



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Arquitectura

MAESTRÍA EN DISEÑO AVANZADO

Tesis para obtener el grado de:
Maestro en Diseño Avanzado.

Título: **TRANSFORMANDO LA MATERIA FORESTAL /
IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO PARA EL
APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA FORESTAL GENERADA
POR EL PINO MICHOACANO.**

Autor: OSWALDO JOEL SANDOVAL CEJA

Asesor: Dr. Juan Carlos Lobato Valdespino

Co-Asesor: Dr. Habid Becerra Santacruz

Sinodal: Dra. Erika Pérez Múzquiz

Sinodal: M. Alejandro Weiss Münchmeyer

Sinodal: M. en I. Antonio Pérez López

Agosto 2023, Morelia Michoacán



Transformando la materia forestal

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO PARA EL
APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA FORESTAL
GENERADA POR EL PINO MICHOACANO.

El presente proyecto forma parte de una colaboración con el Instituto de Ciencia y Tecnología (CONACYT), la Maestría en Diseño Avanzado (MDA) y el Grupo de Acústica y Vibraciones del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la Universidad Autónoma de México (UNAM).

Les reitero mi más sincero agradecimiento.

05	Contenido
07	Siglas y acrónimos
09	Resumen / Abstract
11	Abstract Gráfico

00 Planteamiento

14	INTRODUCCIÓN
16	Antecedentes
19	Problemática
21	Justificación
25	Objetivos
27	Metodología
28	Proceso Experimental

01 Materialidad

31	CONCEPTUALIZACIÓN
31	Producto forestal
31	Abundancia material
31	Biomaterial
31	Bioproceso
31	Sostenibilidad
31	Ciclos de vida
32	Sustentabilidad
32	Economía Circular

MATERIA

33	Pinus devoniana
35	Ubicación
37	Pino michoacano
39	Ciclo de vida

BUENAS PRÁCTICAS

41	Cheer Project
42	Russian Aotta
43	Bio-panel termo acústico de acícula
45	Baux

02 Enfoque Material

47	Introducción
48	RUIDO Y SALUD
48	Acustización
48	Ruido
49	Daños causados por el ruido

DISEÑO

51	Diseño acústico
52	Principios de acústica
53	Patrones de reflexión acústica.
57	Aplicación de la forma en la acústica / Filarmónica de Hamburgo

<u>03 Ideación</u>	<u>04 Resolución</u>
59 Propuesta de diseño	85 APORTACIONES Y PROCESOS
61 Principios / exploraciones	87 Factores / Fase 1
62 Propuesta	87 Proyecciones u
63 Diseño de molde	Optimizaciones
65 Biofabricación	92 Proceso / Fase 2
65 Primeras propuestas	95 Especulaciones
67 Propuesta final	97 Habitacional / Interiores /
69 Proceso de elaboración	Oficinas
72 Paneles	
 LABORATORIO DE ACÚSTICA	 <u>05 Análisis</u>
77 Introducción	104 CONCLUSIONES
77 Cámara Reverberante	
78 Cámara Anecoica	
79 Cámara de Transmisión	
79 Cámara Alfa	 <u>06 Referencias</u>
80 Tubo de Impedancias	107 FUENTES / BIBLIOGRAFÍA
81 Ejecución de Pruebas	113 RELACIÓN DE GRÁFICOS
	ANEXOS

CONTENIDO

Siglas y Acrónimos

CONAFOR Comisión nacional forestal

OMS Organización mundial de la salud

OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

FAO Food and Agriculture Organization (Organización para la alimentación y la agricultura)

CENAM Centro nacional de metrología

DB Decibeles

OSMAN Observatorio de salud y medio ambiente de Andalucía

PT Pérdida de transmisión o conducción

STC Pérdida de transmisión reflejada por un promedio

TR Tiempo de Reverberación

NRC Noise Reduction Coefficient (Coeficiente de reducción del sonido)

El “entorno auditivo eleva o deprime nuestras respuestas afectivas, influye directamente en nuestro sentido de privacidad, intimidad, seguridad, calidez, encapsulamiento, socialización y territorialidad” (Blesser y Salter 2007)

Resumen

En México, se presentaron un total de 7 410 incendios, que impactaron un total de 633 678 ha. encontrando a Michoacán como el segundo estado con más incendios forestales en un informe emitido en el año 2019 (SEMARNAT, 2019). La comisión nacional forestal (CONAFOR) determinó que en las zonas forestales de todo el país, habitan un estimado de 10.9 millones de personas.

El origen de los incendios forestales es causado por el llamado “triángulo de fuego”, que comprende el calor, combustibles y oxígeno; para que se origine un siniestro se deben fusionar estos elementos como un ciclo. En México, predominan los bosques templados que se conforman regularmente por especies de coníferas. El 40% de todas las especies mundiales de pino se encuentran en el país siendo el 18% especies endémicas (CONAFOR, 2021). Dentro de los productos forestales generados por la abundancia del pino, se identifica la acícula o agujas que representa el 17% del árbol (GARCÍA, 2017). Esta biomasa es un combustible forestal altamente inflamable por conformarse también por un porcentaje de resina. Asimismo, es considerada una abundancia regional por la presencia del pino michoacano en la zona. Este trabajo de experimentación, busca incidir en reducir la materia combustible acumulada en los bosques y así disminuir las afectaciones causadas por los siniestros mencionados al aprovechar la acícula de pino. Por lo tanto, se pretende que la acícula sea sometida a un estudio y transformación material encaminados a desarrollar bioprocesos de fabricación para nuevas alternativas de diseño sostenible. Todo ello, a través de metodologías experimentales como “Material driven design” que consiste en un proceso guiado por el mismo material. A su vez, esto permitiría explorar sus capacidades y sus posibles implementaciones para contrarrestar los impactos negativos que se han generado en el medio ambiente regional.

Palabras clave: **Abundancia; Experimentación; Transformación Material; Diseño Sostenible; Procesos.**

Abstract

In Mexico, a total of 7,410 fires occurred, which impacted a total of 633,678 ha. finding Michoacán as the second state with the most forest fires in a report issued in 2019 (SEMARNAT, 2019). The National Forestry Commission (CONAFOR) calculates that an estimated 10.9 million people live in forested areas throughout the country. The origin of forest fires is caused by the so-called "fire triangle", which includes heat, fuels and oxygen; For a claim to originate, these elements must be merged as a cycle. In Mexico, temperate forests that are regularly made up of coniferous species predominate. 40% of all world pine species are found in the country, 18% being endemic species (CONAFOR, 2021). Within the forest products generated by the abundance of pine, the needle or needles that represent 17% of the tree are identified (GARCÍA, 2017). This biomass is a highly flammable forest fuel as it is also made up of a percentage of resin. Likewise, it is considered a regional abundance due to the presence of the Michoacan pine in the area. This experimental work seeks to influence the reduction of combustible matter accumulated in the forests and thus reduce the effects caused by the aforementioned incidents by taking advantage of the pine needles. Therefore, it is intended that the needle be subjected to a study and material transformation aimed at developing manufacturing bioprocesses for new sustainable design alternatives. All this, through experimental methodologies such as "Materialdriven design" that consist of a process guided by the material itself. In turn, this would make it possible to explore their capacities and their possible implementations to counteract the negative impacts that have been generated on the regional environment.

Keywords: **Abundance; Experimentation; Material Transformation; Sustainable Design; Processes**

Abstract Gráfico



**02 ENTENDER
EL PRODUCTO
FORESTAL**



**BIOMATERIALES
ACÚSTICA**

**EXPERIMENTOS /
EVALUACIONES**



**01 ELEMENTOS
PARTICULARES**





03 ESTUDIO DEL MATERIAL



**PRUEBAS DE LAS
CAPACIDADES
ACÚSTICAS DEL
MATERIAL**

**CREAR PROCESOS
ESTRATÉGICOS**



04 IDEACIÓN

00

Introducción

Los bosques son de las diversidades biológicas con mayor dimensión de nuestro planeta. Estos desempeñan un papel fundamental para la vida silvestre y para los seres humanos ya que son esenciales en la amortiguación del cambio climático. Tienen altas capacidades de absorción y purificación del aire que respiramos, además, son proveedores de múltiples recursos como la madera y sus derivados. El área total de bosques en el mundo es de 4 060 millones de hectáreas (ha.), abarcando el 31% de la superficie terrestre (CEPAL, 2021).

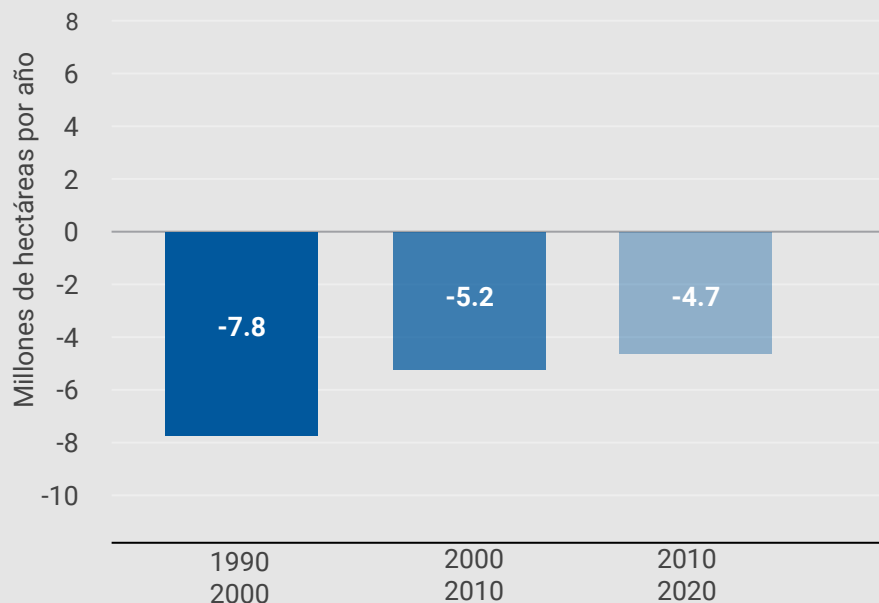
Desde 1990 y hasta la actualidad, se han perdido alrededor de 178 millones de bosques. El ritmo de pérdida neta anual en el decenio de 1990-2000 fue de -7.8 millones de ha.; para el periodo 2000-2010 se perdieron -5.2 millones de ha.; y en el lapso del 2010-2020 se tuvo una disminución de -4.7 millones de ha. de bosque (FAO, 2020).

Variación neta anual de la superficie, por decenio, 1990-2020

1990-2000
Se perdieron 7.8 millones de ha de bosque

2000-2010
Se perdieron 5.2 millones de ha de bosque

2010-2020
Se perdieron 4.7 millones de ha de bosque



Fuente: FAO

La región de América Latina y el Caribe tan sólo alberga el 23% de los bosques del mundo. Sin embargo, se presentan altos índices de destrucción de estos entornos naturales. Entre 1990 y 2020 se ha registrado una pérdida considerable que abarca un poco más que toda la superficie del Perú.

En los años 90, esta zona alcanzaba unos 1 070 millones de ha. de bosque, para el 2010 se registraron 960 millones de ha. y en el 2020 una disminución de 932 millones de ha. Registrando un total de 138 millones de ha. de bosques perdidos durante este periodo (CEPAL, 2021).

Cobertura Boscosa América Latina



Tropical

ANTECEDENTES

Los bosques se enfrentan a múltiples sucesos que ocasionan su destrucción, dentro de estos factores se presentan los incendios forestales como una de las causas con un alto grado de impacto en los ecosistemas naturales y humanos. En el año 2015, alrededor de 98 millones de ha. sufrieron afectaciones por incendios forestales dañando alrededor del 4% de la superficie forestal total (FAO.ONU, 2020).

De acuerdo con un informe sobre los incendios forestales y el cambio climático establecido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2022). En 2030, se estima un aumento del 14% en la frecuencia e intensidad de los incendios forestales. Asimismo, para el 2050 se proyecta un incremento del 30% en los incendios del mundo. Esto a raíz del aumento mutuo del cambio climático y del cambio en el uso del suelo, razón por la cual se proyectan múltiples afectaciones y un grave deterioro del medio ambiente (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2022).

Con base a cifras establecidas por la Comisión Nacional Forestal, a lo largo del tiempo México ha pasado por años donde estas catástrofes han manifestado sucesos devastadores.



Templada



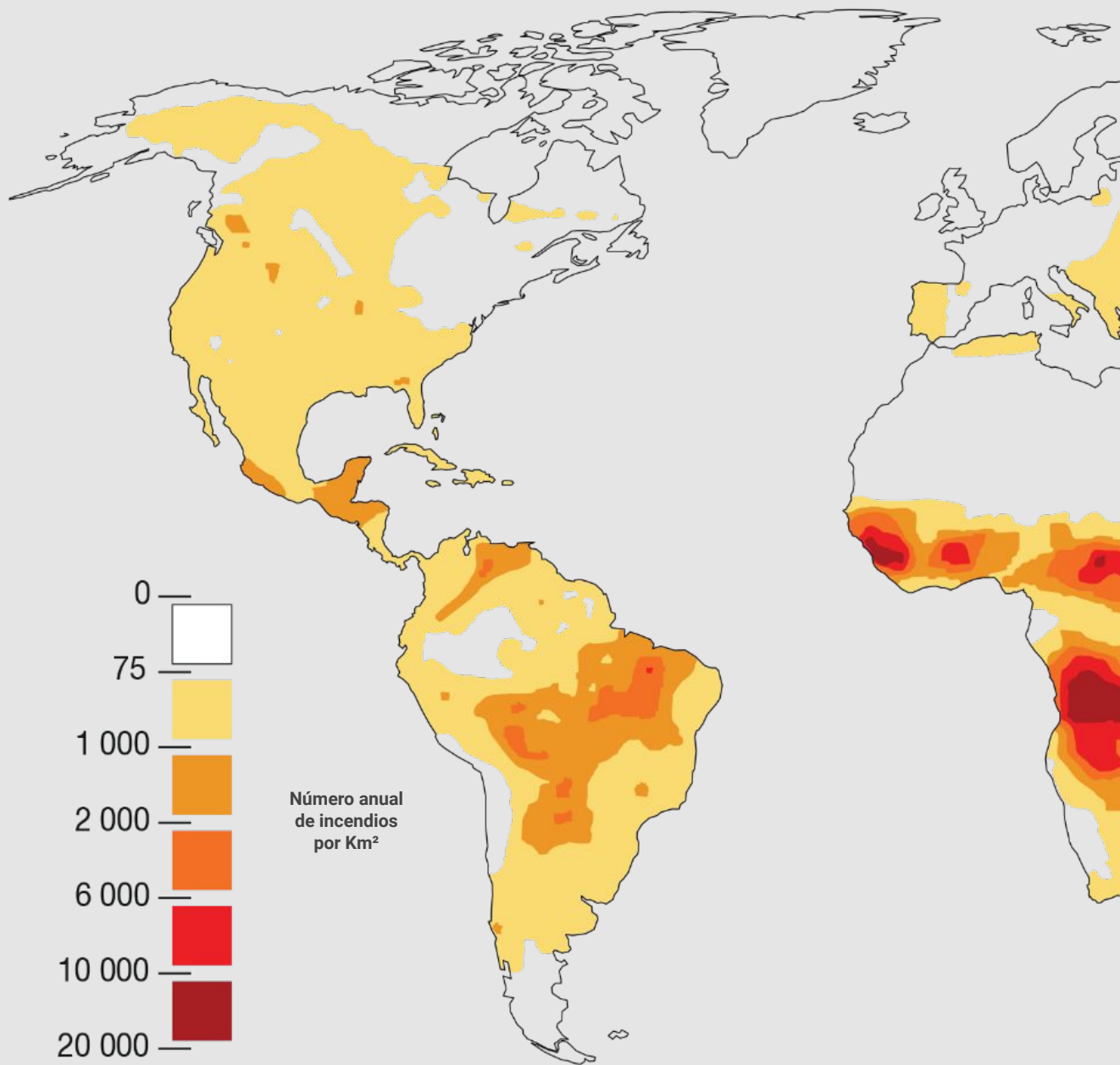
Subtropical

Entre 1990 y 2020 se ha registrado una pérdida que abarca un poco más que toda la superficie del Perú.

Pérdida

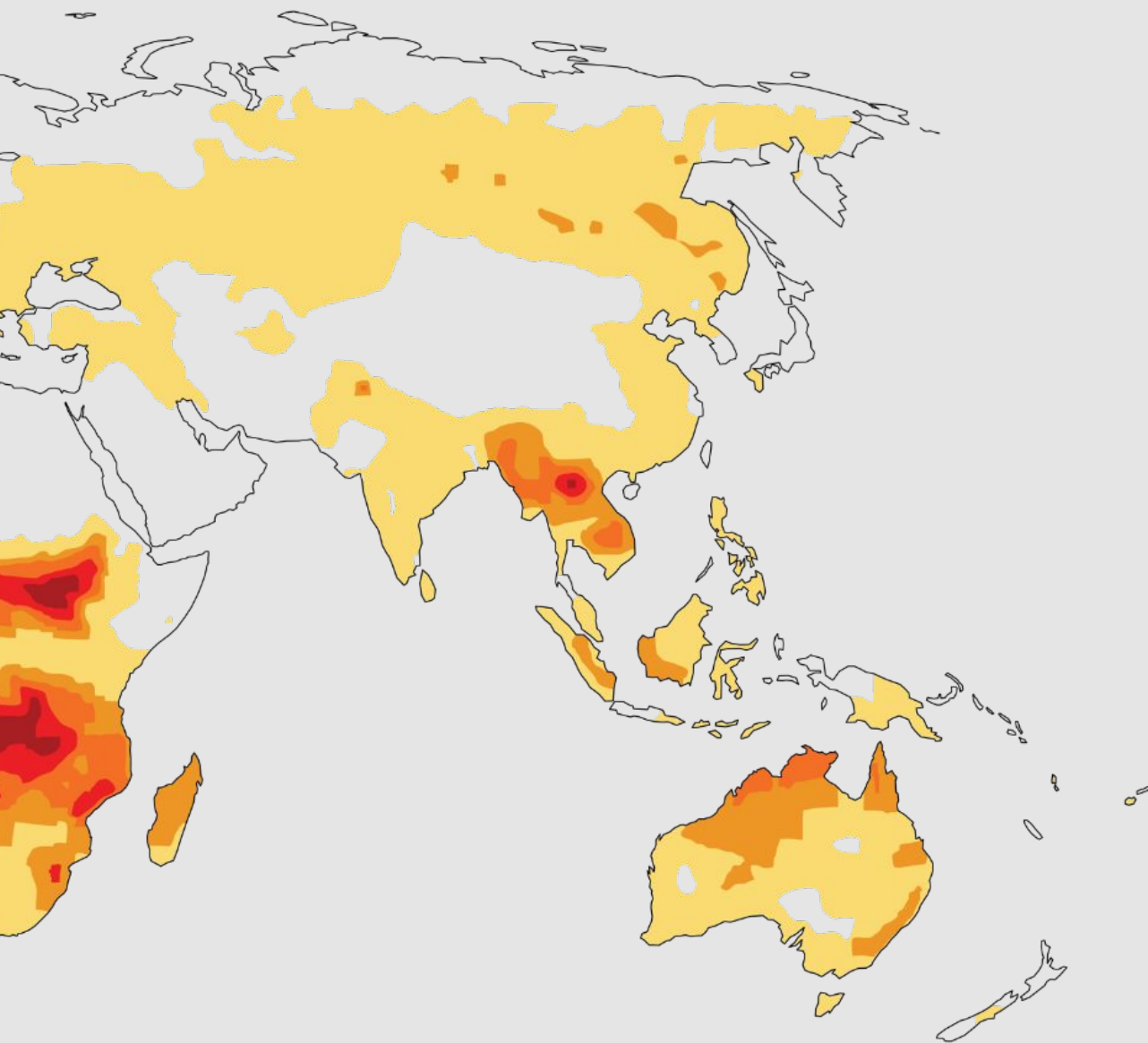
“El año de 1998 ha sido considerado el de mayor desastre a nivel nacional, con 14 mil 428 incendios y 848 mil 960 hectáreas afectadas. En 2011, con 11 mil 992 incendios y 953 mil 230 hectáreas quemadas; continuando con esta secuencia se ubica el año 2017 con 8 mil 707 incendios y 716 mil 023 hectáreas afectadas” (PÉREZ, 2019).

MÉXICO registra de 75 a 2000 incendios por Km²



Map by Miguel Castillo Soto/University of Chile, 2021.
Source: NASA 2020

DENSIDAD MEDIA ANUAL DE INCENDIOS, 2000-2020



GRID-Arendal/Studio Atlantis, 2021

Problemática

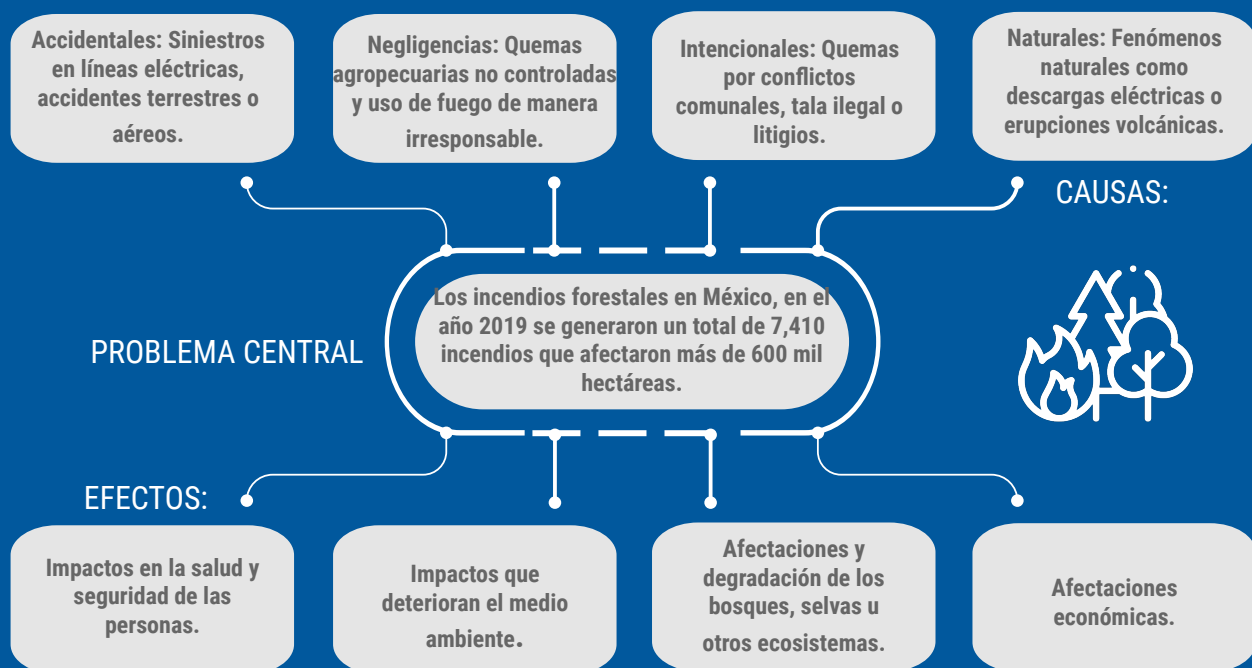
A raíz de la variedad de climas que se desarrollan en el territorio de México, se generan 11 formaciones forestales. Estos recursos representan el 70.5% del país y están compuestos por bosques, selvas, matorrales, pastizales, entre otros. Estas formaciones son de gran importancia para el equilibrio natural y funcionan como reguladores de los ciclos naturales (CONAFOR, 2021).

Dentro de cada ecosistema, podemos localizar subestructuras que configuran estos entornos naturales. En el caso de los bosques, se integran bosques de coníferas, latifoliadas y mesófilos de montaña. Los bosques templados representan un área del 24% de la superficie nacional y se comprende en 34.2 millones de ha. (CONAFOR, 2021).

Sin embargo, estos contextos naturales se ven amenazados por la sobreexplotación del ser humano y por los siniestros que, en su mayoría, son causados por el mismo. Tal es el caso de los incendios forestales, de los cuales se calcula que el 99% de estos son ocasionados por las actividades humanas (CONAFOR, 2010) en donde las causas intencionales comprenden un 30% y las actividades agrícolas un 22%, volviéndose las causalidades que más influyen en el origen de estos siniestros. Según datos establecidos por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), para el año 2019 se generaron 7 410 incendios que impactaron un total de 633 678 ha. en México. El estado de Michoacán ocupa el segundo lugar de los estados con mayor número de incendios forestales, registrando en el año 2019 un total de 722 siniestros (SEMARNAT, 2019).

