0.00
P8	X Local	Carga puntual	Carga permanente	2.64 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Carga permanente	-0.10 t	0.00
	X Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	0.49t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	-0.02t	0.00
	X Local	Carga puntual	WINDO	-0.33t	0.00
	Y Local	Carga puntual	WINDO	1.96t	0.00
	X Local	Carga puntual	EQX	0.52 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	EQY	4.30 t	0.00



Listado de datos de la obra

Cimentación Cubierta Mundo Aventura

Fecha: 28/01/12

Referencia columna	Dirección de la carga	Tipo de carga	Hipótesis	Valor	Cota (m)
P9	X Local	Carga puntual	Carga permanente	2.64 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Carga permanente	-0.10 t	0.00
	X Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	0.49 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	Sobrecarga de uso	-0.02 t	0.00
	X Local	Carga puntual	WINDO	-0.33 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	WINDO	1.96 t	0.00
	X Local	Carga puntual	EQX	0.52 t	0.00
	Y Local	Carga puntual	EQY	4.30 t	0.00

4.5.2.- Cargas en cabeza de pilar

Referencia columna	Hipótesis	N (t)	Mx (t-m)	My (t-m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t-m)
P1	Carga permanente	26.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	4.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	WINDO	-2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQX	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQY	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P2	Carga permanente	26.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	4.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	WINDO	-2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQX	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQY	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P3	Carga permanente	26.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	4.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	WINDO	-2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQX	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQY	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P4	Carga permanente	26.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	4.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	WINDO	-2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQX	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQY	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P5	Carga permanente	26.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	4.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	WINDO	-2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQX	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQY	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P6	Carga permanente	26.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	4.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	WINDO	-2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQX	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQY	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P7	Carga permanente	26.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	4.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	WINDO	-2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQX	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQY	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P8	Carga permanente	26.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	4.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	WINDO	-2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQX	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQY	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P9	Carga permanente	26.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sobrecarga de uso	4.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	WINDO	-2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQX	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	EQY	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Listado de datos de la obra

Fecha: 28/01/12

5.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura Hormigón	ACI 318M-OS
E.L.U. de rotura Hormigón en cimentaciones	ASCE 7
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

6.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias

$$\sum_{j=1}^n \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{k=1}^m \gamma_{Qk} Q_{kj}$$

- Situaciones sísmicas

$$\sum_{j=1}^n \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_E A_E + \sum_{i=1}^m \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

-Donde:

- G_k Acción permanente
- Q_k Acción variable
- A_E Acción sísmica
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_Q Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- γ_{Qi} Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- γ_E Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (γ')

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318M-OS

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318M-OS

	(9-1)	
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		



Cimentación Cubierta Mundo Aventura

Listado de datos de la obra

Fecha: 28/01/13

(9-2 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

(9-2 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

(9-3 Lr, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

(9-3 S, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		

(9-3 Lr, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	0.800

(9-3 S, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.800
Viento (Q)		



Listado de datos de la obra

Cimentación Cubierta Mundo Aventura

Fecha: 24/01/12

(9-4 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.600	1.600

(9-4 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)	1.600	1.600

(9-5)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Viento (Q)		1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

(9-6)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600
Viento (Q)		

(9-7)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Viento (Q)		1.000
Sismo (E)	-1.000	

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000



Cimentación Cubierta Mundo Aventura

Listado de datos de la obra

Fecha: 28/01/12

	Sismica	
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,000	1,000
Sobrecarga (Q)	0,000	1,000
Viento (Q)	0,000	0,000
Sismo (E)	-1,000	1,000

Desplazamientos

	Acciones variables sin sismo	
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,000	1,000
Sobrecarga (Q)	0,000	1,000
Viento (Q)	0,000	1,000

	Sismica	
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,000	1,000
Sobrecarga (Q)	0,000	1,000
Viento (Q)	0,000	0,000
Sismo (E)	-1,000	1,000

6.2.- Combinaciones

• Nombres de las hipótesis

G Carga permanente

Qa Sobrecarga de uso

WINDO WINDO

EQX EQX

EQY EQY

- E.L.U. de rotura. Hormigón
- E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones



