DISEÑO DE MOBILIARIO PARA COMEDOR IMPLEMENTANDO MADERA DE "*MIMOSA LACTIFLUA DELILE EX BENTH. VAR. LACTIFLUA*" (CACHO DE VENADO) CON EL ESTILO RÚSTICO MODERNO

División de estudios de posgrado

Tesis para obtener el grado de:

MAESTRO EN DISEÑO DE MUEBLES

Presenta:

I.D RAÚL HERRERA MARTÍNEZ

Director de tesis:

DR. SAÚL MARTÍNEZ RAMÍREZ

Huajuapan de León, Oaxaca, Septiembre de 2019.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios por darme sabiduría e inteligencia para concluir este proyecto. Gracias a mis hermanos Aida y Damián que siempre me animaron y apoyaron en todo, pero principalmente les doy las gracias a mis padres Efraín Herrera Gómez y Refugia Martínez Ramírez por brindarme todo su apoyo y amor incondicional, sin el cual no sería posible este logro.

Por otra parte le doy gracias a mi Director de Tesis el Dr. Saúl Martínez Ramírez por su paciencia, dedicación y por todo su esfuerzo en el desarrollo de esta tesis.

Y por último agradezco a cada uno de mis revisores por su tiempo, disposición y sugerencias que permitieron mejorar y concluir esta investigación.

RESUMEN

La madera es de los materiales más utilizados en el diseño de comedores. El estilo Rústico-Moderno se caracteriza por la utilización de madera en combinación con otros materiales. En este contexto se realizó esta investigación con el objetivo de diseñar mobiliario para comedor con el estilo Rústico-Moderno en función de las características físicas y mecánicas de la madera de *Mimosa lactiflua.* Para diseñar el mobiliario para comedor se siguió el método de Bernd Löbach que consiste en cuatro fases: 1. Análisis del problema, 2. Solución del problema, 3. Valoración de las soluciones y 4. Realización de las soluciones. A partir de una lluvia de ideas se plasmaron bocetos en un cuaderno de dibujo, se seleccionaron tres propuestas las cuales se sometieron a una matriz de correlación para seleccionar la propuesta final. Se encontró que el método empleado fue útil para la investigación. Con estos pasos se obtuvieron los requerimientos de diseño, el concepto de diseño, la selección de la mejor alternativa y la construcción de un prototipo final. Además, se determinó la densidad y la resistencia a la compresión paralela a las fibras de la madera. Se construyó el prototipo de comedor y con una muestra de 10 personas se evaluaron 13 indicadores ergonómicos expuestos por El instituto de biomecánica de valencia y Vergara Monedero obteniendo como resultado que el prototipo cumple con las característica necesarias de un mobiliario eficiente y cómodo. Se concluyó que mediante la teoría del diseño, las características de la madera y el estilo Rústico-Moderno es posible construir mobiliario para comedor.

Palabras clave: bocetos, método de Bernd Löbach, prototipo, pruebas ergonómicas, resistencia.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. ASPECTOS PRELIMINARES **9**

1.1 INTRODUCCIÓN **10**

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **12**

2.3 JUSTIFICACIÓN **14**

2.4 OBJETIVO GENERAL **15**

2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS **16**

2.6 HIPÓTESIS **16**

2.7 LIMITACIONES DE LA TESIS **16**

2.8 DELIMITANTES **17**

2.9 PROCESO METODOLÓGICO DE BERND LÖBACH **17**

CAPÍTULO II. MARCOS: TEÓRICO, CONCEPTUAL, HISTÓRICO, REFERENCIAL Y LEGAL O NORMATIVO **20**

2.1 MARCO TEÓRICO **21**

2.2 MARCO CONCEPTUAL **26**

2.2.1 DEFINICIÓN DE DISEÑO **26**

2.2.2 DEFINICIÓN DE MOBILIARIO **27**

2.2.3 DEFINICIÓN DE MADERA **28**

A) COMPOSICIÓN DE LA MADERA 29

B) CLASIFICACIÓN DE LA MADERA 30

a) Maderas Blandas 30

b) Maderas Duras 30

2.2.4 *MIMOSA LACTIFLUA* VAR. *LACTIFLUA*. DELILE EX BENTH. **31**

2.2.5 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE *M. LACTIFLUA* **33**

2.2.6 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE LA MADERA DE MIMOSA LACTIFLUA DELILE EX BENTH VAR. LACTIFLUA. **34**

2.3 MARCO HISTÓRICO **46**

2.3.1 CLASIFICACIÓN DEL MOBILIARIO **48**

2.4 MARCO REFERENCIAL **50**

2.4.1 ESTILO RÚSTICO-MODERNO **51**

A. FULL GROWN 52

B. DELIER ESTUDIO 53

C. ABITARE DECORACIÓN 54

2.5 MARCO LEGAL O NORMATIVO **56**

CAPÍTULO III. CONCEPTO DE DISEÑO 59

3.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO 60

3.1.1 EL COMEDOR **61**

3.1.2 ANTROPOMETRÍA PARA EL DISEÑO DE COMEDOR **63**

3.1.3 ASPECTOS NORMATIVOS **69**

3.1.4 LISTA DE REQUERIMIENTOS DE DISEÑO **70**

3.2 GENERACIÓN DEL CONCEPTO DE DISEÑO 73

3.2.1 PROPUESTAS DE DISEÑO **74**

3.2.2 PROPUESTA 1. ÁRBOL **74**

3.2.3 PROPUESTA 2. ESPINA **77**

3.2.4 PROPUESTA 3. ARAÑA **79**

3.3 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA 80

CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA 83

4.1 MODELO 3D. 84

4.2 ANÁLISIS ESTÁTICO 84

4.2 PLANOS CONSTRUCTIVOS 97

4.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROTOTIPO FINAL 109

4.3.1 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO MESA PARA COMEDOR **110**

4.3.2 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO SILLA PARA COMEDOR **116**

CAPÍTULO V. VERIFICACIÓN DE LA PROPUESTA 121

5.1 PRUEBAS ERGONÓMICAS 122

CONCLUSIONES 131

REFERENCIAS 134

ANEXO 1. LLUVIA DE IDEAS PARA EL DISEÑO DE COMEDOR 142

ANEXO 2. DETALLES CONSTRUCTIVOS DEL PROTOTIPO 146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Actividad Forestal en México. Fuente [15] 13

Figura 2. Metodología de Bernd Löbach, Fuente [21] 17

Figura 3. Porcentaje de la composición Biológica de la Madera 29

Figura 4. Diferencias entre madera dura y madera blanda 31

Figura 5. Madera de cacho de Venado (*Mimosa lactiflua*) 32

Figura 6. Probetas de Mimosa 35
Figura 7. Registro de peso de las probetas (muestras) 36
Figura 8. Determinación del volumen de las probetas 36
Figura 9. Proceso de escurrimiento del agua no absorbida 38
Figura 10. Comparación de peso de las probetas 39
Figura 11. Registro de peso de la madera hasta las 72 horas. 40
Figura 12. Probetas utilizadas para el ensayo de resistencia a la compresión. 41
Figura 13. Determinación del peso de las probetas para ensayo mecánico 41
Figura 14. Ensayo de compresión de la madera de *Mimosa lactiflua.* 42
Figura 15. Estructura de un árbol 75
Figura 16. Concepto de diseño propuesta 1 75
Figura 17. Bocetos conceptuales (3D) propuesta 1 76
Figura 18. Espina de rosa 77
Figura 19. Concepto de diseño 2 77
Figura 20. Boceto conceptual (3D) propuesta 2 78
Figura 21. Araña 79
Figura 22. Concepto de diseño 3 79
Figura 23. Boceto conceptual (3D) propuesta 3 80
Figura 24. Mejor alternativa de comedor 84
Figura 25. Características generales del modelo 85
Figura 26. Mallado del modelo (mesa) 89
Figura 27. Resultado de la tensión de Von Misses 90
Figura 28. Resultados del factor de seguridad 91
Figura 29. Modelo 2 (silla para comedor) 92
Figura 30. Resultados de la Tensión de Von Misses 95
Figura 31. Resultados de deformaciones unitarias 96

Figura 32. Seleción de la herramienta de corte 111
Figura 33. Corte de madera de *Mimosa* 111
Figura 34. Piezas de mimosa cortadas 112
Figura 35. Acomodo de la madera de *mimosa* en el molde 112
Figura 36. Vaciado de resina cristal 113
Figura 37. Secado de la pieza, 72 horas necesarias 113
Figura 38. Maquinado de la pieza vaciada. 114
Figura 39. Tipo de sujeción de los apoyos 114
Figura 40. Soporte de la mesa armado 115
Figura 41. Prototipo de mesa terminado 115
Figura 42. Maquinado de pieza de madera de pino 116
Figura 43. Colocación de los elementos dentro del molde para silla 117
Figura 44. Secado de pieza 117
Figura 45. Desmolde de la pieza de silla 118
Figura 46. Pintado de la madera de pino 118
Figura 47. Respaldo de acrílico maquinado 119
Figura 48. Termoformado del respaldo de acrílico 119
Figura 50. Comparación del prototipo final y el modelo 3D 120
Figura 52. Comprobación ergonómica y resistencia del respaldo 125
Figura 53. Comprobación de medidas optimas 125
Figura 54. Comprobación de comodidad (pies apoyados sobre piso), antebrazos apoyados sobre el soporte. 126
Figura 55. Comprobación sin vuelco al sentarse (recargado hacia adelante) 126
Figura 56. Comprobación de estabilidad sobre piso nivelado (silla) 127
Figura 57. Comprobación de medida óptima del asiento 127
Figura 58. Comprobación sin bordes afilados 128