Las causas por las cuales se originan estos siniestros se deben a accidentes, negligencias, quemas intencionales o por fenómenos naturales. Ocasionando una serie de impactos negativos en diversas áreas del ser humano, como la salud y seguridad de las personas; los impactos en el medio ambiente y la destrucción de las zonas naturales; inversiones económicas excesivas por las reconstrucciones; contaminación de las cuencas hidrográficas y la producción de los desechos calcinados. Lo anterior convirtiéndose en un impedimento en el avance hacia los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la ONU.

En un informe emitido por la CONAFOR se determinó que, en las zonas forestales de todo el país, habitan un estimado de 10.9 millones de personas. Tan solo en el estado de Michoacán hay un total de 6,388 comunidades viviendo en zonas forestales, donde habitan 616 mil 477 personas, de las cuales alrededor de 63 mil 336 corresponden a población indígena (CONAFOR, 2019). Siendo estas últimas las más afectadas por los siniestros puesto que residen inmediatos a estos contextos forestales.



Justificación

El bosque templado se clasifica en cuatro variantes que comprenden especies de coníferas, latifoliadas y mesófilo de montaña (CONAFOR, 2021). Se distribuyen en una superficie de 8.1 millones de ha. de coníferas, 12.9 millones de ha. de coníferas y latifoliadas, 11.4 millones de ha. de latifoliadas y 1.8 millones de ha. de mesófilo de montaña (CONAFOR, 2021).

Las especies de coníferas y latifoliadas abarcan la mayor parte de estos bosques. En las zonas de especies latifoliadas, predominan los encinos que se caracterizan por ser árboles frondosos de hoja ancha. Por otro lado, se encuentran los bosques de coníferas que se constituyen por producir semillas en forma de cono como los pinos, ayarines, oyameles, cedros, táscates y algunos matorrales (PAOT, 2000). Estas especies se caracterizan por habitar en zonas montañosas de clima templado a frío, sin embargo, algunas especies como los pinos tienen altas capacidades de adaptación a climas más cálidos.

Existen en el mundo más de 100 especies de pinos (SANTILLÁN, 2021). En México se encuentran el 40% de todas las especies mundiales y el 18% son especies endémicas; es decir que sólo crecen en el país (CONAFOR, 2021). Los pinos tienen altas capacidades de adaptación, puesto que son muy resilientes a distintos tipos de entornos (SANTILLÁN, 2021).” En México pueden encontrarse desde las selvas de Quintana Roo,

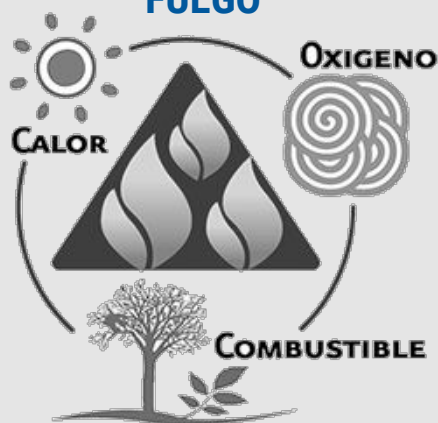
los bosques de niebla, zonas húmedas y hasta en el semidesierto en el norte de México. El único lugar en donde no están presentes es en las áreas pantanosas, como las del estado de Tabasco.” (SANTILLÁN, 2021)

En el país, existe un aproximado de 7 millones de ha. de bosques de pino que integran vegetación primaria y secundaria. También están los bosques mixtos con pinos y encinos; estos abarcan un aproximado de 12 millones de ha. en el territorio mexicano (CONAFOR, 2019). Además de tener altas capacidades de adaptación, estas especies pueden reproducirse en mayor medida al generar sus abundantes semillas cónicas, que florecen del mes de diciembre a febrero (ITESO, 2020); esto les permite ampliar sus capacidades de expansión en el territorio así como restablecer y mejorar la calidad del suelo (SANTILLÁN, 2021). Cabe resaltar que el bosque de pino en Michoacán representa una abundancia natural (GÓMEZ, 2005) ya que es una especie que no sólo se localiza en estas zonas forestales sino también es muy abundante en contextos urbanos.

Para que se origine un incendio forestal se crea un ciclo o “triángulo de fuego” que es característico cuando se ocasionan estos siniestros. Dentro del ciclo se ligan componentes calóricos que son el punto de partida, estos se incorporan con elementos combustibles como productos forestales, arbustos y árboles;

para después mezclarse con el oxígeno de la intemperie y de esta manera crear esta secuencia del fuego (CONAFOR, 2010).

TRIÁNGULO O CICLO DEL FUEGO



Dentro de los productos forestales que generan los pinos, se identifican la producción de semillas, resinas y el desprendimiento de sus hojas en forma de aguja (acículas) (EARLE, 2021). Las acículas crecen en fascículos colocados en espiral (CONABIO, 2022). Al caer las acículas al suelo, generan unos tapices naturales que cubren las áreas forestales. Sin embargo, estos productos resultan altamente inflamables puesto que contienen resina y al calentarse forman parte inicial en el ciclo de los incendios junto con la demás biomasa forestal (ONU, 2014).

Al recolectar y aprovechar estos residuos naturales, se generará una ruptura en el ciclo del fuego; contrarrestando los más de 700 siniestros ocasionados al año en el estado de Michoacán (SEMARNAT, 2019).

Lo anterior pretende incidir en proteger estos ecosistemas, amortiguar el cambio climático y aumentar los parámetros de seguridad a las más de 6 mil personas que habitan cerca de estas zonas forestales (CONAFOR, 2019).

Del mismo modo, el aprovechamiento de las materias primas naturales que son subutilizadas, brinda la posibilidad de crear propuestas de diseño sostenibles que potencialicen el desarrollo natural y social en un futuro cercano. En el caso de la acícula de pino, se pueden identificar distintas áreas de aplicación para el aprovechamiento de este producto forestal. Creando así, una variedad de procesos, materiales y productos que en la actualidad se encuentran en el mercado. Como su aprovechamiento para generar energía, la elaboración de objetos y textiles. También, la fabricación de biomateriales comprimidos hechos a base de esta biomasa y el estudio de sus cualidades de absorción acústica. Puesto que la composición morfológica de la acícula ha sido un área de oportunidad para el estudio de estas cualidades fonoabsorbentes.

MATRIZ DE CONGRUENCIA

PREGUNTA GENERAL:

¿De qué manera se puede incidir en contrarrestar el origen de los incendios forestales en la región de Michoacán?

RESPUESTA (HIPÓTESIS):

Al aprovechar los productos forestales generados en los bosques de la región, se podrá romper con el ciclo del fuego; que da origen a estos siniestros.

OBJETIVO GENERAL:

Crear nuevas alternativas materiales que promuevan el diseño sostenible, esto por medio del desarrollo de procesos de biomateriales, que incidan en equilibrar los impactos del hombre sobre el medio ambiente.

PREGUNTAS ESPECÍFICAS

■
⋮

¿De qué manera se puede identificar cuál de los productos forestales generados en la región, tienen el potencial para ser analizados?

¿De qué manera se podrá identificar el potencial de la materia prima seleccionada ?

¿Cuál será el punto de partida para identificar un bio-proceso que se adecue a las cualidades de la materia prima identificada?

¿Al definir las áreas de oportunidad de la materia prima, cuál será el criterio para seleccionar una cualidad a estudiar?

¿De qué manera será definido el proceso para el desarrollo del material?

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

RESPUESTAS ESPECÍFICAS

Por medio de la identificación y análisis de las abundancias forestales en la región.

Con un análisis de aplicaciones sostenibles que se hayan realizado con esta materia prima, se podrán identificar las áreas de aprovechamiento.

Por medio de un análisis de procedimientos que hayan comprobado para el desarrollo de materiales con cualidades sostenibles.

El criterio para seleccionar uno de los campos de oportunidad del producto forestal será guiado por los posibles campos donde ya se ha aplicado dicha materia prima.

El proceso de diseño será definido por medio de experimentaciones con el producto, que permitan su crear una interpretación que refleje sus campos de oportunidad para ser aplicados.

OBJETIVOS PARTICULARES

Con un análisis territorial, comprender el aprovechamiento de las agujas del pino y explorar su potencialidad.

Identificar y seleccionar las cualidades acústicas de la acícula; para determinar sus oportunidades para un desarrollo material.

Realizar experimentaciones con materias primas naturales, que permitan desarrollar un material sostenible.

Estudiar las capacidades morfológicas y materiales; en relación a los estudios previos de sus cualidades acústicas.

Proponer un diseño y establecer su bioproceso para ser desarrollado.

Objetivos

Objetivo General:

Con el desarrollo de la presente propuesta se pretende crear un biomaterial y estudiar sus propiedades acústicas. En pro del aprovechamiento de los productos forestales generados del pino, en este caso la acícula o agujas; que se desprenden en cada ciclo biológico.

En búsqueda de equilibrar los impactos del hombre sobre el medio ambiente. Crear nuevas alternativas materiales y al mismo tiempo, incidir en la reducción de la biomasa forestal, que es materia combustible que forma parte esencial en el inicio del ciclo de fuego de los incendios.

Promoviendo el diseño sostenible, con la ejecución de procesos experimentales, crear un biomaterial con la acícula. Someter esta materia prima natural a diversos experimentos y a una transformación morfológica; que nos permita estudiar sus características. Específicamente el estudio de sus cualidades acústicas, sometiendo a la materia a bioprocesos que permitan explorar y realizar pruebas de laboratorio para finalmente, determinar sus capacidades de absorción acústica.

Objetivos Particulares:

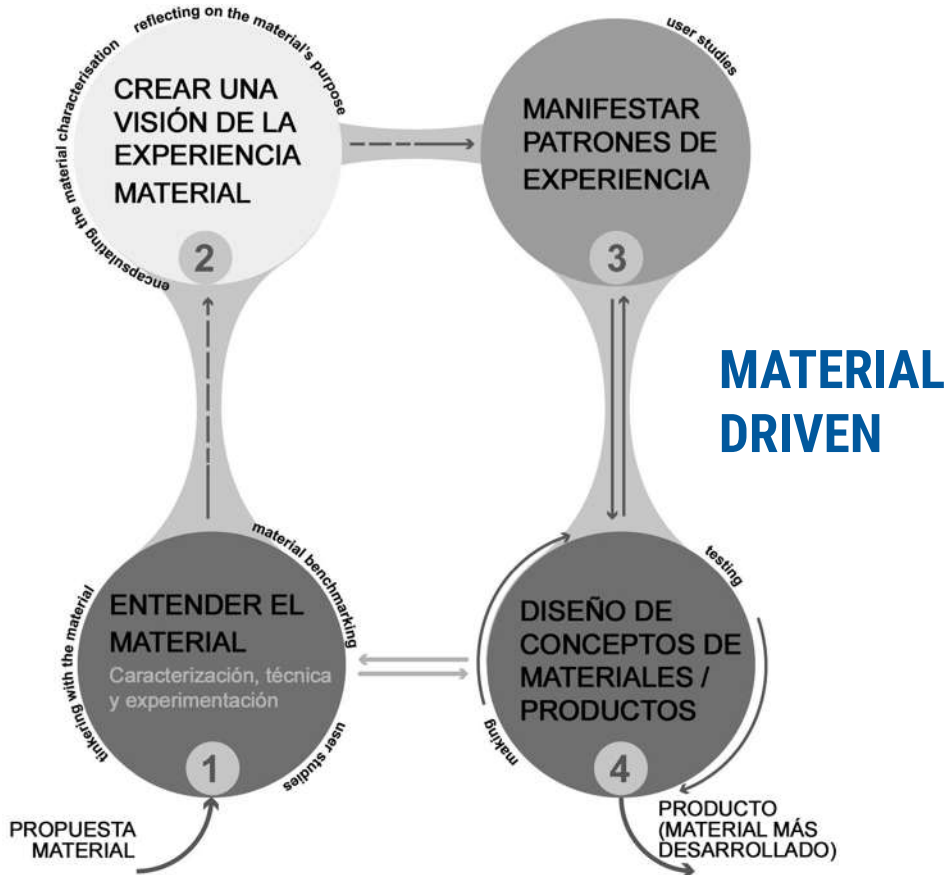
1. Con un análisis territorial, comprender el aprovechamiento de las agujas del pino y explorar su potencialidad.
2. Identificar y seleccionar las cualidades acústicas de la acícula; para determinar sus oportunidades para un desarrollo material.
3. Realizar experimentaciones con materias primas naturales (aglutinantes), que permitan desarrollar un material sostenible.
4. Estudiar las capacidades morfológicas y materiales; en relación a los estudios previos de sus cualidades acústicas.
5. Proponer un diseño y establecer su bioproceso para ser desarrollado.

METODOLOGÍA, MATERIAL DRIVEN DESIGN METHOD (MDD)

Material Driven Design Method (MDD) es una metodología que fue planteada por la Dra. Elvin Karana del departamento de Ingeniería y Diseño de la Universidad de Delft en Holanda. Se trata de una estructura para estudiar y reflexionar sobre el material hasta lograr su caracterización. El material funge como elemento principal en la realización de un producto y siempre teniendo presente el compromiso para que los procesos de fabricación estén en equilibrio con el medio ambiente (KARANA, 2015).

El proceso de diseño guiado por el material (material driven design) busca crear

alternativas de economía circular que potencialicen el diseño para la sostenibilidad. Dicho proceso es guiado por las experimentaciones materiales que fungan como un camino para determinar la forma. Se trata de concebir el material como un todo, el cual puede considerarse incluso, como la columna vertebral del proyecto que lleva a la definición de sus propiedades. Al mismo tiempo, existe presencia de interacciones interdisciplinarias creando una armonía entre arte, tecnología y ciencias naturales (BAK-ANDERSEN, M. 2018).



Propuesta Experimental

INICIAL

Tomando como referencia el método guiado por el material, se plantea un proceso de diseño particular para que funcione como una secuencia que encamine a la resolución del proyecto a desarrollar. Es de suma importancia hacer énfasis en que la práctica ha sido esencial en dicho proceso, se ha convertido en una manera de actuar y resolver las partes que en su momento se encontraron con incógnitas.

Primeramente, se inicia con la identificación de abundancias, es decir, se determina dentro del territorio inmediato las posibles materias primas con abundancia y potencialidad.

Se vuelve necesario resaltar la importancia de que, el producto o materia prima seleccionada, esté ligada a una problemática a atender. De esta manera, se tendrá la posibilidad de estudiar con mayor claridad el ciclo de vida que compone a esta materia natural. Posterior a ello, entra la fase de estudio y comprensión del material, teniendo como objetivo dejar que este mismo se exprese y nos permita la comprensión de sus características. Una vez analizada la potencialidad material hay que identificar las posibilidades en las que este material se pudiera transformar. Finalmente, entra la fase de caracterización material,



probando la materia hasta crear objetos de diseño que estén regidos por una biofabricación.

La acícula de pino es un producto forestal que es subutilizado, puesto que se localiza con una alta abundancia regional por la presencia del pino Michoacano. Este pino se encuentra solamente en algunas zonas del estado como es el caso de la comunidad de Donaciano Ojeda, perteneciente a la comunidad de Zitacuaro. Ahí es donde presenta un mayor aprovechamiento al ser implementado para la elaboración de artesanías.

Desarrollar un biomaterial se convierte en un medio para generar grandes beneficios sociales y ambientales. Puesto que, con la implementación de estos recursos y la ejecución de los procesos de diseño; se logrará incidir en la preservación de los ecosistemas afectados por los incendios forestales y al mismo tiempo, optimizar la seguridad de las personas que habitan en estas zonas.

El presente documento expone una estructura de experimentación que desglosa el proceso para el desarrollo del biomaterial. Compuesta por cinco capítulos constituidos para delimitar el planteamiento experimental; el estudio del producto forestal; el proceso experimental de ideación; análisis de las pruebas acústicas del producto y los resultados finales.



01

Conceptualización

Tener como objetivo el desarrollo de un nuevo material implica un sin fin de consideraciones. Es necesario repensar las formas en que se hacen las cosas y optar por crear sistemas circulares sostenibles porque son una de las opciones con mayor viabilidad para preservar el cuidado del medio ambiente. De igual manera, al crear una economía circular, se obtienen mayores beneficios para potencializar no sólo entornos ambientales sino que también, se logran grandes beneficios para los ámbitos sociales. Dentro de los conceptos de sustentabilidad relacionados con el presente proyecto se ligan los siguientes términos:

PRODUCTO FORESTAL: Se trata de la biomasa que se produce o genera en las zonas forestales, pueden ser restos de hierba o productos de los árboles, los cuales se generan de forma natural o son el resultado del mantenimiento o mejora de las masas forestales. Es importante recalcar que las camas o tapices que forman estos productos deberían ser retirados de una forma adecuada ya que constituyen un riesgo muy importante en la propagación de plagas e incendios (AMBIENTUM, 2022).

ABUNDANCIA MATERIAL: Se puede definir como la riqueza natural que puede localizarse en un espacio geográfico determinado. Se trata de la

cantidad de vegetación, flores, frutos o residuos forestales en general, que pueden encontrarse con facilidad dentro de ciertas áreas o territorios (BESOAIN, 2020).

BIOMATERIAL: Es aquel que tiene una constitución más natural que química, además de que deja una huella ecológica mínima durante su tratamiento y después, como residuo. Con ello se busca la manera de convertir desechos orgánicos de bajo o nulo costo en materiales económicamente viables y medioambientalmente amigables (BESOAIN, 2020).

BIOPROCESO: Es establecer una secuencia para desarrollar un material u objetos que sea amigable con el medio ambiente. Se trata de que cada uno de los elementos que se requieren para diseñar también sean sostenibles y no solamente el producto final (BESOAIN, 2020).

SOSTENIBILIDAD: La sostenibilidad se refiere a la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, cuidado del medio ambiente y bienestar social (OXFAMINTERMON, 2018).

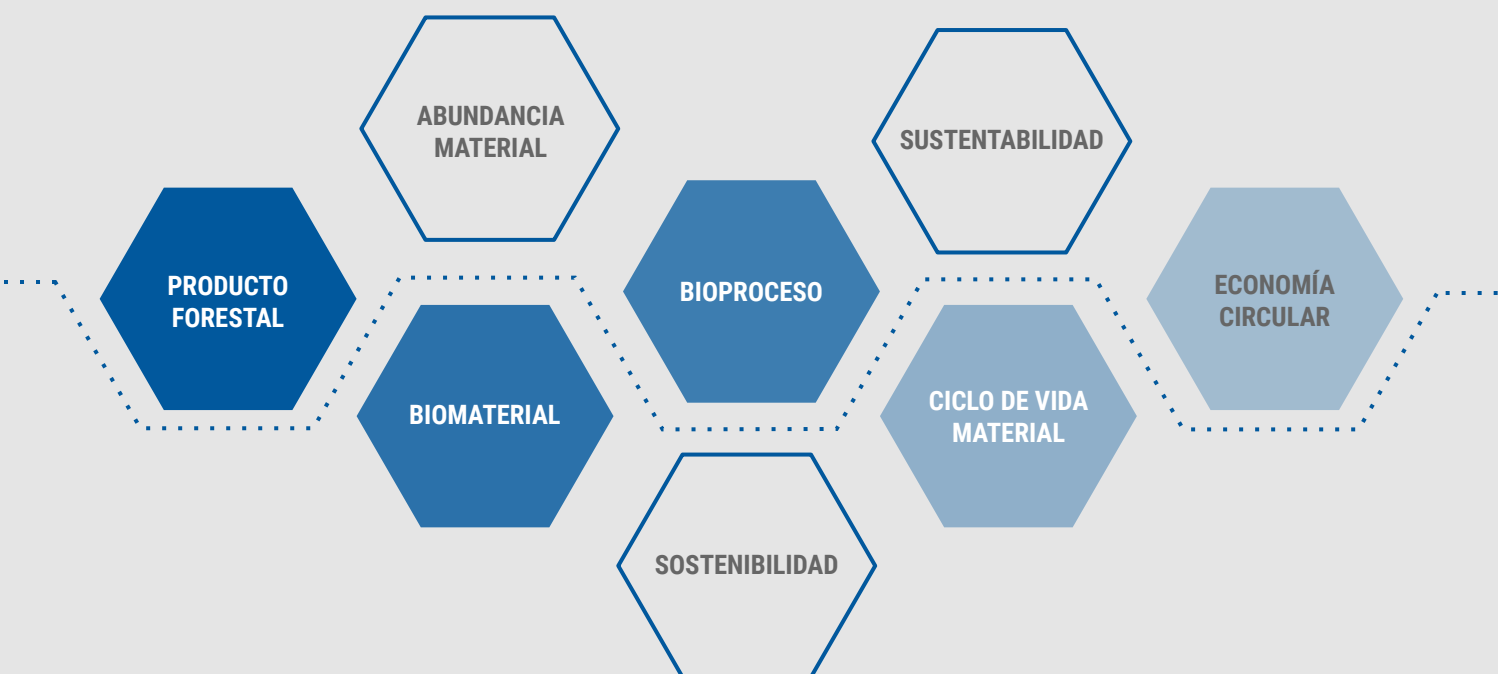
CICLO DE VIDA MATERIAL: Comprende todas las actividades de extracción o utilización de materias primas,

manipulación o fabricación de productos; uso o consumo y gestión de los residuos resultantes del consumo. El ciclo de vida de un material abarca desde la extracción de las materias primas necesarias para su producción, hasta el reciclado del mismo cuando este deja de ser útil (RETOKOMMERLING, 2021).

SUSTENTABILIDAD: La sustentabilidad es un proceso que tiene por objeto encontrar el equilibrio entre el medio ambiente y el uso de los recursos naturales, buscando el bienestar ambiental para lograr una correcta relación entre la naturaleza y sus recursos con la raza humana y sus necesidades

biológicas, económicas y sociales (SOTOMAYOR, 2019).

ECONOMÍA CIRCULAR: La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende. Implica reducir los residuos al mínimo buscando que cuando un producto llegue al final de su vida, sus materiales puedan mantenerse dentro de la economía (EMF, 2017).



Materia

PINUS DEVONIANA

México es el país con mayor número de especies de Pinus, entre los géneros de coníferas que habitan en México, es el de mayor riqueza específica con 49 (40%) de las aproximadamente 120 especies que hay en el mundo. Los bosques de Pinus son uno de los elementos dominantes de la vegetación actual. Su distribución coincide con los elevados macizos montañosos y están presentes en todas las entidades federativas del país con excepción de Yucatán.

La morfología y disposición de sus hojas les confiere una fisonomía particular que hace que difícilmente se confundan con otro tipo de vegetación. La mayoría de sus especies tienen valor comercial y son importantes tanto en la producción maderable como en la no maderable (OLVERA, 2019).

Pinus Devoniana cuyo nombre común es pino lacio, es una especie de Pinus nativa de México y Centroamérica, la cual se distribuye en los estados de Nayarit, Zacatecas, Jalisco, Colima, Michoacán, Hidalgo, México, Puebla, Morelos, Guanajuato, Tlaxcala, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Chiapas (CONAFOR, 2021).

En Michoacán, Pinus Devoniana se distribuye en las regiones Oriental, Suroccidental y Centro. Estas regiones presentan una precipitación promedio anual entre 650 a 1,600 mm, pero su mejor calidad de estación se ubica entre 900 a 1,200 mm y temperaturas entre -8 a 45 °C con un promedio de 17.8 °C. Generalmente, se ubica en altitudes entre los 1,500-2,400 msnm, aunque su mayor desarrollo lo alcanza entre los 1,800 a 2,000 msnm (SÁENZ, 2019).





