

MEJORAMIENTO DE METODOLOGÍA PARA DOCUMENTACIÓN DE PROCESOS

PATOLÓGICOS EN GUADUA.

CASO DE ESTUDIO FINKANA BRICEÑO CUNDINAMARCA.

EDIER HARBEY ARIZA RUIZ

FABIÁN ANDRÉS ÚTIMA RIVERA



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

PROYECTO DE GRADO

BOGOTÁ D.C– COLOMBIA

DICIEMBRE DE 2018

MEJORAMIENTO DE METODOLOGÍA PARA DOCUMENTACIÓN DE PROCESOS
PATOLÓGICOS EN GUADUA.

CASO DE ESTUDIO FINKANA BRICEÑO CUNDINAMARCA.

EDIER HARBEY ARIZA RUIZ

FABIÁN ANDRÉS ÚTIMA RIVERA

Presentado para optar al Título de
Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas

Coordinador PTCA

Arq. Nelson Ricardo Cifuentes Villalobos

Docente De Proyecto

Walter Mauricio Barreto Castillo.



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

PROYECTO DE GRADO

BOGOTÁ D.C – COLOMBIA

DICIEMBRE DE 2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

Observaciones

Firma Director Trabajo de Grado

Firma del presidente jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

A Dios, quien es la fuente eterna de conocimiento y luz, quien permite que cada día tengamos una oportunidad de vivir y tener la oportunidad de realizarnos como seres humanos.

A nuestros familiares y amigos, quienes siempre nos han apoyado en cada parte del camino.

A nuestros profesores, quienes con su conocimiento y disposición, guiaron nuestro proceso de aprendizaje en la ruta del conocimiento.

A todos, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

A nuestros profesores y tutores, Arquitecto Walter Mauricio Barreto Castillo, Arquitecta Liliana Rocío Patiño León y Arquitecto Nelson Ricardo Cifuentes Villalobos coordinador del programa Tecnología en Construcciones Arquitectónicas de la Universidad la Gran Colombia, ya que por medio de su enseñanza, hicieron un gran aporte, no solo como profesionales, sino como personas y pensadores.

RESUMEN

El estudio de patología constructiva es una herramienta regularmente usada para denotar fallas en las edificaciones a través de reconocimiento y diagnóstico de las estructuras y sus componentes, pero en el caso de la guadua, el estudio patológico es limitado, debido principalmente a la falta de investigación sobre este material.

A partir de una metodología propuesta por estudiantes de ingeniería, se busca acercar un proceso propuesto a la estandarización de estudios patológicos para guadua, que complementen las investigaciones de la misma. Usando la teoría de mejoramiento de procesos, identificando las fallas en la metodología, valorando los componentes de la misma y replicándolo en un caso de estudio similar.

Esta investigación comprende un desarrollo progresivo de diferentes etapas que inicia desde la recopilación bibliográfica y revisión de antecedentes hasta el procesamiento de los datos documentales obtenidos en campo, elaboración de planimetrías, correlaciones y análisis de los resultados que permiten integrar todas las variables en un modelo de propuesta final.

Se realizó una réplica de la metodología en el caso seleccionado como de estudio, teniendo en cuenta los aspectos más relevantes de la misma. Por medio de observaciones directas de los elementos estructurales y la documentación de los hallazgos en fichas propuestas previamente, contrastada con la literatura consultada, logró valorarse el proceso y haciendo uso del sistema de mejora Planificar, Hacer, Verificar, Actuar PHVA, detectar los aspectos susceptibles de mejora.

De esta manera se concluyó que, con la implementación de mejoras del estudio patológico por sistemas, genera un mejor desempeño de las labores de reconocimiento de procesos patológicos, en cuanto a la realización de las actividades del estudio en forma organizada y sistemática.

PALABRAS CLAVE

Guadua

Patología de la construcción

Estudio patológico

Estudio de caso.

ABSTRACT

The study of constructive pathology is a tool regularly used to denote faults in buildings through recognition and diagnosis of structures and their components, but in the case of guadua, pathological study is limited, mainly due to lack of research about this material.

Based on a methodology proposed by engineering students, the aim is to approach a proposed process to the standardization of pathological studies for guadua, which will complement the investigations of it. Using the theory of process improvement, identifying the flaws in the methodology, valuing the components of the same and replicating it in a similar case study.

This investigation includes a progressive development of different stages that starts from the bibliographic compilation and review of antecedents to the processing of the documentary data obtained in the field, elaboration of planimetry, correlations and analysis of the results that allow to integrate all the variables in a model of final proposal.

A replication of the methodology was made in the case selected as study, taking into account the most relevant aspects of it. Through direct observations of the structural elements and the documentation of the findings in previously proposed cards, contrasted with the literature consulted, the process was valued and using the improvement system PHVA, to detect the aspects that could be improved.

In this way it was possible to conclude that with the implementation of improvements in the pathological study by systems, it generates a better performance of the tasks of recognition of pathological processes, in terms of carrying out the study activities in an organized and systematic way.

KEYWORDS

Guadua,

pathology of the construction

pathological study

case study

Tabla de Contenido

Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Resumen.....	vi
Abstract	viii
Introducción	1
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos	3
Justificación	4
Metodología	5
Enfoque de investigación.....	5
Recopilación de información	5
Caracterización de caso de estudio	6
Planificación de reconocimiento.....	6
Visita técnica para estudio de caso	7
Implementación de metodología propuesta.	7
Propuestas de conclusión	8
Metodología de análisis de resultados	8
Marco teórico	8
Requisitos estructurales de la construcción con guadua.	10
Patología constructiva de la guadua.....	10
Proceso patológico	10
Lesiones	11
Síntomas.....	11
Causas	11
Toma de datos	12
Fases de observaciones	12

Diagnóstico	13
Intervención	14
Reparación	14
Restauración.....	15
Rehabilitación	15
Prevención.....	15
Tipología de agentes patógenos.	15
Abióticos	16
Físicos	17
Humedades.....	17
Suciedad.....	17
Erosión física	17
Mecánicos	17
Deformaciones	17
Fisuras	17
Grietas	18
Desprendimientos	18
Erosión mecánica.....	18
Químicos	18
Eflorescencias	18
Bióticos	18
Insectos	19
Hongo.....	19
Moho	19
Animales	19

Erosión química	19
Agentes atmosféricos	20
Humedad atmosférica	20
Temperatura atmosférica	20
Viento.....	20
Precipitaciones	20
Asolación	20
Contaminantes atmosféricos	21
Etapa 1, información previa.....	22
Etapa 2, reconocimiento.....	23
Etapa 3, diagnóstico.....	24
Seis sigma	25
Ciclo PHVA	27
Análisis de resultados y discusión	29
Presentación de caso	29
Antecedentes	34
Unidad de análisis	39
Análisis de resultados	40
De tipo Biótico.....	41
De tipo Abiótico.....	42
Conclusiones	50
Recomendaciones	51
Referencias.....	52
Anexos	53
Ficha técnica para estudio patológico de estructuras en guadua.....	53
Plano y detalles constructivos Finkana	53

Panel Entrega proyecto	53
Presentación caso estudio Finkana.....	53

Índice de Tablas

Tabla 1. Costado A, formato de fichas elaboradas por Moreno y Lozano. 36

Tabla 2. Costado B, formato de fichas elaboradas por Moreno y Lozano..... 37

Tabla 3. Agentes patógenos que afectan a la guadua..... 16

Tabla 4.. Relación entre tipología de lesión con agente causante..... 21

Tabla 5. Lesiones de tipo biótico 41

Tabla 6. Lesiones de tipo abiótico 42

Tabla 7. Análisis atmosférico 43

Tabla 8. Análisis biótico y abiótico 46

Tabla 9. Ficha de diagnóstico 47

Tabla 10. Tabla de incidencias..... 47

Tabla 11. Lista de chequeo, fases de estudio patológico logradas con la metodología preexistente.
..... 48

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Partes de la guagua	9
<i>Figura 2.</i> Relación de daños y nivel de intervención (Ramírez, Castaño y López, 2009)	25
<i>Figura 3.</i> Ciclo seis sigma	26
<i>Figura 4.</i> Ciclo PHVA.....	27
<i>Figura 5.</i> Vista Superior Finkana	28
<i>Figura 6.</i> Vista superior Parque Finkana.....	28
<i>Figura 7.</i> Gran salón parque Finkana..	29
<i>Figura 8:</i> Vista área Parque Finkana	30
<i>Figura 9.</i> Lobby Decameron Panaca.	31
<i>Figura 10.</i> Vista interior Panaca.....	31
<i>Figura 11.</i> Recepción.....	31
<i>Figura 12.</i> Tipología original de PANACA Quindío replicada en estructuras de franquicias posteriores.	32
<i>Figura 13.</i> Vista exterior Panaca	32
<i>Figura 14.</i> Climograma de Briceño.	34
<i>Figura 15.</i> Cubierta Finkana.....	39
<i>Figura 16.</i> Grietas en base de pilares de guadua.	39
<i>Figura 17.</i> Oxidación en elementos metálicos de unión, fisuras en elementos verticales que sirven de apoyo a la cubierta.....	39

INTRODUCCIÓN

Finkana es un parque temático ecuestre y pecuario ubicado en el km 4 vía Briceño Zipaquirá, en la sabana de Cundinamarca. Originalmente concebido como una franquicia en la sabana de Cundinamarca del parque agropecuario Panaca Quimbaya, maneja una tipología arquitectónica similar como el parque original Panaca en Montenegro Quindío. Tras el cambio de administración, pocos han sido los cambios realizados a las estructuras que fueron desarrolladas originalmente.