Figura 59. Comprobación sin vuelco al recargarse sobre el soporte (vidrio templado) 128
Figura 60. Interacción con los materiales 129
Figura 61. Uso del comedor 129
Figura 62. Propuesta de ambientación para comedor 130

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Densidad de la madera de *Mimosa lactiflua* 37
Cuadro 2. Ensayo de compresión de la madera de *Mimosa lactiflua* 43
Cuadro 3. Espacios permisibles y áreas mínimas 64
Cuadro 4. Requerimientos de diseño 71
Cuadro 5. Matriz de Correlación 81
Cuadro 6. Propiedades del estudio 86
Cuadro 7. Propiedades del modelo 86
Cuadro 8. Sujeción del modelo 87
Cuadro 9. Aplicación de la fuerza 88
Cuadro 10. Propiedades del mallado para el modelo de mesa 88
Cuadro 11. Fuerzas resultantes 89
Cuadro 12. Tensión de Von Misses 89
Cuadro 13. Desplazamiento resultantes 90
Cuadro 14. Resultados de las deformaciones unitarias (mesa) 90
Cuadro 15. Parámetros generales 92
Cuadro 16. Sujeción del modelo 2 93
Cuadro 17. Aplicación de las fuerzas 94
Cuadro 18. Características generales del mallado 94
Cuadro 19. Evaluación de criterios ergonómicos 123

CAPÍTULO I. ASPECTOS PRELIMINARES

1.1 INTRODUCCIÓN

El mobiliario siempre ha estado relacionado con el ser humano. Los muebles contribuyen al bienestar de las personas. Son como *"arquitectura en un microcosmos"* [1, URL 1]. Cada mueble es producto del diseño, genera ambientes agradables y confortables, que contribuyen al bienestar de las personas. Por definición el diseño es la configuración de objetos y servicios para dar respuesta a las demandas, necesidades y deseos de los usuarios [2]. Dentro la clasificación del diseño se encuentra el *diseño de producto*, que abarca todo tipo de objetos, tal es el caso de los muebles [2,3].

El diseño de muebles o mobiliario de diseño, industrialmente inició en el taller de la escuela de la Bauhaus (siglo XIX), desde la Revolución Industrial el diseño de mobiliario constituye un vasto abanico de tipos y estilos que se han desarrollado a través del tiempo; estos tipos y estilos varían de acuerdo al contexto, dentro de los que se encuentran minimalistas, orgánicos, ecológicos, modernos, rústicos, rústico moderno, entre otros [3,4].

El estilo rústico moderno, tiene como propósito mostrar las características naturales de la madera en combinación con materiales contemporáneos como vidrio, metal, cerámica, fibras, entre otros. Con este estilo han surgido diseños únicos que permiten contrastar las texturas, lo cual hace lucir bien este tipo de mobiliario tanto en casas rústicas como en otros estilos de decoración. En estilo rústico, la madera es la estrella protagonista, ya que siempre resalta en cualquier lugar [URL 2]. Cambiar la forma física de la madera en objetos útiles como los muebles para el hogar, elementos decorativos, juguetes, adornos entre otros es el propósito del diseño y la tarea del diseñador [5].

El diseño de muebles como el diseño en general es un proceso de creación con un propósito [6], es decir, implica un análisis complejo en el que se consideran pasos y actividades intelectuales y organizacionales importantes para el desarrollo de nuevas propuesta de diseño; existen métodos que la mayoría de los diseñadores

toman como base en sus diseños, tal es el caso de los Métodos de Diseño referidos en [2, 7]. Sin embargo, existen otros métodos de diseño que tienen la misma finalidad, para el desarrollo de este proyecto se eligió la metodología de diseño de Bernd Löbach que consta de cuatro fases, similares a los referidos en [2,7], que ayudará desde la recopilación de la información hasta el desarrollo del producto final.

El diseño de un nuevo objeto o producto surge a partir de una oportunidad, en este caso es que el estado de Oaxaca cuenta con gran diversidad de recursos naturales, pero por desconocimiento no son eficientemente aprovechados [2,8]. Dentro de los recursos naturales de la región se encuentran las especies forestales maderables destacando árboles y arbustos de la familia *Fabaceae*, entre estas hay una especie que popularmente se conoce como cacho de venado (*Mimosa Llactiflua* Delile Ex Benth. Var. Lactiflua), es un elemento de la selva baja caducifolia [8]. La madera de esta especie arbustiva se sitúa dentro de las maderas duras, de acuerdo a con lo referido en [9] las maderas, se clasifica en blandas y duras, las maderas blandas tienen menor densidad que las duras, además contienen canales resiníferos, mientras que las madereras duras tienen poros, otra diferencia entre los tipos de maderas es la formación del duramen, su formación es más lenta en las maderas blandas.

Las propiedades físicas características de esta madera son tonalidades en color rojizo y pardo amarillento, lustrosa, de textura madia, además tiene una textura al tacto formado por el desprendimiento de la corteza exterior que la hace aún más atractiva a esta madera [10].

En este contexto, se propone esta investigación cuyo objetivo es diseñar mobiliario para comedor con base en las características físicas y propiedades mecánicas de la madera de *Mimosa Lactiflua*.

Los resultados se emplearán para mostrar y/o resaltar las características de la madera al combinarla con otros materiales. En el mediano plazo se espera que la

madera de *Mimosa* sea aprovechada como materia prima para la elaboración de muebles de alta calidad aplicando el estilo Rústico Moderno.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El diseño y construcción de mobiliario con madera es parte de la economía de varios países, en las últimas décadas el costo de la madera para la elaboración de productos como los muebles ha incrementado, lo cual ha repercutido en su precio [11, 12]. Por otra parte el uso de la madera en combinación con otros materiales para mostrar sus características físicas naturales en el mobiliario es la tendencia del mercado preferida por los consumidores jóvenes [13].

México cuenta con 138 millones de hectáreas con vegetación forestal, el área equivalente al 70% del territorio nacional. Los principales ecosistemas que componen esta superficie son: los matorrales xerófilos (41.2%), los bosques templados (24.24%), las selvas (21.7%), manglares, otros tipos de asociaciones de vegetación forestal (1.06%) y otras áreas forestales (11.8%). México se ubica en el cuarto lugar entre los 17 países denominados megadiversos, que juntamente albergan el 70% de las especies conocidas de la Tierra [11].

Oaxaca se encuentra dentro de los estados del país con mayor actividad forestal, ver Figura 1, sin embargo, la gran biodiversidad natural con la que cuenta no se caracteriza por llevar a cabo el aprovechamiento forestal maderable para el diseño de muebles [14].

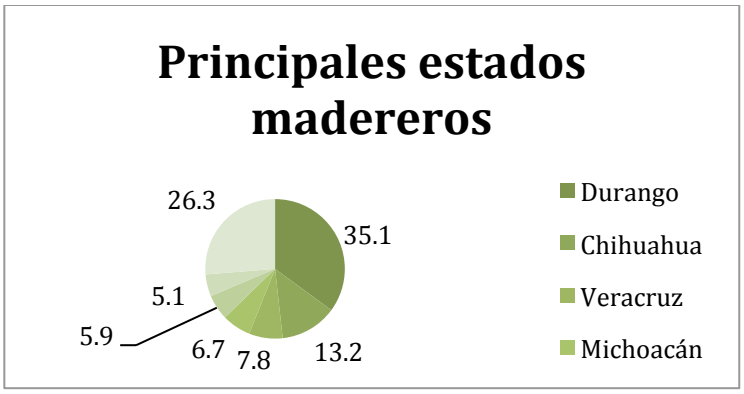


Figura 1. Actividad Forestal en México. Fuente [15]

La industria del mueble en el estado de Oaxaca solo se centra en el uso de especies forestales maderables, predominando especies del género *Pinus,* la altura promedio de estas especies es de 8 a 20 m de altura, se caracterizan por su rápido crecimiento entre 20 y 40 años a diferencia de otras especies [15].

Por otra parte en el estado de Oaxaca existen 21 municipios considerados dentro de los 50 más pobres del país [16]. La mayoría de estos municipios se encuentran en la Mixteca oaxaqueña, lo que genera un alto índice de migración en la región, además se caracteriza por su clima extremo, por su diversidad forestal de árboles y arbustos, y sus más de 3,000 especies de plantas endémicas [17].

No en toda la región de la Mixteca oaxaqueña existen especies forestales maderables, pero existen en gran número especies endémicas de tipo arbusto con maderas resistentes y rápido crecimiento (2-4 años) [17]. El aprovechamiento de manera eficiente y óptima del recurso natural existente es una opción para el desarrollo de los pueblos indígenas. Muy pocas especies arbóreas y arbustivas se aprovechan para diseñar productos comercializables con base en las características físicas y mecánicas de su madera.

La madera de muchas especies arbustivas regularmente se emplea para combustible [18], pero no se ha vislumbrado que mediante el diseño de objetos útiles como los muebles se le puede agregar valor en beneficio de los usufructuarios de la tierra.

2.3 JUSTIFICACIÓN

La industria del mueble genera la necesidad de buscar nuevos materiales o nuevas formas de utilización de los materiales para la aplicación del diseño en el mobiliario [13].