Cimentación Cubierta Mundo Aventura

Listado de datos de la obra

Fecha: 28/01/12

Comb.	G	Qa	WINDO	EQX	EQY
1	1.400				
2	1.200	1.800			
3	1.200	0.500			
4	1.200		0.800		
5	1.200		1.600		
6	1.200	0.500	1.800		
7	1.200			-1.000	
8	1.200	0.500		-1.000	
9	1.200			1.000	
10	1.200	0.500		1.000	
11	1.200				-1.000
12	1.200	0.500			-1.000
13	1.200				1.000
14	1.200	0.500			1.000
15	0.900				
16	0.900		1.600		
17	0.900			-1.000	
18	0.900			1.000	
19	0.900				-1.000
20	0.900				1.000

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Comb.	G	Qa	WINDO	EQX	EQY
1	1.000				
2	1.000	1.000			
3	1.000		1.000		
4	1.000	1.000	1.000		
5	1.000			-1.000	
6	1.000	1.000		-1.000	
7	1.000			1.000	
8	1.000	1.000		1.000	
9	1.000				-1.000
10	1.000	1.000			-1.000
11	1.000				1.000
12	1.000	1.000			1.000

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Cubierta	1	Cubierta	0.70	0.70
0	Planta baja				0.00



Cimentación Cubierta Mundo Aventura

Fecha: 28/01/12

Listado de datos de la obra

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE COLUMNAS, TABIQUES Y MUROS

8.1.- Columnas

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo de la columna en grados sexagesimales

Referencia	Coord.(P.Fijo)	GI- GF	Datos de las columnas		Ang.	Punto fijo	Altura de apoyo
			Vinculación exterior				
P1	(6.04, 24.36)	0-1	Con vinculación exterior	40.0	Centro	0.60	
P2	(13.74, 28.80)	0-1	Con vinculación exterior	10.0	Centro	0.60	
P3	(22.50, 27.25)	0-1	Con vinculación exterior	60.0	Centro	0.60	
P4	(28.22, 20.45)	0-1	Con vinculación exterior	20.0	Centro	0.60	
P5	(28.22, 11.55)	0-1	Con vinculación exterior	70.0	Centro	0.60	
P6	(22.50, 4.74)	0-1	Con vinculación exterior	30.0	Centro	0.60	
P7	(13.74, 3.20)	0-1	Con vinculación exterior	80.0	Centro	0.60	
P8	(6.04, 7.64)	0-1	Con vinculación exterior	40.0	Centro	0.60	
P9	(3.00, 16.00)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.60	

9.- DIMENSIONES, COEFICIENTES DE EMPOTRAMIENTO Y COEFICIENTES DE PANDEO PARA CADA PLANTA

Referencia columna	Planta	Dimensiones	Coefs. empotramiento		Coefs. pandeo	
			Cabeza	Pie	Pandeo X	Pandeo Y
Para todas las columnas	1	0.60x0.60	0.30	1.00	1.00	1.00

10.- MATERIALES UTILIZADOS

10.1.- Hormigones

Para todos los elementos estructurales de la obra: $f_c=210$; $f_t=210$ kp/cm²; $\eta=1.00$

10.2.- Aceros por elemento y posición

10.2.1.- Aceros en barras
Para todos los elementos estructurales de la obra: Grade 60; $f_y=4200$ kp/cm²; $\eta=1.00$

10.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Aceros conformados	A-36	2548	2089704
Aceros laminados	ASTM A 36 36 ksi	2548	2100000

Combinaciones

Nombre Obra: Cimentación Cubierta Plazoleta-Ene-27-2012

Fecha:28.09/12

• Nombres de las hipótesis

G Carga permanente
 Qa Sobrecarga de uso
 WINDO WINDO
 EQX EQX
 EQY EQY

• Categoría de uso

I. General

• E.L.U. de rotura. Hormigón

ACI318M-08

ASCE 7

• E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

ACI318M-08

ASCE 7

Comb.	G	Qa	WINDO	EQX	EQY
1	1.400				
2	1.200	1.600			
3	1.200	0.500			
4	1.200		0.800		
5	1.200		1.500		
6	1.200	0.500	1.800		
7	1.200			-1.000	
8	1.200	0.500		-1.000	
9	1.200			1.000	
10	1.200	0.500		1.000	
11	1.200				-1.000
12	1.200	0.500			-1.000
13	1.200				1.000
14	1.200	0.500			1.000
15	0.900				
16	0.900		1.600		
17	0.900			-1.000	
18	0.900			1.000	
19	0.900				-1.000
20	0.900				1.000