Esta estructura está construida principalmente en guadua, mediante un sistema aporticado, cimentado sobre una losa contigua y dados de concreto para levantar los pilares de guadua, además tiene un cielo raso en esterilla de guadua y teja de cemento y carbonato de calcio de tipo barroco que simulan las tradicionales tejas de barro.

Todos los materiales y procesos constructivos son susceptibles a lesiones que denotan un proceso patológico, que como efecto genera una disminución en su capacidad, altera la estética y comportamiento. Al hablar de lesiones en guadua, generalmente se remite a la patología en la madera, puesto que ambos materiales provienen de una fuente natural común, por ende, susceptibles a agentes patógenos similares.

La guadua es un elemento único, similar a la madera, pero con características intrínsecas que le dan su singularidad. Siendo la guadua un material de construcción tan común en nuestro país, actualmente regulado y con un futuro en construcción, es necesario investigar más sobre ella, concretamente sobre las lesiones que pueden afectarla, y validar una metodología confiable que ayude en este tema de investigación.

Se sabe que la guadua es un material idóneo para la construcción, muchos autores han abordado el tema desde diferentes ángulos, como el diseño, la silvicultura, el aporte arquitectónico, económico, etc. Pero más allá de su uso común, su regulación por parte del ministerio de ambiente o la normativa exigida en la NSR 10 cap. G para su uso en construcción, aún no existe una metodología o un esquema de identificación de patologías en la guadua.

Moreno y Lozano (2016), presentaron el Análisis de la incidencia de agentes patógenos en la estructura de guadua de la Universidad la Gran Colombia sede Armenia como trabajo de grado para optar por el título de ingeniería civil.

En este documento, a través de una metodología propuesta por los autores, se identificaron las lesiones en la estructura de guadua de esta seccional, así presenta un acercamiento a la metodología de investigación de lesiones, es un único caso sin mayor antecedente, es por ello, que la presente investigación busca conocer la efectividad de la metodología planteada por Moreno-Donado y Lozano-Sánchez (2016) en la identificación de lesiones del gran salón de Finkana ubicada en el km 4 vía Briceño Zipaquirá con el fin de demostrar su validez y aplicabilidad en el estudio de patología de estructuras hechas en guadua.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la funcionalidad de la metodología planteada por Moreno y Lozano en 2016 para la identificación de lesiones de tipo físico, químico y mecánico en la guadua en el gran salón Parque Finkana, de manera que se puedan documentar los procesos patológicos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Implementar la metodología planteada por Moreno y Lozano en 2016 para la identificación de lesiones de tipo físico, químico y mecánico en la guadua en el gran salón Parque Finkana.

Identificar y diagnosticar lesiones de tipo físico, químico y mecánico presentes en el gran salón Finkana, siguiendo la metodología existente.

Comparar la información obtenida en Finkana con la información de la bibliografía consultada sobre las lesiones de tipo físico, químico y mecánico en la guadua y la documentación de los procesos patológicos.

JUSTIFICACIÓN

Actualmente hay poca existencia de metodologías para el estudio de procesos patológicos de la guadua constatadas como fiables, siendo particulares más no generales, puesto que en sí misma la investigación sobre la guadua es limitada. Esta falta de investigación previa también inhibe el desarrollo de conocimiento, ya que si no hay referentes claros y sistemáticos sobre la patología en la guadua que aporten significativamente, es difícil abordar el tema de la patología en este material.

Por tanto, hace necesario la validez de un documento para llegar a un modelo definitivo, puesto que la guadua es un alto contribuyente de desarrollo en Colombia. Desde tiempos precolombinos se ha usado en construcción rural como en las ciudades, la creación de edificaciones civiles, casas, puentes, fábricas y otros usos, llegando a ser utilizada por cerca de un 60% de la población y más usada que la madera (Hidalgo-López, 2003).

El trabajo de proyecto de Moreno y Lozano (2016), reúne muchos conceptos, quizá todos los actualmente conocidos, en el estudio de las lesiones y patologías, lo cual lo hace un buen referente como metodología aplicable a un nuevo caso de estudio. Es un acercamiento al estudio sistemático de las lesiones en la guadua.

Es por esto que al haber más investigación, se puede acercar a un esquema que a su vez genere un modelo fiable, replicable y de ser posible definitivo, en la identificación de patologías en la guadua, es importante validar esta metodología existente porque así es posible acercarse a este modelo definitivo, como también es importante validar una metodología clara.

METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta que el objetivo de este proyecto es evaluar la efectividad de la metodología de Moreno y Lozano y su replicabilidad, es necesario dividir el proceso en dos etapas, en la primera examinar sus componentes para así validarla, además de la recolección de la información prioritaria sobre el tema del proceso patológico y sus variantes, en esta misma etapa la implementación de dicha metodología en el caso de estudio FINKANA.

Posteriormente analizar los resultados obtenidos para llegar a una conclusión del tema, por tanto, esta metodología debe llegar a este objetivo.

Tipo de investigación

De tipo mixto, mayoritariamente cualitativo, por medio del cual se establecen los atributos que dan forma a la investigación, desde la documentación previa, hasta las conclusiones.

Enfoque de investigación

Descriptivo y exploratorio, por medio del cual se pretende contextualizar una situación actual con conceptos preexistentes con un proceso de documentación y mejora, que permita dar solución a la unidad de investigación.

Tomando como base la replicabilidad de la metodología pre existente, se enumeran a continuación los aspectos relevantes de dicha metodología propuesta por Moreno y Lozano en 2016 con el fin de seguir paso a paso el proceso. Además, incluyendo un sistema de mejoramiento PHVA en cada fase para construir un proceso de mejora.

Recopilación de información

Metodología de moreno y lozano

Documentación teórica sobre la guadua

Patología en la madera y construcción.

Agentes patógenos que afectan la madera.

Documentación sobre patología constructiva y proceso patológico

Intervención de estructuras.

Documentación de mejoramiento de procesos. Seis sigma.

Caracterización de caso de estudio

Presentación caso de estudio, antecedentes e información general.

Situación geográfica

Descripción del edificio

Información sobre restauraciones o procesos de intervención

Estado actual del proyecto.

Planificación de reconocimiento

Tipo de lesión- Biótico, causa: hongo, pudrición, moho, insecto

Tipo de lesión- Abiótico, causa: física, mecánica, química.

Imagen de la lesión.

Descripción de la lesión.

Grado de afectación, leve, severa, moderada.

Pre diagnóstico.

Posibles agravantes.

Posibles causas.

Identificación de lesión por elemento (pórtico)

Identificación de material afectado.

Identificación de elementos constructivos dañados

Registro fotográfico por elemento.

Información contexto del inmueble: incidencia del viento, contaminantes cercanos, asolación, vegetación.

Planimetría.

Elaboración fichas de documentación.

Análisis de resultados obtenidos.

Visita técnica para estudio de caso

Análisis de estructura

Observación de lesiones

Implementación de metodología propuesta

Implementación de metodología.

Observación de síntomas que denotan un estado patológico,

Solución de fichas de documentación.

Levantamiento fotográfico

Croquis

Planimetrías, análisis de datos obtenidos para obtener un diagnóstico preliminar.

Propuestas de conclusión

Metodología de análisis de resultados

Con base en el diagnóstico preliminar de metodología verificar los procesos ejecutados para la documentación del proceso patológico.

Concluir la validez de la metodología preliminar, encontrando aspectos relevantes que denotan la eficiencia, eficacia y efectividad de ésta en la documentación de procesos patológicos.

MARCO TEÓRICO

Guadua Angustifolia Kunth.

La guadua Angustifolia Kunth es una especie de bambú descrita por primera vez por el botánico alemán Karl Sigismund Kunth en 1822. Este tipo de guadua es uno de los mejores bambúes que se encuentran alrededor del mundo debido a sus propiedades físicas y mecánicas (Lozada, 2012), se encuentra principalmente a la orilla de ríos, orilla de quebradas, valles y bosques en países de Centroamérica, el Caribe, Norteamérica, Europa y Asia, en altitudes que oscilan entre los 0 y los 2000 m.s.n.m.

Colombia es el segundo país con mayor diversidad en bambú. Para nuestro país la guadua es un recurso de fácil manejo, de rápido crecimiento y que aporta económica, social y ambientalmente a las comunidades rurales.

En el caso de la guadua Angustifolia Kunth, “su utilidad y tradición de ser trabajada para artesanías, muebles, fabricación de papel, pisos, combustible y mejoradora del medio ambiente” (Espinosa, 2004) la convierten en uno de los elementos con mayor demanda y aceptación en el sector productivo.

Morfológicamente dentro de las partes de esta guadua se pueden distinguir la raíz, el tallo, hojas, flores y frutos. Sin embargo, el tallo o culmo es la parte que se ha usado para las distintas actividades. Para el uso del culmo se debe esperar entre 4 y 6 meses para aprovechar su altura.

La guadua al igual que la madera, cuenta con fibras anisotrópicas que constituyen el tejido, que además de que permite que soporte factores externos como el viento y su propio peso, pueda ser útil como material de construcción, ya que su composición le permite estar sometida a esfuerzos mecánicos.