El uso de las maderas de especies endémicas forestales de tipo arbustos o árboles pequeños que se encuentran en la mixteca Oaxaqueña es una opción de materia prima económica la cual puede ser utilizada en el diseño de mobiliario e impulsar la actividad forestal de la región.

En muchas comunidades de la Mixteca oaxaqueña se construyen muebles con los principios del estilo rústico; son ejemplos los burritos para encimar los productos agrícolas encostalados, los bancos para sentarse, los ganchos para organizar diversas herramientas y utensilios (percheros colgantes), la silla (fuste) que se emplea para las bestias de carga (mulas, burros, caballos) [18]

De acuerdo a la entrevista *in situ* con [19], en algunas comunidades de la mixteca Oaxaqueña todavía existe una técnica que permite obtener mobiliario frecuentemente para descanso como bancos, esta técnica consiste en observar algún árbol o arbusto o incluso raíces que tengan elementos que con pocos cortes o tallado se pueda utilizar como mobiliario rústico. Hasta hace algunas décadas la mayoría de los mixtecos tenían un banco o mueble en su hogar que cortaban y adecuaban solamente con hacha y machete, éste se colocaba regularmente cerca del lugar donde se preparaban o consumían alimentos. En algunas ocasiones los usuarios le ponían nombre de animales a este tipo de mobiliario dependiendo de la forma. Esta misma técnica se aplicaba para la elaboración de instrumentos y accesorios para uso agrícola, se tallaban arados, yugos, timones, estacas, mazos entre otros, antes de la utilización de los tractores y arados forjados. Como se puede observar el uso de las especies arbustivas para construcción de mobiliario y elaboración de herramientas de trabajo no es algo nuevo en la región de la Mixteca.

Por otra parte, de acuerdo a la base de datos [20] el ingreso promedio por hora de un carpintero es de $29.00 pesos, que al multiplicarlo por 8 horas (una jornada) se tiene un total de $232.00 pesos por día, si se considera que la materia prima que ellos utilizan se obtiene de zonas aledañas debido a la poca actividad forestal en esta región.

Una forma de incrementar este ingreso es utilizando las maderas de la región (como el cacho de venado, *Mimosa lactiflua*) ya que habrá un decremento en el costo de la materia prima esto a su vez disminuirá el costo de producción de los muebles. Si a esto se le agrega la implementación de una metodología y un estilo de diseño las propuestas no se realizarán de forma lírica, sino que cada propuesta proyectada tendrá un análisis previo que cumpla con las características de un mobiliario adecuado que permita la optimización de los materiales utilizados en el diseño de muebles.

Existe poca información acerca de la aplicación del diseño en la construcción de muebles con madera de pequeñas dimensiones y nada de información en torno a la aplicación de las técnicas que implica la utilización de madera de *Mimosa lactiflua* con el estilo Rústico-Moderno.

2.4 OBJETIVO GENERAL

Diseñar mobiliario para comedor con el estilo Rústico-Moderno en función de las características físicas y mecánicas de la madera de *Mimosa lactiflua* Delile Ex Benth. Var. Lactiflua.

2.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a la madera de cacho de *venado*
- Determinar el diseño del tipo de muebles que se pueden hacer.
- Construir prototipos
- Evaluar prototipos
- Desarrollar producto final

2.6 HIPÓTESIS

Si se diseñan muebles con el estilo Rústico-Moderno con madera de *Mimosa lactiflua* Delile Ex. Benth. Var. Lactiflua se podrán obtener diseños de muebles únicos con detalles modernos que resalten las propiedades físicas de la madera.

2.7 LIMITACIONES DE LA TESIS

- El diseño de muebles que se pretende serán en función de la materia prima obtenida de la región (madera de *cacho de venado*), con este material no se podrán proponer diseños de muchos estilos.
- La madera de las especies arbustivas tienen diámetros pequeños, por lo cual limita su uso para proponer diseño de muebles con grandes dimensiones.

2.8 DELIMITANTES

- Se desarrollará el diseño de tres propuestas de muebles para el hogar comedor 4 personas.
- Se realizarán algunas pruebas ergonómicas a los diseños.
- Se propondrán diseños que faciliten el uso de la materia prima, al mismo tiempo evitar diseños que requieran herramientas especiales o costosas.
- En los diseños se pretenderá mostrar las cualidades físicas de la madera.
- La madera la especie seleccionada será la base de los diseños de muebles, sin embargo se podrán utilizar otros materiales en combinación con la materia prima.

2.9 PROCESO METODOLÓGICO DE BERND LÖBACH

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizó el Proceso metodológico de Bernd Löbach, ver Figura 2, el cual presenta un orden lógico que consta de cuatro fases donde se sitúan cada una de las acciones a realizar con el fin de generar un prototipo final [21].

A continuación se plantean las cuatro fases del Proceso metodológico:

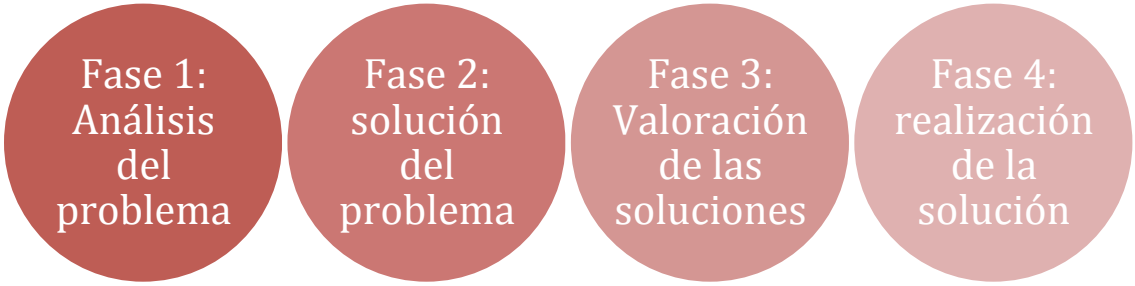


Figura 2. Metodología de Bernd Löbach, Fuente [21]

Fase 1 Análisis del problema: Consiste en la recopilación de la información, clasificación del problema y definición del objetivo. Se realizó una depuración y un análisis de la información obtenida para delimitar cada uno de los aspectos de diseño.

Se llevó a cabo el análisis de la problemática, en este caso consistió en proponer el diseño adecuado de los muebles con el estilo Rústico-Moderno para el tipo de materia prima utilizada - la madera de *Mimosa lactiflua.*
Para lograr lo anterior, se caracterizó la madera, la cual se recolectó de la comunidad de Santo Domingo Yodohíno, debido a que es una de las regiones de la Mixteca donde la especie es abundante y se pueden encontrar ejemplares todo el año. Se utilizó la madera de la especie arbustiva respetando su ciclo de vida, es decir, se seleccionó madera de ejemplares secos.

Con la información obtenida de la caracterización se realizó una integración entre las características de la madera y el diseño de muebles (comedor), se obtuvo como resultado los requerimientos de diseño del mobiliario seleccionado.

También se definió el método de utilización de la madera de *Mimosa lactiflua,* para realizar el tipo de tratamiento, utilización y/o combinación de la madera con otros materiales, en este caso se utilizaron los talleres y herramientas existentes en la UTM.

Fase 2 Solución al problema: Concepto de diseño. Esta es la etapa de creatividad donde se consideran los requerimientos de diseño.

Para llevar a cabo esta fase en la presente investigación, se consideró un método de diseño por analogía donde se realizaron los bocetos para la propuesta de un comedor con madera de *mimosa*, esta es la etapa conceptual y experimental, donde se utilizaron los requerimientos de diseño.

Fase 3 Valoración de las soluciones: Selección de la mejor alternativa.

Para desarrollar esta parte se elaboró una matriz de correlación para la selección de la mejor alternativa de diseño evaluando variables de acuerdo a los requerimientos de diseño.

Fase 4 Realización de las soluciones: Desarrollo de la propuesta y producto final.

Con la propuesta seleccionada se dibujaron los planos constructivos finales a detalle utilizando el software SolidWorks .

Por último se construyeron y evaluaron los prototipos finales (silla y mesa de comedor)

CAPÍTULO II. MARCOS: TEÓRICO, CONCEPTUAL, HISTÓRICO, REFERENCIAL Y LEGAL O NORMATIVO

2.1 MARCO TEÓRICO

En esta sección se encuadra el tema de esta investigación dentro de un conjunto de teorías que la sustentan y le dan claridad, tal como está referido en [22]. En este sentido para el diseño de muebles, por ser una maestría derivada de la Ingeniería en Diseño que se desarrolla en la Universidad Tecnológica de la Mixteca, no cuenta con teorías específicas. Aún en la esfera del diseño, en sus diferentes ramas como son diseño industrial, diseño de interiores, diseño gráfico y otros, carecen de teorías propias debido, entre otros factores, a que se han manejado en las universidades como una disciplina sin una cultura de investigación convincente [23]. Sin embargo, es conveniente que las investigaciones se sustenten suficientemente en el marco de conocimientos, tal como ocurre en otras disciplinas, especialmente las llamadas ciencias exactas, esto con el fin de orientar el desarrollo del diseño hacia su consolidación como ciencia [23].