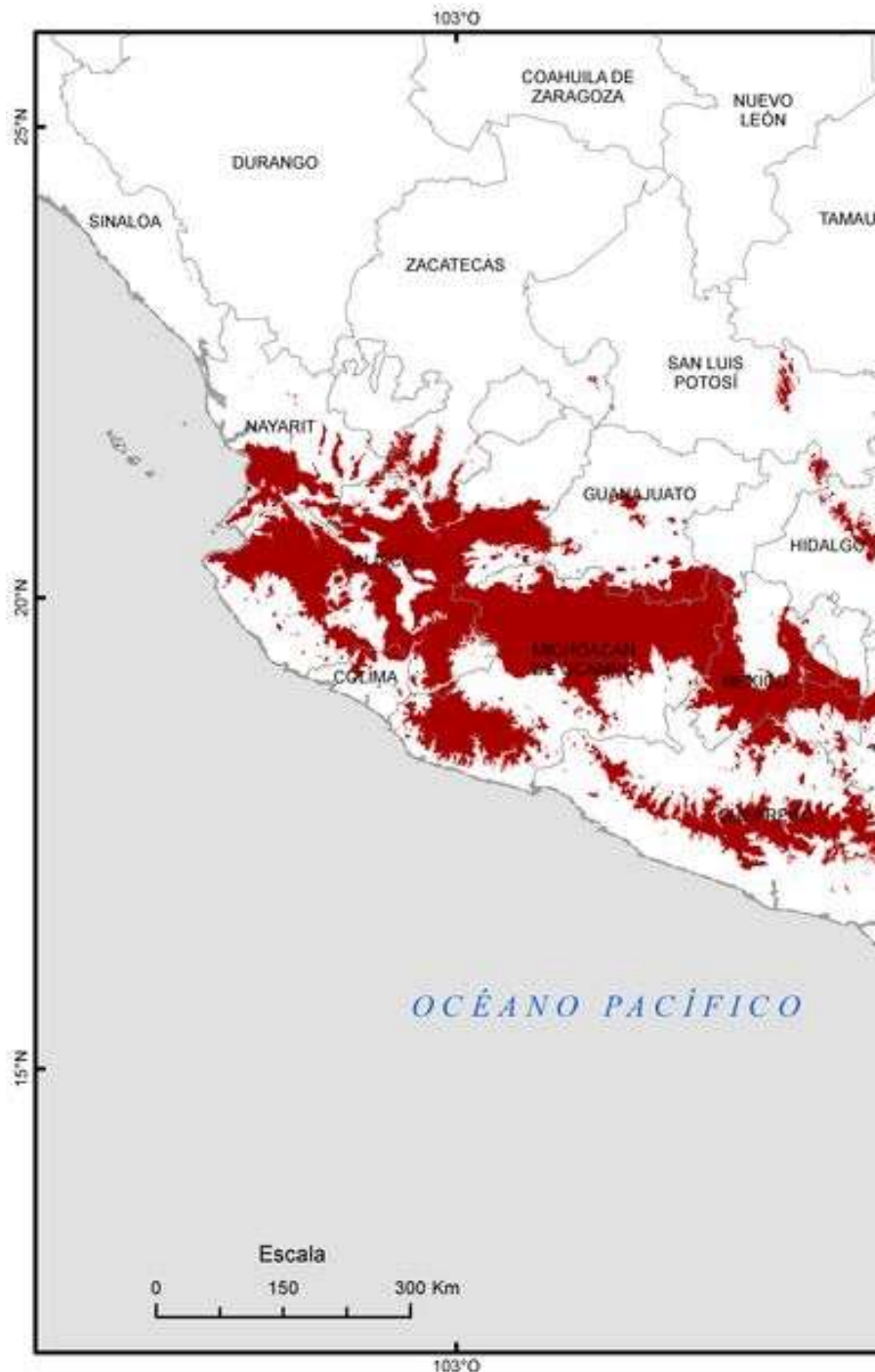
Pinus Devoniana

UBICACIÓN

Según datos establecidos por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); el Pino Michoacano (*Pinus Devoniana*) se distribuye de manera potencial en alrededor de catorce estados de la República.

Teniendo presencia en el estado de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Hidalgo, México, Puebla, Morelos, Guanajuato, Tlaxcala, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Chiapas (TÉLLEZ-VALDÉS, 2019).

Distribuyéndose el *Pinus* específicamente en el estado de Michoacán, en las regiones Oriental, Suroccidental y Centro.



Téllez-Valdés, O., A. L. Silva-Galicia, C. Miguel-Talonia, M. Suárez-Mota. 2019. *Pino Michoacano*. escala 1:1000000. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.

DISTRIBUCIÓN POTENCIAL

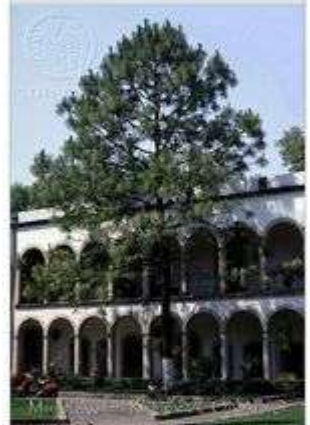


CONABIO
COMISIÓN NACIONAL PARA
EL CONOCIMIENTO Y USO
DE LA BIODIVERSIDAD

Simbología

Distribución Potencial

- Presencia
- Límite estatal
- Límite internacional



Sistema de Coordenadas
Geográficas
Datum: WGS 1984



Pinus devoniana (mochcotaj). Distribución potencial.
Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Autónoma de México. Ciudad de México, México.



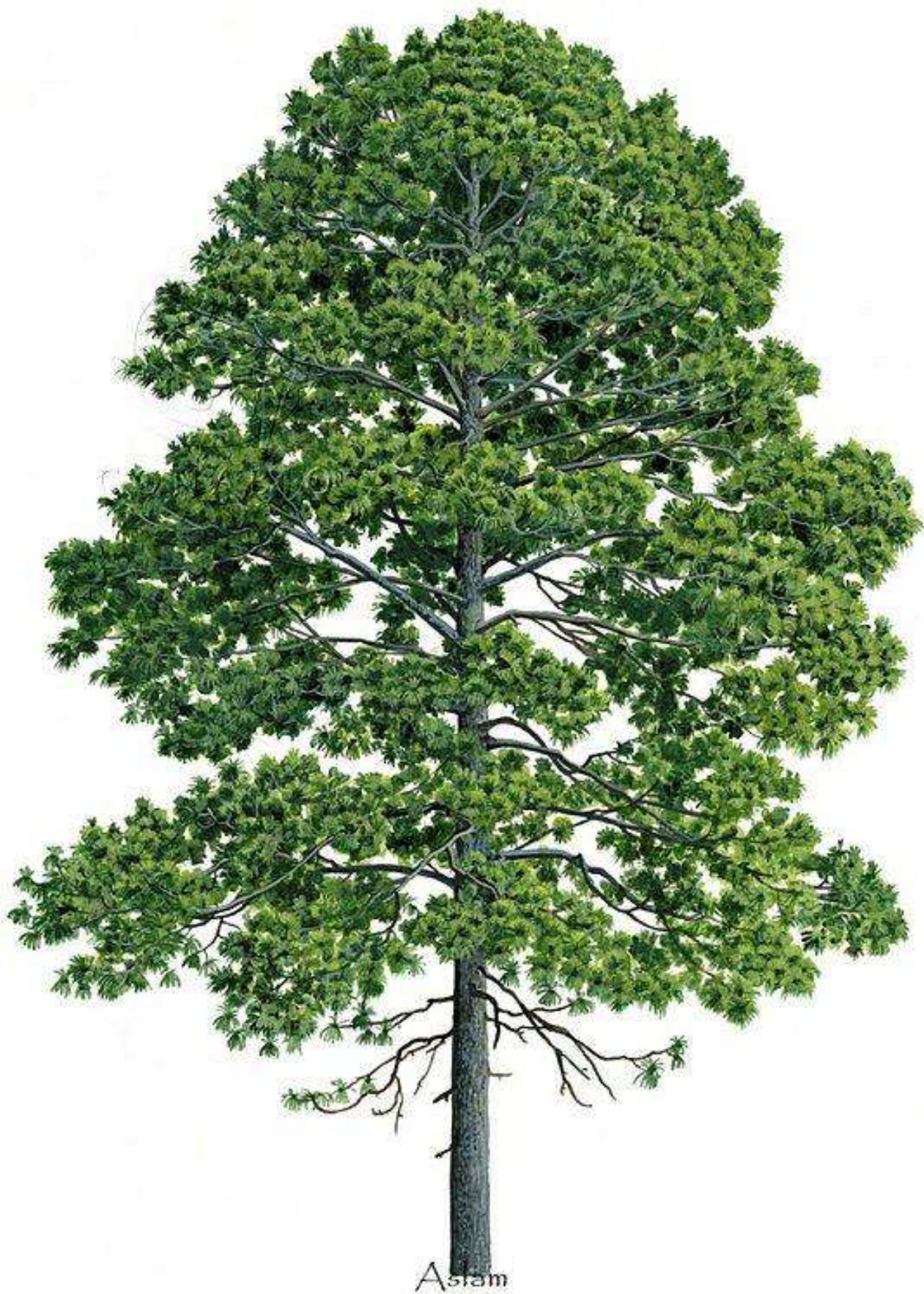
Pino Michoacano

Es un árbol de entre veinte y treinta metros de altura, copa irregular redondeada, corteza áspera y agrietada, ramas largas, colocadas irregularmente en el tallo, ramillas de color café oscuro muy ásperas. Hojas de 30-35 cm, color verde claro brillante. Conos de 20-30 cm de largo por 12-15 cm de ancho y de color moreno opaco, madera blanca amarillenta, dura y pesada. Su madera es utilizada en aserrío, triplay, celulosa, cajas de empaques, postes para servicios públicos, encofrados en la construcción, ebanistería, muebles finos, duela, parquet, lambrin y tableros. Se recomienda para plantaciones comerciales ornamentales (NATURALISTA, 2018).

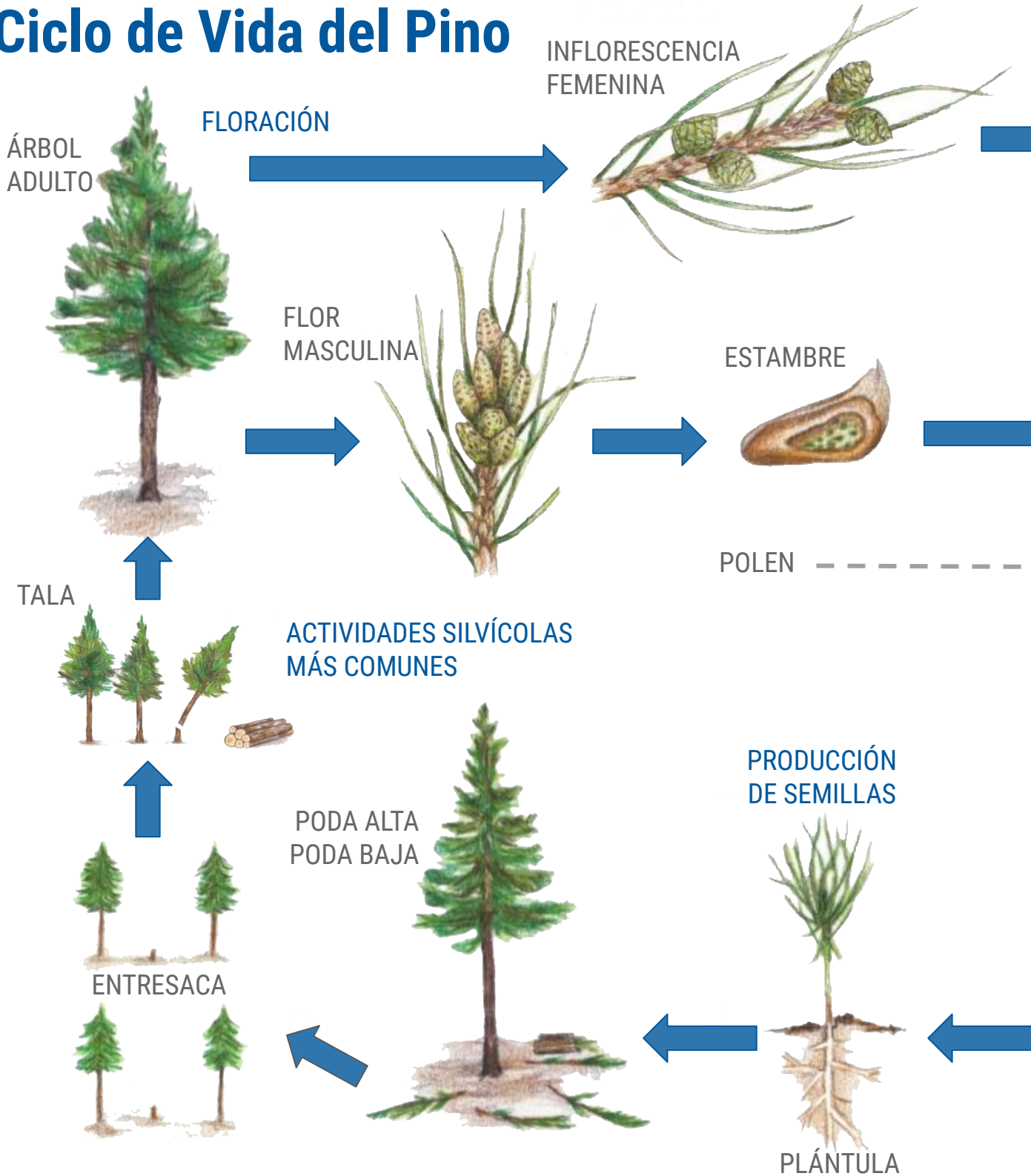
Dichos árboles suelen desprender grandes cantidades de sus hojas. Estas se distribuyen en forma lineal, tienden a ser

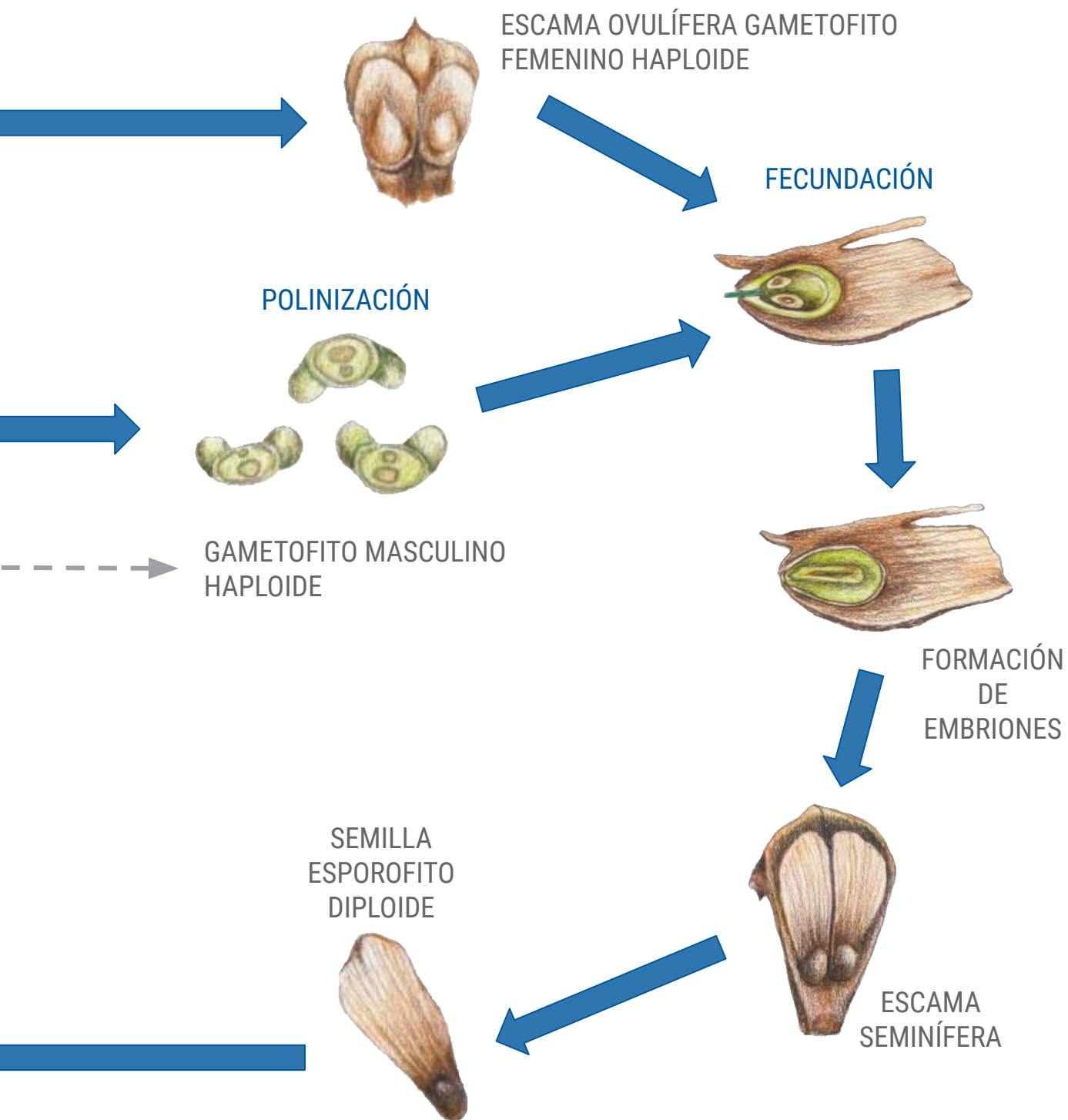
punzantes y están dispuestas en braquiblastos, comúnmente son denominadas agujas de pino, cuyo nombre científico es acícula (ZAMBRANO, 2017). La acícula es un producto forestal que forma abundantes capas en los suelos boscosos. Acorde a un estudio realizado sobre el balance de la biomasa aprovechable de Pinus Devoniana, se llegó a la conclusión de que el **17% de la biomasa de cada Pinus corresponde a la acícula**. La acícula es un producto que la industria maderera considera desecho, no obstante, se le puede sacar provecho utilizándose para la creación de nuevos materiales; además, la recolección de la acícula ayuda en gran medida a evitar la generación y propagación de incendios forestales (GARCÍA, 2017).





Ciclo de Vida del Pino





Buenas Prácticas

CHEER PROJECT

Cheer Project consiste en un trabajo de investigación sobre las agujas de pino, utilizando dichas agujas del pinar ubicado en Himachal Pradesh el cual es un estado de la India que se localiza en las estribaciones del Himalaya. Existe en la zona una sobreabundancia de agujas de pino, lo cual provoca un gran impacto en la vida y en el ecosistema de la zona pues es causa de incendios forestales, escasez de agua y hasta el desempleo.

La solución de Cheer Project, consiste en convertir el exceso de agujas de pino existentes en el bosque en un material

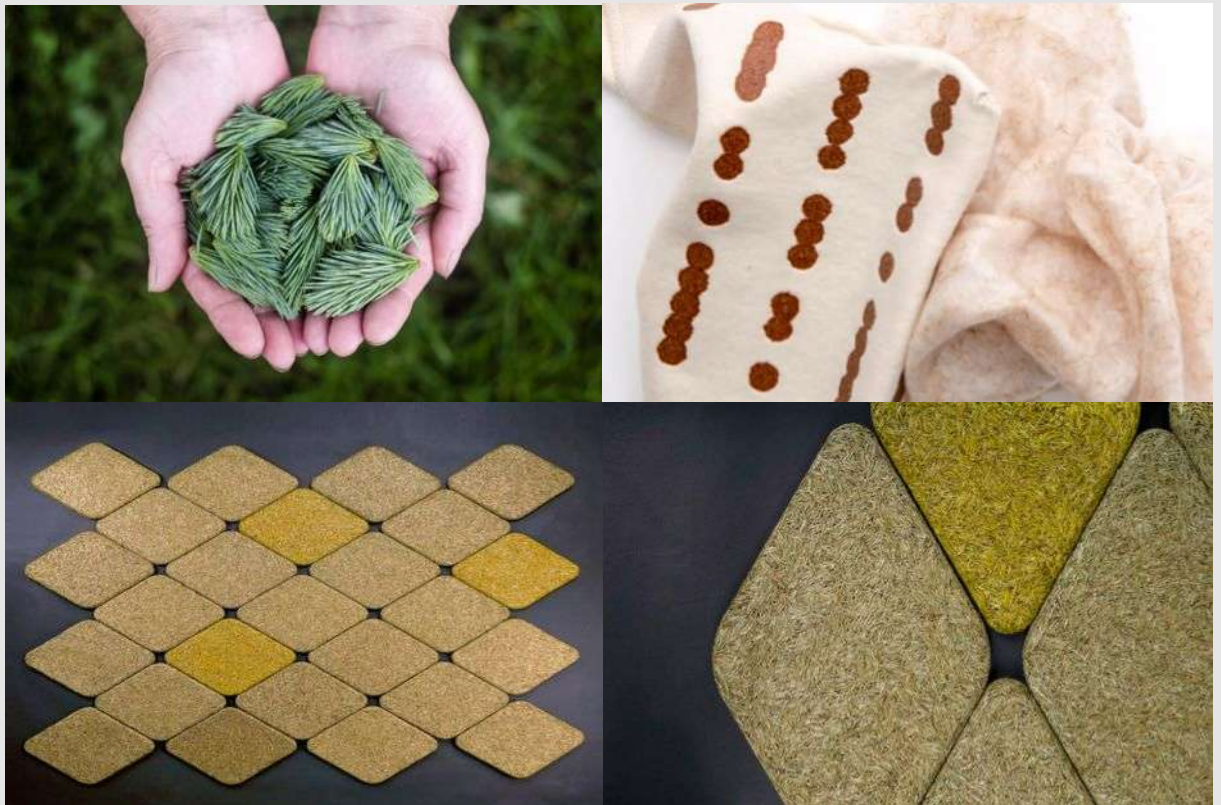
biocompuesto de base 100% biológica, reciclable y compostable, además de ser ignífugo y repelente al agua. Esto, realizado mediante un modelo circular donde las comunidades indígenas obtienen la materia prima, para posteriormente, ser procesada con maquinaria construida localmente para crear el compuesto de pino. Dicha mezcla no genera contaminación ni residuos en el proceso. El resultado final trata de fusionar la artesanía local con la utilización sostenible de un material novedoso y naturalmente abundante (WALI, 2020).



RUSSIAN AOTTA STUDIO

Los pinos se encuentran entre los árboles más comunes hoy en día; las agujas de pino son un recurso orgánico al cual se le puede sacar provecho de manera sencilla. No solo por las ramas de la industria que utilizan la madera del pino, sino también mediante el aprovechamiento de sus aceites esenciales o mediante la creación de materiales que sean respetuosos con el medio ambiente. El proyecto de Russian Aotta Studio, promueve el uso sostenible de materiales sin dañar el medio ambiente; creando un material de fibra fonoabsorbente basado en agujas de coníferas y un aglutinante biodegradable.

Así mismo, las fibras de las agujas de pino y abeto tienen un gran potencial dentro de la industria textil; tanto para la creación de hilos como para producir tonos naturales de tinte, los cuales pueden ser utilizados para estampar textiles. Además de esto, con las agujas de pino es posible obtener un nuevo plástico eco sostenible, utilizando el pineno como materia prima. El pineno es un compuesto orgánico natural proveniente de las agujas de las coníferas. Con estos ejemplos se demuestra que es posible la producción de materiales naturales y sostenibles sin dañar todo el ecosistema (CATGIU, 2017).



BIO-PANEL TERMOACÚSTICO DE ACÍCULA CHILENA

Propuesta desarrollada por el chileno Arq. Francisco Molina en colaboración con un equipo de trabajo de la Universidad de Concepción en la Región del Bio-Bio en Chile. Es un material elaborado con la acícula de pino chileno y tiene propiedades acústicas, térmicas e ignífugas.

Para este caso, se tuvo la oportunidad de contactar con la persona que concibió dicho material, con quien se pudo constatar que para su elaboración se llevaron a cabo distintas pruebas de laboratorio. De este modo fue posible identificar que gracias a la porosidad natural con que cuenta la acícula y la baja densidad del panel, resulta ser un material de mayor capacidad en su absorción a todas las frecuencias; a diferencia de los productos que ya existen en el mercado

que son compuestos de fabricación sintética.

Estos paneles contribuyen a generar una acústica reparadora en áreas donde hay un problema de eco y reverberación. Además, generan un impacto social positivo debido a que se generan empleos al involucrar a comunidades de familias que detectan el exceso de acícula y puedan realizar la extracción de materia prima en sus comunidades. Así mismo, no existe en la actualidad un panel fonoabsorbente con estas características en el mercado, lo cual brinda una gran oportunidad para promover la implementación de materiales orgánicos con características acústicas y térmicas y dejar de lado el uso de materiales sintéticos (MOLINA, 2020).