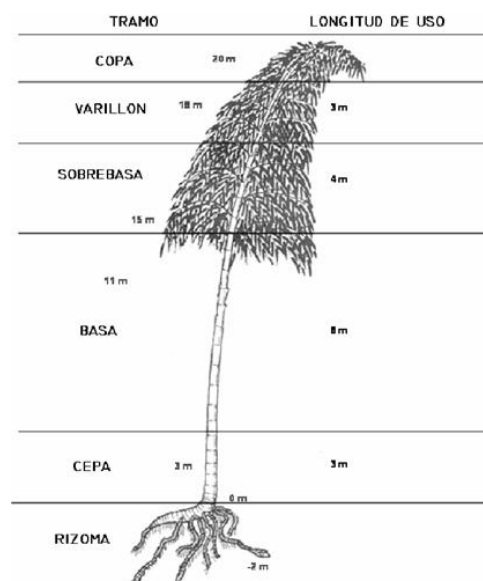


figura1. La guadua con objetivos constructivos

La construcción con guadua actualmente se encuentra normalizada a partir de la NSR 101 mediante el título G Estructuras de madera y estructuras de guadua. Partiendo de esta norma, se fijan los parámetros de clasificación de la guadua como sistema constructivo, esta es una breve descripción de los diferentes requisitos:

Requisitos estructurales de la construcción con guadua

Las edificaciones con guadua se limitan a construcción de hasta 2 pisos, en la que se debe tener en cuenta que en el nivel superior no se deben utilizar materiales como mampostería o concreto, donde es recomendable que exista una prueba de cargas cuando se desarrolle una construcción de más de 2000 m² antes de que sea puesta en funcionamiento,

Para el suministro de los entramados estructurales se debe contemplar únicamente la guadua rolliza de la especie *Angustifolia Kunt*, cortada entre los 3 y los 6 años de edad, ya que a partir de este tiempo la guadua incorpora las mejores propiedades de tipo estructural. En las subdivisiones de la edificación se pueden contemplar otros sistemas constructivos tales como el bahareque.

Patología constructiva de la guadua

La guadua es especialmente susceptible al ataque de los hongos e insectos debido a sus componentes intrínsecos como el almidón y la humedad. Por ello, es común que después de su cosecha y antes de su utilización, sea sometida a procesos de preservación que inhiben la proliferación de agentes patógenos como insectos u hongos que disminuyan su vida útil y su resistencia.

Se define como patología el estudio del conjunto de los procesos degenerativos tipificados en la alteración de los materiales y elementos constructivos, que determinan la carencia de algunas de sus condiciones básicas de funcionamiento. Van relacionadas con la funcionalidad, seguridad o habitabilidad.

Proceso patológico

Es la relación conceptual del origen, síntomas, evolución en el tiempo y estado actual de la patología. Estas etapas van vinculadas de forma secuencial y temporal. Puede establecerse que

del estudio de estas etapas inversamente, o sea, desde el síntoma hasta el origen, se puede definir un diagnóstico que posteriormente lleva a una intervención.

Según Fernando López (2004) los principales conceptos para entender el proceso patológico son:

Etiología constructiva

Es la búsqueda de la causa de alteraciones o daños, denominada lesiones.

Lesiones

Son manifestaciones observables de un proceso constructivo anormal alterante de la función.

Estas pueden ser de tipo

Primario: cuando son origen de otras.

Secundario: si dependen de otras lesiones, que perjudican una estructura. La diferencia es la temporalidad de aparición de estas y es necesaria la correcta identificación, pues pueden confundir y enredar el diagnóstico posterior.

Síntomas

Signos aparentes de una lesión, funcionan como indicadores de que algo ocurre.

Causas

Origen activo o pasivo de lesiones constructivas. Estas fuentes pueden hallarse en cualquier fase constructiva y de uso del edificio, a saber; desde la proyección, ejecución, materialidad o mantenimiento. Es decir que, las prácticas constructivas y el cuidado de ellas inciden en la calidad de la edificación y sus condiciones en el tiempo y su vida útil. Pueden aparecer varias causas simultáneamente que desembocan en una o varias lesiones. Pueden clasificarse en dos tipos de causas:

Directas: son aquellas causas que constituyen el origen inmediato del proceso patológico.

Esfuerzos mecánicos, agentes contaminantes, agentes atmosféricos y otros.

Indirectas: errores y defectos de ejecución y diseño, tales como; materialidad, errores en detalle constructivo, errores de fábrica, aplicación, etc., que junto a una causa directa inician el proceso patológico.

Toma de datos

Al manifestarse una lesión como síntoma de un proceso patológico es posible hacer un reconocimiento del mismo. En un orden lógico de sucesos, partiendo de una simple observación, se puede dividir en procesos más simples, que sistemáticamente, pueden dar información sobre tal proceso.

Fases de observaciones

Detección de la lesión, notificación de un proceso patológico.

Identificación de la lesión, ¿qué tipo de lesión es entre todas las posibilidades?

Independización de la lesión: separar las lesiones por tipología, además de separarlo de otras lesiones, pudiendo ser el caso que estén conectadas o superpuestas.

Posterior a la primera observación es necesario empezar el proceso de documentación de los hallazgos para hacer el respectivo seguimiento.

En la visita de la obra se deben tomar los datos de tipos de lesión y si es posible fecha de aparición y periodicidad de la misma, así como el tipo de uso del edificio y fecha de construcción. Anexar fotografías y documentación gráfica y técnica que faciliten el proceso de comprensión.

A través de tarjetas, fichas y documentos de registro se debe identificar el tipo de lesión, el efecto constructivo en materiales, elementos y sistemas, adjuntando detalles constructivos y de ser posibles muestras que se envían a laboratorio.

Los factores ambientales son incidentes y están relacionados con los procesos patológicos, por lo cual es relevante ubicar los datos en el registro también. Localización de la lesión de lesión en el edificio, indicando el sistema afectado, orientación de la unidad afectada, niveles de exposición de las áreas afectadas con otros edificios y niveles de contaminación del entorno de la edificación.

Análisis de proceso patológico

Con la información organizada, registrada y correlacionada, se inicia el proceso de análisis de proceso patológico en el cual, se hace una reconstrucción de los hechos patológicos.

Monjo (1999) señala que estos conceptos van ligados a un proceso, una causa, un síntoma, una lesión que puede estar aislada o interrelacionada con otra, y un cambio morfológico. A partir de ahí se genera un diagnóstico, se conoce el proceso, su origen, evolución y estado actual de la edificación. Si el proceso es consciente y riguroso puede llegarse a una conclusión para dictaminar una intervención.

Diagnóstico

Reconocimiento y calificación de un problema a través de la observación de las lesiones para luego sugerir una solución en pro de una intervención o rehabilitación que puede ser preventiva o curativa, incidiendo en qué tipo de solución puede darse. El diagnóstico busca resolver el origen, pues es importante resolverlo en vez de solo atacar la lesión.

En el diagnóstico debe especificar los siguientes conceptos:

Causas que han originado el proceso, haciendo diferencia entre causas directas y causas indirectas, relación entre ellas si es el caso, descripción y especificación de las mismas.

Identificación de lesiones y clasificación de ellas, relación entre ellas si es el caso, especificación de lesiones primarias o secundarias y su descripción.

Evolución del proceso patológico a través del tiempo, así como el desarrollo en nuevos procesos patológicos, ramificaciones y transformaciones, periodicidad si es posible.

Estado actual, es la situación del proceso ¿es vigente o ha desaparecido? las lesiones que han habido y los síntomas percibidos del proceso.

Propuesta de actuación para devolver la función original de la edificación.

Propuesta de reparación: relación de efecto, donde prevalece la acción sobre la causa.

Propuesta de mantenimiento: todas las funciones encaminadas a mantener la integridad de una unidad reparada a partir de una observación constante, limpieza periódica y reposición de material expuesto.

Intervención

Busca devolver la funcionalidad y características originales a la unidad constructiva. Dependiendo del tiempo de descubrimiento del proceso patológico, se escoge el tipo de reparación necesaria, desde labores simples como saneamiento hasta severas como demolición. Esta intervención puede catalogarse como preventiva o curativa.

Reparación

Conjunto de actividades destinadas a devolver la funcionalidad original de la edificación. Esta intervención puede catalogarse como preventiva o curativa. En ambos casos se busca atacar la causa o causas del problema hasta anular su efecto y como segunda fase, atacar las lesiones síntoma del proceso.

Restauración

Reparación de un elemento concreto o de un objeto decorativo.

Rehabilitación

Recuperación de la funcionalidad de un edificio completo a través de fases tales como: proyecto arquitectónico con nuevos usos, estudios patológicos parciales, reparación de unidades constructivas dañadas y restauración de elementos individuales.

Prevención

A partir de los estudios patológicos se puede plantear un conjunto de medidas preventivas con el fin de nuevos procesos. La eliminación de las causas indirectas que afectan a las fases previas de proyecto y ejecución, así como la de mantenimiento

Tipología de agentes patógenos.