Según lo explicado en [24], hace más de 2 000 años, Marco Vitrubio Pollion que vivió en el siglo I a. C., enfatizaba, en relación con el avance de la arquitectura como ciencia que todo arquitecto debería prepararse más integralmente. Según lo señalado en [24], Vitrubio escribió al respecto: “así, los arquitectos que sin letras procuraron ser prácticos y diestros de manos, no pudieron con sus obras conseguir crédito alguno. Los que se fiaron del solo raciocinio y letras, siguieron una sombra de la cosa, no la cosa misma. Pero los que se instruyeron en ambas, como prevenidos de todas armas, consiguieron rápidamente y con aplauso lo que se propusieron”. En el entendido de que una teoría es un conjunto de proposiciones generales y procedimientos para resolver todos los problemas que es posible plantear dentro de ella [25], resulta claro que el diseño de un mueble es una investigación en cuyo desarrollo incide un conjunto de principios generales, conceptos y procedimientos propias de la teoría del diseño. El diseño de muebles constituye una parte del diseño industrial, que según lo referido en [26] es parte de los diseños, mismos que se conceptúan como actividades proyectivas que introducen recursos estéticos en los productos industriales que se generan de manera masiva. Así, en su producción

predomina la funcionalidad, el trabajo proyectivo se sujeta a prioridades económicas y tecnológicas, se sustenta en la teoría; el producto se genera en un ambiente industrial y masivo, sin ornamentaciones y se destinan a productos utilitarios y de entretenimiento; el productor (diseñador) generalmente es asalariado con formación universitaria; se distribuyen los productos en forma industrial y su consumo va dirigido a las masas como un producto de uso cotidiano, utilitario y su belleza está orientada a su disfrute por el hombre en su tiempo libre.

En el sentido de que los muebles, al ser piezas dinámicas de la vivienda e interactuar con los espacios que le rodean constituyen una entidad arquitectónica [27]. También en [1] se explica que la silla ostenta un significado de micro arquitectura con toda la problemática espacial y estructural con ella conectada y con sus atributos estéticos y dinámicos que la asemejan a un verdadero edificio en miniatura. En este sentido la presente investigación puede sustentarse en teorías desarrolladas en la esfera de la arquitectura, la cual, según se explica en [28] está definida como "el arte con toques de ciencia, encargada del diseño y construcción de los espacios habitables del hombre, que siempre busca mejorar la calidad de vida del mismo, la conservación del medio ambiente y de los espacios construidos y responder a su época, a un sitio y a la sociedad que la requiera".

Según lo en [29, 24], la teoría de la arquitectura tuvo sus inicios hace más de 2 000 años; así, el teórico romano Marco Vitrubio Pollion estableció que toda obra, para ser considerada como arquitectónica debería ser *firmitas*, *utilitas* y *venustas* (firme, útil y bella), virtudes que transmitida al mueble encaja perfectamente ya que éste debe ser resistente, útil y bello. También se establece la teoría de que "en arquitectura se debe condicionar lo bello a lo bueno o útil y conveniente" [24]. Leonce Reynaud (1850), citado en [24] , teoriza de forma semejante: ninguna construcción es agradable por completo si no es útil y conveniente. Esta teoría forma parte de las Leyes de la estética. La teoría de Julien Guadet (1900), citado en [24], establece que lo bello es el esplendor de la verdad; en este caso se menciona que la verdad y la sinceridad son condición en lo arquitectónico.

Hay otras teorías relacionadas con el diseño, entre estas teorías, según lo referido en [30], están las teorías de diseño como lenguaje, la porosidad del diseño y la teoría del diseño sustentable. La misma fuente explica que la teoría del diseño como lenguaje fue desarrollada por Eisenman y consiste en que la arquitectura debe entenderse como un intento de lectura, como un sistema que abre y termina en el volumen; especifica que los sistemas arquitectónicos deben desarrollarse con base en las condicionantes externas y en los requerimientos funcionales internos en el que el diseño se convierte en un lenguaje formal con gramática; así como las oraciones deben componerse con base en normas estrictas, así la arquitectura puede tener una estructura y orden, aunque no gramática. En cuanto a la teoría de la porosidad, se enfatiza que consiste en que el diseño no tiene leyes propias sino que, para enfocar el problema ha de tomar las leyes de otras ciencias como la biología, la medicina y la química orgánica, además de las leyes de la geometría, de la sociología, de la economía y de las matemáticas; así, la habilidad de combinar conocimientos de esferas ajenas a la del diseño, con la ayuda de internet, brinda respuestas relevantes para diferentes procesos de reglamentación del diseño. En relación con la teoría del diseño sustentable, se explica que esta teoría es todo un cambio de paradigma del diseño; consiste en que en el diseño se deben de considerar los principios de sustentabilidad ambiental, por ejemplo adaptación de los edificios al cambio climático, a la conservación de energía, la integración al entorno natural, el aprovechamiento del agua y otros recursos, así como el respeto a la cultura y herencia del lugar [30].

En el campo del diseño también son importantes las siguientes teorías: de la forma, de la imagen y del color, cada una con el conjunto de principios generales, conceptos y procedimientos para resolver los problemas planteados en los proyectos de investigación.

Para los propósitos de esta investigación la teoría más importante es la más antigua que está documentada, es decir, aquella teoría de Vitrubio, que para la mayoría de los estudiosos de la arquitectura es considerado como padre de la teoría de la arquitectura [29], esta teoría emplea como principios esenciales los de *firmitas*,

utilitas y *venustas,* es decir, toda construcción debe lograr seguridad, utilidad y belleza. En [31] se explican los principios y conceptos que estructuran a esta teoría. Afirma Vitrubio que la arquitectura consiste en tres partes: la Construcción, la Gnómica y la Mecánica. La segunda parte (gnómica) trata sobre el universo, la astrología y su interpretación, afirma que a partir de la astrología el arquitecto conoce los puntos cardinales, la tercera (mecánica) trata sobre las máquinas y sus movimientos y enfatiza que la mecánica en su conjunto se ha generado bajo la guía y dirección de la rotación cósmica, en tanto que la primera, es decir, la construcción debe otorgar seguridad, utilidad y belleza; agrupa las construcciones en privadas y públicas; en las privadas considera a las construcciones residenciales y a los palacios y dentro de las construcciones públicas se agrupan aquellas construcciones de protección como muros, murallas y torres, las construcciones con fines religiosas como los templos y santuarios, en tanto que en otras construcciones públicas están las áreas de uso común como los puertos, los foros, los pórticos, los baños públicos, los teatros y los paseos.

En relación con el principio de *firmitas* que deben tener las construcciones se detallan en siete conceptos: 1) estabilidad, 2) sistemas y procesos de construcción, 3) elección de materiales, 4) elección del terreno, 5) resistencia y durabilidad, 6) protección y 7) economía. Estos conceptos transferidos a la realidad consideran los siguientes elementos: para la estabilidad es necesaria la aplicación de las leyes de la física y estática, la elección de la cimentación y estructura, así como la robustez y firmeza en el diseño de los diferentes detalles constructivos frente a acciones externas; para los sistemas y procesos constructivos es necesario tomar en cuenta a la tecnología en relación con los diferentes elementos de construcción, la forma se genera por la adición de elementos simples y de separación funcional, así también toma en cuenta a la geometría en la que predomina el uso de formas rectas, planas y en menor medida curvas, generalmente circulares, con la aclaración de que las formas complejas requieren de esfuerzo excepcional de construcción; en la elección de materiales se debe considerar que el aspecto visual del edificio es consecuencia de la elección y combinación de materiales; en la elección del terreno se debe

considerar la resistencia del suelo, la existencia de aguas superficiales, el nivel freático, la topografía y el paisaje; en relación con la resistencia y durabilidad es conveniente considerar el tiempo de vida útil, el mantenimiento por envejecimiento y el reciclaje de materiales frente a nuevos usos; en cuanto a protección se consideran los agentes atmosféricos y otros factores externos; en relación con la economía son importantes los materiales, el consumo energético y mano de obra, así como el mantenimiento de materiales y sistemas del edificio,

En relación con el principio de *utilitas* se consideran tres conceptos: organización espacial, adecuación al entorno y programas como son estilos de vida, modos de habitar, deseos, hábitos y necesidades del usuario, los acondicionamientos y la ecología (ambiente). La organización espacial tiene que ver con el estudio o área que ocupa el usuario, la relación forma-función, la antropometría, la ergonomía, la domótica, las cualidades del espacio (abierto, cerrado, central, direccional, no direccional, articulado y otros), las calidades del espacio (expresividad de los materiales, luz, color); en cuanto a la adecuación al entorno se debe considerar la relación de la obra arquitectónica con su contexto y la orientación con respecto al sol y a los vientos; en tanto que los programas tienen que ver con la vivienda (intimidad, descanso), la recreación y ocio, así como espacios lúdicos, los negocios y trabajo, los espacios para el arte (museos, galerías, exposiciones), transporte y finalmente si se trata de espacio público o privado; en cuanto a los acondicionamientos se deben considerar el sanitario, el térmico natural y artificial, la iluminación natural y artificial, el acústico, el eléctrico y otros; en relación con el ambiente o ecología se deben considerar el impacto ambiental de la arquitectura en su contexto y el control de vertidos y reciclaje.