Combinaciones

Nombre Obra: Cimentación Cubierta Piazoleta-Ene-27-2012

Fecha: 28/01/12

- Acero conformado
Acciones: características
- Tensiones sobre el terreno
Acciones: características
- Desplazamientos
Acciones: características

Comb.	G	Qa	WINDO	EQX	EQY
1	1.000				
2	1.000	1.000			
3	1.000		1.000		
4	1.000	1.000	1.000		
5	1.000			-1.000	
6	1.000	1.000		-1.000	
7	1.000			1.000	
8	1.000	1.000		1.000	
9	1.000				-1.000
10	1.000	1.000			-1.000
11	1.000				1.000
12	1.000	1.000			1.000

- E.L.U. de rotura. Acero laminado
AISC LRFD

Comb.	G	Qa	WINDO	EQX	EQY
1	1.400				
2	1.200				
3	1.200	1.600			
4	1.200		1.300		
5	1.200	0.500	1.300		
6	1.200			-1.000	
7	1.200	0.500		-1.000	
8	1.200			1.000	
9	1.200	0.500		1.000	
10	1.200				-1.000
11	1.200	0.500			-1.000
12	1.200				1.000
13	1.200	0.500			1.000
14	0.900		1.300		
15	0.900			-1.000	
16	0.900			1.000	
17	0.900				-1.000
18	0.900				1.000

Combinaciones

Nombre Obra: Cimentación Cubierta Pizozeta-Ene-27-2012

Fecha: 28/01/12

• E.L.U. de rotura. Madera

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias y sismicas

Comb.	G	Qa	WINDO	EQX	EQY
1	1.000				
2	1.350				
3	1.000	1.500			
4	1.350	1.500			
5	1.000		1.500		
6	1.350		1.500		
7	1.000	1.050	1.500		
8	1.350	1.050	1.500		
9	1.000	1.500	0.900		
10	1.350	1.500	0.900		
11	1.000			-1.000	
12	1.000	0.300		-1.000	
13	1.000			1.000	
14	1.000	0.300		1.000	
15	1.000				-1.000
16	1.000	0.300			-1.000
17	1.000				1.000
18	1.000	0.300			1.000

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	G	Qa	WINDO	EQX	EQY
1	1.000				
2	1.000	0.300			

• E.L.U. de rotura. Aluminio

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	G	Qa	WINDO	EQX	EQY
1	1.000				
2	1.350				
3	1.000	1.500			
4	1.350	1.500			
5	1.000		1.500		
6	1.350		1.500		
7	1.000	1.050	1.500		
8	1.350	1.050	1.500		
9	1.000	1.500	0.900		
10	1.350	1.500	0.900		
11	1.000			-1.000	
12	1.000	0.300		-1.000	
13	1.000			1.000	
14	1.000	0.300		1.000	
15	1.000				-1.000
16	1.000	0.300			-1.000
17	1.000				1.000
18	1.000	0.300			1.000

ÍNDICE

1.- LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....	2
1.1.- Descripción.....	2
1.2.- Cómputo.....	2
1.3.- Comprobación.....	6
2.- LISTADO DE VIGAS DE ATADO.....	20
2.1.- Descripción.....	20
2.2.- Cómputo.....	20
2.3.- Comprobación.....	21