Las causas más comunes que originan lesiones pueden agruparse en tres tipos diferentes: presencia de agua en todas sus manifestaciones, movimientos de materiales o sistemas y acción de tipo físico, químico o biológico. Pueden observarse en la siguiente tabla:

CAUSA GENERICA	CAUSAS ESPECIFICAS	
	ORIGEN	FORMA DE MANIFESTARSE
PRESENCIA DE AGUA	◦ Proviniente del exterior: ◦ Lluvia, nieve, etc ◦ Terreno ◦ Proviniente de instalaciones ◦ Proviniente proceso constructivo	◦ Condensaciones ◦ Capilaridad ◦ Filtraciones ◦ Derramamientos
MOVIMIENTOS EN LOS MATERIALES	◦ Movimientos del terreno o variaciones de sus características ◦ Variaciones de las cargas estructurales ◦ Vibraciones exteriores o dentro del edificio ◦ Variaciones dimensionales de los materiales por diversas causas: ◦ Diferencias térmicas ◦ Diferencias higrotérmicas ◦ Procesos físicos de deformaciones y flexiones	◦ Grietas y fisuras de diferentes tipologías
PROCESOS FISICOS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS	◦ Procesos químicos de carbonatación y/o sulfatación. ◦ Procesos químicos por presencia de humedades. ◦ Presencia de sales en materiales. ◦ Procesos biológicos por presencia de xilófagos, hongos, etc.	◦ Corrosión de armaduras y degradación del hormigón. ◦ Oxidaciones, descomposición de materiales. ◦ Exfoliaciones y degradaciones de materiales. ◦ Pudriciones de elementos leñosos

Tabla 3. Agentes patógenos que afectan a la guadua (Ramírez, Castaño y López,2009)

Las tipologías de lesiones más frecuentes, así como la sintomatología que presenta son indispensables para determinar y detectar el agente causante y así diagnosticar.

Independientemente de la causa que lo produce y el momento de aparición de las mismas.

Es de uso normal dividirlo en físicas, químicas, mecánicas, químicas y biológicas, pero para facilitar el proceso de identificación de las mismas, generalmente solo se divide en dos tipos, abióticas y bióticas.

Abióticos

Etimológicamente define agentes que no proceden de factores vivos o biológicos. En esta categoría se ubican los factores físicos, químicos y mecánicos.

Físicos

Afectan directamente la parte física, tangible de la estructura.

Humedades

Presencia de agua en múltiple forma, de obra, capilar, filtración, condensación o accidental.

En cualquier caso, hay un incremento del porcentaje de agua que afecta el comportamiento de los materiales.

Suciedad

Acumulación de partículas contaminantes sobre la superficie debido a una función de fijación electrostática, las partículas se fijan en el elemento provocando manchas o ennegrecimiento del mismo.

Erosión física

Definido como la pérdida o transformación de un material, la erosión física corresponde a un desgaste físico provocado por agentes atmosféricos que atacan la superficie del elemento.

Mecánicos

Causadas por movimientos físicos que alteran el funcionamiento de las estructuras.

Deformaciones

Cambio de forma producido por algún esfuerzo mecánico: flexión, torsión, compresión, tracción o desplazamiento. A su vez, son origen de lesiones secundarias.

Fisuras

Aberturas longitudinales que afectan la superficie del elemento o su acabado causado por movimientos o retracciones, son similares a las grietas y en algunos casos son precedentes de ellas. Sin embargo, la diferencia entre estas dos es el espesor de abertura o movilidad.

Grietas

Aberturas longitudinales de mayor espesor que las fisuras. se producen en el elemento frecuentemente debido a excesos de carga o dilataciones y contracciones de los elementos.

Desprendimientos

Separación de materiales por pérdida de adherencia entre soporte y elemento.

Erosión mecánica

Pérdida de material superficial, similar a la erosión de tipo físico, pero producido por golpes, rozamiento y uso.

Químicos

Relacionados con las propiedades de la materia y su transformación, los componentes y composición. Debido a ciertos componentes y sus reacciones, se inicia un proceso de transformación de la materia que crea un ciclo de descomposición lesionante de los elementos constructivos.

Eflorescencias

Por efecto del agua y humedades, las sales solubles presentes en los materiales, son arrastradas hacia la superficie, creando una cristalización en ella oxidaciones y corrosiones: pérdida de material en las superficies y cambio moleculares en los elementos metálicos. En contacto con el oxígeno, los elementos metálicos generalmente y a excepción del hierro, crean una capa de protección para inhibir el avance del proceso químico.

Bióticos

Relacionados con agentes vivos que se encuentran en las estructuras y afectan de forma lesionante. Algunos autores como Galindo (1999) argumentan que este tipo de lesiones debe ser incluido en la sección de lesiones de tipo químico, porque aunque hay presencia de seres vivos,

animales vegetales u hongos, son sus efectos físicos y químicos, resultado de sus procesos biológicos sobre la estructura en que se apoyan, los que cumplen el factor lesionante.

Insectos

Invertebrados artrópodos de pequeño tamaño que viven y/o se alimentan de ciertos materiales, causando daños en los materiales que habitan, como la madera, las fibras y la guadua, disminuyendo su vida útil y resistencia. El término para los insectos que se alimentan de madera es Xilófago. Ejemplo de ellos son las termitas y los coleópteros.

Hongo

Organismos parasitarios que se alimentan de la materia orgánica en descomposición. Algunos pudren la madera y la guadua, haciendo que varíe su aspecto, color, textura y terminan por destruir el elemento. Se manifiestan produciendo manchas de tipo parda y blanca.

Moho

Es un tipo de hongo que afecta los materiales porosos, poco ventilados y húmedos. son causa de pudrición blanda y se manifiestan produciendo manchas verdes o café, además de su olor característico.

Animales

Otro tipo de animales pueden causar erosión en los elementos, contaminación por suciedad y desprendimientos. Por ejemplo, las aves y sus nidos, animales de granja, otros, y desechos de sus actividades, afectan las cubiertas y los cerramientos por erosión, suciedad y desgaste.

Erosión química

Similar a los otros tipos de erosión, pero resultante de efectos químicos.

Agentes atmosféricos

Son aquellas manifestaciones naturales de la atmósfera, que tienen la capacidad de actuar sobre las estructuras, generalmente las cubiertas y fachadas. Son causales de lesiones de tipo físico, químico y mecánico, además causas directas de otras lesiones.

Humedad atmosférica

Relación de contenido de vapor de agua en el aire al interactuar con ciertos materiales porosos e higroscópicos (que atraen y liberan humedad) como la guadua, pueden cambiar sus características, como el volumen.

Temperatura atmosférica

Nivel térmico o sensación de calor de determinada zona, generalmente es constante. Puede provocar dilataciones, contracciones y cambio de volumen en elementos de naturaleza dimensionalmente inestable, como es el caso de la madera y la guadua. Entre mayor variación de temperatura exista, mayor será el grado de afectación.

Viento

El movimiento de las corrientes de aire y su relación con la temperatura también afectan las estructuras en forma física; sobre cargas, desprendimiento y suciedad al arrastrar partículas de polvo y agentes contaminantes, además meteorización y erosión de las superficies.

Precipitaciones

La lluvia, el rocío, el granizo, la nieve, etc., afectan las estructuras y edificaciones, las afectaciones se pueden manifestar por humedades, lavados diferenciales, disgregaciones, etc.

Asolación

El factor solar y su proceso químico de degradación de la madera, así mismo como la guadua, a través de la radiación de rayos ultravioleta sobre las superficies de estas, crea decoloraciones,

variación de tonos y deterioro del aspecto físico original. este proceso se denomina fotodegradación.

Contaminantes atmosféricos

Gases, vapores, humo, polvo, fibras, aerosoles, niebla, exposición a químicos, polución, etc.

TIPOLOGIAS DE LAS LESIONES Y AGENTES CAUSANTES		
TIPOLOGIA DE LA LESION	SINTOMATOLOGÍA	AGENTE PATOLOGICO
FISICAS	☐ HUMEDAD ☐ EROSION FÍSICA ☐ METEORIZACION ☐ SUCIEDAD	▪ Presencia de agua ▪ Condiciones atmosféricas ▪ Excrementos animales
MECANICAS	☐ DEFORMACIONES ☐ AGRIETAMIENTOS ☐ FISURACIONES ☐ DESPRENDIMIENTOS ☐ EROSION MECANICA	▪ Cargas y sobrecargas ▪ Incremento esbeltez ▪ Fallo de sustentación ▪ Dilataciones ▪ Retracciones ▪ Mala ejecución ▪ Acción del viento ▪ Uso continuado
QUIMICAS	☐ DISGREGACIÓN O DISOLUCIÓN ☐ OXIDACIÓN ☐ EFLORESCENCIAS ☐ EXPLOSION – COMBUSTIÓN ☐ DEFORMACIÓN ☐ METEORIZACIÓN	▪ Contaminantes ambientales ▪ Presencia de agua ▪ Presencia de agua. ▪ Disolución de sales ▪ Presencia de llama ▪ Temperatura ▪ Proceso involutivo
ELECTRO-QUIMICAS	☐ CORROSION	▪ Presencia de agua ▪ Mala ejecución
BIOLOGICAS	☐ PUDRICIÓN PARDA ☐ PUDRICIÓN BLANCA ☐ DISGREGACION	▪ Presencia de hongos ▪ Presencia de xilófagos

Tabla 4. Relación entre tipología de lesión con agente causante (Ramírez, Castaño y López,2009)

Procedimiento para la elaboración del proyecto de estudio patológico

El procedimiento para la elaboración de un proyecto de rehabilitación debe ser lógico y ordenado, pues sirve como base para el desarrollo y aplicación de las soluciones técnicas que se propone llevar a cabo.

Conocer el conjunto como un todo y como cada una de las partes que lo integran, desde la materialidad, procesos constructivos o todo el edificio y la interrelación que existe entre ellos.

Así es como se describe el proceso en tres etapas:

Etapla 1, información previa.

En esta etapa se aborda el qué se sabe del edificio como tal, se aborda toda la información sobre el mismo, es decir, la información técnica que complemente la visión de desarrollo del proyecto. Esta información técnica se debe tener dada la necesidad de elaborar una memoria histórica del proyecto, "recrear el proceso histórico del edificio".