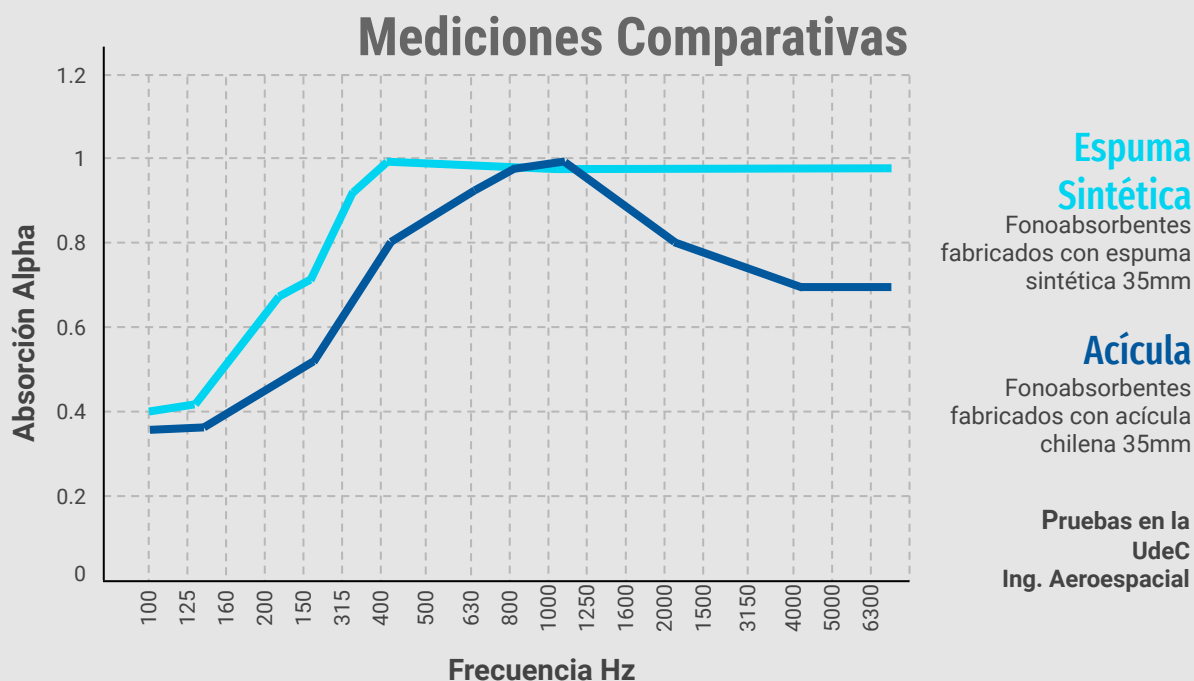


Se trata de superficies de 35mm de espesor, que además de cubrir con características fonoabsorbentes y termicas. Se constituye con un aglutinante que le brinda las capacidades de resistencia al fuego.

Con la finalidad de identificar las características fonoabsorbentes de estas superficies, se desarrolló una medición comparativa con una espuma sintética de 35mm de espesor, dichas pruebas se realizaron en la Universidad de Concepción en el área de ingeniería aeroespacial de la misma.

Como resultados finales, se pudo observar cierta similitud en el comportamiento de ambos materiales durante la prueba. Del mismo modo, se puede identificar que la espuma sintética mantiene de manera lineal sus capacidades absorbentes durante la mayor parte de la prueba.

La acícula tiene un punto de ruptura y es más prolongada la presencia de la continuidad de absorción del material (MOLINA, 2020).



BAUX

Es una empresa sueca que nace en 2013 por iniciativa de Johan Ronnestam y asociados. Ofrecen soluciones acústicas, hechas por procesos sostenibles. Encargados de diseñar, producir y comercializar materiales de revestimiento interior, como un medio de solución para acustizar espacios.

Las superficies acústicas Baux, están hechas de lana de madera y cemento. Se trata de una combinación que genera un material potencial en optimizar el confort acústico. La fibra de madera ofrece aislamiento de retención del calor y fonoabsorción. El cemento es un aglomerante, que brinda durabilidad, resistencia a la humedad y al calor. Creando con esta fusión, un material con múltiples características que le brindan un alta calidad de habitabilidad relacionada con el confort térmico-acústico a las personas (BAUX, 2021).



02

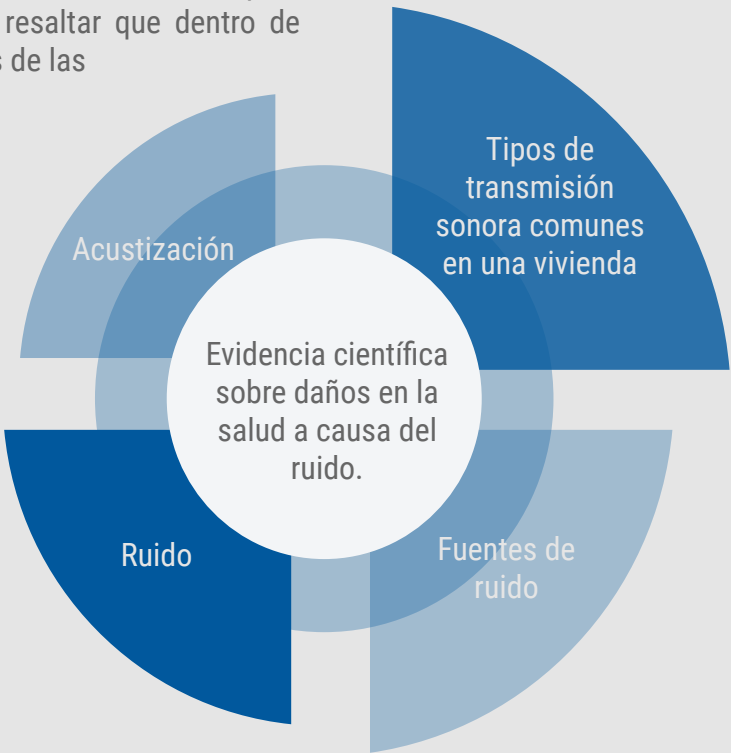
Enfoque Material

Introducción

Con base en el análisis previo sobre las características, comportamiento y áreas donde se ha aplicado la acícula de pino como una nueva implementación material. Se destaca su desarrollo en la implementación de productos físicos que, por medio de distintos procesos, como se muestra en las buenas prácticas analizadas; exponen una variedad de piezas que van desde elementos decorativos o de uso común, hasta piezas con estudios más ingenieriles que llevaron crear la posibilidad de introducir esta biomasa obtenida de los bosques, en áreas de fono absorbencia y absorción del fuego. Por lo tanto, se identifica cierta potencialidad en explorar las capacidades y el comportamiento en cuestión de la acústica de la acícula obtenida del pino michoacano. Cabe resaltar que dentro de estas exploraciones de las

buenas prácticas, se obtuvo la información de que cada acícula presenta un comportamiento distinto y esta es una oportunidad de determinar las cualidades para esta biomasa regional.

Asimismo, para plantear el enfoque acústico de la presente experimentación; se inicia por establecer conceptos como el ruido y los efectos que causa en la salud. Del mismo modo, establecer evidencias científicas sobre los efectos negativos en la salud de las personas al habitar en contextos con presencia de contaminación acústica. Finalmente, exponer los principios de los componentes acústicos y la influencia del diseño acústico para mejorar la habitabilidad y contrarrestar los efectos negativos causados por la contaminación sonora.



Salud y Ruido

Acustización: La acustización se comprende como los métodos empleados para reducir la transmisión de ruidos dentro de la vivienda, provenientes del medio exterior o de las viviendas colindantes. Dichos métodos, son el resultado de una mezcla de diversos mecanismos entre los cuales se involucran la masa, aislamiento, absorción, resistencia y rigidez, los cuales proveen a las edificaciones de un mejor aislamiento acústico (CENAM, 2017).

Tipos de Transmisión Sonora Comunes en una Vivienda: Los sonidos considerados como ruido pueden ser producidos por impacto o pueden transmitirse de forma aérea, a su vez estos pueden ser producidos dentro de la vivienda o provenir de agentes externos. Entre ellos encontramos el ruido de tráfico, ruido de aeronaves, ruido de equipos de refrigeración, ruido de electrodomésticos, ruido mecánico o ruidos por flanqueo (CENAM, 2017).

Ruido: El ruido se puede definir como todo aquel tipo de sonido nocivo o no deseado, que puede causar molestia o incluso malestar físico, el cual es generado tanto en interiores como en exteriores durante las actividades diarias de la población en general (OSMAN, 2017).

Fuentes del ruido: El ruido se presenta con mayor intensidad en ambientes urbanos. Las fuentes de su origen se clasifican de la siguiente forma:

a) Tráfico y transportes: Es la mayor fuente de contaminación acústica y es producido por vehículos a motor, ferrocarriles y tráfico aéreo. Como característica general, mientras más grande y pesado sea el vehículo, el ruido será más notorio.

b) Ruido industrial: Es causado por las líneas de producción dentro de las industrias y puede afectar tanto a los trabajadores como a la población en general que viva en las áreas circundantes a los complejos industriales o que transiten cerca de los mismos.

c) Construcción y servicios: Se produce por la maquinaria empleada en los procesos constructivos, así como el que generan los servicios municipales y los sistemas de instalaciones dentro de los espacios habitables.

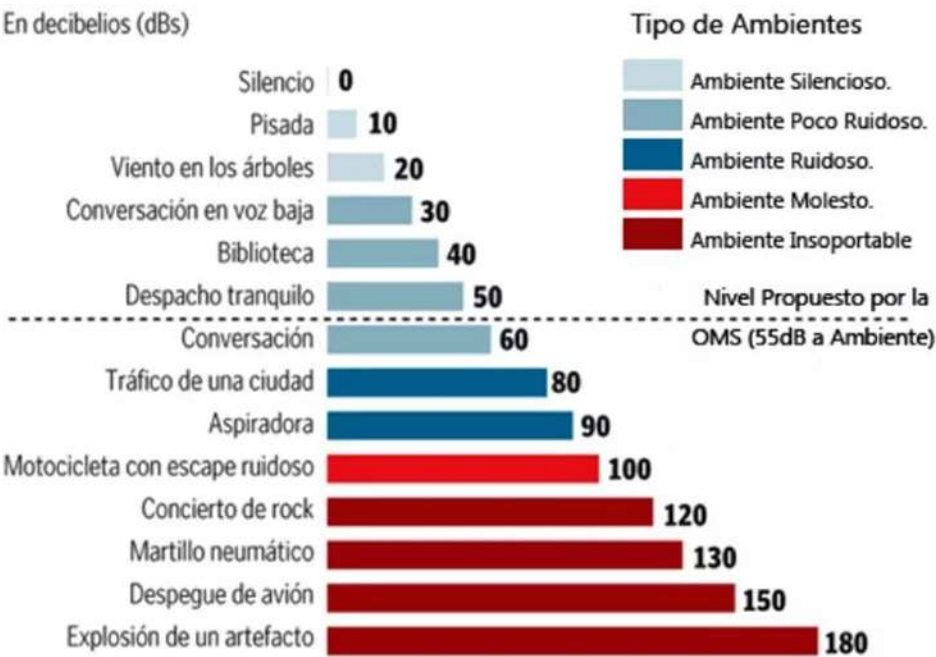
d) Actividades domésticas y de ocio: Es el ruido producido dentro de las viviendas o espacios habitables por los propios ocupantes o de igual forma el que se genera en espacios destinados a la convivencia y eventos masivos (OSMAN, 2017).

Daños Causados por el Ruido

Las afectaciones causadas por vivir en entornos contaminados por el ruido son de relevancia. Estas se presentan dentro de los contextos urbanos, ocasionando diversos impactos negativos en la calidad de vida de las personas. La contaminación acústica origina daños fisiológicos y psicosomáticos que muchas de las veces son irreversibles. Más de 120 millones de personas en el mundo y alrededor de 13 millones en los países miembros de la Organización para la Cooperación Económica (OCDE), donde México sobresale dentro de los países con más exposición a las afectaciones generadas por el ruido (SEMARNAT, 2017).

La organización mundial de la salud (OMS), establece que el ruido con un nivel mayor a 65 decibeles es considerado como un sonido nocivo para la salud. Advierte también que, por el rango de impacto que puede llegar a presentar la contaminación acústica es "la segunda causa de enfermedad por motivos medioambientales, por detrás de la polución atmosférica, siendo esta una amenaza para la salud pública". A continuación, se presenta un diagrama, donde se establecen los rangos de sonido que son considerados tolerables para que un ambiente sea confortable.

**LA OMS ESTABLECE
QUE 65 DECIBELIOS
ES EL LÍMITE DE
TOLERANCIA
RECOMENDADO.**



Evidencia científica sobre daños en la salud a causa del ruido: Existen diversos estudios centrados en los efectos que tiene el ruido sobre la salud. El manual de la Organización Mundial de la Salud “Night Noise Guidelines” recopila estos estudios acorde al grado de evidencia obtenida. Entre los principales efectos adversos presentes en la salud que reconoce la OMS y otros organismos internacionales se encuentran los siguientes:

- **Efectos auditivos:** discapacidad auditiva incluyendo tinnitus (escuchar ruidos en los oídos cuando no existe fuente sonora externa), dolor y fatiga auditiva.
- **Perturbación del sueño y todas sus consecuencias a largo y corto plazo.**
- **Efectos cardiovasculares.**
- **Respuestas hormonales (hormonas del estrés) y sus posibles consecuencias sobre el metabolismo humano y el sistema inmune.**
- **Rendimiento en el trabajo y la escuela.**
- **Molestia.**
- **Interferencia con el comportamiento social (agresividad, protestas y sensación de desamparo).**
- **Interferencia con la comunicación oral (OSMAN, 2017).**



Diseño

DISEÑO ACÚSTICO

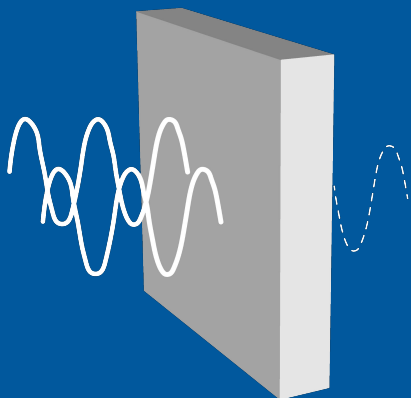
¿Qué es el diseño acústico?

El diseño de superficies acústicas es un área especializada de la arquitectura, la cual se sirve de alterar la geometría o las características del material de las superficies dentro de una habitación de manera específica para poder controlar o modificar las propiedades acústicas. Planteado de la siguiente manera, el diseño o acondicionamiento acústico consiste en la definición de las formas y revestimientos de las superficies interiores de un recinto con objeto de conseguir las condiciones acústicas más adecuadas para el tipo de actividad a la que se haya previsto destinarlo (CARRIÓN, 1998).

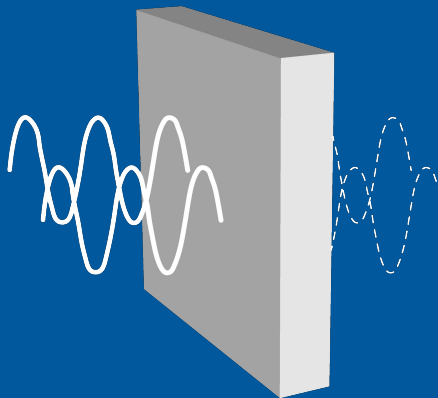
Absorción

Se define como la disminución de la energía acústica en un recinto que se produce cuando las ondas sonoras inciden sobre una superficie. La cantidad de absorción que contribuye una superficie a la absorción general de una habitación está relacionada con las propiedades de su material, sus coeficientes de absorción medidos en diferentes bandas de frecuencia y su área de superficie. Al modificar el área de una superficie absorbente, se puede alterar el tiempo de reverberación de un espacio. Entre los absorbentes acústicos existen los absorbentes porosos, absorbentes de diafragma y absorbentes de volumen.

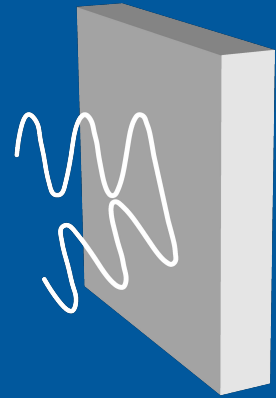
ABSORCIÓN



TRANSMISIÓN



REFLEXIÓN



PRINCIPIOS DE ACÚSTICA

Usualmente es necesaria una combinación de diferentes tipos de absorbentes acústicos para lograr la mejor absorción de sonido en todas las bandas de frecuencia (CARRIÓN, 1998).

Transmisión

Es la transmisión de las vibraciones sonoras a las partículas de aire encontradas en un recinto determinado. Oscilando estas mismas alrededor de su posición de equilibrio.

Se trata de una manera en la que la perturbación del sonido se traslada de un lugar a otro hasta integrarse en los distintos elementos que se pudieran encontrar en un espacio (CARRIÓN, 1998).

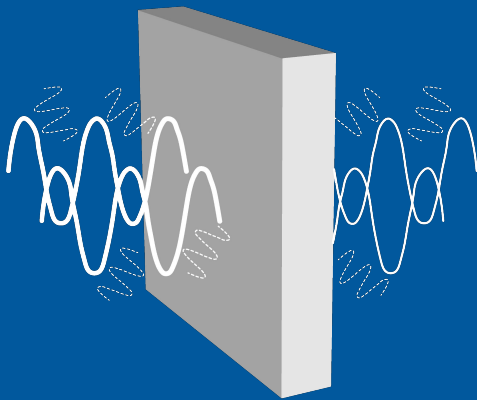
Reflexión

Se produce cuando el sonido llega a un obstáculo que se opone a su libre propagación y este se refleja. La reflexión varía según el material en el que resulte reflejado. La reflexión actúa de manera diferente sobre las frecuencias altas y bajas. En las frecuencias bajas, la longitud de onda es muy grande pudiendo ser capaces de rodear la mayoría de los obstáculos. En las altas frecuencias esto no es posible, por lo cual, se producen sombras detrás de los obstáculos y rebotes en su parte delantera (CARRIÓN, 1998).

Dispersión

Es la difusión de las ondas sonoras. Consiste en la distribución uniforme de la energía del sonido en un entorno determinado. Un espacio sonoro perfectamente difusivo es aquel en el que el tiempo de reverberación es el mismo en cualquier posición de escucha. La difusión del sonido es fundamental para obtener una distribución uniforme del sonido, ayuda a que los materiales absorbentes sean más efectivos al dispersar el sonido para que sea más probable que se encuentre con estas superficies (Carrión, 1998).

DISPERSIÓN



PATRONES DE REFLEXIÓN ACÚSTICA

DISEÑO PARAMÉTRICO

El diseño paramétrico es la generación flexible del diseño a través de diversos sistemas digitales. Un proceso generativo que, por medio de la expresión de valores y parámetros numéricos, crean nuevas alternativas de desarrollo formal. Se trata de un campo de operaciones, compuesto por una taxonomía de secuencias computacionales que permiten establecer distintas formas de modelación, programación, simulación y fabricación de elementos en las distintas áreas que comprenden el diseño.

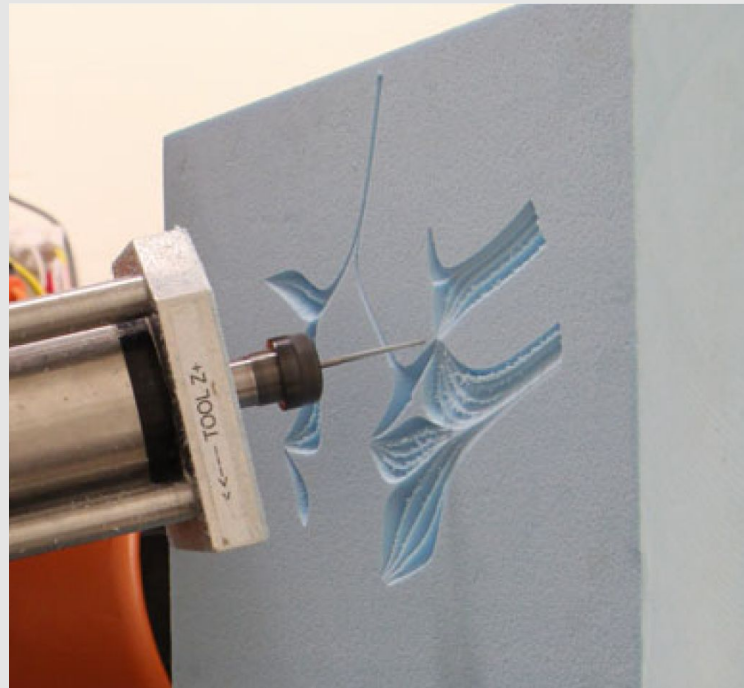
Implementado en el trabajo arquitectónico, aplicando softwares especializados que tienen la finalidad de generar un refinamiento en los elementos. Hasta crear alternativas innovadoras de sistemas geométricos y de análisis técnico; para la producción de un repertorio de resultados, que conlleven a la resolución de la forma e implementar su ejecución material (GARCÍA, 2013).

DISEÑO PARAMÉTRICO APLICADO EN LA ACÚSTICA

Las edificaciones no son solamente objetos discretos, son composiciones compuestas por muchos elementos ensamblados, los cuales cumplen con ciertas características que definen el éxito de los espacios.

El rendimiento acústico forma parte de estos sistemas, es un elemento esencial e inevitable para el diseño arquitectónico.

En la actualidad las herramientas paramétricas han jugado un papel fundamental para la interpretación de la acústica de los recintos. Son capaces de generar simulaciones que ayuden al estudio de rendimientos sonoros por medio de la producción de datos computacionales. Estos son capaces de obtener mediciones precisas, encaminadas a obtener una mayor comprensión de la acústica.



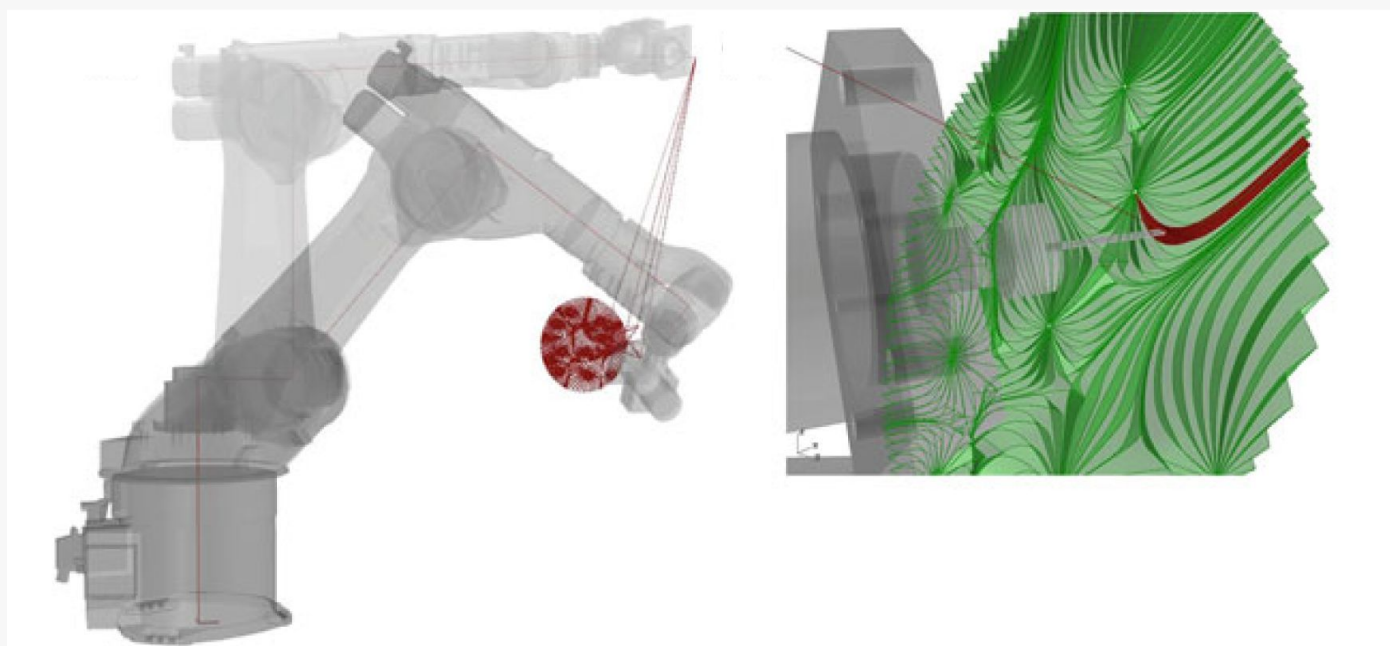
Las herramientas determinan el límite del arte y la implementación de softwares ingenieriles para simular procesos es una conexión entre el análisis y el diseño. Con la comprensión y regulación de estos algoritmos, se exploran los múltiples potenciales formales y materiales que tienen la capacidad de dibujar el sonido para ser estudiado. Dichos estudios se llevan a cabo por medio de la creación de auralizaciones producidas con archivos de sonido “seco”, que son filtrados con una respuesta de impulso de la sala hasta producir un archivo de grabación como si se estuviera reproduciendo.

Este tipo de programaciones actúan como una síntesis a las soluciones de diseño acústico, permitiendo crear las dimensiones cualitativas del sonido. Estos modelos

con sus múltiples configuraciones, acceden a la obtención de respuestas rápidas de las propuestas de diseño; logrando una mayor presión y potencialización del proceso de fabricación de elementos, que ayuden a mejorar los entornos arquitectónicos (PETERS, 2010).