Cimentación Cubierta Mundo Aventura

Fecha: 28/01/12

Listado de cimentación

1.- LISTADO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

1.1.- Descripción

Referencias	Pilotes	Geometría	Armado
P1	Tipo: O40 Penetración: 10.0 cm	Cabezal de 2 pilotes Largo X: 35.0 cm Largo Y: 35.0 cm Altura: 60.0 cm Separación entre ejes de pilotes: 1.20 m	Armado inferior: 6 #5 Armado superior: 4 #5 Estribos horizontales: 4 #4 Estribos verticales: #5c/23.5
P2	Tipo: O40 Penetración: 10.0 cm	Cabezal de 2 pilotes Largo X: 35.0 cm Largo Y: 35.0 cm Altura: 60.0 cm Separación entre ejes de pilotes: 1.20 m	Armado inferior: 6 #5 Armado superior: 4 #5 Estribos horizontales: 4 #4 Estribos verticales: #5c/23.5
P3	Tipo: O40 Penetración: 10.0 cm	Cabezal de 2 pilotes Largo X: 35.0 cm Largo Y: 35.0 cm Altura: 60.0 cm Separación entre ejes de pilotes: 1.20 m	Armado inferior: 6 #5 Armado superior: 4 #5 Estribos horizontales: 4 #4 Estribos verticales: #5c/23.5
P4	Tipo: O40 Penetración: 10.0 cm	Cabezal de 2 pilotes Largo X: 35.0 cm Largo Y: 35.0 cm Altura: 60.0 cm Separación entre ejes de pilotes: 1.20 m	Armado inferior: 6 #5 Armado superior: 4 #5 Estribos horizontales: 4 #4 Estribos verticales: #5c/23.5
P5	Tipo: O40 Penetración: 10.0 cm	Cabezal de 2 pilotes Largo X: 35.0 cm Largo Y: 35.0 cm Altura: 60.0 cm Separación entre ejes de pilotes: 1.20 m	Armado inferior: 6 #5 Armado superior: 4 #5 Estribos horizontales: 4 #4 Estribos verticales: #5c/23.5
P6	Tipo: O40 Penetración: 10.0 cm	Cabezal de 2 pilotes Largo X: 35.0 cm Largo Y: 35.0 cm Altura: 60.0 cm Separación entre ejes de pilotes: 1.20 m	Armado inferior: 6 #5 Armado superior: 4 #5 Estribos horizontales: 4 #4 Estribos verticales: #5c/23.5
P7	Tipo: O40 Penetración: 10.0 cm	Cabezal de 2 pilotes Largo X: 35.0 cm Largo Y: 35.0 cm Altura: 60.0 cm Separación entre ejes de pilotes: 1.20 m	Armado inferior: 6 #5 Armado superior: 4 #5 Estribos horizontales: 4 #4 Estribos verticales: #5c/23.5
P8	Tipo: O40 Penetración: 10.0 cm	Cabezal de 2 pilotes Largo X: 35.0 cm Largo Y: 35.0 cm Altura: 60.0 cm Separación entre ejes de pilotes: 1.20 m	Armado inferior: 6 #5 Armado superior: 4 #5 Estribos horizontales: 4 #4 Estribos verticales: #5c/23.5
P9	Tipo: O40 Penetración: 10.0 cm	Cabezal de 2 pilotes Largo X: 35.0 cm Largo Y: 35.0 cm Altura: 60.0 cm Separación entre ejes de pilotes: 1.20 m	Armado inferior: 6 #5 Armado superior: 4 #5 Estribos horizontales: 4 #4 Estribos verticales: #5c/23.5

1.2.- Cómputo

Referencia: P1		Grado 60			Total
		06	#4	#5	
Nombre de armado	Longitud (m)			6x2.58	15.48
Viga lineal - Armado inferior	Peso (kg)			6x4.01	24.05