El principio de *venustas* se define en dos conceptos; a) las reglas de composición arquitectónica y b) los lenguajes formales; la composición arquitectónica tiene que ver con orden, proporción, simetría, modulación y ritmo, así como con la relación de las partes y el todo (armonía), en tanto que los lenguajes formales tienen que ver con los conceptos de expresionismo, racionalismo, postmodernismo,

deconstructivismo, minimalismo y otros, generados en el proceso evolutivo de la arquitectura.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

Para sustentar este proyecto de investigación en este apartado se abordan algunos conceptos básicos relacionados con el diseño y construcción de muebles; conceptos como mobiliario, comedor, madera, estilo Rústico Moderno y la especie arbustiva *Mimosa lactiflua*, son algunos de los conceptos que deben definirse con claridad.

2.2.1 DEFINICIÓN DE DISEÑO

Existen diversas definiciones de diseño, lo cual depende del contexto en que se utilice, algunas definiciones de diseño en un ámbito general son las siguientes: diseño. "acto de crear algo material, concreto, bidimensional o tridimensional, hasta la estructuración de un espacio, imagen, u objeto intangible y virtual" [32], en esta definición, objeto se refiere a "cosa o constructo, todo objeto debe ser alguno, pero ninguno ambos, todo objeto posee propiedades: las cosas poseen propiedades sustanciales y los constructos poseen propiedades conceptuales" [32]. Diseño es "un plan que dispone de elementos de la mejor manera para alcanzar un fin específico" [33]; diseño es "el conjunto de operaciones mentales y técnicas que se tienen que hacer, para que la idea de un objeto adquiera una forma concreta, se pueda construir y se pueda utilizar con la función prevista" [34]; diseño son las "limitaciones sucesivas que el profesional va aplicando voluntaria o involuntariamente, sobre los posibles métodos de solucionar un problema de interacción del hombre con el medio hasta que resulta un único producto" [34], el diseño es una actividad creativa cuyo objetivo es establecer las cualidades multifacéticas de los objetos, los procesos, los servicios y sus sistemas en los ciclos

vitales completos. Por lo tanto, el diseño es el factor central de la humanización innovadora de las tecnologías y el factor crucial del intercambio cultural y económico" [URL 3].

Para los propósitos de esta investigación se entenderá como diseño al conjunto de operaciones mentales y técnicas que se tienen que hacer, para que la idea de un objeto adquiera una forma concreta, se pueda construir y se pueda utilizar con las funciones previstas, según las necesidades que generaron a dicha idea.

Diseño de muebles. Conjunto de operaciones mentales y técnicas que se tienen que hacer, para que la idea de un mueble adquiera la forma concreta, se pueda construir con los materiales que se consideren más convenientes, de tal manera que se pueda utilizar con las funciones, según las necesidades específicas y el entorno.

Diseño de muebles de madera. Conjunto de operaciones mentales y técnicas que se tienen que hacer, para que la idea de un mueble adquiera una forma concreta, se pueda construir con madera y se pueda utilizar con las funciones previstas.

Diseño de muebles rústicos de madera. Conjunto de operaciones mentales y técnicas que se tienen que hacer, para que la idea de un mueble adquiera la forma, se pueda construir con madera y otros materiales aceptables dentro del estilo rústico moderno, de tal manera que se pueda utilizar con las funciones previstas.

2.2.2 DEFINICIÓN DE MOBILIARIO

El mueble o mobiliario es una de las más preciadas posesiones del ser humano, que al igual que la historia del hombre ha evolucionado con el paso del tiempo, determinada principalmente por la transformación de las costumbres [35].

El mueble se puede considerar como cualquier construcción humana que permite a las personas realizar acciones relativas a su vida cotidiana y que tienen la cualidad de poderse *mover* (de ahí el termino *Mueble*), cambiar de sitio, ya sea sin tocar su estructura o desmontando. También se considera como mueble cualquier elemento

que existe en el interior de las viviendas que permite hacer más fácil y cómoda la vida cotidiana [35, 36]; o como está definido en [URL 4], "cada uno de los enseres movibles que sirven para los usos necesarios o para decorar casas, oficinas y todo género de locales".

Para propósitos de la presente investigación se considera como mueble aquel bien tangible transportable de un lugar a otro, sin alteración alguna, por sí mismo o por una fuerza o energía externa [37], que permite a las personas hacer más fácil y cómoda la vida cotidiana [38], así como para proporcionar una vida placentera cuando estos muebles son empleados en casas y oficinas como elementos decorativos [URL 4].

2.2.3 DEFINICIÓN DE MADERA

Existen diversas fuentes que proporcionan la definición de madera, así por ejemplo: la madera es un material de origen vegetal, forma parte del tronco de los árboles, tiene como función transportar agua y sustancias nutritivas del suelo hacia las hojas, da soporte a las ramas que forman la copa y fija las sustancias de reserva almacenando [39]. La madera es un material biológico (está compuesto por células), anisotrópico (los valores de sus propiedades cambian en las diferentes direcciones) e higroscópico (tiene la capacidad de absorber o ceder agua al ambiente) [39].

En general, se entiende por madera a las partes leñosas de árboles o arbustos que, económicamente pueden ser aprovechadas, siendo estas, por lo general, troncos, ramas y raíces. La madera tiene múltiples usos en los que destaca el diseño y construcción de mobiliario [40].

Entre todas las definiciones de madera, la que más compatibiliza con esta investigación es la que desde el punto de vista tecnológica se explica en [39], "en general, se entiende por madera a las partes de un árbol que, económicamente, pueden aprovecharse, siendo éstas, por lo general, troncos y, en un mayor alcance, también ramas y raíces. La madera de los troncos se puede utilizar de múltiples

maneras: como láminas, como chapas finas, triturada en tableros y como macizo para obras de construcción y carpintería. Además, se beneficia de ella la industria química para la obtención, sobre todo, de celulosa, nitrocelulosa, aceites y ácidos".

A) COMPOSICIÓN DE LA MADERA

Las propiedades de la madera dependen de su composición biológica y de su contenido de humedad. Los principales componentes de la madera son: celulosa, hemicelulosa y lignina. La figura 3 muestra la composición biológica de la madera [40,41].

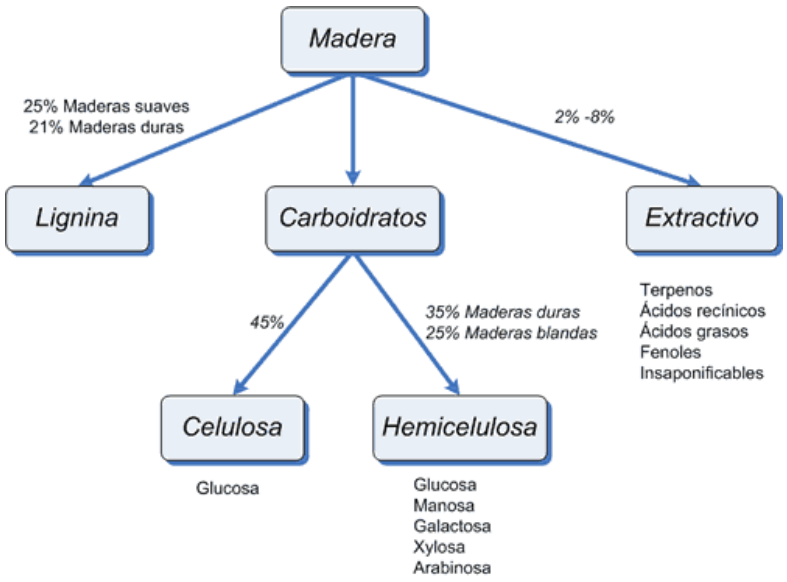


Figura 3. Porcentaje de la composición Biológica de la Madera

Fuente: Presa, 2015

- La *celulosa* es un monosacárido estructural formado principalmente por glucosa que forma la estructura de las células vegetales.
- *Hemicelulosa* es un polisacárido que además de glucosa contiene azúcares solubles en agua. Su función es mantener unidas las fibras de la celulosa.

- *Lignina* es un polímero compuesto por ácidos, alcoholes, fenil-propílicos y azúcares. Su función es permitir el transporte de agua y minerales a través de la célula. Funciona como puente de unión entre las células de la madera [40,41].

B) CLASIFICACIÓN DE LA MADERA

Las maderas se pueden clasificar de distintas formas, según el criterio que se emplee. Una de las clasificaciones más importantes de las maderas es de acuerdo a sus propiedades, las cuales están en función del desarrollo biológico que tuvo el árbol del que se generó [40].

En esta clasificación se encuentran las maderas blandas y maderas duras, las cuales tienen características que les permiten ser identificadas, esta clasificación se divide en maderas duras y maderas blandas [41].

a) Maderas Blandas

Las maderas blandas provienen de árboles de hoja perennifolia (que siempre tiene hojas verdes), acicular (hoja picuda o de punta). Son de la Clase *Gimnospermae* (semillas desnuda); estas maderas contienen canales resiníferos, abunda madera de primavera o madera temprana, se distinguen los colores claros y su densidad es menor en comparación con la de las maderas duras [41].

b) Maderas Duras

Las maderas duras provienen de especies arbóreas de hoja caducifolia (que pierden sus hojas en algún periodo del año), son de la Clase *Angiospermae* (que su semilla se encuentra encerrado dentro del fruto), en contraste con las maderas blandas, las maderas duras contienen poros, existe en mayor proporción madera de verano o madera tardía, aunque esto depende de la velocidad de crecimiento afectado por las condiciones climáticas, según está referido en [42], el duramen de estas especies se forma en etapas más

juveniles en comparación con las especies de maderas blandas, se caracterizan por tener tonos más oscuros que las maderas blandas [41], la Figura 4 muestra algunas diferencias entre maderas duras y blandas.