DISEÑANDO PARA EL SONIDO

El modelo paramétrico es el nuevo dibujo de la arquitectura. Este tiene el potencial de predecir la geometría y el rendimiento de los edificios informando y mejorando los procesos con los que serán construidos. Actualmente, el dibujo es una forma de predicción y en el ámbito la acústica; la tecnología de creación rápida de modelos brinda la posibilidad de



obtener información instantánea que determine su rendimiento. Informando así, sobre su composición morfológica y la estructura material por la que será compuesto (PETERS, 2011).

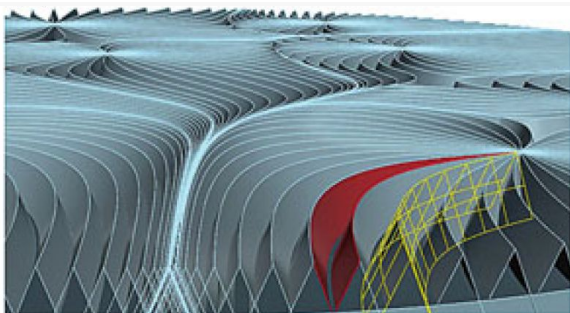
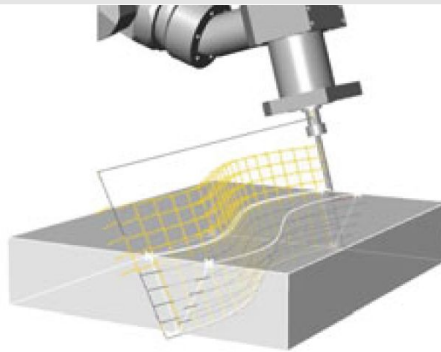
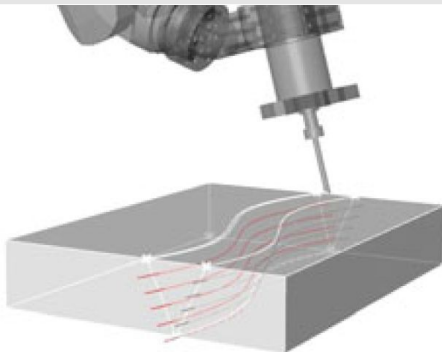
“Wallace Sabine definió por primera vez el tiempo de reverberación como la relación entre el espacio, la superficie y el material. Esta relación directa se codifica como parte del modelo paramétrico, creando así un vínculo entre la geometría y el rendimiento.” (PETERS, 2011).

Uno de los softwares más implementados para explorar los componentes acústicos es “ODEON” (PETERS & TAMKE, 2011). Se trata de un

sistema de análisis sonoro muy completo para simular y medir la acústica en espacios interiores.

Este software se constituye por la utilización de un método de fuente de imagen que se combina con un algoritmo. Traza la dispersión de las ondas hasta determinar los puntos críticos e informar las características a mejorar para potencializar la acústica de espacios (ODEON, 2022).

“Los principios de la ingeniería acústica establecen relaciones entre el volumen y la forma de la sala, la geometría de la superficie, las propiedades de los materiales y el rendimiento acústico”(COX 2009, KUTTRUFF 2000, LONG 2006, EGAN 2007) (PETERS, 2009).



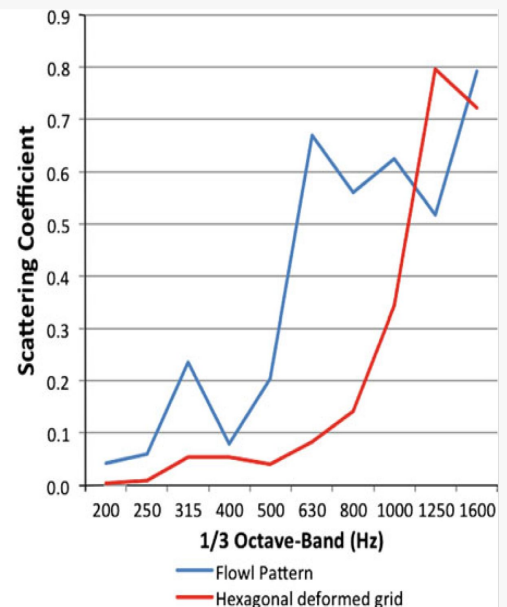
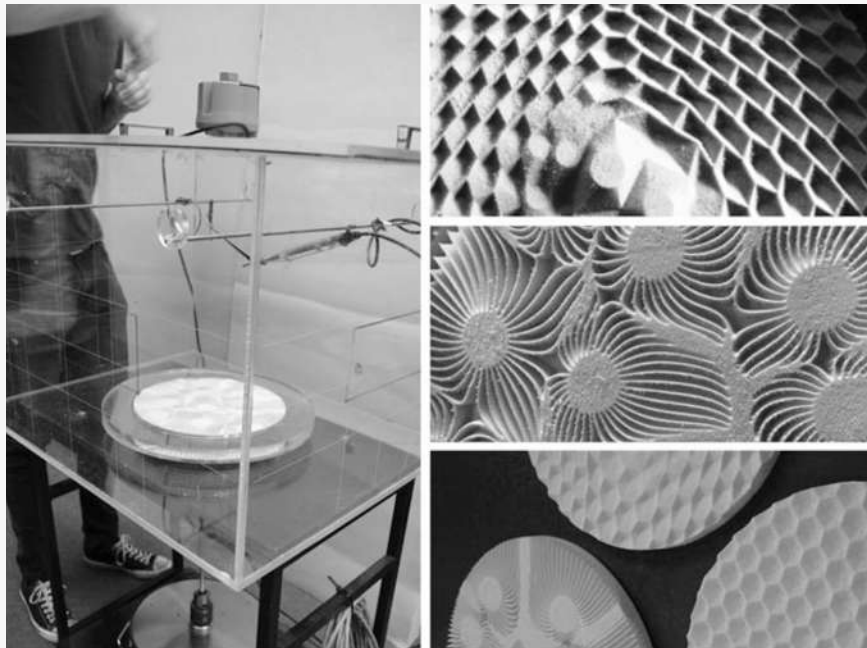
La implementación de pruebas digitales de diseño experimental ha permitido determinar características importantes a considerar al momento de proponer soluciones de diseño acústico. Estudiando las composiciones formales de sistemas geométricos hexagonales y de iso-curvas; se ha podido comprobar la efectividad de la geometría para optimizar el rendimiento acústico (DAGMAR REINHARDT, 2016).

Destacando así, variaciones de patrones; compuestos por formas hexagonales y secciones curvilíneas.

Los cuales son desarrollados con ayuda de herramientas como CNC o KUKAS mecánicas para el micro diseño y, del mismo modo,

con el uso de cámaras de reverberación a escala, para la obtención de las pruebas (DAGMAR REINHARDT, 2016).

En algunas de las pruebas consultadas, se pudo observar un comportamiento con mayor eficiencia en los patrones formados por iso-curvas. Sobresaliendo los patrones con profundidades y cortes a 40° en sus caras como las estructuras geométricas con mayor eficiencia. Siendo este sistema de patrones el punto de partida para realizar exploraciones materiales de manera física. A continuación, se exponen las imágenes sobre alguno de los procesos investigados en el micro diseño de patrones para la obtención de eficiencia acústica (DAGMAR REINHARDT, 2016).



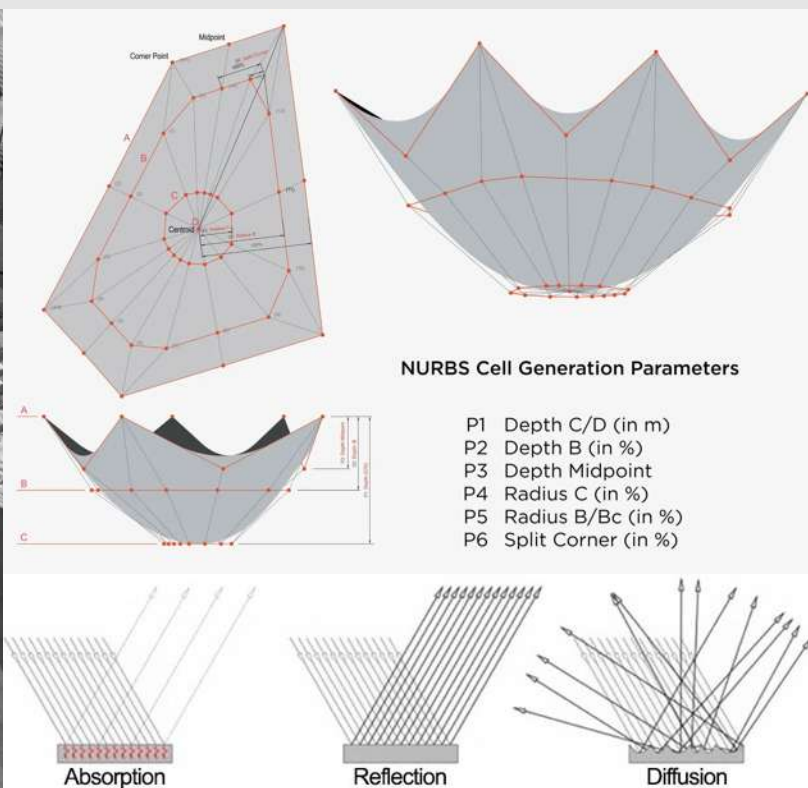
APLICACIÓN DE LA FORMA EN LA ACÚSTICA / FILARMÓNICA DE HAMBURGO

El proyecto de acústica fue propuesto por el especialista Yasuhisa Toyota. Una de sus más grandes características es el auditorio central. Construida con 10 000 paneles acústicos únicos que recubren el techo. Es un producto del diseño paramétrico, desarrollado por un algoritmo que produjo los paneles, cada uno con una forma y patrón únicos (STINSON, 2017).

El diseño acústico de la filarmónica, representa un claro ejemplo del potencial

que representa incorporar el diseño paramétrico en los procesos de diseño.

Asimismo, la presente propuesta y los ejemplos de estudios paramétricos (formas hexagonales e iso-curvas), forman parte de los referentes morfológicos a analizar. En este sentido, sirve como punto de partida para desarrollar las primeras exploraciones de posibles patrones de manera física.



03

Propuesta de Diseño

El diseño experimental es una metodología que nos lleva a la creación de nuevas cosas. Es importante subrayar que no es solo un proceso libre, sino que necesita de una estructura que le brinde una regulación para obtener los objetivos planteados. Inicialmente, el interés por realizar el presente trabajo de experimentación surge de la relación directa implementada en los talleres internos del programa de la maestría (MDA). Específicamente, el taller con el laboratorio "BIO" dirigido por Edith Medina; y "LABVA" con Alejandro Weiss. Así mismo, estos forman parte del origen y el primer acercamiento con estos bioprocesos.

En el caso del diseño experimental enfocado a la creación de biomateriales es importante que haya una identificación de estos puntos clave, esenciales en la secuencia de todo proceso: entender el territorio, realizar la localización de abundancias, entender su comportamiento

y su ciclo de vida. Puesto que implementar un proceso para el aprovechamiento de residuos nos lleva a entender que estos mismos se rigen por un ciclo de vida. También es importante señalar que estos mismos son subutilizados y su aprovechamiento tiene la capacidad de impactar cualquier entorno e incluso potencializar las economías locales.

Los primeros acercamientos a exploraciones para el aprovechamiento de residuos orgánicos y transformarlos en materia útil parten de una manera empírica de la identificación de abundancias locales por medio de una recolección de estas mismas para el análisis de su comportamiento, hasta realizar una selección con base al nivel de demasía.

Con tal motivo, se procedió a localizar esta serie de abundancias donde predominan residuos domésticos, residuos del entorno urbano y residuos agrícolas, entre otros.



Estas primeras exploraciones llevaron a la transformación de nuevos materiales y, sobre todo, a la creación de diversas mezclas con distintos aglutinantes con la simple finalidad de estudiar comportamientos e ir descartando las fórmulas con baja efectividad. Al mismo tiempo, se buscaba modificar e identificar fórmulas más eficientes que puedan ser aplicadas en las abundancias con un mayor grado de eficacia.

En toda esta búsqueda y ejecución de experimentos, conviene destacar los residuos agrícolas generados por el maíz: una abundancia regional resultado de que el estado de Michoacán sea de los principales productores de este tipo de gramíneas. Del mismo modo, las primeras muestras obtenidas con alto grado de eficiencia en cuanto a su comportamiento fueron las implementadas con este residuo.

Estas muestras fueron el resultado de la ejecución de experimentos con aglutinantes como almidones, resina de pino, grenetina, la aplicación de colorantes e incluso el moldeo de algunas formas.

En definitiva, el estudio de esta abundancia agrícola también fue un medio para identificar que la generación de este residuo está ligado a la práctica de la quema del mismo: es uno de los principales causantes de incendios forestales masivos generados en algunas regiones del estado. Por consiguiente, en esta misma búsqueda se identificó la abundancia de la acícula de pino. Del mismo modo, con el análisis previo fue muy evidente el potencial para su desarrollo e incluso se pudieron identificar distintos productos realizados con el aprovechamiento de este producto forestal.



PRINCIPIOS / EXPLORACIONES

En primer lugar, se desarrolla una búsqueda de algunas abundancias en el estado de Michoacán. En el año 2018, SEMARNAT situó a Michoacán en el lugar número cuatro de los estados con mayor producción de maíz en México (SEMARNAT, 2018). Esta información se convierte en una guía para explorar los residuos generados por esta actividad agrícola. Teniendo como resultado, un primer acercamiento en la zona de la ciénega de Zacapu. Puesto que esta área representa una de las regiones con mayor producción de maíz en el estado, ya que se compone por un área agrícola de aproximadamente de 12, 000 hectáreas de siembra anuales (CIC, 2020). Posteriormente, fue realizada una recolección de este residuo agrícola, específicamente del rastrojo; abriendo el proceso de estudio del mismo. Lo anterior, conforma una parte esencial para este proceso ya que estas primeras

exploraciones, con esta materia prima, se convierten en un medio para identificar la aplicación del aglutinante para las piezas desarrolladas en el presente proceso experimental.

Se realizaron experimentos con distintos tipos de aglutinantes, por ejemplo, el almidón de papa, almidón de yuca, almidón de maíz, grenetina y resina de pino. Los resultados obtenidos permitieron identificar que la fórmula con el aglutinante de almidón de maíz, fue el que tuvo un comportamiento con mayor integración a la mezcla. Por consiguiente, al realizar las primeras exploraciones con acícula de pino, esta fórmula de almidón de maíz forma parte de los primeros análisis de este producto forestal. El resultado de la mezcla es una masa integrada con altas capacidades de maleabilidad y, por consecuencia, estas propiedades plásticas permiten una obtención de distintas formas.



PROPUESTA

Con la orientación de los hallazgos encontrados en las primeras exploraciones y con una comprensión más informada del material. Se puede percibir la importancia de permitir que el material se exprese por sí solo y que este mismo, sea una fuente de información que enriquezca el proceso.

Estas exploraciones iniciales funcionan como un primer acercamiento al desarrollo de nuevos experimentos con la materia prima localizada como abundancia regional: "la acícula de pino".

La recolección de este producto forestal se lleva a cabo en las zonas boscosas de la tenencia/colonia de Mil Cumbres en la ciudad de Morelia, pudiendo obtener a escasos quince minutos una cantidad considerable de este producto natural. Cabe resaltar que esta especie de pino también es implementada con frecuencia en zonas urbanas de la región.

Una vez obtenido el producto forestal, se procedió a estudiar sus características, pudiendo identificar un olor particular, textura, firmeza, ligereza, entre otras.

A su vez, se ejecutó el primer estudio de reconocimiento del producto. Este es sometido a pruebas con la misma fórmula desarrollada con el rastrojo del maíz. Creando dentro de este proceso un triturado de la materia prima hasta lograr una textura fibrosa con ayuda de un molino. Posterior a ello, con la materia procesada, se procedió a comprobar su comportamiento con la misma fórmula aglutinante anteriormente identificada. Logrando una alta eficiencia de maleabilidad en la mezcla de la acícula molida con la receta de almidón de maíz como aglutinante.

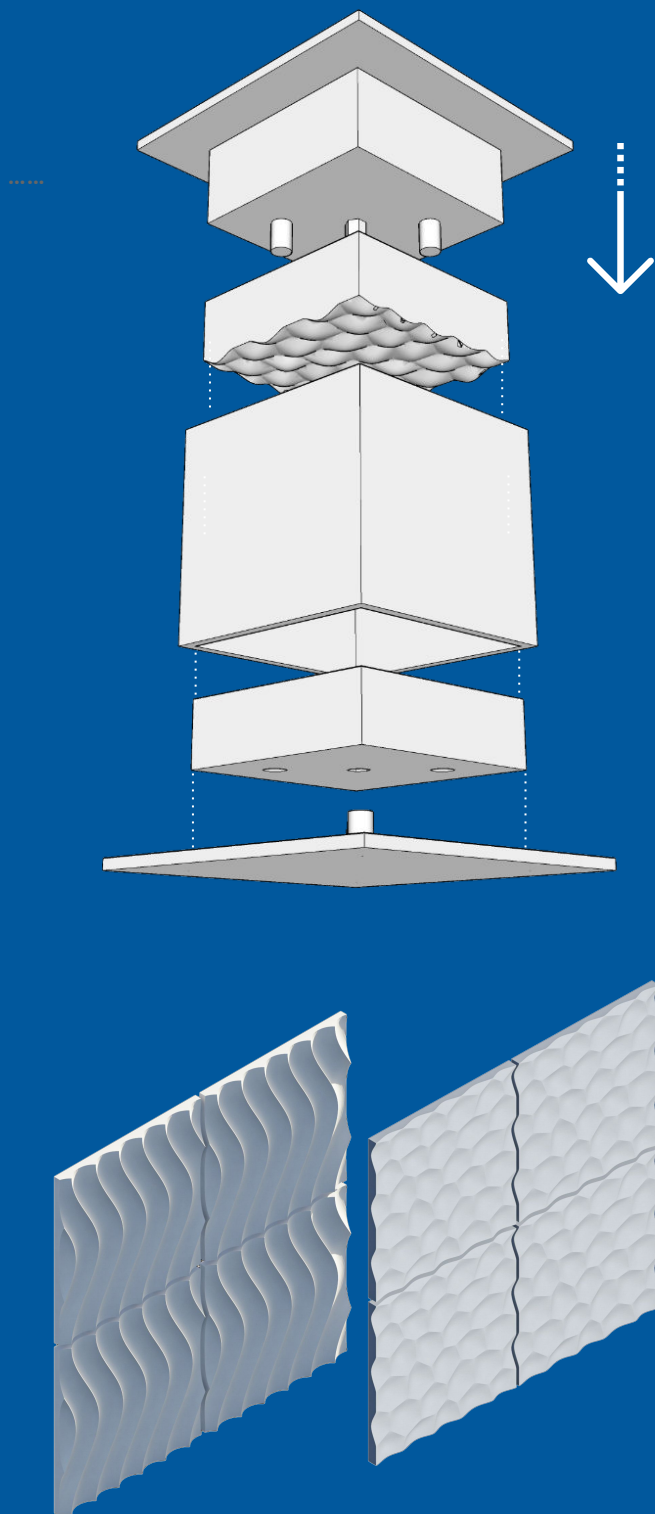


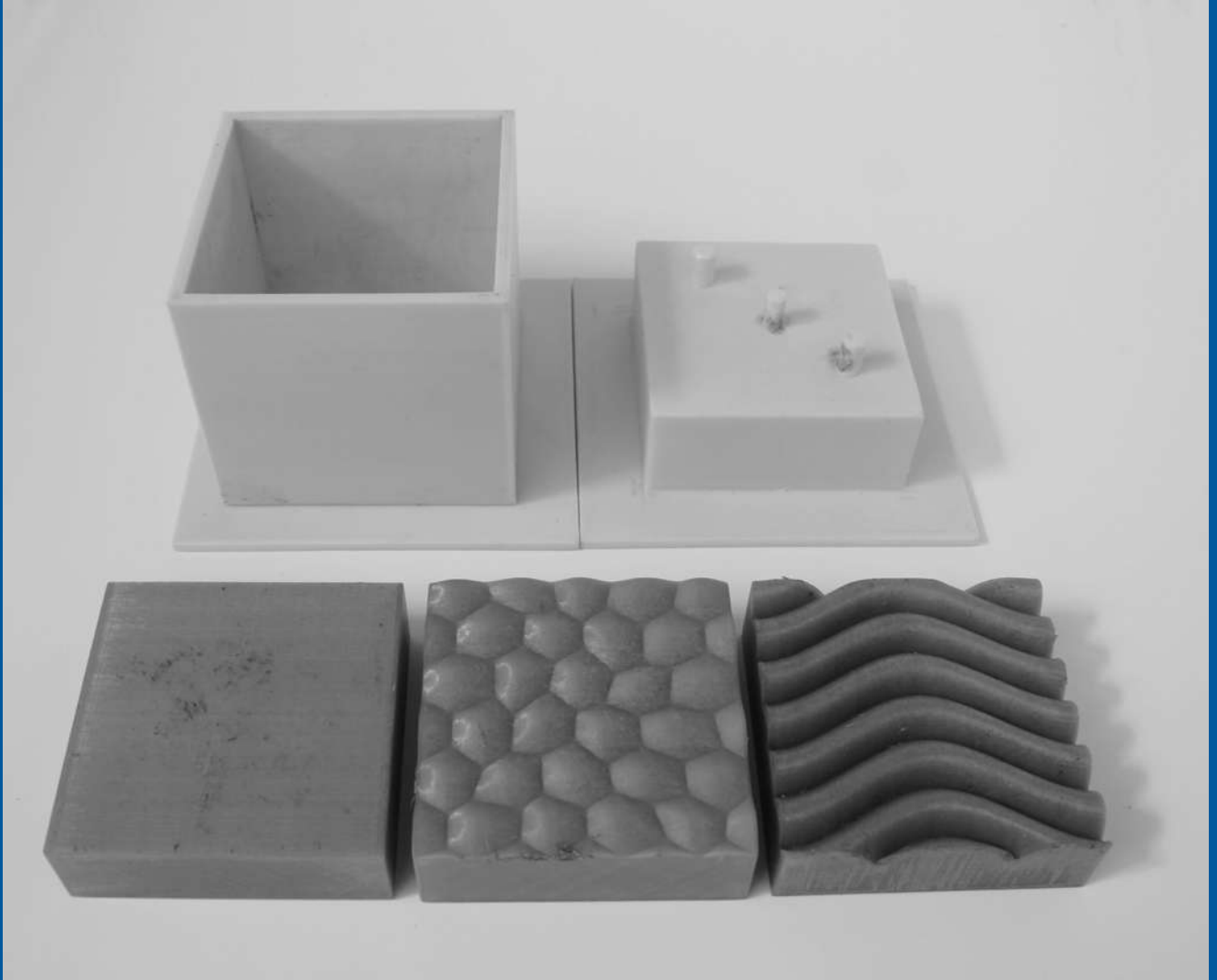
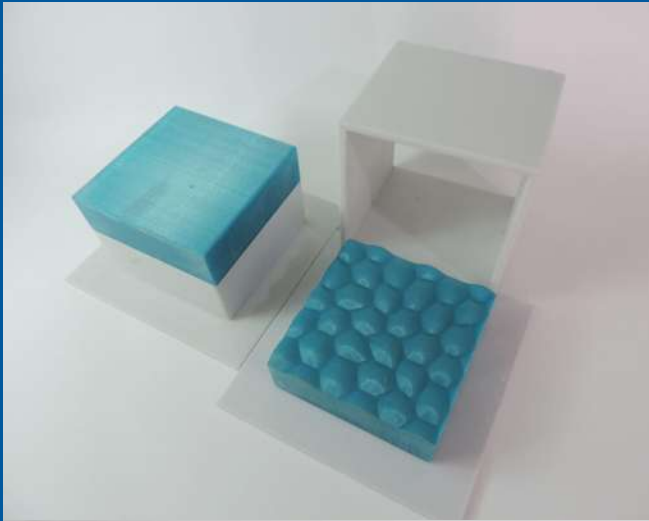
DISEÑO DE MOLDE

Una vez fijada la fórmula aglutinante, se procedió a diseñar y crear un molde impreso en 3D, con la finalidad de elaborar unos comprimidos. Dicho molde, fue realizado tomando como referencia las medidas comerciales de paneles acústicos a una escala de uno a tres centímetros. Este mismo se compone por cinco piezas que se embonan como un “LEGO”. Asimismo, se hizo una selección de dos patrones, uno relacionado con formas hexagonales orgánicas y el otro con líneas curvas; referidos a los casos de estudio y a algunas pruebas paramétricas analizadas.

El proceso de implementación del molde consta de tres pasos, el primero consiste en embonar las 5 piezas seleccionando previamente el diseño en negativo del patrón a desarrollar; el segundo, es introducir la mezcla hasta distribuirla uniformemente en el espacio del molde; y finalmente, se procede a aplicar fuerza para obtener el comprimido.