Listado de cimentación

Cimantación Cubierta Mundo Aventura

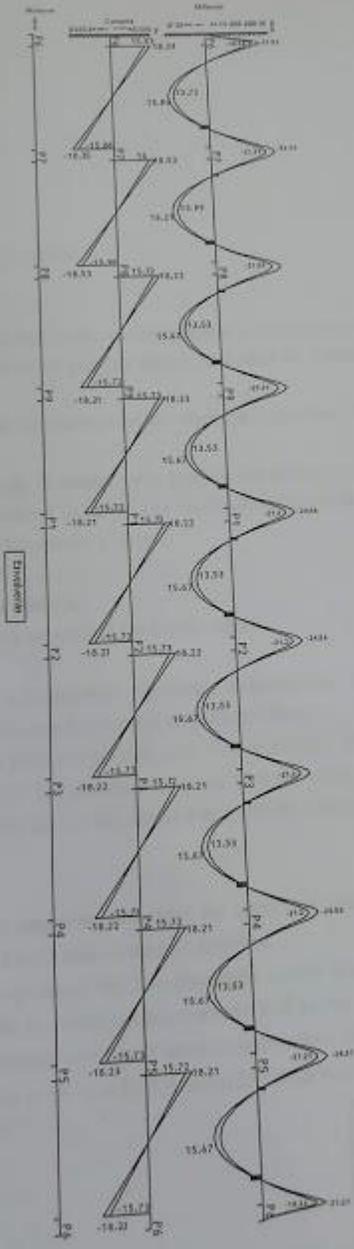
Fecha: 28/01/12

Referencia: P1		Grado 60				Total
		#6	#4	#5	#8	
Nombre de armado				4x2.26		9.04
Viga lineal - Armado superior	Longitud (m)			4x3.51		14.04
	Peso (kg)					23.28
Viga lineal - Estribos horizontales	Longitud (m)		8x2.91			23.15
	Peso (kg)		8x2.89			35.25
Viga lineal - Estribos verticales	Longitud (m)			15x2.35		54.76
	Peso (kg)			15x3.65		9.92
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)			8x1.24		15.41
	Peso (kg)			8x1.93		7.02
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x2.34				1.56
	Peso (kg)	3x0.52				6.08
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)				4x1.52	24.18
	Peso (kg)				4x6.05	
Totales	Longitud (m)	7.02	23.28	69.69	6.08	157.15
	Peso (kg)	1.56	23.15	108.26	24.18	172.88
Total con desperdicios (10.00%)	Longitud (m)	7.72	25.61	76.66	6.69	
	Peso (kg)	1.72	25.46	119.09	26.59	

Referencia: P2		Grado 60				Total
		#6	#4	#5	#8	
Nombre de armado				6x2.58		15.48
Viga lineal - Armado inferior	Longitud (m)			6x4.01		24.05
	Peso (kg)					9.04
Viga lineal - Armado superior	Longitud (m)			4x2.26		14.04
	Peso (kg)			4x3.51		23.28
Viga lineal - Estribos horizontales	Longitud (m)		8x2.91			23.15
	Peso (kg)		8x2.89			35.25
Viga lineal - Estribos verticales	Longitud (m)			15x2.35		54.76
	Peso (kg)			15x3.65		9.92
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)			8x1.24		15.41
	Peso (kg)			8x1.93		7.02
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x2.34				1.56
	Peso (kg)	3x0.52				6.08
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)				4x1.52	24.18
	Peso (kg)				4x6.05	
Totales	Longitud (m)	7.02	23.28	69.69	6.08	157.15
	Peso (kg)	1.56	23.15	108.26	24.18	172.88
Total con desperdicios (10.00%)	Longitud (m)	7.72	25.61	76.66	6.69	
	Peso (kg)	1.72	25.46	119.09	26.59	

Referencia: P3		Grado 60				Total
		#6	#4	#5	#8	
Nombre de armado				6x2.58		15.48
Viga lineal - Armado inferior	Longitud (m)			6x4.01		24.05
	Peso (kg)					9.04
Viga lineal - Armado superior	Longitud (m)			4x2.26		14.04
	Peso (kg)			4x3.51		23.28
Viga lineal - Estribos horizontales	Longitud (m)		8x2.91			23.15
	Peso (kg)		8x2.89			35.25
Viga lineal - Estribos verticales	Longitud (m)			15x2.35		54.76
	Peso (kg)			15x3.65		9.92
Arranque - Armado longitudinal	Longitud (m)			8x1.24		15.41
	Peso (kg)			8x1.93		7.02
Arranque - Estribos	Longitud (m)	3x2.34				1.56
	Peso (kg)	3x0.52				6.08

AMBAYADA BAROKA MUNDACAWI (M. H. S. 02)



Bogotá D.C., Mayo 03 de 2012.