Al tener esta información es necesario leer, analizar e interpretar pues es un instrumento de apoyo para comprender el proceso constructivo y su transformación.

En esta información se comprende:

Su situación geográfica,

Fuentes documentales que aporten información sobre el desarrollo histórico del entorno del proyecto, noticias e investigación arqueológica (si la hubiere)

Resumen cronológico,

Descripción del edificio, tanto técnica, estilística y arquitectónicamente,

Información sobre restauraciones o procesos de intervención,

Estado actual del proyecto,

Marco legal

Bibliografía

Apéndice documental.

En esta documentación técnica además se lleva un registro fotográfico que complementa de forma visual la información escrita, pues da detalles más amplios de la descripción edilicia, tanto en detalle como en concepción general.

Las planimetrías y metrología del edificio es parte de esta documentación previa, además de ser parte misma de la edificación que describe sus características, estado actual, uso e

instalaciones que lo complementan, describe su sistema constructivo, materialidad y sirve de guía para conocer las dimensiones del proyecto y el alcance, así para calcular los recursos necesarios para una intervención, Es decir, cuantificar.

Etapas 2, reconocimiento.

Cabe aclarar que, al planearse de forma lógica y ordenada, debe seguirse ese plan para obtener resultados precisos según Galindo García, la etapa de reconocimiento debe estar organizada por secciones que a su vez se sub organizan en componentes como se describe a continuación:

1. Sistemas

- Estructural

- Cerramientos Verticales

- Cerramientos de cubierta.

- Componentes interiores

2. Componentes interiores

3. Instalaciones

4. Sistemas ocultos y detecciones especiales.

Esta clasificación separa de forma objetiva tanto los componentes, como los sistemas, facilitando la inspección de los elementos afectados, el tipo de daño, disminución de características portantes, el origen del daño, el nivel del riesgo y el nivel de intervención.

Al hacer una apreciación de los componentes, su tipo, aspecto, color, textura, estado de los materiales, alteraciones, pérdida de material, soluciones constructivas y solución con otros sistemas, uniones, enlaces y relación con el medio, se puede llegar a una evaluación general del

estado tanto de los elementos como del sistema y así mismo determinar el estado de la edificación, su apreciación aparente y función actual.

Esta etapa es muy importante, puesto que a través de la observación se llega a una serie de cuantificación de los daños, así como su ubicación y morfología. Para esta etapa es necesario que se evalúen tanto los componentes como los sistemas, o sea: partes del edificio como su completo.

Etapa 3, diagnóstico.

Por medio del estudio clasificado y analizado de los datos obtenidos en la información previa y el reconocimiento de la edificación, desde su materialidad, comportamiento y sistemas, se puede llegar a conclusiones totales o parciales sobre qué clase de intervención es necesaria, así como el nivel de esta. La evaluación de los daños detectados tanto cuantitativa como cualitativamente dirigen a propuestas de actuación, además de la posibilidad de recuperación.

Como la importancia de la toma de decisiones va directamente involucrada con la función del elemento intervenido, es necesario hacer la salvedad de que los elementos estructurales conllevan la seguridad y la funcionalidad de la edificación, por tanto, su intervención es de carácter imprescindible y necesario, en comparación con elementos de acabados que van ligados al aspecto y confort.



Figura2 Relación de daños y nivel de intervención (Ramírez, Castaño y López, 2009)

Mejoramiento de procesos.

Todo proceso es susceptible de mejoramiento para hacerlo más eficaz, eficiente, estable y confiable.

La metodología de cualquier proceso debe evaluarse con el fin de conocer su alcance y su desviación de la estandarización.

Seis sigma

Es una metodología sistemática que busca conocer la cantidad de defectos existentes en un proceso, permitiendo elaborar un procedimiento de disminución de los mismos, hasta la eliminación total de ellos a través de la mejora continua del proceso, aumentando la capacidad del proceso en cuestión.

La temporalidad de las acciones tomadas con respecto a las mejoras puede entenderse en dos lapsos

Corto plazo: medidas ajustadas derivadas de las experiencias inmediatas, que determinan los defectos del proceso.

Largo plazo: los mejoramientos específicos por cada ciclo de revisión crean estándares de calidad duraderos.

Algunos defectos comunes en los procesos pueden ser; costos, materiales, técnicas, repetición de trabajos, administrativos, trabajos innecesarios, mano de obra, etc., que se entienden como variables. Estas pueden ser medidas para garantizar que los procesos generen resultados de calidad.

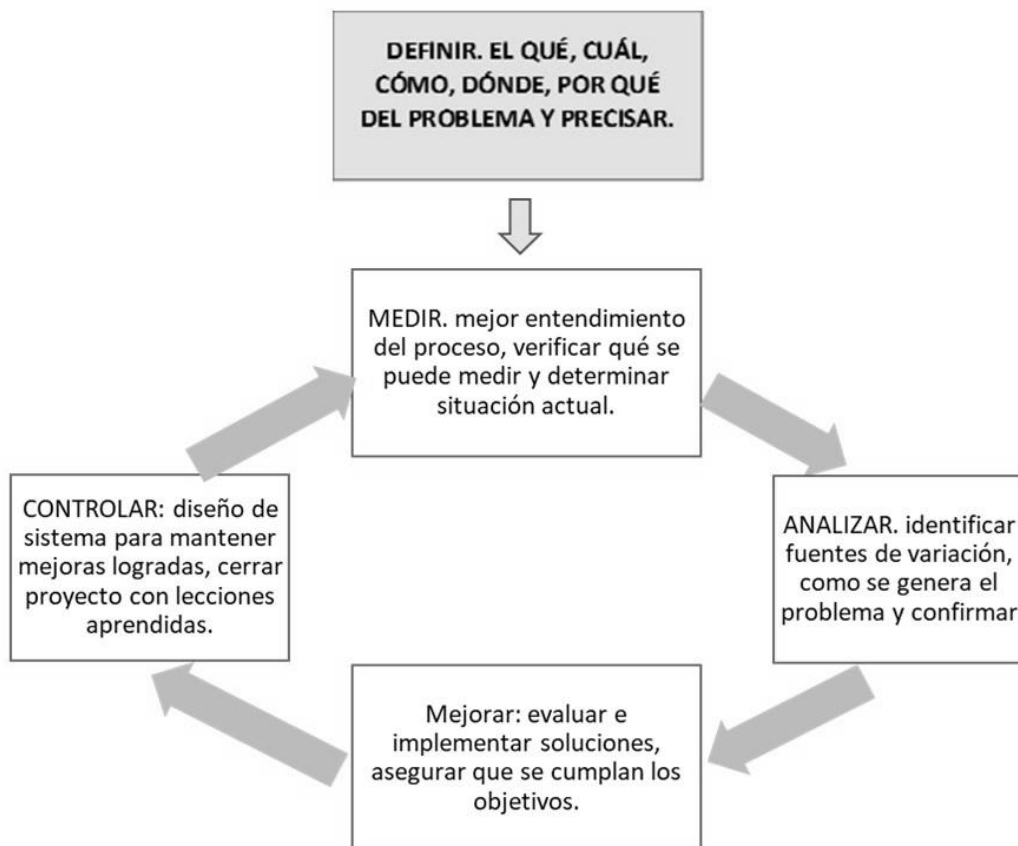


Figura 3. Ciclo seis sigma (Gutierrez y De la Vara, 2013)

Ciclo PHVA

Ciclo de mejora continua, presentada en los años 50 como una herramienta de gestión de calidad que se basa en 4 fases:

Planificación: se establecen los objetivos y se hace una identificación de procesos necesarios para lograr tales objetivos, así como el control de seguimiento para lograr los resultados.

Hacer: es la implementación de las acciones necesarias para lograr mejoras en los procesos, ganado eficacia, y corrección de defectos en la ejecución.

Verificación: a partir de un periodo de prueba, se miden y evalúan los cambios implementados y se valora la efectividad de los mismos.

Actuación: después del periodo de regulación, se somete el proceso a correcciones necesarias, se toman las decisiones pertinentes para mejorar de forma continua el desarrollo de los procesos.

Este ciclo de fases, es constante a través del tiempo, creando un circuito de mejora continua.

Buscando siempre la optimización de las acciones por medio de herramientas de análisis.

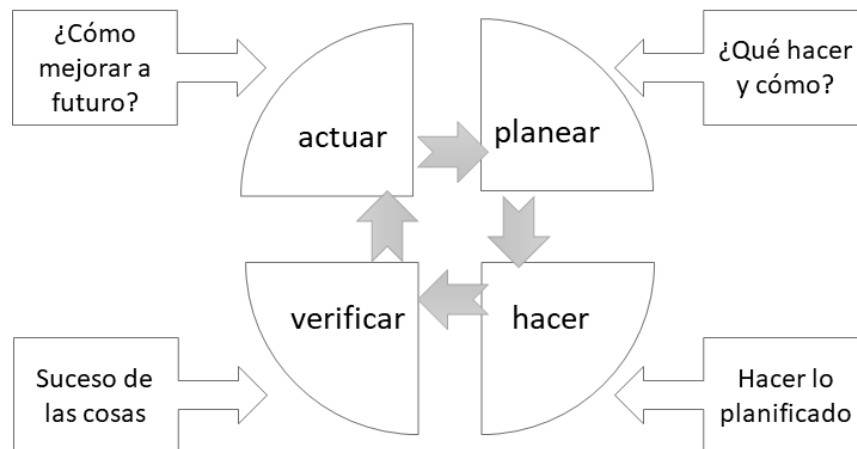


Figura 4. Ciclo PHVA (Escolme, sf)

MARCO GEOGRÁFICO

km 4 vía Briceño Zipaquirá.