Asimismo, dicho proceso permite elaborar piezas con mayor formalidad. Obteniendo elementos de 10x10cm y un espesor de alrededor de 2cm con la posibilidad de crear cualquier patrón para ser estudiado.





BIOFABRICACIÓN



Fórmula



120 ml agua
15 ml glicerina
15 ml vinagre
30 g almidón de maíz
32 g acícula molida



Fuerza de
compresión: 20kg

Tiempo: 24h

PRIMERAS PROPUESTAS

El origen de las experimentaciones realizadas dentro de la presente experimentación, surge al tomar como referencia algunas recetas de biomateriales encontrados en la plataforma “Materiom”. La selección de fórmulas aplicadas que están relacionadas con las abundancias en el territorio, aumenta sus posibilidades de ser implementadas dentro del contexto de trabajo.

El proceso de elaboración de experimentos inicia con los primeros análisis de

localización de abundancias en la región. Logrando los primeros experimentos con el rastrojo de maíz, implementando distintas variantes en cuanto a la fórmula del aglutinante. Este primer proceso, se compuso por las pruebas con aglutinantes de almidón de papa, yuca, aplicación de pigmentos y pruebas con diferentes grados en cuanto a la textura de la materia prima. Identificando como resultado de estas pruebas, una eficiencia superior en la fórmula a base de almidón de maíz.



La eficiencia observada es producto de las capacidades de integración con las materias primas implementadas, como fue el caso del rastrojo del maíz y la acícula de pino. Que tuvo como resultados mezclas con altas cualidades de maleabilidad, lo cual fue una pauta para determinar la opción de introducir procesos de compresión como un medio en el cual indagar. Una vez identificada esta fórmula inicial, con la eficiencia en la mezcla mencionada, se procedió a estudiar el comportamiento de las piezas en cuanto a su proceso de secado.

Se observó un agrietamiento en la pieza completa al momento de eliminar su humedad. Posterior a ello, la fórmula fue mutando para realizar distintas pruebas. Al aumentar las cantidades de almidón y glicerina, en 5g y 10g, la fórmula expuesta en el diagrama anterior fue la que obtuvo mayor regulación e integración con el proceso de secado del material, logrando disminuir favorablemente los agrietamientos presentados con anterioridad.



PROPUESTA FINAL

Con las mejoras realizadas en la fórmula del aglutinante, se procedió a realizar la biofabricación de las piezas. Con el proceso transcurrido hasta este punto, también fue posible mejorar y obtener cierta automatización en la secuencia de elaboración, este mismo se compone por los siguientes pasos:

1.- Molienda de la materia prima (acícula de pino) hasta obtener un acabado fibroso.

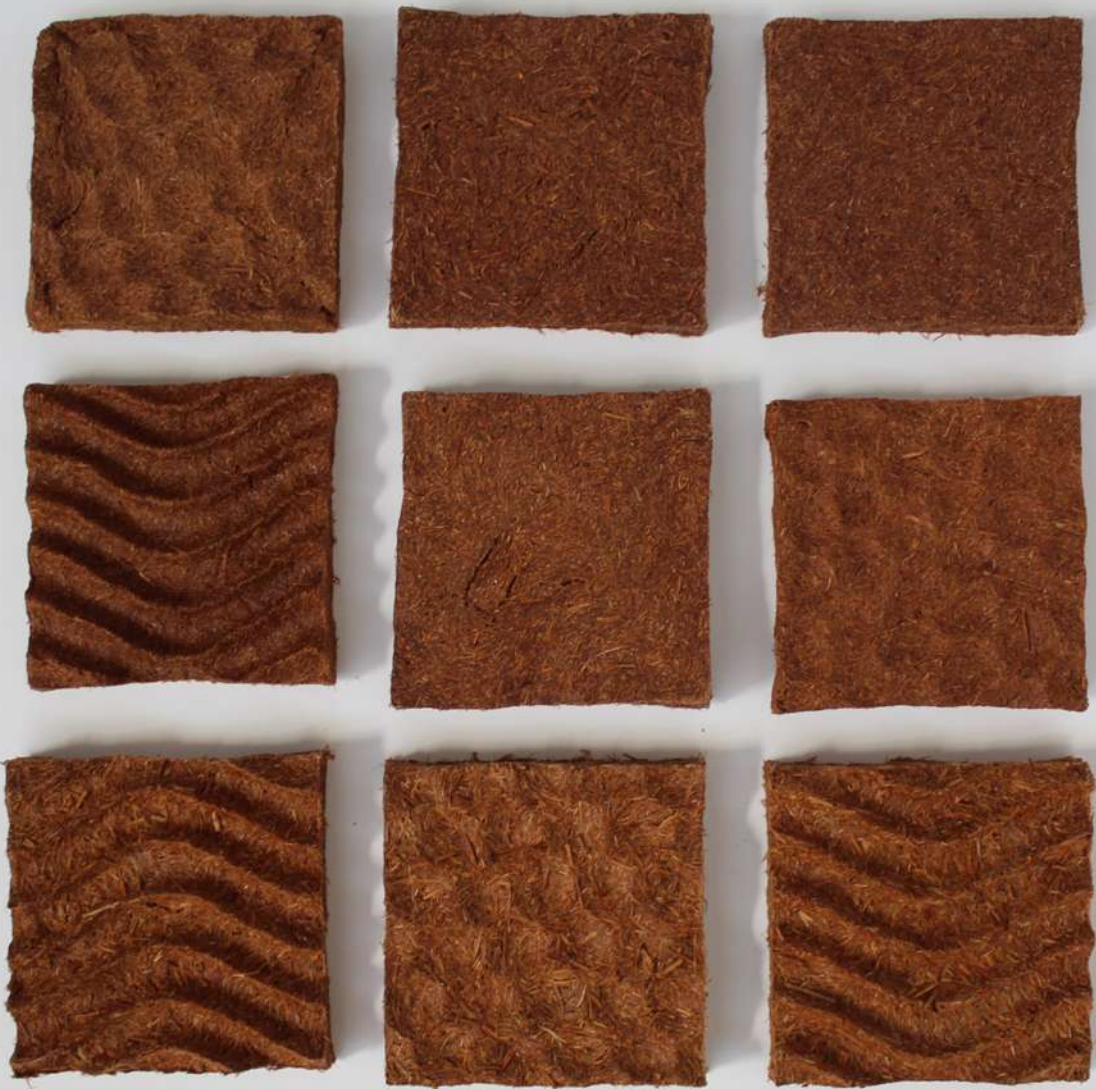
2.-Determinar las cantidades establecidas

en la receta de los líquidos y sólidos (agua, glicerina, vinagre, almidón de maíz y acícula).

3.-En un sartén (sin aplicar calor), diluir el almidón con el agua, hasta que este mismo se integre completamente.

4.-Una vez integrado el almidón, calentar la mezcla a fuego moderado.

5.-Al aplicar calor, integrar el vinagre y mezclar constantemente.



6.-Cuando la mezcla empiece a espesar, agregar la glicerina y remover hasta obtener una mezcla con una textura viscosa.

7.-Retirar la sartén de la estufa, agregar la acícula e integrar uniformemente hasta obtener una pasta.

8.- Una vez la pasta esté completamente unificada, realizar la preparación del molde e introducir esta pasta.

9.-Distribuir la pasta en el molde de

manera uniforme con una superficie plana.

10.-Sellar el molde y aplicar una fuerza de 20kg.

11.-Dejar reposar el molde con la fuerza aplicada durante 24 horas.

12.-Finalmente, retirar la fuerza de compresión y proceder a realizar el desmoldeo de la pieza.

PROCESO DE ELABORACIÓN





Proceso Final



paneles





PROPUESTA FINAL

Comprimidos de acícula de pino, con un aglutinante de almidón de maíz. Desarrollados con un molde compresor, que obtiene su forma por medio del diseño de patrones negativos.







Pruebas Acústicas

Introducción

Con la definición del proceso de diseño de la presente investigación, se delimitó dentro de la estructura de trabajo la búsqueda de dependencias expertas en la acústica. Esto con el objetivo de que pudieran reforzar la información obtenida y sobre todo, crear conexiones que potencialicen los saberes sobre esta área de la ingeniería.

Dentro de esta búsqueda, se encontraron problemas en cuestión de la accesibilidad a la información, pruebas o recursos relacionados a la acústica. Incluso generar conexiones académicas, implicó un reto y un proceso largo. Del mismo modo, se pudo identificar que es un campo con muchas posibilidades de crecimiento por su baja exploración.

En una primera instancia, se llevó a cabo el contacto con el Centro Nacional de Metrología de Querétaro (CENAM); se trata de un laboratorio nacional de referencia en materia de mediciones. En esta instancia, solamente se obtuvo la información de una cotización para aplicar a sus conocimientos en mediciones acústicas. sin embargo esta remuneración económica se encuentra fuera de un presupuesto académico.

Encaminado el proceso, se obtuvo el contacto con el Ing. Antonio Pérez, integrante del Grupo de Acústica y Vibraciones del Instituto de Ciencias

Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la Universidad Autónoma de México (UNAM).

Haciendo una colaboración académica con el instituto, después de algunas visitas a las instalaciones. Donde fue posible reforzar la información referente a los requerimientos necesarios para realizar mediciones de capacidades de absorción sonora de materiales.

Logrando visualizar los equipos con los que cuenta el laboratorio e identificar las cualidades de cada una de las cámaras que se encuentran en el instituto. A continuación, se muestra una descripción e imágenes de cada una de estas herramientas.

CÁMARA REVERBERANTE

La cámara reverberante es un espacio físico, construido con superficies reflectantes que consiguen aumentar la reflexión del sonido incidente. Se trata de un cuarto donde las paredes están diseñadas para reflejar el sonido. La energía sonora dentro de esta cámara, se aproxima a un campo difuso hasta distribuirse esta misma de una manera uniforme por toda el área. Viajando con la misma probabilidad en toda la sala.

Son implementadas para medir la potencia sonora emitida desde una fuente determinada y del mismo modo, se pueden

determinar los coeficientes de absorción sonoros de distintos materiales (ECHEVERRÍA, 2008).

CÁMARA ANECOÍCA

La cámara anecoica es un espacio físico, compuesto por un tapizado de material que por su forma y distribución absorben eficientemente el sonido. Se trata de una estructura que elimina por completo la reverberación del sonido, evitando su reflexión. Esto se logra por medio del diseño interior de esta cámara, con el recubrimiento

sobre las paredes, suelo y techo; de materiales absorbentes (Echeverría, 2008).

En la proyección de este tipo de salas, influyen varios parámetros acústicos que definen su comportamiento. Además de las distintas experimentaciones que comúnmente se realizan. Con la sensación de vacío absoluto, son implementadas para realizar pruebas de calibración y medición de respuesta en frecuencia y direccionalidad de micrófonos y fuentes sonoras (ROBOTICS, 2021).



CÁMARA DE TRANSMISIÓN

La cámara de transmisión permite el estudio de las capacidades de aislamiento acústico de diferentes materiales. Es un espacio compuesto por dos secciones adyacentes, la cámara emisora y la receptora. Estas dos cámaras están ligadas entre sí, siendo en esta zona donde son colocadas las muestras entre ambos recintos. Con la finalidad de determinar las diferentes capacidades de las pantallas acústicas de distintos materiales y obtener los índices de reducción sonora (ALBA, 2012).

CÁMARA ALFA

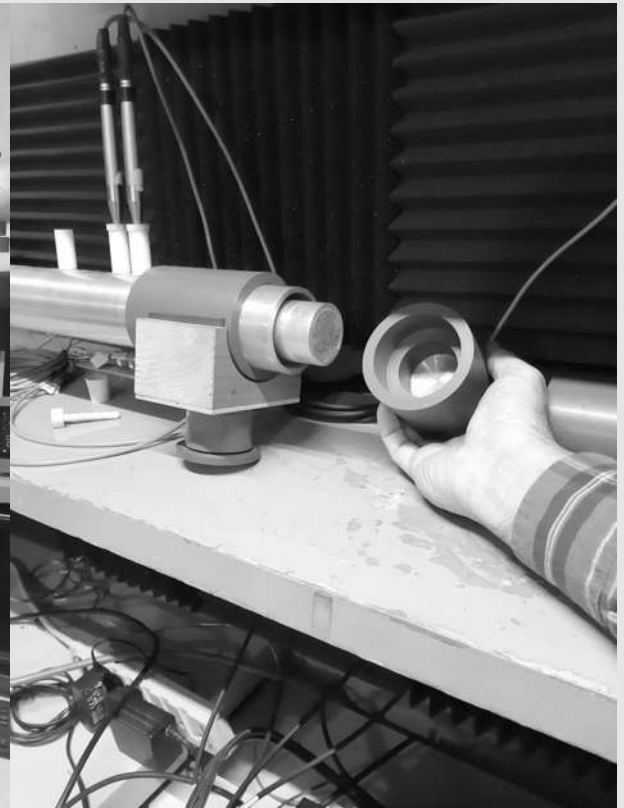
La cámara alfa cubre las funciones de la cámara reverberante, solamente que en una menor escala. En este tipo de cámaras, es posible realizar pruebas de absorción para determinar la capacidad acústica de distintos materiales, siempre y cuando se cumpla con muestras de 1.20m para abarcar el área de medición de la cámara. Es de suma importancia cumplir con estos requerimientos, puesto que superficies vacías en el área de medición representan una reducción en la eficiencia de las pruebas a desarrollar en el material.



TUBO DE IMPEDANCIAS O DE TRANSMISIÓN ACÚSTICA

El tubo de impedancias, es un sistema compuesto por tubos de prueba de precisión, micrófonos y fuentes de sonido (MIDEBIEN, 2018). Permite realizar pruebas acústicas a materiales, por medio de un tubo donde son colocadas las muestras y mediante un software controlado desde una computadora; hace posible la obtención de información sobre las capacidades de absorción y transmisión acústica de un material (Mantelli, 2017).

Para realizar una prueba de material en uno de estos sistemas es necesario desarrollar muestras circulares de alrededor de 3.6 cm de diámetro. El espesor puede variar y será determinado por las cualidades del material. Es de suma importancia que la muestra se embone perfectamente, esto para aumentar la eficiencia de las pruebas. Por otro lado, si la muestra presenta anomalías, será sinónimo de resultados deficientes y con un índice bajo de confiabilidad.



EJECUCIÓN DE PRUEBAS AL MATERIAL

Conforme a la información obtenida acerca de los distintos requerimientos de cada una de las cámaras acústicas, para realizar pruebas a materiales. Fue determinado que, la opción con mayor viabilidad era realizar dichos estudios iniciales en el tubo de impedancias.

Con la orientación del grupo de acústica y vibraciones del ICAT de la UNAM, se agendó una fecha específica, para realizar estas pruebas y obtener los primeros resultados de las mismas.

Primeramente, se identificaron los requerimientos para llevar a cabo estos estudios. Dentro de estos requisitos, lo primordial era realizar piezas circulares de un diámetro de alrededor de 3.6 cm, que embonan perfectamente dentro del tubo donde la muestra será introducida; para llevar a cabo las mencionadas pruebas. Al obtener las piezas con la precisión requerida, se creó un nuevo molde para obtener las piezas con las características solicitadas. Este mismo, lo podemos apreciar en la siguiente imagen, el cual se compone por tres piezas que funcionan como un “LEGO”, donde es introducida la mezcla y comprimida con ayuda de una pieza plana, que aplica la compresión de manera manual.



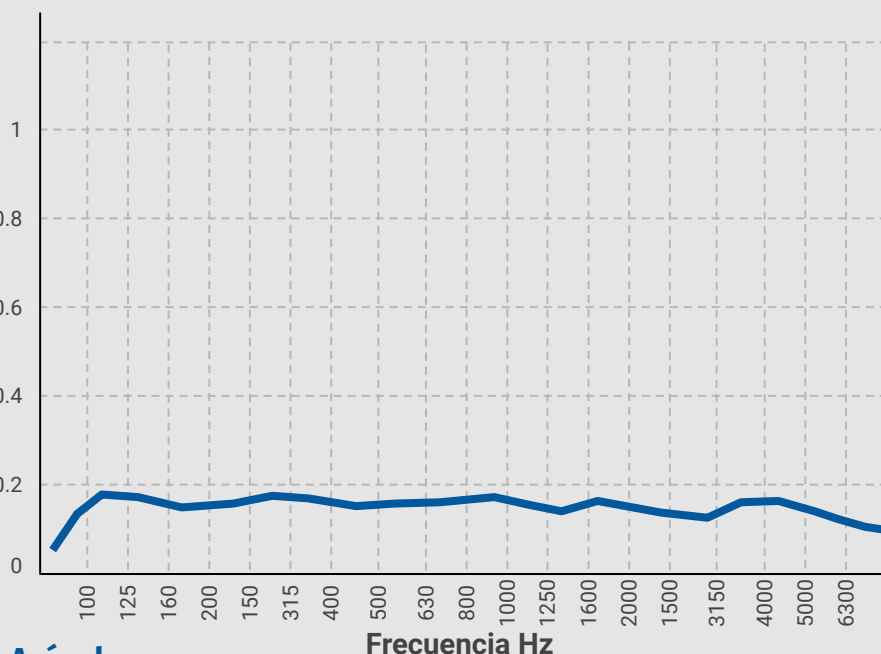
Posterior a ello, la muestra se dejó reposar durante 5 días hasta lograr su secado. Cabe resaltar que, para obtener una eficiencia en las pruebas, es de suma importancia que la muestra contenga el menor grado de humedad, puesto que esta misma interfiere al momento de realizar el análisis acústico. Finalmente, fue posible ejecutar una primera prueba sobre las capacidades de absorción del biomaterial.

Obteniendo un primer resultado con frecuencias de alrededor de 0.2 niveles de absorción Alfa, lo cual es un nivel inferior, comparado con las capacidades de otros materiales. Asimismo, es importante mencionar que para realizar las pruebas se presentaron algunas dificultades, que posiblemente influyeron en la obtención de estos primeros resultados.

Tubo de impedancias para la medición de absorción y transmisión acústicas.



COEFICIENTE DE ABSORCIÓN(ALPHA)



Acícula

Muestras fabricadas con acícula de 15 mm de espesor

Mediciones realizadas en el Laboratorio de Acústica y Vibraciones, del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología de la UNAM



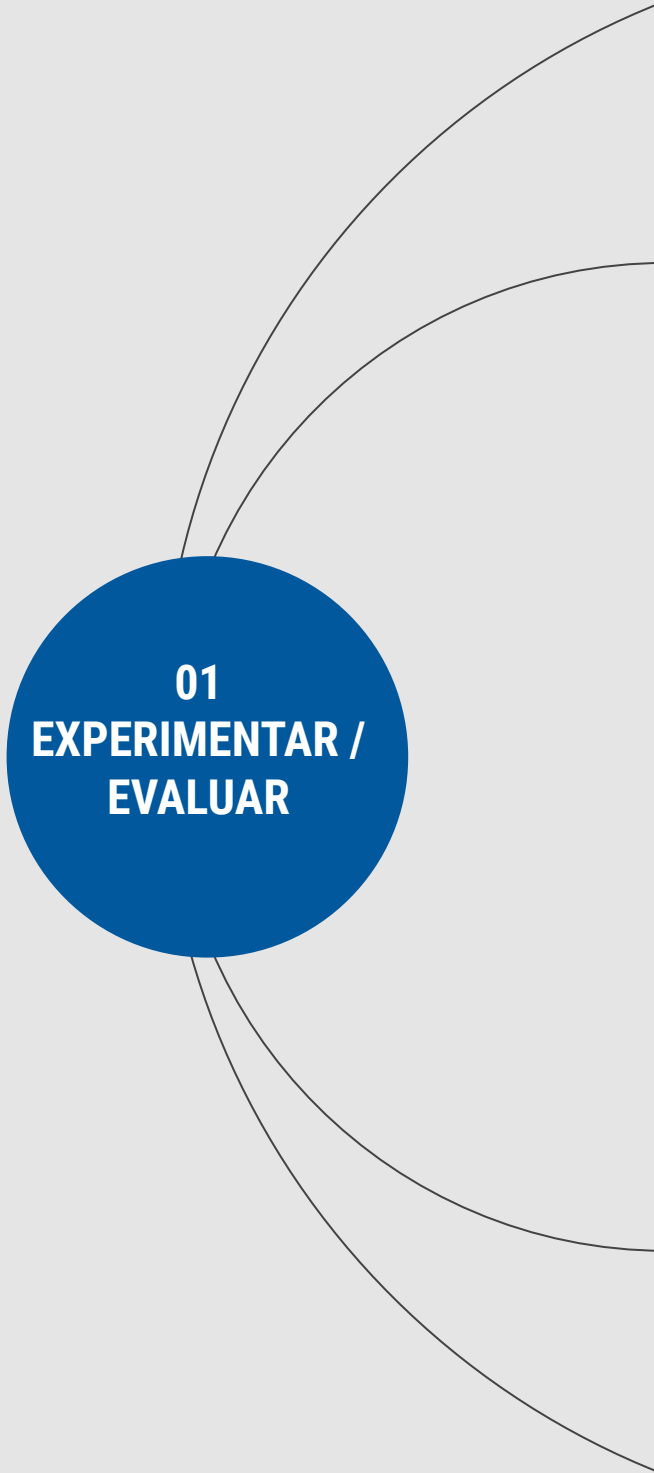
04

APORTACIONES Y PROCESOS

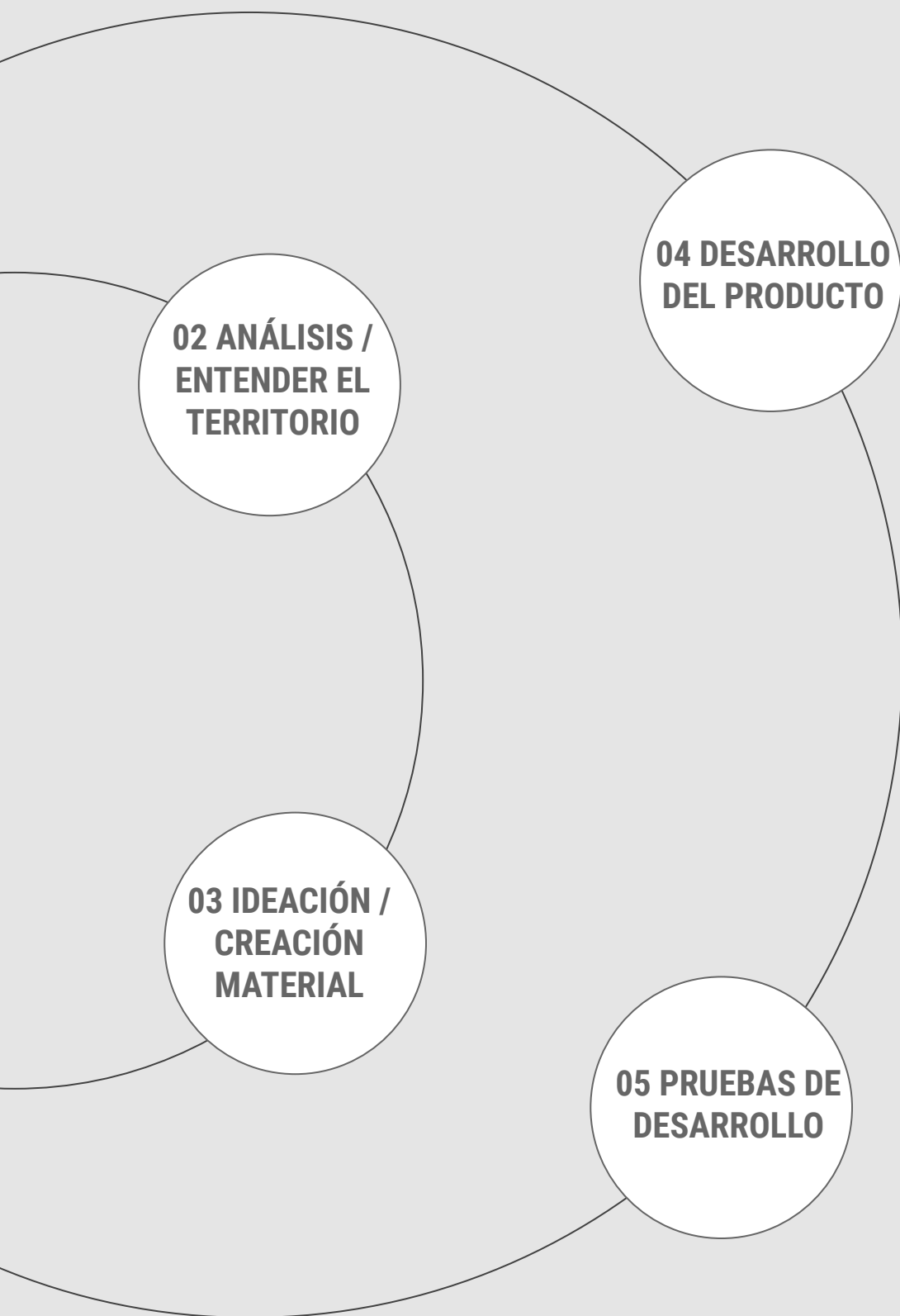
Más allá de los resultados planteados dentro de la presente experimentación, se ha logrado identificar cierto potencial y del mismo modo, algunas características sobresalientes dentro del proceso que guió el desarrollo de este trabajo. Cabe resaltar la importancia de la praxis, puesto que esta misma fue el eje principal que encaminó a la obtención de los resultados presentados.