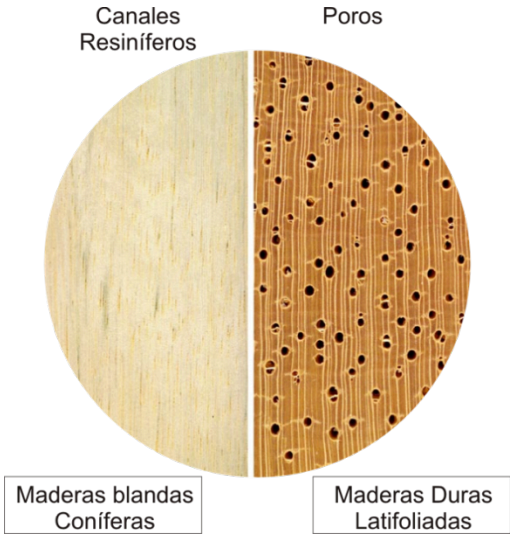


Figura 4. Diferencias entre madera dura y madera blanda

Fuente: Feliú, s. f.

2.2.4 *MIMOSA LACTIFLUA* VAR. *LACTIFLUA*. DELILE EX BENTH.

El género *Mimosa* pertenece a la familia Fabaceae, subfamila *Mimosoideae,* ubicado dentro de la tribu *Mimoseae* [43]. Las fabáceas son una de las seis familias de *angiospermas* más diversas a nivel mundial y mejor representadas en México. De las *Mimosoideae* presentes en México, el género *Mimosa* es el más diverso contando alrededor de 110 especies, de las cuales el 60% son endémicas en el país [44], por lo que México es considerado el segundo centro de diversificación del género, después de Brasil [43, 44]. Así mismo, el género presenta una gran diversidad de formas de vida, representando tanto por herbáceas como por arbustos, árboles y lianas; además de establecerse en diversos tipos de vegetación y hábitats [43].

El arbusto *Mimosa lactiflua* crece en algunas partes de México, esta puede ser encontrada en el bosque tropical caducifolio de la Mixteca oaxaqueña, en las coordenadas 17°44.634´N y 97°41.653´O, a una altitud de 1830 m [44]. *M. lactiflua* es un arbusto de 2.5 m de altura, posee hojas pinnadas, alternas, flores en cabezuelas de color rosa, su fruto es una vaina aplanada cuyo borde tiene sinuosidades redondeadas proporcionada por la forma y distribución de las semillas. Su madera es dura, superficialmente tiene tonalidades en color rojizo y pardo amarillento (Figura 5), con textura superficial ligeramente rugosa que se hace evidente después del desprendimiento de la corteza exterior, fibra entrecruzada y ramificaciones interesantes, estas cualidades pueden ser utilizadas dentro del estilo Rústico Moderno para proponer mobiliario [45, 46].

Figura 5. Madera de cacho de Venado (*Mimosa lactiflua*)

La biomasa leñosa de *Mimosa lactiflua*, tanto del tallo principal como de las ramas, se emplea como combustible ya que produce mucha braza y buena flama y es una arbusto que se desarrolla de forma silvestre en el monte [46].

2.2.5 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA DE *M. LACTIFLUA*.

Según lo explicado en [47], se denomina taxón a cada uno de los niveles de clasificación botánica y está jerarquizado de la siguiente manera: Reino, División, Subdivisión, Clase, Subclase, Orden, Suborden, Familia, Subfamilia, Tribu, Género, Especie. Con base en lo anterior, la clasificación botánica de *Mimosa lactiflua* es la siguiente: Reino, Plantae; División, Spermatophyta; Subdivisión, Spermatophytina; Clase Angiospermae; Subclase, Dicotiledoneae; Orden Fabales, Familia, Fabaceae; Subfamilia, Mimosoideae; Tribu, Mimoseae; Género, *Mimosa*; especie, *lactiflua.*

Según lo referido en [48], los usos y aplicaciones de una madera dependen de sus propiedades físicas como densidad, estabilidad dimensional, humedad, anisotropía y otras. En [45] también se enfatiza que el conocimiento de las propiedades físico-mecánicas de la madera es esencial para determinar su uso ya sea en la industria de la construcción o en la elaboración de muebles.

La densidad de la madera es una característica física que debe tomarse en cuenta para la construcción de los productos de madera ya que está relacionada con su resistencia mecánica. Según lo explicado en [42], la densidad es el valor que resulta de dividir la masa expresada en kg o en g entre el volumen expresada en m^3 o en cm^3 de una madera y se expresa en g cm^{-3} o en kg m^{-3}; debido a que tanto el volumen como la masa de la madera están afectados por el contenido de humedad, la densidad de la madera siempre debe referirse a un determinado contenido de humedad; así se puede referir a la densidad anhidra o con referencia a un contenido de humedad de 0 %; también es común referirse a la densidad normal de la madera, la cual se determina con base en el 12 % de humedad; ocasionalmente puede referirse la densidad de la madera a cualquier otro contenido de humedad.

Según se enfatiza en [42], la densidad de la madera se relaciona con otras de sus características, de tal manera que las maderas ligeras tienen tonos claros, son

blandas, poco nerviosas, con tendencia a atejarse, poco resistentes pero elásticas, de baja durabilidad, fáciles de trabajar; en tanto que las maderas pesadas son de tonos oscuros, de consistencia dura, son nerviosas pero sin tendencia a atejarse, muy resistentes pero frágiles, muy durables, difíciles de trabajar.

La aplicación práctica de conocer la densidad de la madera es que se puede seleccionar aquellas que sean más apropiadas al uso destinado, pero hay una gran diversidad de especies que es difícil conocer todas las que se ofertan, ya que según se menciona en [42] hay más de 5 000 especies que se comercializan en el mundo.

2.2.6 CARACTERIZACIÓN FÍSICO-MECÁNICA DE LA MADERA DE MIMOSA LACTIFLUA DELILE EX BENTH VAR. LACTIFLUA.

Al realizar una búsqueda bibliográfica exhaustiva de las características físico-mecánica de la madera de *Mimosa Lactiflua* no se encontraron datos que describieran dichas propiedades, por lo cual se realizaron ensayos para determinar la densidad, la estabilidad y la resistencia de dicha madera, y de esta manera se generó nueva información, la cual determinarán algunos requerimientos de diseño de la propuesta.

Así, esta parte de la investigación tuvo como objetivo caracterizar física y mecánicamente la madera de *Mimosa* el cual es un arbusto endémico de México. Las probetas se elaboraron a partir de madera rolliza para combustible, proveniente de arbustos cortados en Santo Domingo Yodohíno, Huajuapan de León Oaxaca, la vegetación corresponde a la selva baja caducifolia [68, 69, 70].

La densidad normal (12 % de humedad) se determinó por peso entre volumen, además que el mismo procedimiento permitió conocer la estabilidad de la madera. La resistencia a la compresión paralela a la fibra se determinó con base en la norma ASTM NTP 251.014 generada por la American Society for Testing and Material (1996). Se determinó que la madera de *M. lactiflua* var. *lactiflua* tiene una densidad

de 0.9 g cm^3 y registró una resistencia promedio a la compresión de 51.711 MPa ante una fuerza promedio de 129.215 KN.

A) Determinación de las densidad y estabilidad de la madera de Mimosa

La investigación se desarrolló en la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Se aplicó el método de la relación del peso entre el volumen. Se empleó madera rolliza cortada originalmente para leña combustible y secada al ambiente. Para determinar el volumen se empleó la técnica de desplazamiento de agua. Para ello se seleccionaron 6 probetas de madera rolliza sin corteza cuyo diámetro permitiera introducirlo en una bureta graduada de 1000 mL. Los leños se trocearon a una longitud de 15 cm y se marcaron para poder llevar el registro de la información, (Figura 6). Una vez marcada cada una de las probetas se realizó el registro de peso en gramos de cada una de las muestras utilizando una balanza granataria Ohaus® (Figura 7).

Figura 6. Probetas de Mimosa

Figura 7. Registro de peso de las probetas (muestras)

Posteriormente se agregó agua a la bureta hasta un volumen de 250 mL, se introdujo la pieza de madera y se empujó hasta que la superficie apical quedó al mismo nivel del agua (Figura 8); se tomó la lectura del nivel de la probeta a la que llegó la columna de agua, la diferencia de éste y los 250 mL iniciales indicó el volumen de la muestra.

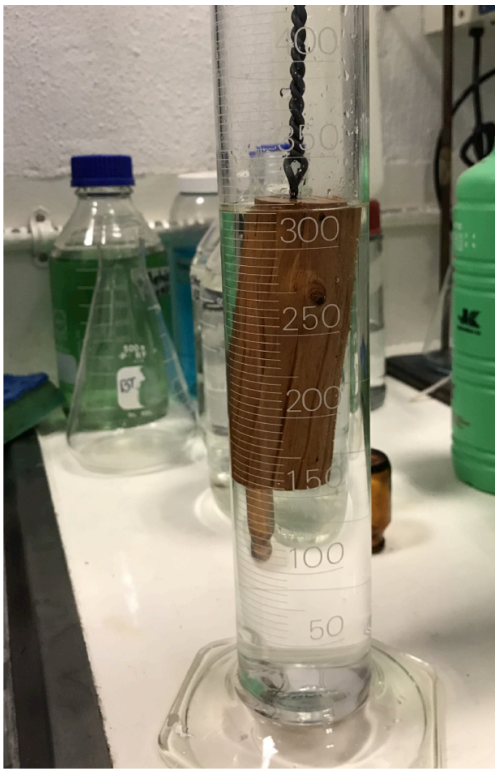


Figura 8. Determinación del volumen de las probetas

La densidad se calculó utilizando el volumen en cm^3 y el peso en g para cada probeta a partir de la fórmula:

$$\rho = p / v$$

Donde:

ρ: Densidad

p: peso (g)

v: volumen (cm3)

Resultados de las pruebas físicas.