Señores,
Curaduría Urbana Numero 1
Bogotá D.C.
E.S.M.

Ref. Respuestas a observaciones estructurales.

Por medio de la presente me permito presentar las respuestas a las observaciones realizadas por ustedes al proyecto estructural del domo en guadua del parque Mundo Aventura.

Numeral 32: En notas indicar calidad de materiales de madera y guadua, diámetro y espesores, tipo de graparas, tornillos, etc.

R/ Se agrego cuadro de propiedades de la madera y la guadua en todos los planos, el proyecto no tiene tornillos ni grapas, todos los anclajes y uniones se realizaron con varilla de acero corrugada o roscada con f_y : 420 MPa, como se indica en los planos.

Numeral 33: Verificar numeración de planos.

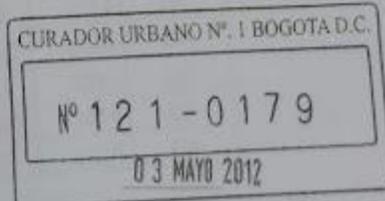
R/ Se corrigió la numeración y además se agrego un plano nuevo.

Numeral 34: Indicar en planos claramente número, disposición, sección de elementos, dimensiones, alturas, en concordancia con los planos arquitectónicos.

R/ Se agregaron detalles nuevos en los tres planos, con dimensiones y secciones de cada uno de los elementos del proyecto, así como la cantidad de cada uno de ellos, También se añadió una planta general de cubierta, una planta con la ubicación y el diámetro de las tuberías metálicas y un corte por el arco principal.

Numeral 35: Revisar necesidad de soportes laterales en vigas de sección compuesta y de ser necesario, detallar conectores y unión de elementos en guadua.

R/ El arco de guadua (sección compuesta) no fue diseñada como una sección compuesta sino como 7 guaduas juntas, la inercia de la sección corresponde a la suma algebraica de la inercia de las 7 guaduas, el arco esta arriostrado por los 3 aros intermedios de tubería metálica, lo que reduce la longitud no arriostrada del arco a solo 3.8 m en la parte más larga, por consiguiente no se requieren otros arrastamientos.

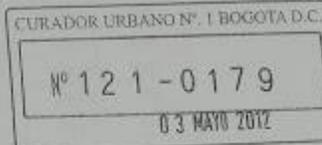


E/ Mayra/R

Por su extensión el resto de los datos de entrada y salida se muestran en los archivos del CD adjunto.

14. Elementos no estructurales.

Esta edificación no tiene elementos no estructurales



15. Chequeo uniones.

Todas las guadas del proyecto están sometidas a fuerzas del tipo P
Según la tabla G.12.11-2 de la NSR-10 la resistencia para unión tipo P con varilla de #5 y diámetro de 11.5 cm es 15185 N= 1548 kg

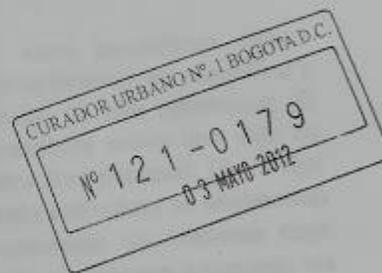
Como la unión se va a realizar con varilla embebida a mas de 50 cm de profundidad transpasando mas de 3 cañutos se puede aplicar el factor de longitud según G.12.11.3.9, el cual es igual a 1.3.

Según lo anterior la unión no puede superar la carga admisible de tracción o compresión de 2014 kg