Está praxis, se hace presente por medio de las experimentaciones y evaluaciones en el comportamiento de las materias primas utilizadas hasta identificar la potencialidad en la abundancia de la acícula de pino. Posteriormente, se fueron integrando los distintos elementos que componen dicho proceso, pasando así, a los estudios teóricos necesarios y el análisis del contexto con la finalidad de entender el territorio.

Asimismo, se integra la fase de creación e ideación material encaminada a determinar los posibles escenarios dónde se podría incorporar un producto. Finalmente, la fase de pruebas de desarrollo, es donde se incorporan las pruebas implementadas, en este caso, sobre las capacidades acústicas en biomateriales. Fue precisamente en esta etapa donde surgen nuevos replanteamientos en cuanto a los métodos de elaboración. Por ejemplo, para realizar ciertas pruebas acústicas, se identificó que las dependencias enfocadas en realizar estas tareas, necesitan productos con requerimientos específicos para poder someter a las distintas pruebas aplicadas dentro de los institutos y así obtener información referente a las capacidades acústicas en materiales.



01 EXPERIMENTAR / EVALUAR



fase 01

Por lo tanto, este primer acercamiento con las dependencias especializadas en acústica se traduce a una primera fase que nos lleva a la obtención de información relevante que en un principio se desconocía y que se fue descubriendo conforme fue avanzando este proceso exploratorio.

Lo anterior nos lleva a determinar los factores que influyeron en esta primera etapa y que nos guiaron hasta terminar un nuevo proceso o segunda parte donde, con un proceso informado, pudimos replantear la secuencia para obtener un material con alto grado de eficiencia de sus cualidades acústicas

FACTORES / FASE 1

Al realizar un análisis de este proceso de experimentación, se determina la presencia de una serie de factores que influyeron en la obtención de resultados. En primer lugar está la cuestión de la accesibilidad a herramientas especializadas como la acústica, que limitan ampliamente las posibilidades para hacer uso de los medios más especializados. El segundo factor ha sido el formato, ya que tanto el proceso de elaboración de las mismas como la escala no son compatibles con los requerimientos para realizar pruebas en las cámaras de los laboratorios especializados. El tercer factor es el tiempo de secado del material o el proceso de reducción de humedad,

ya que este mismo se realiza sin ningún tipo de herramienta y se convierte en un proceso prolongado. Finalmente el cuarto factor es que, a raíz de las diferencias entre los formatos requeridos, no fue posible hacer pruebas a los patrones ligados al diseño acústico.

PROYECCIONES U OPTIMIZACIONES

En cuanto a las posibles proyecciones u optimizaciones que pueden ser implementadas para mejorar este proceso y obtener diferentes resultados, se determinaron una serie de cuatro proyecciones: la primera es generar una conexión directa con expertos en acústica desde el inicio del proceso; la segunda es crear vínculos con áreas especializadas en diseño industrial para crear un molde adecuado a los requerimientos establecidos por los laboratorios en acústica; la tercera proyección sería integrar herramientas que agilicen la reducción de humedad, como es el caso de algunos deshidratadores que optimizan este tiempo, ya que la humedad es un elemento que puede perjudicar la eficiencia de toda prueba acústica; por último, la cuarta proyección sería incorporar herramientas computacionales, como el diseño paramétrico, para obtener una regulación previa, los moldes y el diseño de patrones a aplicar.

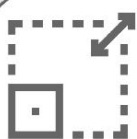
Factores / Fase 01



ACCESIBILIDAD / ACÚSTICA.

La conexión con expertos en acústica se logró de con un proceso avanzado.

01



FORMATO ESPECIALIZADO

Al obtener información especializada, los formatos no fueron compatibles.

02



TIEMPO DE SECADO

El tiempo de secado fue muy prolongado y alentó el proceso.

03



APLICAR DISEÑO DE PATRONES.

Por la diferencia de formatos, no fue posible aplicar pruebas a los paneles con diseño de patrón.

04

Factores

01

CONEXIONES / ACÚSTICA.

Entablar una conexión directa con expertos en acústica desde el inicio del proceso.



02

DISEÑO INDUSTRIAL.

Vínculos especializados para la elaboración de moldes y realizar el proceso de prensado.



03

NUEVAS HERRAMIENTAS

Implementar herramientas como deshidratadores para optimizar el tiempo de secado de los paneles.



04

DISEÑO PARAMÉTRICO.

Estudio de formas eficientes en el área de la acústica y desarrollo de simulaciones.



Proyecciones u Optimizaciones

fase 02

FACTORES / FASE 2

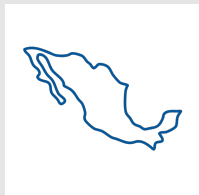
Con lo expuesto anteriormente, se presentan distintos cuestionamientos que nos llevan a enfatizar en cómo sería un nuevo proceso que se acerque más a los resultados buscados.

Paralelamente, se establece una redefinición del proceso que se traduce a una segunda fase estructurada en el siguiente orden de puntos: en primer lugar, todo parte por el análisis del territorio. Este punto es esencial, ya que nos va a brindar toda la información referente a las abundancias en una región determinada. La segunda fase y la más importante es entablar una conexión con expertos en acústica desde un principio, ya que nos brindan la información para realizar estudios especializados en esta área.

Una vez localizadas las abundancias, entramos al tercer punto: las pruebas iniciales. Para esto, podemos comenzar por realizar pruebas en el tubo de impedancias, ya que el proceso de elaboración de las muestras para ejecutar mediciones en esta herramienta tiene la capacidad de ser más inmediato por las dimensiones que se requieren y nos permite generar distintas pruebas a diferentes materiales. El cuarto punto es el estudio de las geometrías, pruebas acústicas computarizadas en la propuesta de patrones. Después, en la quinta parte, nos adentramos a la etapa de desarrollo de los paneles y para esto es importante tener

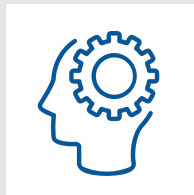
conexiones con expertos en diseño industrial para la elaboración de moldes en formatos con mayor dimensión. Del mismo modo, el diseño de este molde debe cumplir con los requerimientos de compatibilidad de procesos industriales de secado y prensado. La sexta etapa se centra en la creación de prototipos: paneles desarrollados en formatos de 1.20 m con el diseño de patrones ya previamente estudiados y listos para aplicar las pruebas en la cámara alfa y, con ello, adentrarse a la séptima parte: las pruebas finales y así obtener un material con características de absorción acústica.

Proceso / Fase 02



01. TERRITORIO

Obtención de información del territorio, estudios contextuales, localización de abundancias y ciclos de vida.



05. DESARROLLO

Conexiones en áreas de procesos industriales para la elaboración de moldes y prensado de los paneles. Con la finalidad de obtener las muestras en los formatos requeridos.



02. ACÚSTICA

Conexiones con expertos en acústica que informen y guíen el proceso.



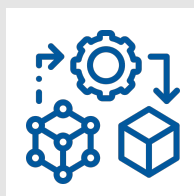
06. PROTOTIPOS

Desarrollo de prototipos con el diseño de patrones eficientes en la acústica y obtención de piezas con diferentes grados de granulometrías.



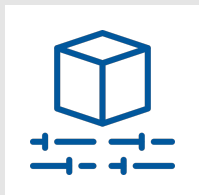
03. PRUEBAS INICIALES

Con las abundancias localizadas, realizar una serie de muestras para ejecutar pruebas en el tubo de impedancias y obtener información inicial.



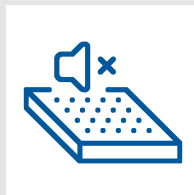
07. PRUEBAS FINALES

Obtención de piezas en formato de 1.20m y ejecución de pruebas en la cámara alfa.



04. GEOMETRÍAS

Estudio de geometrías y creación de simulaciones para determinar formar eficientes en el área acústica.



08. MATERIAL

Producción de paneles geométricos con eficientes características de absorción acústica.



Especulaciones

Introducción

En toda esta secuencia de redefinición de procesos se plantea el cuestionamiento de dónde podrían ser aplicados este tipo de materiales: estos paneles tienen la posibilidad de ser introducidos en áreas habitacionales, aunado a su aplicación en oficinas e incluso en algunas salas que requieran este tipo de cualidades especializadas.

Lo anterior convirtieron a dicho material en un complemento para contrarrestar la contaminación acústica que comúnmente se presenta en estas áreas y contribuye en la búsqueda de crear entornos con mayor calidad de vida, sin dejar de lado también que podría introducirse en algunos otros ámbitos relacionados con mejorar la acustización de recintos.

Por lo tanto, a continuación se exponen algunas visualizaciones futuras, donde se integran los paneles desarrollados en diferentes áreas del diseño. La primera está enfocada en ámbito habitacional para optimizar zonas de vivienda de interés social que se ven afectadas por la contaminación acústica. En la segunda especulación, se incorporan estas piezas como elementos decorativos y del mismo modo, con la finalidad de amortiguar los ruidos generados por electrodomésticos en cocinas. Y finalmente se integran especulaciones en espacios de oficinas y algunos vestíbulos, con la intención de regular el ruido generado en estas zonas.





HABITACIONAL



OFICINAS

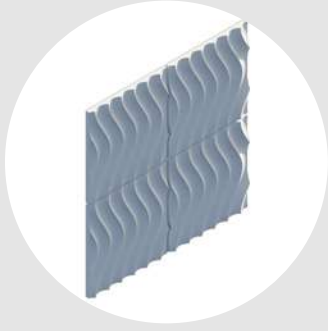


CABINAS



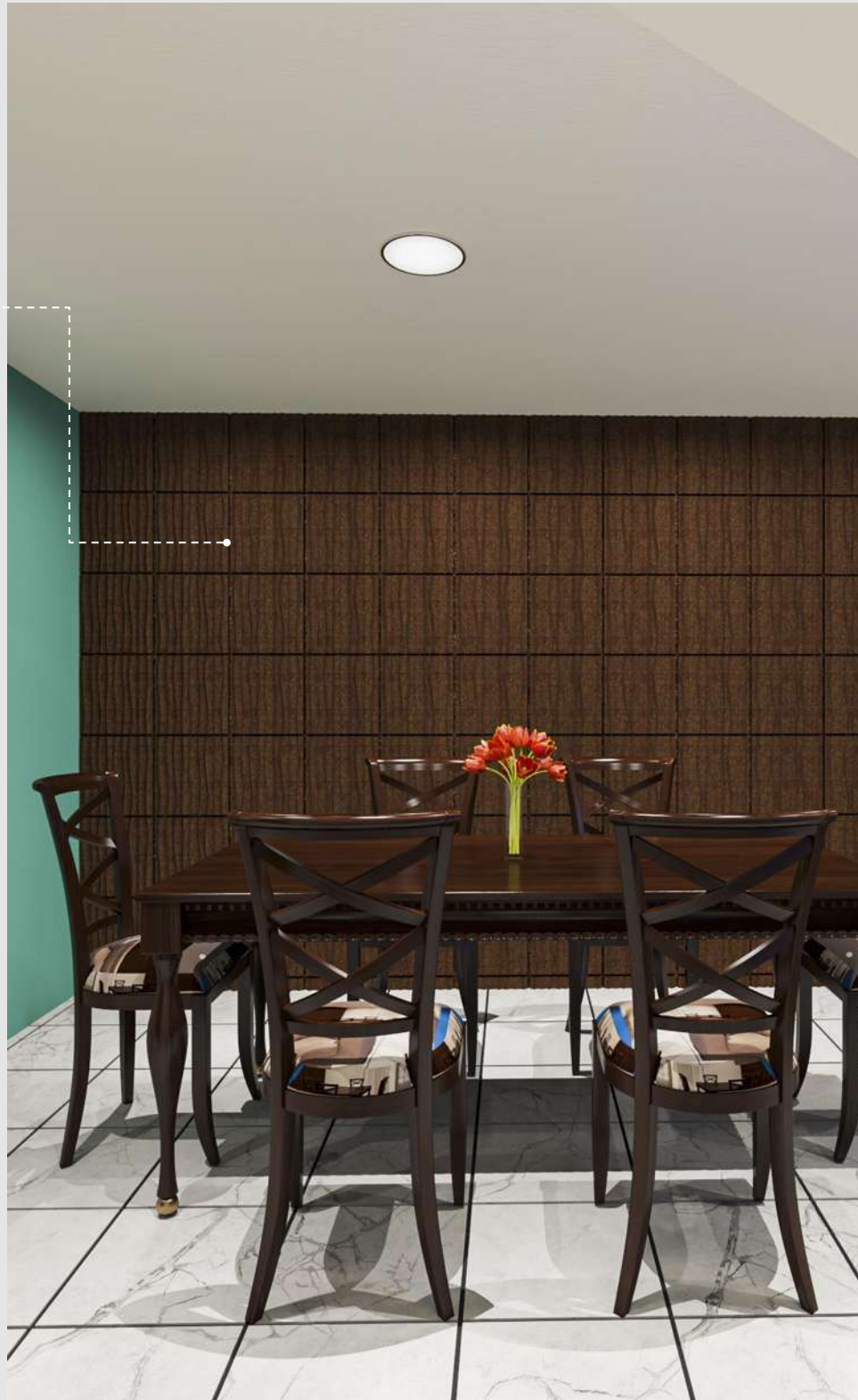
ÁREAS RECREATIVAS

Habitacional



PROPUESTA

Comprimidos de acícula de pino (20x20cm), con un aglutinante de almidón de maíz. Desarrollados con un molde compresor, que obtiene su forma por medio de patrones negativos.





Interiores





PROPUESTA

Comprimidos de acícula de pino (20x20cm), con un aglutinante de almidón de maíz. Implementando una aplicación en zonas interiores de una vivienda.

Oficinas





PROPUESTA

Comprimidos de acícula de pino (20x20cm), con un aglutinante de almidón de maíz. Implementando una aplicación en entornos de oficinas.

05

Conclusiones

Michoacán es uno de los estados de la República con más riquezas naturales (abundancias) y estas mismas son subutilizadas. En su mayoría terminan en vertederos sin siquiera completar su ciclo natural, ocasionando graves problemas en el medio ambiente. En el caso de la acícula, un gran porcentaje de este producto forestal cumple un ciclo biológico natural. Pero este mismo al combinarse con las actividades generadas por el ser humano, forma parte de catástrofes masivas como los incendios forestales que han arrasado con gran parte de las hectáreas de bosques. El desarrollo de este trabajo experimental se ha convertido en un proceso que involucra un enfoque redondo, ya que se hacen presentes aspectos medioambientales, económicos, de seguridad e incluso de salud. Al incidir en los impactos negativos, generados en la salud de las personas por la contaminación acústica.

La contaminación acústica es silenciosa, puede generar grandes impactos negativos en las personas y pasar desapercibida. Es de suma importancia resaltar que al desarrollarse en entornos urbanos altamente contaminados por el sonido, los seres humanos han caído en un estado donde se ha normalizado este problema. Es esencial resaltar la visibilidad de esta contaminación e incluso cuestionar los

niveles de contaminación en los que estamos viviendo. Sobre todo hacen énfasis en los contextos latinoamericanos, puesto que son los que mayormente integran estos factores generados con la contaminación sonora.

Es importante mencionar las limitaciones de accesibilidad a la información o de pruebas especializadas que se presentan en torno a la acústica. Se pudo identificar que en México sólo en las ciudades con mayor magnitud, como la Ciudad de México, es donde existe una mayor probabilidad de alcance de esta información. Puesto que el acceso a estas herramientas se encuentra mayormente en el ámbito privado y en instituciones públicas, también es requerida cierta remuneración para obtener un acercamiento a dichas pruebas.

Sin embargo, esto no fue una limitante para dejar de buscar colaboraciones académicas que potenciarán el presente trabajo experimental. Entablar conexiones representó una de las partes más enriquecedoras del proceso. El acercamiento con el grupo de acústica del ICAT de la UNAM generó el inicio de un proceso informativo, estableciendo nuevos paradigmas que replantearon los métodos de trabajo. Además, se obtuvo con ello

una metodología igualmente regida por la praxis, pero que esta práctica trabaja como una dualidad entorno a la información brindada por las dependencias especializadas en acústica.

Es necesario incidir en la importancia de los cuestionamientos presentados ya que estos fueron el camino hacia establecer nuevos procesos y posibles proyecciones u optimizaciones encaminados a obtener resultados distintos. Al replantear esta metodología y hacer una comparativa con la metodología inicial, ha sido muy evidente la serie de limitaciones y la desinformación que rodeaban los comienzos de esta experimentación.

Este primer proceso, al conectarse con el mundo de la acústica, proporcionó mayor claridad al enfoque de trabajo, ya que la información brindada por estos medios fue un punto clave y se definiría como una ruptura en los paradigmas iniciales que fueron el medio para establecer proyecciones con más firmeza y plantear un nuevo proceso informado.

De esta manera, es de suma importancia señalar que las acciones ejecutadas hasta este punto forman parte de esta primera fase y este proceso experimental queda con la apertura para poner en marcha el método de la segunda etapa, estableciendo posibilidades diferentes para la fabricación de dichos paneles, planteando estrategias futuras para el proceso de manufactura del biomaterial, especulando que este mismo tiene el potencial de introducirse dentro de comunidades cercanas a las áreas forestales y que pudiera ser un medio de empoderamiento y ayudar a la generación de una economía circular.

Finalmente, esta experiencia enriquece e informa un proceso para replantear los medios que logren la implementación de este tipo de pruebas. Este acercamiento inicial a herramientas especializadas de medición de parámetros acústicos simplemente se vuelve un inicio para replantear las dinámicas de trabajo y, posteriormente, contar con las capacidades necesarias para crear un producto potencial.

06

Referencias

FUENTES DE CONSULTA / BIBLIOGRAFÍA

AMBIENTUM. (2022). Residuos agrícolas y forestales. Obtenido de AMBIENTUM: [https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/residuos_agricolas_y_forestales.asp#:~:text=Se%20conocen%20como%20residuos%20agr%C3%ADcolas,actividades%20propias%20de%20estos%20sectores.\(fecha%20de%20consulta%2002/02/2022\)](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/residuos_agricolas_y_forestales.asp#:~:text=Se%20conocen%20como%20residuos%20agr%C3%ADcolas,actividades%20propias%20de%20estos%20sectores.(fecha%20de%20consulta%2002/02/2022))

ALBA, J. (2012). CÁMARA DE TRANSMISIÓN ACÚSTICA A ESCALA PARA EL ESTUDIO DE PANTALLAS ACÚSTICAS. Instituto Para la Gestión Integrada de las Zonas Costeras –IGIC. Escuela Politécnica Superior de Gandia., 01-11.

BAK-ANDERSEN, METTE. (2018). “Cuando la materia conduce a la forma: el diseño guiado por el material (MDD, Material Driven Design) y la sostenibilidad” [When matter leads to form: Material-

BAUX. (2021). Baux, soluciones acústicas para espacios interiores. Obtenido de sitio web de baux: [https://www.internationalacoustic.com/es/brands/baux/#:~:text=Los%20paneles%20ac%C3%BAsticos%20de%20Baux,combinaci%C3%B3n%20es%20simple%20e%20ingeniosa.&text=El%20cemento%2C%20un%20material%20de,humedad%20y%20protecci%C3%B3n%20contra%20incendios.\(fecha%20de%20consulta%2012/01/2021\)](https://www.internationalacoustic.com/es/brands/baux/#:~:text=Los%20paneles%20ac%C3%BAsticos%20de%20Baux,combinaci%C3%B3n%20es%20simple%20e%20ingeniosa.&text=El%20cemento%2C%20un%20material%20de,humedad%20y%20protecci%C3%B3n%20contra%20incendios.(fecha%20de%20consulta%2012/01/2021))

BESOAIN, M. J. (2020). BIOMATERIALES Y CIRCULARIDAD, LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN COMO UN ECOSISTEMA. Obtenido de Madera 21: <https://www.madera21.cl/blog/2020/03/24/maria-jose-besoainbiomateriales-y-circularidad-la-industria-de-la-construccion-como-un-ecosistema/> (fecha de consulta 02/02/2022)

CALDERÓN, G. M. (2019). Diseño de Superficies para Reducir el Efecto de Isla de Calor Urbana. Tesis de maestría, Maestría en Diseño Avanzado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia.

CARRIÓN, A. (1998). Diseño acústico. Barcelona: Edicions UPC.

CATGIU, C. (2017). SUSTAINABLE MATERIALS FROM CONIFER NEEDLES. Obtenido de Material Design Culture: <https://www.madec.polimi.it/2017/10/sustainable-materials-from-conifer-needles/> (fecha de consulta 15/12/2021)

CENAM. (2017). División de Vibraciones y Acústica Centro Nacional de Metrología de México. CONSIDERACIONES SOBRE EL CONTROL DE RUIDO EN VIVIENDAS. Obtenido del sitio web de la CENAM:

<https://www.cenam.mx/vya/documentos/JPAB.Consideraciones%20sobre%20el%20control%20de%20ruido%20en%20viviendas.pdf> (fecha de consulta 31/01/2022)

CEPAL. (2021). La pérdida de los bosques de América Latina y el Caribe 1990–2020: evidencia estadística. Obtenido de División de Estadísticas de la Comisión Económica para América Latina: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47151/1/S2100266_es.pdf (fecha de consulta 02/02/2022)

CIC, UMSNH. 2020 Coordinación de la Investigación Científica (UMSNH). Obtenido del sitio web de CIC:

<https://www.cic.cn.umich.mx/cn/article/download/399/358/#:~:text=En%20la%20Ci%C3%A9niga%20de%20Zacapu%2C%20Michoacan> (fecha de consulta 12/10/2021)

CITA. (2003). Parametric Acoustic Surfaces. Centre for Information Technology and Architecture (CITA), Royal Danish Academy of Fine Arts, School of Architecture.

CONABIO. (2022). Pinos y cedros. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gfamilia/135393/index> (fecha de consulta 02/02/2022)

CONAFOR. (2010). Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores. Zapopan: © Comisión Nacional Forestal.

CONAFOR. (2019). El sector forestal mexicano en cifras / bosques para el bienestar social y climático. Obtenido de Comisión nacional forestal: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/1/7749El%20Sector%20Forestal%20Mexicano%20en%20Cifras%202019.pdf> (fecha de consulta 02/02/2022)

CONAFOR. (2021). SUPERFICIE FORESTAL EN MÉXICO Y SU IMPORTANCIA. Obtenido de Comisión Nacional Forestal: https://idefor.cnf.gob.mx/uploaded/documents/SUPERFICIE_FORESTAL.pdf (fecha de consulta 02/02/2022)

DAGMAR REINHARDT, D. C. (2016). Towards a Micro Design of Acoustic Surfaces. Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design, 136–149.

DURÁN, A. J. (2022). Futuros Posibles. Tesis de maestría, Maestría en Diseño Avanzado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia.

EARLE, C. J. (2021). Pinus devoniana. Obtenido de La base de datos de gimnospermas: https://www.conifers.org/pi/Pinus_devoniana.php (fecha de consulta 02/02/2022)

ECHEVERRÍA, M. (2008). Diseño de una cámara anecoica y una cámara reverberante. Quito, Ecuador: QUITO/ EPN/.