Figura 5. Vista Superior Finkana, tomado de
<https://www.google.com/maps/place/Finkana+Parque+Temático>



Figura 6. Vista superior Parque Finkana Tomado de fuente: captura de pantalla de video
recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=a1Z9WFMoTE>

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Presentación de caso



Figura 7. Gran salón parque Finkana. Fuente propia.

Descripción general y antecedentes.

Parque nacional de la cultura agropecuaria (PANACA) abre sus puertas el 7 de diciembre de 1999, como el primer parque temático enfocado a las actividades rurales y agropecuarias características de las fincas y su estilo de vida ubicado en Quimbaya Quindío, Colombia.

En el año 2006 inician un plan de negocios de expansión bajo el concepto de franquicia, creando la primera sucursal en la sabana cundinamarquesa. Esta sucursal se llamó PANACA sabana y estaba ubicado en el KM 4 vía Briceño – Zipaquirá. Con alrededor de 620.000 m² y siendo la más grande del país, recibió en su primer año de fundación más de 2'300.000 de visitantes, con lo cual se planteó la posibilidad de abrir nuevas sucursales bajo la misma figura de franquicia en Costa Rica, Panamá y México.



Figura 8. Vista área Parque Finkana Fuente: captura de pantalla de video recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=a1Z9WFNM0TE>

La franquicia de Costa Rica fue además de la sabana, la única que se concretó, abriendo en 2009. Ambas franquicias compartían además del nombre, el enfoque de negocio y la temática, la arquitectura de PANACA Quindío tanto en su tipología como su materialidad. Es decir, el uso de la guadua como material constructivo altamente usado en estructuras, que tipifica la arquitectura vernácula de la zona cafetera colombiana.

Restaurante.



**Figura 9. Lobby Decameron
Panaca. Tomado de
<https://www.pinterest.fr/pin/398146423303676190/>**

Estación vacuna.



**Figura 10. Vista interior Panaca
https://www.tripadvisor.co/LocationPhotoDirectLink-g1547306-d320557-i167020207-Decameron_Panaca-Quimbaya_Quindio_Department.html**

Lobby recepción.



Figura 11. Recepción, tomado de <https://www.giramundo.com.co/decameron-panaca.html>

Salón de eventos PANACA Costa Rica.	Salón de eventos PANACA sabana (Actualmente FINKANA)
 <i>Figura 12.</i> Tipología original de PANACA Quindío replicada en estructuras de franquicias posteriores. https://www.giramundo.com.co/decameron-panaca.html	 Figura 13. Vista exterior Panaca, Fuente propia

Pero, aunque las intenciones económicas parecían viables, la verdad es que los negocios fracasaron y las franquicias cerraron. Costa Rica, solo funcionó durante año y medio y Sabana después de nueve años, terminó sus tratos comerciales y en 2015 abrió bajo un nuevo nombre comercial que sigue en uso actualmente: FINKANA.

Aunque el cambio comercial trajo consigo cambios a nivel de estructura e imagen, las instalaciones siguen siendo las mismas que fueron diseñadas originalmente, así como la tipología de arquitectura presente en PANACA, entre ellas, un salón de actividades y zona de comidas llamado Gran Salón, cuya estructura en guadua se presta pertinente para estudio de caso de patología constructiva con 10 años de construcción.

Descripción técnica

El salón de Finkana es una estructura de tipo aporticado construido en guadua del género *Angustifolia Kunt*, con un área total de 503 m² y una altura de 10.5 m hasta el caballete de la cubierta, cielo raso en esterilla de guadua y cubierta de tipo estilo barroco similar a teja de barro.

El espacio es abierto y no posee muros de cerramiento, las instalaciones eléctricas fueron distribuidas exteriormente, paralelas a los pórticos a través de tubería de PVC, no presenta instalaciones de otros tipos.

El uso general de este edificio, es social, puesto que es usado como comedor y salón de fiestas.

La zona en la que está ubicado es de clima cálido y templado, con una constante de 14°C.

Clima de la zona

De acuerdo al portal climático Climate - Data, el clima se clasifica como Cfb. La temperatura promedio en Briceño es 14.1° C. Las temperaturas son más altas en promedio en abril, alrededor de 14.7° C. El mes más frío del año es de 13.7 °C en el medio de julio. Las temperaturas medias varían durante el año en un 1.0 °C. Hay precipitaciones durante todo el año, hasta el mes más seco aún tiene mucha lluvia. En un año, la precipitación media es 841mm.

La menor cantidad de lluvia ocurre en enero. El promedio de este mes es 30mm. Mientras que 107 mm la caída media en abril el mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año. La variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos es 77mm. La altura de la localización es de 2.562 m.s.n.m.

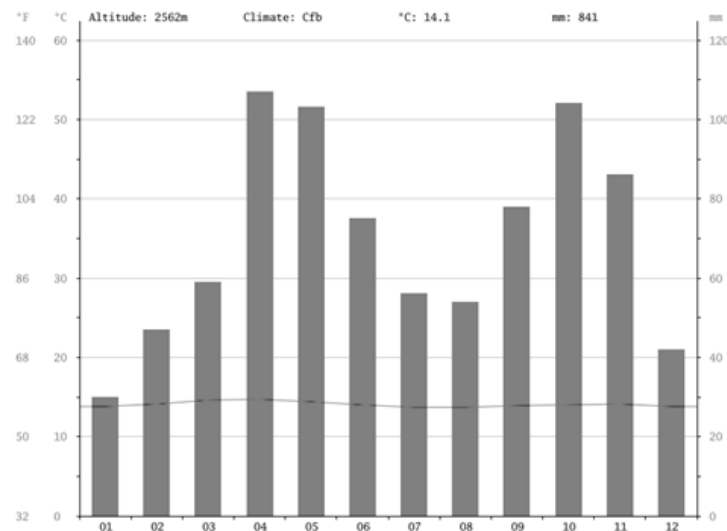


Figura 14. Climograma de Briceño. Recuperado de: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/cundinamarca/briceno-463925/>

Antecedentes

Proyecto de grado Análisis de la incidencia de agentes patógenos en la estructura de guadua de la universidad la gran Colombia sede armenia, universidad la gran Colombia, facultad de ingeniería civil. 2016.

Este documento presentado por los estudiantes Moreno y Lozano tiene como objetivo el análisis de diferentes agentes patógenos que se encontraron en la estructura de guadua de la universidad la gran Colombia, sede Armenia en 2016. Se realizó una clasificación de diferentes tipos de lesiones asociadas a procesos patológicos en una serie de fichas para tal fin.

Identificaron la gravedad de estas y su incidencia en la estructura, además de un registro fotográfico y levantamiento de planimetrías de dicha construcción. Además de proponer intervenciones de rehabilitación, crearon una xiloteca con los conceptos hallados a partir de esta investigación.

A partir de información previamente recopilada, definen que los pasos para lograr su objetivo es examinar un caso de estudio, escogiendo para tal fin la seccional de Armenia, Ciudadela del saber, de la universidad la gran Colombia. Esta es una estructura de tipo aporticado, compuestas por 32 pórticos de pilares de guadua, cimentado sobre dados de concreto cielo raso de esterilla de guadua y teja de barro tipo colonial. Su uso es educativo y administrativo.

Por medio de la observación directa de los elementos de la estructura, logran identificar lesiones que denotan un estado patológico.

Con base en la bibliografía recopilada, crean unas fichas técnicas que resumen el contenido teórico y facilitan la identificación de agentes patógenos en los elementos de la estructura. Se clasifican estos agentes en dos grupos, bióticos y abióticos, además se clasifica la incidencia de estos en la construcción conforme a su cantidad y dimensiones, asignándoles una escala de importancia, siendo esta leve, medio o severo.

Concluyen la monografía haciendo recomendaciones para la intervención de la construcción según la relevancia de las lesiones.

	Desarrollado por	Localización	No. Ficha		
	Programa	Asesor disciplinar:	Fecha: / /		
	Autoriza:	Proyecto:	IMAGEN DE LA LESIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	
TIPO DE LESIÓN					
BIOTICAS		IMAGEN DE LA LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN		
1.HONGOS	Presenta				
1.1 Hongos cromogéneos					
1.2 Hongos de pudrición					
2. TIPO DE PUDRICIÓN	Presenta				
2.1 Pudrición parda					
2.2 Pudrición blanca					
2.3 Pudrición blanda					
3. MOHO					
4. INSECTOS	Presenta				
4.1 Coleopteros					
4.2 Termitas					
ABIOTICOS		PRE-DIAGNOSTICO	POSIBLES AGRAVANTES		
5. CAUSA	Presenta				
5.1 Fotodegradación					
5.2 Humedad atmosférica					
5.3 Fuego					
5.4 Aplastamiento					
5.5 Doblamiento					
5.6 Fisuras					
5.7 Grietas					
5.8 Manchas					
GRADO DE AFECTACIÓN				POSIBLES CAUSAS	
Leve (L) Medio (M) Severo (S)					
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO					

Tabla 1. Costado A, formato de fichas elaboradas por Moreno y Lozano 2016.