Tabla chequeo de conexiones

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	OutputC	CaseType	P	# guadas	Carga x	Carga P	Chequeo
Text	Text	Text	Kgf	apoyadas	guada	KG	
1114	COMB13	Combination	-6654.3	7	-950.61	2014	OK
1384	COMB7	Combination	-4733.34	7	-676.19	2014	OK
1384	COMB19	Combination	256.17	7	36.60	2014	OK
1654	COMB7	Combination	-3103.71	7	-443.39	2014	OK
1654	COMB19	Combination	175.5	7	25.07	2014	OK
1681	COMB7	Combination	-2990.22	7	-427.17	2014	OK
1681	COMB19	Combination	158.57	7	22.65	2014	OK
1735	COMB7	Combination	-2777.73	7	-396.82	2014	OK
1735	COMB19	Combination	107.08	7	15.30	2014	OK
1762	COMB7	Combination	-2677.48	7	-382.50	2014	OK
1762	COMB19	Combination	73.12	7	10.45	2014	OK
1763	COMB7	Combination	-2645.45	7	-377.92	2014	OK
1763	COMB19	Combination	78.72	7	11.25	2014	OK

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	OutputC	CaseType	P	# guaduas	Carga x	Carga P	Chequeo
Text	Text	Text	Kgf	apoyadas	guadua	KG	
395	COMB2	Combination	90	1	90.00	2014	OK
49	COMB14	Combination	-3089.68	2	-1544.84	2014	OK
49	COMB16	Combination	-1082.01	2	-541.01	2014	OK
51	COMB2	Combination	-3405.65	2	-1702.83	2014	OK
51	COMB16	Combination	-1249.21	2	-624.61	2014	OK
53	COMB14	Combination	-3370.43	2	-1685.22	2014	OK
53	COMB16	Combination	-1163.18	2	-581.59	2014	OK
844	COMB13	Combination	-8755.32	7	-1250.76	2014	OK
844	COMB19	Combination	-1155.93	7	-165.13	2014	OK
871	COMB13	Combination	-8575.61	7	-1225.09	2014	OK
871	COMB19	Combination	-940.67	7	-134.38	2014	OK



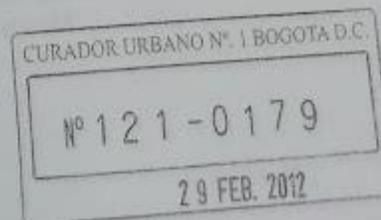
PROYECTO CUBIERTA LA HERRADURA
PARQUE MUNDO AVENTURA
MEMORIA DESCRIPTIVA

El domo es un elemento arquitectónico que se utiliza para cubrir un espacio de planta circular, mediante arcos de perfil semicircular, semi-parabólico, rotados respecto de un punto central de simetría. En ese caso estos arcos semi-parabólicos se realizarán mediante nervaduras que funcionan como soportes de la estructura de la cubierta, estas nervaduras se realizarán mediante un conjunto de guaduas que se unen estructuralmente mediante un sistema de perno rotatorio que genera una integridad estructural que le permite cierta flexibilidad y resistencia al aumentar el área de sección de la nervadura. Dichas nervaduras se encuentran encamisadas en tres aros de acero, contruidos en tubería petrolera, con radios previamente estudiados para cada lugar.

Para poder generar la curvatura de las nervaduras semi-parabólicas, dichos arcos son realizados a partir de segmentos de una circunferencia en específico y son unidos entre sí mediante soldadura de penetración de alta resistencia. El conjunto de arcos y nervaduras se apoya estructuralmente sobre una viga de concreto que recibe los empujes generados por la estructura principal. Dicha viga está calculada para resistir estos empujes, a su vez esta estructura se encuentran apoyadas en el terreno mediante una serie de columnas de maderas cuya densidad es mayor a uno, lo que le permite transmitir de manera adecuada las cargas de la construcción al suelo.

El domo está rematado por una lucernaria cuya función es generar una chimenea para controlar la temperatura dentro del espacio.

Este tipo de construcciones están enmarcadas dentro del más grande respeto a la naturaleza al ser una estructura enteramente natural lo cual genera un impacto ambiental mínimo a pesar de ser una estructura de un tamaño considerable.