A continuación, mostramos los resultado obtenidos en cada una de las pruebas realizadas en este estudio. En el cuadro 1 se puede observar la densidad de las probetas utilizadas.

Cuadro 1. Densidad de la madera de *Mimosa lactiflua*

Probeta	p (peso) g	v (volumen) cm3	Densidad g/cm3
M1	71.7	100	0.72
M2	90	100	0.9
M3	67.7	75	0.90
M4	82.1	90	0.91
M5	56.5	60	0.94
M6	49.3	55	0.89

Debido a la anisotropía de la madera los resultados obtenidos variaron, sin embargo para calcular la densidad normal promedio de las muestras se tomaron las probetas con un valor de densidad similar, en este caso se consideraron las probetas M2, M3,M4 y M5. Al realizar las operaciones se tuvo como resultado lo siguiente:

$$\rho \text{ normal promedio } = \sum_{M=2}^{5} \frac{M}{4} = 0.914138889 \text{ g/cm3}$$

Para determinar la estabilidad de la madera se aprovecharon las mismas probetas utilizadas para obtener la densidad promedio, después de ser sumergidas en agua se clocaron en un recipiente para escurrir el agua que no fue absorbida por la madera, (Figura 9).

Figura 9. Proceso de escurrimiento del agua no absorbida

La determinación del peso seco de las muestras, se obtuvo deshidratando las probetas en un horno Riossa® cuya temperatura se ajustó a 105°C , se registraron los pesos cada 12 h hasta que las muestras llegaron a peso constante, lo cual ocurrió a las 72 h. Una vez deshidratadas, las muestras se pesaron en una balanza granataria Ohaus® con precisión de 0.01 g.

La Figura 10 muestra la comparación del peso inicial (secado al aire libre) de la madera y el peso con agua (después de la inmersión). Se puede observar que la variación promedio del peso fue de 1.9 gramos.

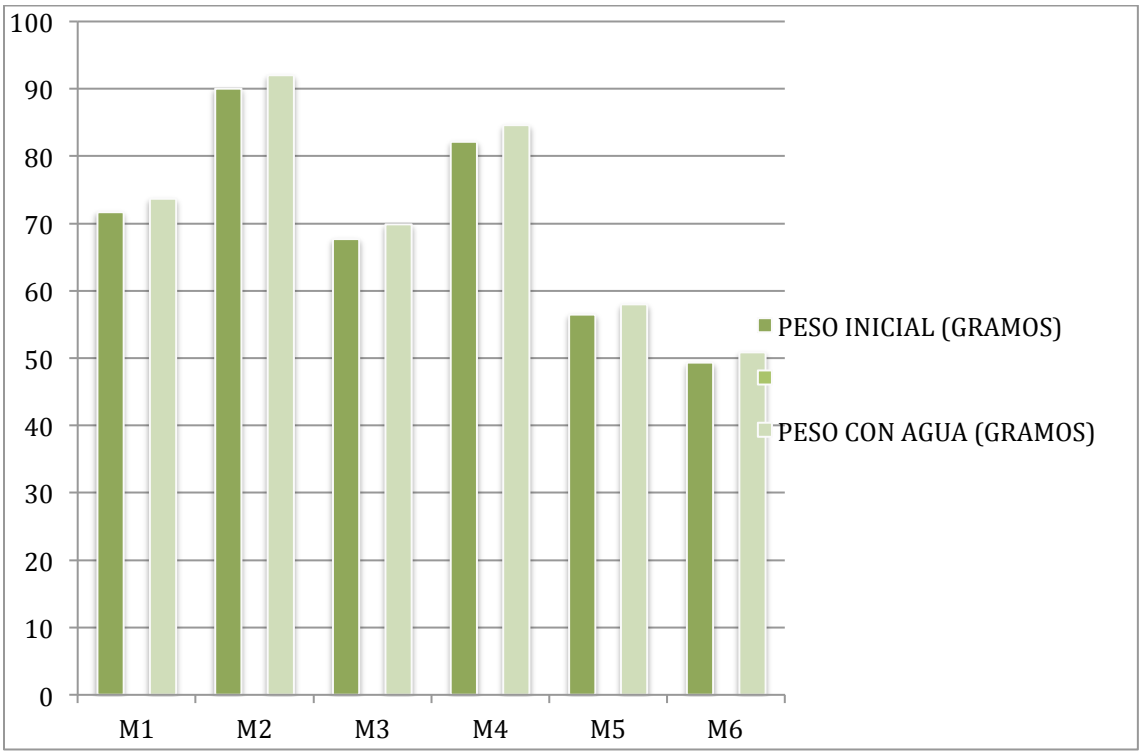


Figura 10. Comparación de peso de las probetas

Al realizar la comparación del peso a las 24, 48 y 72 horas sometidas al proceso de secado a 105 grados se pudo obtener que la variación de peso promedio entre los tres registros de cada probeta fue de 0.083 gramos (Figura 11), cabe mencionar que esta variación se registro a las 48 horas y una vez terminadas las 72 horas el peso de la madera se estabilizó por completo. Por lo cual se pudo concluir que la estabilidad de la madera de Mimosa es bastante optima como la que se requiere en la ebanistería, no olvidando que el uso que se propone para esta madera es para diseño de muebles.

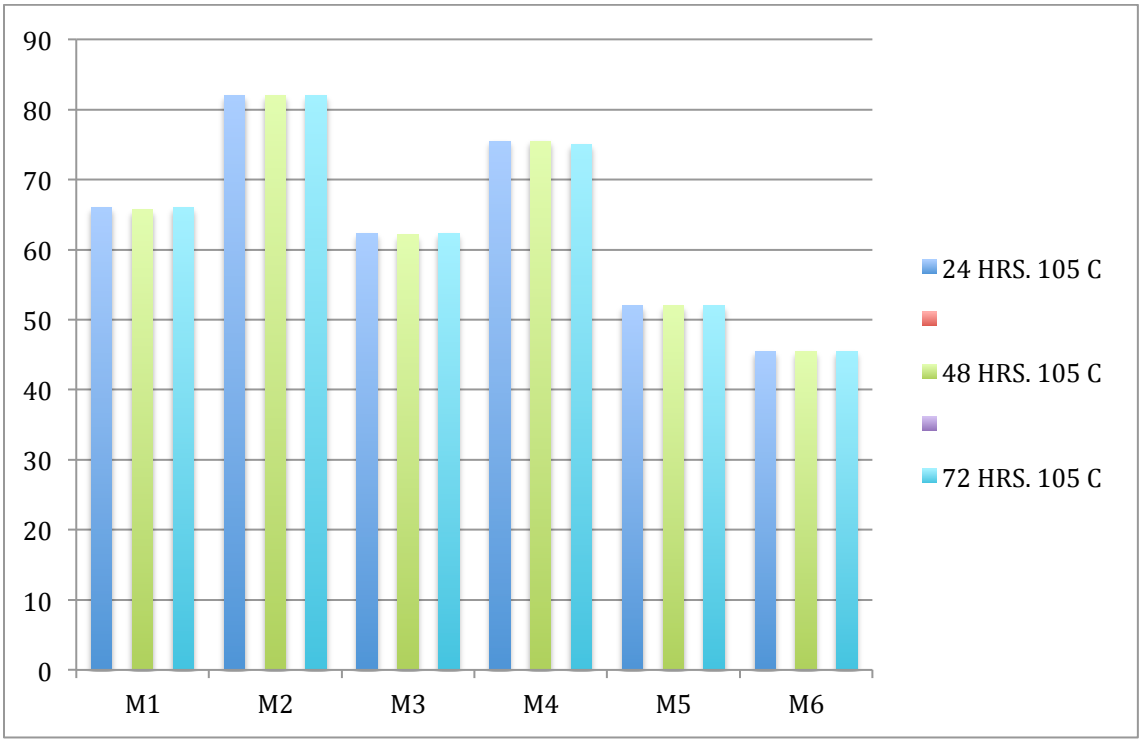


Figura 11. Registro de peso de la madera hasta las 72 horas.

Determinación de la resistencia paralela a las fibras

Las actividades se realizaron en el Taller de Maderas del Instituto de Diseño y en el laboratorio de Resistencia de Materiales del Instituto de Minería, ambos de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. En el Taller de Maderas se construyeron 9 probetas a partir de madera rolliza cortada originalmente para leña combustible. Las probetas (Figura 12) fueron de sección cuadrangular de 50 mm por lado y longitud de 150 mm, tal como se indica en la norma ASTM NTP 251.014.

Figura 12. Probetas utilizadas para el ensayo de resistencia a la compresión.

En el Laboratorio de Resistencia de Materiales se empleó un equipo PILOT Controls para realizar los ensayos de compresión. La máquina de ensayos requiere de tres datos importantes antes de iniciar con el proceso de compresión, el peso en gramos, área de la sección en milímetros y la altura en milímetros. Por lo cual el primer paso para realizar este ensayo de compresión fue pesar y registrar cada una de las probetas (Figura 13).