UNIVERSIDAD La Gran Colombia			INFORMACIÓN CONTEXTO DEL INMUEBLE		No. Ficha
			Proyecto: FINKANA	Localización:	Fecha: / /
Temperatura	Min:	Max:	Desarrollado por	INCIDENTES ATMOSFÉRICOS	
Humedad	Min:	Max:			
Precipitaciones			PROGRAMA		
INCIDENCIA DEL VIENTO				CONTAMINANTES CERCANOS	
ASOLEACIÓN				VEGETACIÓN	
1. HONGOS			LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN		
1.1 Hongos cromógenos					
1.2 Hongos de pudrición					
2. TIPO DE PUDRICIÓN					
2.1 Pudrición parda					
2.2 Pudrición blanca					
2.3 Pudrición blanda					
3. MOHO					
4. INSECTOS					
4.1 Coleópteros					
4.2 Termitas					
5. CAUSA					
5.1 Fotodegradación					
5.2 Humedad atmosférica					
5.3 Fuego					
5.4 Aplastamiento					
5.5 Doblamiento					
5.6 Fisuras					
5.7 Grietas					
5.8 Manchas					

Tabla 2. Costado B, formato de fichas elaboradas por Moreno y Lozano 2016.

La metodología propuesta abarca 4 fases de realización; en la primera a partir de la documentación previa, analizan la estructura de la ciudadela del saber de la UGC Armenia,

identificando, clasificando y documentando las lesiones encontradas, en la segunda fase se analizan los resultados y se caracterizan según su grado de compromiso con la estructura.

Tercera fase: formulan las recomendaciones a partir de las conclusiones de los análisis extraídos de los documentos y por último, crean una xiloteca base, que sirve para identificaciones posteriores de lesiones producidas por agentes bióticos en estructuras de guadua.

Registro fotográfico Gran salón de Finkana.

El arquitecto y docente Walter Mauricio Barreto Castillo realizó un registro fotográfico de la estructura del comedor del parque Finkana, con el fin de empezar un caso de estudio de tal estructura. En tal registro es posible observar diferentes síntomas de lesiones, tales como: oxidación, fotodegradación y grietas presentes en los pórticos de la construcción en guadua.

En la imagen se aprecia la existencia de hongos en los aleros de lado derecho de la cubierta.



Figura 15. Cubierta Finkana Fuente: Walter Barreto. Archivo personal.



Figura 16. Grietas en base de pilares de guadua. Fuente: Walter Barreto. Archivo personal.



Figura 17. Oxidación en elementos metálicos de unión, fisuras en elementos verticales que sirven de apoyo a la cubierta. Fuente: Walter Barreto. Archivo personal.

El anterior registro fotográfico sirve para evaluar un estado anterior de la estructura y así mismo observar su evolución en el tiempo.

Unidad de análisis

Partiendo del estudio previamente hecho por los estudiantes Moreno y Lozano en 2016, cuyo objetivo fue identificar las lesiones en la estructura de guadua seccional Armenia de la Universidad La Gran Colombia, implementar la metodología existente propuesta por ellos, para verificar su validez en otra estructura similar, tomando como caso de estudio el gran salón del parque temático FINKANA en el Km 4 vía Briceño – Zipaquirá Cundinamarca. Por medio de esta metodología se examinará la estructura de guadua, identificando lesiones y diagnosticando procesos patológicos y métodos e instrumentos de recolección de información que se encuentren en la estructura.

¿Qué funcionalidad tiene la metodología planteada por Moreno y Lozano en 2016 para la identificación de lesiones de tipo físico, químico y mecánico en la guadua en el gran salón Parque Finkana, de manera que se puedan documentar los procesos patológicos?

Establecer la funcionalidad de la metodología planteada por Moreno y Lozano en 2016 para la identificación de lesiones de tipo físico, químico y mecánico en la guadua en el gran salón Parque Finkana, de manera que se puedan documentar los procesos patológicos.

Análisis de resultados

Para el desarrollo de la investigación, se realizaron los pasos de la metodología, desde la documentación previa, la observación y la solución de fichas de documentación para hallar los puntos débiles. Tras poner en uso la metodología previamente expuesta y contrastarla con la documentación sobre estudio patológico, es posible notar ciertos patrones de resultados:

Análisis general

La estructura estudiada presenta diferentes lesiones que denotan procesos patológicos de origen diferenciado, siendo la más notable la fotodegradación en la parte exterior de los pórticos, causada por falta de protección suficiente de la radiación UV.

De tipo Biótico.

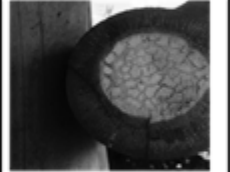
Tipo de lesión		síntoma	Agente patológico	Elemento afectado	Imagen
tipo biótico	hongos	pudrición parda	hongos cromógenos		
		pudrición blanca	hongos	canutos expuestos	
		Moho		cerchas de cubierta, esterilla de cubierta	
	suciedad	excrementos animales	animalesde peso	cerchas de cubierta	

Tabla 5. Lesiones de tipo biótico

De tipo Abiótico

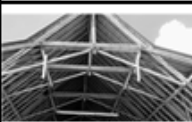
Tipo de lesión		síntoma	Agente patológico	Elemento afectado	Imagen
tipo abiótico.	Físico	humedad	Presencia de agua	Esterilla de cubierta	
		suciedad	Excrementos animales	Cerchas de cubierta	
	Mecánico	deformaciones	Variación de volumen	pilares	
		Grietas	Dilataciones y retracciones	pilares	
		Fisuras	Dilataciones y retracciones	pilares	
		desprendimientos	Mala ejecución, pérdida de contacto entre elemento y soporte.	elementos de cubierta, riostras de cercha	
		desprendimientos	Mala ejecución, pérdida de contacto entre elemento y soporte.		
	Químico	oxidación	Presencia de agua, falta de protección, falta de mantenimiento	pernos, tuercas, tornillos ya arandelas metálicos de unión	
		fotodegradación	radiación uv	pilares	

Tabla 6. Lesiones de tipo abiótico

Análisis atmosférico

efectos atmosféricos	incidencia del viento	Viento 3 km/h
	temperatura	14° C promedio
	humedad	63.1 %
	precipitaciones	77 mm
	contaminates	no presenta.

*Tabla 7. Análisis atmosférico***Análisis por pórtico**

Según la metodología, se estudiaron los pórticos de la estructura en determinado orden, observando las lesiones presentes en ella. La numeración está dada desde el extremo norte, siendo este el pórtico 1

Pórtico 1

Fotodegradación en los elementos de estructura, principalmente en la parte exterior. Oxidación en los tornillos, fisuras, grietas considerables en las bases de los pórticos, desprendimiento de los elementos arriostrantes de cubierta, suciedad por contacto animal, presencia de moho en cielo raso de esterilla y elementos de guadua de la cercha de cubierta. Puede observarse intervención de desprendimiento de elementos de cubierta con amarre de alambre.

Pórtico 2

Fotodegradación en elementos de estructura, fisuras leves, grietas profundas en la base de apoyo.

Pórtico 3

Fotodegradación, fisuras, grietas, manchas de tipo pardo, asociados con pudrición de hongos cromógenos en estructura de cercha.

Pórtico 4

Pudrición blanca en canutos expuestos, fisuras, grietas considerables, manchas de tipo pardo. Fotodegradación oxidación de elementos metálicos, variación de volumen en elementos verticales.

Pórtico 5

Manchas de tipo pardo en elementos de cercha de cubierta, desprendimiento de cielo raso de esterilla. Fotodegradación, fisuras, oxidación en elementos metálicos.

Pórtico 6.

Manchas de tipo pardo en elementos de cercha de cubierta, desprendimiento de cielo raso de esterilla. Fotodegradación, fisuras, oxidación en elementos metálicos., variación de volumen en elementos metálicos. Erosión de elementos verticales por desgaste.

Pórtico 7

Variación en el volumen de elementos verticales, oxidación de elementos metálicos, pudrición de tipo parda en la cercha de cubierta. Amarre de elementos verticales con alambre metálico en su base. Erosión de elementos verticales por desgaste.

Pórtico 8

Fisuras leves, grietas, manchas, fotodegradación en elementos verticales.

Pórtico 9.

Manchas de tipo pardo, pudrición blanca en canutos expuestos, grietas, fotodegradación.

Pórtico 10

Erosión en elementos verticales, pudrición de tipo pardo en estructura de cubierta.

Contaminación y suciedad por contacto animal. Grietas y fisuras

Pórtico 11.

Humedad en estructura de cubierta, moho. Manchas de tipo pardo, manchas por suciedad.

Oxidación de elementos metálicos, erosión en elementos verticales.

Pórtico 12.

Pérdida de elementos de cubierta, humedad, moho, manchas de tipo pardo, fotodegradación en todo el elemento expuesto, erosión en elementos verticales, desprendimiento de elementos de arrostramiento en cercha.

Es notable que la fotodegradación en los elementos verticales es constante, asociada esta, a exposición directa a radiación solar, la causa directa es debido a la falta de protección de los elementos, además de la pudrición parda en los elementos de la cubierta, generalmente asociada a acumulación de minerales en la fase de cosecha (broto 2016).