PROYECTO CUBIERTA LA HERRADURA
 PARQUE MUNDO AVENTURA
 MEMORIA DESCRIPTIVA

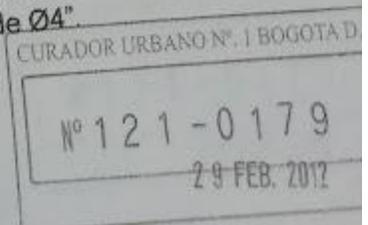
El domo es un elemento arquitectónico que se utiliza para cubrir un espacio de planta circular, mediante arcos de perfil semicircular, semi-parabólico, rotados respecto de un punto central de simetría. En ese caso estos arcos semi-parabólicos se realizarán mediante nervaduras que funcionan como soportes de la estructura de la cubierta, estas nervaduras se realizarán mediante un conjunto de guaduas que se unen estructuralmente mediante un sistema de pernado rotatorio que genera una integridad estructural que le permite cierta flexibilidad y resistencia al aumentar el área de sección de la nervadura. Dichas nervaduras se encuentran encamisadas en tres aros de acero, contruidos en tubería petrolera, con radios previamente estudiados para cada lugar.

Para poder generar la curvatura de las nervaduras semi-parabólicas, dichos arcos son realizados a partir de segmentos de una circunferencia en específico y son unidos entre sí mediante soldadura de penetración de alta resistencia. El conjunto de arcos y nervaduras se apoya estructuralmente sobre una viga de concreto que recibe los empujes generados por la estructura principal. Dicha viga está calculada para resistir estos empujes, a su vez esta estructura se encuentran apoyadas en el terreno mediante una serie de columnas de maderas cuya densidad es mayor a uno, lo que le permite transmitir de manera adecuada las cargas de la construcción al suelo.

El domo esta rematado por una lucernaria cuya función es generar una chimenea para controlar la temperatura dentro del espacio.

Este tipo de construcciones están enmarcadas dentro del más grande respeto a la naturaleza al ser una estructura enteramente natural lo cual genera un impacto ambiental mínimo a pesar de ser una estructura de un tamaño considerable, teniendo en cuenta que las columnas estarán contruidas en madera de eucalipto pellita, así mismo, la estructura estará contruida en guadua de la especie guadua angustifolia kunth y la edad de cosecha para este tipo de guadua estructural estará entre los 4 y los 6 años de edad, el domo estará compuesto por raíces de guadua que consolidan la lucernaria, de igual forma los aleros están conformados por nervaduras en guadua.

La estructura general estará soportada en una viga perimetral en concreto postenzado y la estructura superior se consolida por 3 anillos en tubería petrolera de $\varnothing 4"$.



Bogotá, Febrero 16 de 2012

Señores
CURADURIA URBANA
Ciudad

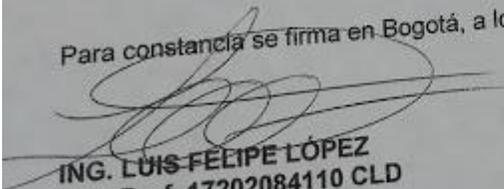
Ref. MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD – ING. CIVIL CALCULISTA – OBRA:
CUPULA CUBIETTA PLAZOLETA LA HERRADURA, PARQUE MUNDO AVENTURA –
CARRERA 71D # 1-14 SUR BOGOTA D.C.

Yo **LUIS FELIPE LÓPEZ MUÑOZ** identificado con C.C No. 94.284.593 Sevilla – VALLE,
Ingeniero civil con matricula profesional No. 17202084110 de Caldas, me responsabilizo
por los cálculos estructurales de la obra **CUPULA CUBIERTA PLAZOLETA LA
HERRADURA**, la cual tiene las siguientes características:

- Dirección: carrera 71D # 1-14 SUR
- Localidad: Kennedy
- Ciudad: Bogotá D.C.
- No. De pisos: Un piso
- Altura columnas: 4 metros
- Altura cúpula: 9 metros
- Materiales: madera, concreto y guadua
- Grupo de Uso: dos

Según lo estipulado en el reglamento colombiano de Diseño y Construcciones Sismo
resistentes NSR10, Ley 400 de 1997 y sus decretos reglamentarios. Y exonera a la
Curaduría urbana de cualquier eventualidad que se pudiese presentar

Para constancia se firma en Bogotá, a los 16 días del mes febrero de 2012.


ING. LUIS FELIPE LÓPEZ
Mat. Prof. 17202084110 CLD