ECOHABITAR.ORG. (2019). Bio-construcción. Obtenido del sitio web de Redacción Eco-Habitar: <https://ecohabitar.org/aislamientos-e-impermeabilizacion-ecologicos/> (fecha de consulta 12/01/2021)

EMF. (2017). Economía Circular. Obtenido de Ellen Macarthur Foundation: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto> (fecha de consulta 02/02/2022)

FAO. (2020). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Principales resultados. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: <https://www.fao.org/3/CA8753ES/CA8753ES.pdf> (fecha de consulta 02/02/2022)

FAO. ONU. (2020). ¿A qué riesgos se enfrentan los bosques? Retrieved from Food and Agriculture Organization of the United Nations: <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/es> (fecha de consulta 02/02/2022)

GARCÍA, R. (2013). Diseño paramétrico en Arquitectura; método, técnicas y aplicaciones. . Obtenido de ARQUISUR REVISTA, Universidad Católica de Chile: <https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/50683/Dise%C3%B1o%20param%C3%A9trico%20en%20Arquitectura%20m%C3%A9todo%20t%C3%A9cnicas%20y%20aplicaciones.pdf?sequence=1> (fecha de consulta 02/10/2022)

GARCÍA, T. E. (2017). Caracterización dasométrica y químico - micrográfica de tres especies de pino y su viabilidad de aprovechamiento integral. Obtenido de Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol. 8 (41): <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v8n41/2007-1132-remcf-8-41-00109.pdf> (fecha de consulta 02/05/2022)

GÓMEZ, L. E. (2005). La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado. In S. d. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, La biodiversidad en Michoacán: Estudio de Estado (pp. 38-45). México: Gobierno de Michoacán.

GÓMEZ, S. S. (2007). EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA. Revista de Salud Ambiental 7, 175-180.

HÁBITAT, O. N. U. (2010). El derecho a una vivienda adecuada. Folleto informativo no 21 [Internet]. Vol. 19. Revista de Antropología Social, 103-129. Obtenido de Revista Antropología Social: https://www.ohchr.org/Documents/Publications/FS21_rev_1_Housing_sp.pdf (fecha de consulta 02/02/2021)

HAMBURG, E. (2016). Sala de Conciertos Elbphilharmonie: Nuevo Hito Cultural de Hamburgo. Obtenido de <https://www.arquired.com.mx/arq/arquitectura/sala-conciertos-elbphilharmonie-nuevo-hito-cultural-hamburgo/> (fecha de consulta 02/10/2022)

HERNÁNDEZ, G.; VELÁSQUEZ, S. (2014). Vivienda y calidad de vida. Medición del Hábitat social en México Occidental. Revista Bitácora Urbano Territorial, vol.24. pp. 1-36. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

INEGI. (2020). ENCUESTA NACIONAL DE VIVIENDA (ENVI). Obtenido de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/envi/ENVI2020.pdf> (fecha de consulta 02/02/2021)

ISBERT, A. C. (2006). Diseño Acústico de espacios arquitectónicos. Barcelona: Edicions UPC.

ITESO. (2020). Pino michoacano, (Pinus devoniana Lindl. Sinonimia: Pinus michoacana). Obtenido de Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente: https://iteso.mx/web/general/detalle?group_id=19320954 (fecha de consulta 02/02/2022)

JBSMSE. (2006). Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. Biodegradable fibrous thermal insulation. Rio de Janeiro: J. Braz. Soc. Mech. Sci. & Eng. vol.28.

KARANA, E. (2015). Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences. International Journal of Design, 35-54.

LARRACILLA, R. (2021). Propuesta de diseño para un sistema de intervención térmico-acústico orientado a mejorar las condiciones de bienestar habitacional en la vivienda social (pp. 01-72). Tesis de maestría, Universidad Iberoamericana de Puebla. Puebla, México. Obtenido del sitio web Universidad Iberoamericana - Repositorio Institucional: <https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/4973/Rosa%20Larracilla%2c%20Marco%20Antonio%20de%20la.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (fecha de consulta 25/01/2022)

LÓPEZ, M. C. (2006). Implementación de una cámara anecoica en la banda de 2 - 3 GHz. Departamento de Eléctrica y Electrónica de la ESPE, 1-11.

MANTELLI, P. (2017). Procedimiento para la determinación experimental de las frecuencias y modos acústicos de un tubo. IV Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería, 85-90.

MIDEBIEN. (2018). ¿Qué es una prueba de material acústico? Obtenido de Mide Bien: <https://midebien.com/que-es-una-prueba-de-material-acustico/> (fecha de consulta 02/10/2022)

MOLINA, F. (2020). Bio-panel termoacústico resistente al fuego de acícula chilena. Obtenido de Madera21.CL: <https://www.madera21.cl/wp-content/uploads/2020/08/PDF-PESENTACION-WOOD-STARTUP.pdf?x62120> (fecha de consulta 15/12/2021)

NATURALISTA. (2018). Pino Escobeton (Pinus devoniana). Obtenido de Naturalista: <https://www.naturalista.mx/taxa/135748-Pinus-devoniana> (fecha de consulta 02/05/2022)

ODEON. (2022). What is ODEON? Obtenido de Odeon, room acoustics software: <https://odeon.dk/product/what-is-odeon/> (fecha de consulta 02/10/2022)

OLVERA, C. D. (2019). Anatomía de la hoja de seis especies de Pinus del estado de Durango, México. Obtenido de INECOL: <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/e2511698/1938> (fecha de consulta 02/05/2022)

ONU. (1954). Report on International Definition and Measurement of Standards and Levels of Living. New York: ONU.

ONU. (2014). India: El Poder de Las Agujas de Pino. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.youtube.com/watch?v=-A7jnvTpiJs> (fecha de consulta 02/04/2022)

ONU. (2022). Number of wildfires to rise by 50% by 2100 and governments are not prepared, experts warn. Retrieved from ONU, ENVIROMENT PROGRAMME: <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/number-wildfires-rise-50-2100-and-government-s-are-not-prepared> (fecha de consulta 02/04/2022)

ORTIZ, F. E. (2015). Calidad de vida y la experiencia de habitar. Vivienda de Interés Social y Calidad de Vida en la periferia de la Ciudad de Morelia, Michoacán (pp. 29–84). Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de México, CDMX. Obtenido del sitio web DEPUCE UNAM: https://www.puec.unam.mx/pdf/publicaciones_digitales/vivienda_interes_social_morelia_web.pdf (fecha de consulta 25/01/2021)

OSNAM. (2017). Observatorio de salud y medio ambiente de Andalucía. Ruido y Salud. Obtenido del sitio web Observatorio de Andalucía: https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=72b1d2fd-c5e5-4751-b071-8822dfdfdd&groupld=7294824 (fecha de consulta 31/01/2022)

OXFAMINTERMON. (2018). Definición de sostenibilidad: ¿sabes qué es y sobre qué trata? Retrieved from Org. Oxfamintermon: <https://blog.oxfamintermon.org/definicion-de-sostenibilidad-sabes-que-es-y-sobre-que-trata/> (fecha de consulta 02/04/2022)

PAOT. (2000). La vegetación de México. Obtenido de Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México: https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/02_Vegetacion/2.1_Vegetacion/data_vegetacion/recuadro1.htm#:~:text=Bosque%20de%20latifoliadas.,desarrollarse%20en%20sitios%20francamente%20c%C3%A1lidos. (fecha de consulta 02/04/2022)

PÉREZ, I. (2019). Los incendios forestales que afectan a México. Obtenido de Ciencia UNAM-DGDC: <http://ciencia.unam.mx/leer/935/los-incendios-forestales-que-afectan-a-mexico> (fecha de consulta 02/04/2022)

PETERS, B. (2009). Parametric Acoustic Surfaces. Centre for Information Technology and Architecture, Royal Danish Academy of Fine Arts, School of Architecture, pp.174-181.

PETERS, B. (2010). Acoustic Performance as a Design Driver: Sound Simulation and Parametric Modeling Using SmartGeometry. International journal of architectural computing, pp. 337-358.

PETERS, B. (2011). Integrating acoustic analysis in the architectural design process using parametric modeling, FORUM ACUSTICUM 2011. pp. 1-6.

PETERS, B., & OLESEN, T. S. (2010). Integrating Sound Scattering Measurements in the Design of Complex Architectural Surfaces: Informing a parametric design strategy with acoustic measurements from rapid prototype scale models, FUTURE CITIES [28th eCAADe Conference Proceedings pp. 481-491.

PETERS, B., & TAMKE, M. (2011). Responsive Acoustic Surfaces: Computing Sonic Effects .RESPECTING FRAGILE PLACES [29th eCAADe Conference Proceedings, pp. 819-828.

RETOKOMMERLING. (2021). El ciclo de vida de los materiales. Obtenido de Retokommerling: <https://retokommerling.com/ciclo-de-vida-materiales/> (fecha de consulta 02/03/2022)

ROBOTICS. (2021). ¿Qué es una cámara anecoica? Obtenido de ROBOTICS: <https://www.edsrobotics.com/blog/camara-anecoica/#:~:text=Una%20c%C3%A1mara%20anecoica%20o%20anecoide,paredes%2C%20suelo%20y%20techo.> (fecha de consulta 02/10/2022)

SÁENZ, C. (2019). Pinus devoniana Lindley. Obtenido de CONABIO: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/957Pinus%20devoniana.pdf> (fecha de consulta 02/05/2022)

SANTILLÁN, M. L. (2021). México, país de Pinos. Obtenido de Ciencia UNAM-DGDC: <http://ciencia.unam.mx/leer/1209/mexico-es-el-hogar-de-la-mitad-de-las-especies-de-pinos-de-todo-el-mundo-> (fecha de consulta 02/02/2022)

SEMARNAT. (2019). PROGRAMA DE MANEJO DEL FUEGO CENTRO NACIONAL DE MANEJO DEL FUEGO. Obtenido de Secretaría del Medio Ambiente: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/522446/Cierre_de_la_Temporada_2019.pdf (fecha de consulta 02/02/2022)

SEMARNAT. (2017). Es el Día Mundial de la Descontaminación Acústica. Obtenido del sitio web SEMARNAT: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/ssshhh-es-dia-mundial-de-la-descontaminacion-acustica?idio m=es> (fecha de consulta 15/12/2021)

SEMARNAT. (2018). Maíz grano cultivo representativo de México. Obtenido de SEMARNAT: [https://www.gob.mx/aserca/articulos/maiz-grano-cultivo-representativo-de-mexico#:~:text=Los%20principales%20Estados%20productores%20son,representan%20el%20\(20%25\)%20restante.](https://www.gob.mx/aserca/articulos/maiz-grano-cultivo-representativo-de-mexico#:~:text=Los%20principales%20Estados%20productores%20son,representan%20el%20(20%25)%20restante.) (fecha de consulta 02/02/2022)

SHF. (2015). Estado Actual de la Vivienda en México 2015. Obtenido de Biblioteca Mexicana del Conocimiento: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/147034/EAVM_2015_N.pdf (fecha de consulta 02/02/2021)

SOTOMAYOR, V. G. (2019). ¿Qué significa sustentabilidad? Obtenido de Ceiba.Org: https://ceiba.org.mx/publicaciones/Consejo%20Editorial/190501_QueeslaSustentabilidad_VictorSS.pdf (fecha de consulta 02/02/2022)

STINSON, L. (2017). Herzog and De Meuron's new philharmonic in Hamburg, Germany, is an impressive feat of technology. Retrieved from WIRED: <https://www.wired.com/2017/01/happens-algorithms-design-concert-hall-stunning-elbphilharmonie/> (fecha de consulta 02/10/2022)

TÉLLEZ-VALDÉS, O., A. L. SILVA GARCIA, C. MIGUEL-TALONIA, M. SUÁREZ-MOTA. 2019. Pinus devoniana (mochcotaj). Distribución Potencial, escala 1:1000000. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. (2022). Spreading like Wildfire – The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires. Nairobi: A UNEP Rapid Response Assessment.

Wali, G. M. (2020). Cheer Project. Obtenido de future materials bank: <https://www.futurematerialsbank.com/material/pine-needle/> (fecha de consulta 15/12/2021)

ZAMBRANO, D. P. (2017). Pinos (pinus): características, reproducción, tipo de hoja y especies. Obtenido de Animales y Biología: <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/arboles/pinospinus#:~:text=Las%20hojas%20t%C3%ADpicas%20de%20los,las%20ramas%20de%20los%20%C3%A1rboles.> (fecha de consulta 02/05/2022)

Relación de gráficos

[Pág. 11] Fig. 01 Diagrama. Abstract Gráfico. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/06/23)

[Pág. 14] Fig. 02 Gráfica. Variación neta anual de la superficie de bosques, por decenio. Por: OSC con información de Naciones Unidas, Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (Fecha de realización: 12/02/22)

[Pág. 15] Fig. 03 Diagrama. Cobertura Boscosa América Latina. Obtenido de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47151/1/S2100266_es.pdf (fecha de consulta 02/02/2022)

[Pág. 17] Fig. 04 Mapa. Densidad Media Anual de Incendios, 2000-2020. Desarrollado por: Miguel Castillo Soto/Universidad de Chile, 2021. NASA 2020 (fecha de consulta 02/02/2022)

[Pág. 20] Fig. 05 Diagrama. Árbol de problemas, con causas y efectos. Por: OSC con información de la Comisión Nacional Forestal. (Fecha de realización: 12/04/22)

[Pág. 22] Fig. 06 Diagrama. Triángulo de Fuego. Obtenido de: CONAFOR. (2010). Incendios forestales. Guía práctica para comunicadores. Zapopan: © Comisión Nacional Forestal.

[Pág. 23] Fig. 07 Diagrama. Matriz de Congruencia de tesis, preguntas y objetivos de investigación. Por: OSC (Fecha de realización: 12/04/22).

[Pág. 27] Fig. 08 Diagrama. Metodología de investigación guiada por el material. Por: OSC con información de Karana, E. (2015). Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences.

[Pág. 28] Fig. 09 Diagrama. Propuesta Metodológica. Por: OSC con información de Karana, E. (2015). Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences. (Fecha de realización: 12/04/22).

[Pág. 29] Fig. 10 Foto. Pino Michoacano en zona rural de Mil Cumbres. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/05/22).

[Pág. 30] Fig.11 Diagrama. Conceptualización. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/04/22).

[Pág. 33] Fig. 12 Imagen. Pino Michoacano (*Pinus Devoniana*). Obtenido de: <https://www.naturalista.mx/taxa/135748-Pinus-devoniana> (fecha de consulta 02/02/2022)

[Pág. 34] Fig. 13 Foto. Pino Michoacano en zona rural de Mil Cumbres. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/05/22).

[Pág. 35] Fig. 14 Mapa. Distribución Potencial-*Pinus Devoniana*. Obtenido de: Téllez-Valdés, O., A. L. Silva García, C. Miguel-Talonia, M. Suárez-Mota. 2019. *Pinus devoniana* (mochcotaj).

[Pág. 37] Fig. 15 Diagrama. Acícula y piñas del *pinus devoniana*. Desarrollado por: Aslam Narváez Parra/CONABIO (fecha de consulta 02/02/2022)

[Pág. 38] Fig. 16 Diagrama. Composición del pinus devoniana. Desarrollado por: Aslam Narváez Parra/CONABIO (fecha de consulta 02/02/2022)

[Pág. 39] Fig. 17 Diagrama. Ciclo de vida del Pino. Desarrollado por OSC con información obtenida de:

researchgate.net/publication/320826943_life_cycle_of_Pinus (fecha de consulta 02/08/2023)

[Pág. 41] Fig. 18 Imágenes. Piezas desarrolladas por Cheer Project. Obtenido de: <https://www.futurematerialsbank.com/material/pine-needle/> (fecha de consulta 15/12/2021)

[Pág. 42] Fig. 19 Imágenes. Piezas desarrolladas por Russian Aotta Studio. Obtenido de:

<https://www.madec.polimi.it/2017/10/sustainable-materials-from-conifer-needles/> (fecha de consulta 15/12/2021)

[Pág. 43] Fig. 20 Imágenes. Piezas desarrolladas por Bio-Panel Termoacústico de Acícula Chilena. Obtenido de:

<https://www.madera21.cl/wp-content/uploads/2020/08/PDF-PESENTACION-WOOD-S-TARTUP.pdf?x62120> (fecha de consulta 15/12/2021)

[Pág. 44] Fig. 21 Gráfica. Mediciones Comparativas del Bio-Panel Termoacústico de Acícula Chilena. Obtenido de:

<https://www.madera21.cl/wp-content/uploads/2020/08/PDF-PESENTACION-WOOD-S-TARTUP.pdf?x62120> (fecha de consulta 15/12/2021)

[Pág. 45] Fig. 22 Imagen. Piezas desarrolladas por Baux. Obtenido de:

<https://www.internationalacoustic.com/es/brands/baux/#:~:text=Los%20paneles%20ac%C3%B3sticos%20de%20Baux,combinaci%C3%B3n%20es%20simple%20e%20ingeniosa.&text=El%20cemento%2C%20un%20material%20de,humedad%20y%20protecci%C3%B3n%20contra%20incendios.> (fecha de consulta 12/01/2021)

[Pág. 47] Fig.23 Diagrama. Enfoque Material-Ruido y Salud. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/04/22).

[Pág. 49] Fig. 24 Diagrama. Límite de decibelios recomendados. Desarrollado por: Organización Mundial de la Salud / SEMARNAT (fecha de consulta 02/02/2022)

[Pág. 50] Fig.25 Diagrama. Afectaciones en la salud, causadas por la contaminación acústica. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/04/22).

[Pág. 51] Fig.26 Diagrama. diseño acústico. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/08/22).

[Pág. 53] Fig. 27 Imagen. kuka robótica desarrollando un patrón con propiedades acústicas. Obtenido de: Dagmar Reinhardt, D. C. (2016). Towards a Micro Design of Acoustic Surfaces. Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design, 136–149. (fecha de consulta 02/09/2022)

[Pág. 54] Fig. 28 Diagrama 01. Kuka robótica desarrollando un patrón con propiedades acústicas. Obtenido de: Dagmar Reinhardt, D. C. (2016). Towards a Micro Design of Acoustic Surfaces. Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design, 136–149. (fecha de consulta 02/09/2022)

[Pág. 54] Fig. 29 Diagrama 02. Kuka robótica desarrollando un patrón con propiedades acústicas. Obtenido de: Dagmar Reinhardt, D. C. (2016). Towards a Micro Design of Acoustic Surfaces. Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design, 136–149. (fecha de consulta 02/09/2022)

[Pág. 55] Fig. 30 Diagrama 03. Kuka robótica desarrollando un patrón con propiedades acústicas. Obtenido de: Dagmar Reinhardt, D. C. (2016). Towards a Micro Design of Acoustic Surfaces. Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design, 136–149. (fecha de consulta 02/09/2022)

[Pág. 55] Fig. 31 Diagrama 04. Kuka robótica desarrollando un patrón con propiedades acústicas. Obtenido de: Dagmar Reinhardt, D. C. (2016). Towards a Micro Design of Acoustic Surfaces. Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design, 136–149. (fecha de consulta 02/09/2022)

[Pág. 56] Fig. 32 Imagen. Cámara de pruebas acústicas a escala. Obtenido de: Dagmar Reinhardt, D. C. (2016). Towards a Micro Design of Acoustic Surfaces. Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design, 136–149. (fecha de consulta 02/09/2022)

[Pág. 56] Fig. 33 Imágenes. Patrones para estudio de propiedades acústicas, desarrollados con kuka robótica. Obtenido de: Dagmar Reinhardt, D. C. (2016). Towards a Micro Design of Acoustic Surfaces. Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design, 136–149. (fecha de consulta 02/09/2022)

[Pág. 56] Fig. 34 Gráfica. Obtención de resultados comparativos del coeficiente de absorción acústica de patrones paramétricos. Obtenido de: Dagmar Reinhardt, D. C. (2016). Towards a Micro Design of Acoustic Surfaces. Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design, 136–149. (fecha de consulta 02/09/2022)

[Pág. 57] Fig. 35 Imagen. Piezas desarrolladas para el diseño acústico de la Filarmónica de Hamburgo. Obtenido de: <https://www.wired.com/2017/01/happens-algorithms-design-concert-hall-stunning-elbphilharmonie/> (fecha de consulta 02/10/2022)

[Pág. 57] Fig. 36 Diagramas. Piezas desarrolladas para el diseño acústico de la Filarmónica de Hamburgo. Obtenido de: <https://www.wired.com/2017/01/happens-algorithms-design-concert-hall-stunning-elbphilharmonie/> (fecha de consulta 02/10/2022)

[Pág. 59] Fig. 37 Fotos. Molienda del rastrojo de maíz, identificación de abundancias. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/08/22).

[Pág. 60] Fig. 38 Fotos. Primeros experimentos materiales con rastrojo de maíz. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/08/22).

[Pág. 61] Fig. 39 Fotos. Primeros experimentos materiales, identificación de abundancias. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/08/22).

[Pág. 62] Fig. 40 Foto. Procesamiento de acícula de pino para su desarrollo. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/08/22).

[Pág. 62] Fig. 38 Fotos. Desarrollo de primeras piezas con acícula. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/08/22).

[Pág. 63] Fig.41 Diagrama. Diseño de molde para impresión 3D. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/08/22).

[Pág. 64] Fig. 42 Fotos. Piezas del molde impresas en 3D. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/09/22).

[Pág. 65] Fig. 43 Foto. Ingredientes para el desarrollo del biomaterial. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/09/22).

[Pág. 65] Fig. 44 Diagrama. Fórmula final del biomaterial. Por OSC con iconos obtenidos de: <https://www.flaticon.es/> (fecha de consulta 02/02/2022)

[Pág. 66] Fig. 45 Foto. Primeras exploraciones formales con acícula de pino. Foto por: RMA (Fecha de captura: 12/11/22).

[Pág. 67] Fig. 46 Foto. Proceso de la acícula de pino. Foto por: RMA (Fecha de captura: 12/11/22).

[Pág. 68] Fig. 47 Foto. Conjunto de piezas formales con acícula de pino. Foto por: RMA (Fecha de captura: 12/11/22).

[Pág. 69] Fig. 48 Fotos. Secuencia de fotos de proceso de elaboración. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/08/23)

[Pág. 71] Fig. 49 Fotos. Secuencia de fotos de proceso de elaboración final. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/08/23)

[Pág. 73] Fig. 50 Foto. Desarrollo de piezas formales con acícula de pino. Foto por: RMA (Fecha de captura: 12/11/22).

[Pág. 74] Fig. 51 Fotos. Desarrollo de piezas formales con acícula de pino. Foto por: RMA (Fecha de captura: 12/11/22).

[Pág. 75] Fig. 52 Foto. Desarrollo de piezas formales con acícula de pino. Foto por: RMA (Fecha de captura: 12/11/22).

[Pág. 75] Fig. 53 Foto. Desarrollo de piezas finales con acícula de pino. Foto por: RMA (Fecha de captura: 12/11/22).

[Pág. 76] Fig. 54 Foto. Desarrollo de piezas finales con acícula de pino. Foto por: RMA (Fecha de captura: 12/11/22).

[Pág. 78] Fig. 55 Foto.Cámara reverberante del ICAT, UNAM. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/07/22).

[Pág. 78] Fig. 56 Foto. Cámara anecoica del ICAT, UNAM. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/07/22).

[Pág. 79] Fig. 57 Foto. Cámara de transmisión del ICAT, UNAM. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/07/22).

[Pág. 79] Fig. 58 Foto. Cámara Alfa del ICAT, UNAM. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/07/22).

[Pág. 80] Fig. 59 Foto. Tubo de impedancias del ICAT, UNAM. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/07/22).

[Pág. 80] Fig. 60 Foto. Colocación de muestra en tubo de impedancias del ICAT, UNAM. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/07/22).

[Pág. 81] Fig. 61 Foto. Moldes para crear muestras y analizar en tubo de mediciones del ICAT, UNAM. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/07/22).

[Pág. 81] Fig. 62 Foto. Tubo de impedancias del ICAT, UNAM. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/07/22).

[Pág. 82] Fig.63 Gráfica. Primeros resultados obtenidos de las pruebas de absorción. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/09/22).

[Pág. 83] Fig. 64 Foto. Pino michoacano y acícula de pino. Foto por: OSC (Fecha de captura: 12/08/23).

[Pág. 85] Fig.65 Diagrama. Aportaciones y procesos. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/12/22).

[Pág. 89] Fig.66 Diagrama. Factores / Fase 01. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/12/23).

[Pág. 93] Fig.67 Diagrama. Proceso / Fase 02. Por: OSC con iconos obtenidos de: <https://www.flaticon.es/> (Fecha de realización: 12/12/23).

[Pág. 96] Fig.68 Diagrama. Especulaciones. Por: OSC con iconos obtenidos de: <https://www.flaticon.es/> (Fecha de realización: 12/12/23)

[Pág. 97] Fig.69 Imagen. Especulación 01 de la implementación de las piezas en una vivienda. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/12/22).

[Pág. 98] Fig.70 Imagen. Especulación 02 de la implementación de las piezas en una vivienda. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/12/22).

[Pág. 99] Fig.71 Imagen. Especulación 03 de la implementación de las piezas en un espacio interior (cocina). Por: OSC. (Fecha de realización: 12/12/23).

[Pág. 101] Fig.72 Imagen. Especulación 04 de la implementación de las piezas en una sala de juntas. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/12/23).

[Pág. 102] Fig.73 Imagen. Especulación 02 de la implementación de las piezas en un vestíbulo. Por: OSC. (Fecha de realización: 12/12/23).