Relacionando el proceso de observación y documentación de lesiones con el estado riguroso de un estudio patológico, podemos notar que; presenta falencias en el método de estudio. Para lo cual se presenta el análisis a través de las fichas y examen de los componentes de la metodología así como sus fases:

BIOTICAS		
1.HONGOS	Presenta	
1.1 Hongos cromogeneos		Identificación de elementos bióticos, aunque campos 1.1 y 1.2 clasifican el tipo de hongo, y en los espacios 2.1, 2.2, 2,3 se denota la lesión, no hay una relación clara de causa- efecto.
1.2 Hogos de pudrición		
2. TIPO DE PUDRICIÓN	Presenta	
2.1 Pudrición parda		Identificación de agentes abióticos: no hay diferenciación de causas, sean directas o indirectas.
2.2 Pudrición blanca		
2.3 Ppudrición blanda		
3. MOHO		
4.INSECTOS	Presenta	
4.1 Coleopteros		
4.2 Termitas		
ABIOTICOS		
5. CAUSA	Presenta	
5.1 Fotodegradación		Diferentes lesiones que responden a procesos patológicos diferentes, no hay claridad en su origen.
5.2 Humedad admosférica		
5.3 Fuego		
5.4 Aplastamiento		
5.5 Doblamiento		
5.6 Fisuras		
5.7 Grietas		
5.8 Manchas		

Tabla 8. Análisis biótico y abiótico

IMAGEN DE LA LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN
PRE-DIAGNÓSTICO	POSIBLES AGRAVANTES
POSIBLES CAUSAS	

Registro fotográfico y descripción del elemento, hacen parte del estudio patológico, sin embargo es necesario aclarar qué tipo de lesión es; biótico o abiótico. Físico, químico, mecánico, ataque de insectos, pudrición por hongos, etc.

Pre diagnóstico y posibles agravantes pueden confundir el diagnostico final al no tener una relación de causa- efecto clara. Además es necesario identificar que causas son de orden primario y/o secundario.

Las causas que dan inicio a un proceso patológico pueden ser variadas, además de la clasificación directa o indirecta

Tabla 9. Ficha de diagnóstico

Temperatura	Min:	Max:	Desarrollado por	
Humedad	Min:	Max:		
Precipitación				
Programa				
INCIDENCIA DEL VIENTO			CONTAMINANTES CERCANOS	
ASOLEACIÓN			VEGETACIÓN	

La incidencia de factores atmosféricos y contaminares contribuyen al deterioro de las estructuras, pero al ser más específicos en el modo de actuación, contribuye al desarrollo del estudio patológico.

Tabla 10. Tabla de incidencias

CUMPLIMIENTO DE ASPECTOS EVALUADOS		
FASE 1	DOCUMENTACIÓN PREVIA	
	LOCALIZACIÓN	✓
	DOCUMENTOS HISTORICOS	X
	CRONOLOGÍA	X
	DESCRIPCION GENERAL	✓
	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	X
	DESCRIPCIÓN ESTILÍSTICA	X
	DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA	X
	USO Y DISEÑO	✓
	MATERIALIDAD	X
	SISTEMA CONSTRUCTIVO	X
	ESTADO ACTUAL	✓
	REGISTRO FOTOGRÁFICO	✓
	PLANIMETRÍAS	✓
FASE 2	RECONOCIMIENTO	
	SÍNTOMAS	X
	LESIONES	✓
	LESIONES DIRECTAS	X
	LESIONES INDIRECTAS	X
	CAUSAS PRIMARIAS	X
	CAUSAS SECUNDARIAS	X
	ESTRUCTURA	✓
	CERRAMIENTO VERTICAL	X
	CUBIERTA	✓
	INSTALACIONES	X
	SISTEMAS OCULTOS Y ESPECIALES	X
	UNIONES	X
	ENLACES	X
	MATERIALIDAD	✓
	ELEMENTOS AFECTADOS	✓
FASE 3	DIAGNÓSTICO	
	NIVEL DE SEGURIDAD	✓
	NIVEL DE FUNCIONALIDAD	X
	CONFORT	X
	ASPECTO	✓
	TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN	✓

Tabla 11. Lista de chequeo, fases de estudio patológico logradas con la metodología preexistente.

Si las fichas de documentación, son la síntesis de la investigación, es prudente decir que aunque la información relevante se puede documentar en estas fichas, la observación del proceso patológico queda corto debido a que no hay un orden sistemático de documentación.

Las edificaciones funcionan como estructuras, elementos, uniones, como un todo. Pero este análisis se hace por pórticos, entendible desde la perspectiva como ingenieros, que buscan en la estructura la razón de su investigación, pero en un caso más amplio, una estructura depende de muchos otros factores y su relación con ellos.

Siendo una metodología para el estudio de la guadua, es necesario entenderla como material y como sistema, es así que las uniones, soluciones de enlace, protección por diseño y comportamiento mecánico tienen especial relevancia en el estudio patológico.

La identificación de lesiones por sí sola no puede llevarnos a concluir un diagnóstico, pues las lesiones responden a diferentes causas y según su orden de aparición, a una temporalidad diferente, que determina el proceso de intervención necesario, no para acabar con la lesión, sino con la causa que lo produce.

La documentación previa es también muy necesaria para entender el comportamiento de las estructuras, pues de ahí se obtiene el contexto general en el que se encuentra, además de su uso, su historia desde el origen y el estado actual.

Las planimetrías, planos de detalle, descripción de los elementos y sistemas, crean una red de identificación necesaria para entender un proceso patológico, es decir: si una lesión se encuentra en varios elementos y la afecta de forma similar, es posible entender que tienen una fuente común o que tienen son afectados simultáneamente por la misma causa. Ejemplo de esto es la fotodegradación en los elementos verticales de la estructura, pues todos están expuestos a la

radiación solar, debido a la falta de protección de estos elementos, la causa es indirecta, al ser error de diseño, de mantenimiento y ejecución.

CONCLUSIONES

Realizado el análisis de evaluación podemos concluir que:

La metodología propuesta, es completa en el sentido de que contempla todas variables de las lesiones que denotan un estado patológico.

La metodología sin embargo, es carente de elementos que permitan identificar, clasificar y cuantificar lesiones y sus respectivas causas, por ende, la precisión en el diagnóstico de intervención se ve comprometida.

Las fichas de documentación, si bien, contemplan todos los elementos que son necesarios, no lleva un orden, ni es riguroso, por tanto, llegar a un proceso de identificación no queda resuelto al no ser claro.

El posterior seguimiento por parte de un tercero se hace complicado debido a la inexactitud de los resultados, así como el posterior seguimiento del proceso patológico al no estar resuelta la relación causa-efecto.

Siendo la guadua el elemento principal de estudio, la metodología debe enfocarse a ella, como material, como sistema y como acabado, teniendo en cuenta las uniones, los elementos de diseño y protección, debido a la importancia priori de acercarnos a un estándar definitivo en la identificación de patologías en guadua.

RECOMENDACIONES

Aplicar los cambios sugeridos en este proyecto para tener una evaluación más concreta del sistema constructiva y su función.

Implementar nuevamente la metodología propuesta para crear un ciclo de mejora constante, haciendo énfasis en la solución al proceso patológico de la guadua, dada la importancia de la construcción con este material.

Tener en cuenta que la guadua tiene ciertas características diferenciadoras de otros materiales, como su resistencia, su forma de ser utilizada en elementos de estructura y acabados, así mismo responde diferente a ciertas solicitudes, por ende, las lesiones se presentan diferentes a otros materiales, lo que puede indicar una causa diferente.

Determinar en futuros estudios patológicos las causas y clasificarlas como primarias y secundarias, debido a que es la causa la que debe tratarse y no solo atacar la lesión.

La creación de una documentación cronológica que ayude en el seguimiento de procesos patológicos y en determinado lapso a concluir procesos.

Siendo que la guadua hace parte de nuestra cultura arquitectónica, impulsar la búsqueda de soluciones a procesos patológicos para acrecentar la creencia en la construcción con guadua.

REFERENCIAS.

Arriaga F, Peraza F, Esteban M, Bobadilla I, García F. (1984). Estructuras en madera. Madrid España. AITIM

Monjo J. (1997). Patología de cerramientos y acabados Arquitectónicos. 2º edición. Madrid España. Munillalera.

José A. Rodríguez Barreal. (1998). Patología de la madera. Madrid España. S.A Mundi Prensa Libros.

Villegas, M. (2003). Guadua Arquitectura y Diseño. Bogotá D. C., Colombia: Villegas Asociados S.A.

Oscar Hidalgo López. (2003). Bamboo, the gift of the gods. Bogotá Colombia. D'vinni LTDA.

Carles Broto (2006). Enciclopedia Broto de patologías de la construcción: Elementos constructivos (II), Volumen 5. Barcelona España. Carles Broto i Comerma, Verónica Soria.

Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma: Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar (3a. ed.--). Ciudad de México. México. McGraw-Hill.

NSR-10 (2010) Norma de sismo resistencia. Título G. Colombia.

Moreno y Lozano (2016) Análisis de la incidencia de agentes patógenos en la estructura de la guadua de la Universidad La Gran Colombia Sede de Armenia, Colombia

ANEXOS

Ficha técnica para estudio patológico de estructuras en guadua

[ANEXOS\1. Ficha técnica para estudio patológico de estructuras en guadua.pdf](#)

Plano y detalles constructivos Finkana

[ANEXOS\2. Alzado y detalle constructivo 1 de 3.pdf](#)

[ANEXOS\3. Identificación de lesiones 3 de 3.pdf](#)

[ANEXOS\4. Planta y detalle constructivo 2 de 3.pdf](#)

[ANEXOS\5. Planos Finkana detallados.dwg](#)

Panel Entrega proyecto

[ANEXOS\6. Panel proceso patológico Finkana.pdf](#)

Presentación caso estudio Finkana

[ANEXOS\7. Presentación Caso estudio Finkana.pdf](#)