Figura 13. Determinación del peso de las probetas para ensayo mecánico

Una vez ingresados los datos correspondientes para cada probeta se procedió a la colocación de cada muestra de forma correcta para evitar datos sesgados y posteriormente se aplicó presión (Figura 14), las cargas fueron determinadas con una precisión del 1%.

Figura 14. Ensayo de compresión de la madera de *Mimosa lactiflua.*

Resultados de las pruebas mecánicas.

Los resultados que determina el software de la maquina son la carga máxima soportada y la resistencia. El cuadro 2 muestra las cargas soportadas y la resistencia a la compresión paralela a las fibras de cada una de las probetas.

Cuadro 2. Ensayo de compresión de la madera de *Mimosa lactiflua*

Probeta	Masa (g)	Carga Máxima soportada (KN)	Resistencia (MPa)
M1	240	84.81	33.92
M2	240	94.78	37.91
M3	260	114.77	45.91
M4	270	116.13	46.67
M5	280	134.11	53.67
M6	290	123.01	49.20
M7	290	138.95	55.58
M8	300	167.17	66.86
M9	310	189.21	75.68

A partir de los resultados registrados por el software de la máquina se determinaron la carga promedio y la resistencia promedio de las probetas utilizadas.

$$Carga\ Máxima\ Promedio = \sum_{Mc=1}^{9} \frac{Mc}{9} = 129.215556\ \text{KN}$$

$$Resistencia\ Promedio = \sum_{Mc=1}^{9} \frac{Mc}{9} = 51.711111\ \text{MPa}$$

Al determinar el promedio de las cargas soportadas se obtuvo como resultado un valor de 29.215556 KN y 51.711111 MPa para el promedio de las resistencias, sin embargo, la variación que existe entre la probeta de menor y mayor densidad fue de 70 g de masa, 104.4 KN de carga soportada y 41.76 MPa de resistencia, esto debido a que las probetas fueron cortadas de diferentes partes de los ejemplares, se puede decir que la madera del tronco tiene mayor densidad que la madera de las ramas, por lo cual se consideraron solo seis probetas (de M3 a M8) para determinar la carga máxima soportada promedio y la resistencia promedio, teniendo una variación de 40 g de masa, 52.4 KN de carga soportada y 20.95 MPa de resistencia.

$$Carga\ Máxima\ Promedio = \sum_{Mc=3}^{8} \frac{Mc}{6} = 132.35\ \text{KN}$$

$$Resistencia\ Promedio = \sum_{Mr=3}^{8} \frac{Mr}{6} = 52.98\ \text{MPa}$$

Los resultados indican que la resistencia es directamente proporcional a la masa (Cuadro 2), en la mayoría de los casos a mayor masa, mayor resistencia. Cabe mencionar que la resistencia de la madera depende en la mayoría de los casos en la parte de la madera que se toma, es decir a mayor cantidad de madera vieja (parte del tronco del ejemplar) mayor densidad y por ende mayor resistencia, y por otra parte a mayor cantidad de madera joven (parte mas cercana a las ramas) menor densidad y menor resistencia.

Comparativa de la resistencia de la madera

Para poder ilustrar mejor la resistencia a la compresión paralela a las fibras se realizó una comparación con la resistencia del concreto estructural. De acuerdo al

Código de Edificación de Vivienda Vigente [65], el concreto estructural debe tener una resistencia a compresión especificada, fc', no menor de :

a) 20 MPa (200 kg/cm2) para clasificación B1;

b) 25 MPa (250 kg/cm2) para clasificación B2; y

c) 50 MPa (500 kg/cm2) para clasificación C.

La clasificación tipo C corresponde a elementos de concreto estructural en contacto directo con agua.

Al comparar los resultados obtenidos de los ensayos de compresión con los requerimientos de concreto estructural normativo, se tiene que la resistencia de la madera de *mimosa lactiflua* es mayor aún comparándola con el concreto clasificación tipo C.

50 MPa (500 kg/cm2) para clasificación C < 51.711 MPa (527.306 Kg/cm2)

Dicha comparación determina que la madera estudiada es de tipo dura y muy resistente a la compresión paralela a las fibras, además de tener una resistencia muy por encima de lo requerido para el diseño de mobiliario (250 N) e igual a la de un concreto de uso estructural.

Los resultados de las pruebas mecánicas determinaron que la madera tiene una resistencia favorable a la compresión paralela a las fibras lo cual será utilizado para proponer elementos de apoyo (patas) para el diseño de la propuesta, esta característica de la madera se convierte en uno de los requerimientos de diseño mas importante.

2.3 MARCO HISTÓRICO

La evolución del hombre vinculada con la evolución del mueble mantiene una línea estrecha lo cual permite conocer que la forma de los muebles, así como su función ha cambiado a lo largo de la historia de la misma forma en que lo han hecho los materiales que se utilizan para su fabricación, sin embargo uno de los materiales más utilizados es la madera. La madera es la materia prima que ha perdurado en el mundo del mueble gracias a sus características físicas y mecánicas como: resistencia, firmeza, durabilidad, color textura, etcétera [38].

Aunque la historia del mueble es una denominación convencional para designar la evolución de las artes decorativas aplicada al mobiliario. Tradicionalmente ha sido considerada un arte menor o artesanía, sin embargo se revalorizó junto con las demás artes asociadas al diseño a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX [17,49].

Las fases de la historia del mobiliario reciben las mismas denominaciones que las empleadas en la historia del arte, dado que los muebles se asocian con obras arquitectónicas, pictóricas y escultóricas. Los muebles están sujetos a ciertas normas físicas de estabilidad, funcionalismo y ergonomía semejantes a las limitaciones de la arquitectura. El mueble o mobiliario está regido por el uso de estilos específicos de la historia del arte, los estilos más marcados en el mobiliario son: estilo Enrique IV, estilo Luis XIII, estilo Luis XIV, estilo Regencia, estilo Luis XV, estilo Luis XVI, estilo Directorio, estilo Imperio (Figura 15), [49,50,51].

Figura 15. Evolución del mueble

Fuente: https://images.app.goo.gl/SemduxV1vm9uABcN9

La evolución del mobiliario durante el último decenio del siglo pasado y primero del XXI está referido en [52]; se explica que en este periodo el dominio de la madera sobre otros materiales es manifiesto en la población española; tanto como material elegante como material que vuelve a dar el calor de hogar, su mestizaje con otros materiales, especialmente de la madera de ébano y okumé en acabados naturales en combinación con aluminio y acero, así como con plásticos translúcidos; la chapa de madera vuelve a tener auge y resurgen técnicas ancestrales como la madera acuchillada, cepillada, gravada al fuego, también la marquetería, los tallados y gravados; se emplean maderas con tonos rojizos como caoba, ébano, palisandro, también maderas con tonos claros.

Los muebles rústicos mexicanos se caracterizan por pesados, con diseños simples y acabados imperfectos elaborados manualmente, aunque estrictamente no son artesanías; se construyen con madera de pino encino, enebro, mezquite y otras maderas tropicales; son muebles de uso frecuente, por ejemplo armarios, sillas, cómodas, alacenas, y para equipos de música [53].

En este ambiente surge el estilo Rústico-Moderno, donde se combinan madera y acero para obtener, mediante el diseño de muebles, piezas únicas para adaptarse a cualquier ambiente.

2.3.1 CLASIFICACIÓN DEL MOBILIARIO

Como de mencionó en el Capítulo I existen diversas clasificaciones para los muebles, que cada diseñador sitúa su creación de acuerdo a su diseño. A continuación se muestra la clasificación de muebles que más se utiliza [54].

a) Por el material o ejecución

Muebles de madera, mimbre, plástico, metal, tapizados.

b) Por la función

Muebles para almacenar productos: armarios, roperos, aparadores.

Muebles pequeños: carritos de servicio, mesitas.

Muebles para descansar: camas.

Muebles para sentarse: bancos, sillones, sofás y sillas.

c) Por su utilización en la habitación

Muebles sueltos: cómodas, mesas.

Muebles sistemáticos: suplementarios, de composición, de instalación, por módulos.

d) Por su construcción

Muebles de cuerpo: cómodas, armarios, mesas de escritorio, muebles de radio.

Módulos: muebles con el frente abierto y cerrado. Mesas: muebles con un tablero horizontal que descansa sobre un bastidor.

e) Por su lugar de utilización

Muebles de hogar (sala, comedor, dormitorio, cocina, lavandería), cuarto de estar, de cocina, de colegio, de hospital, de laboratorio, de jardín y de oficina.

El propósito de este proyecto es diseñar y construir el prototipo de un comedor que se clasifica dentro de los muebles para el hogar utilizando madera de *Mimosa lactiflua Delile* con el estilo Rústico Moderno. El comedor es de los mobiliarios más utilizados en la vivienda después de la cama y la sala, además de ser el mobiliario donde la aplicación del diseño se distingue en la utilización de la madera [13].

En el comedor como espacio arquitectónico la acción de comer y su significado han variado por épocas y culturas. La dimensión es uno de los factores por el cual el comedor como mueble varía y evoluciona [55]. En la antigüedad las familias eran mucho más grandes en número que hoy en día, de acuerdo con lo referido en [56] en la actualidad una familia mexicana promedio está compuesta por 4 integrantes, lo cual hace que el diseño de los comedores respeten estas estadísticas, sin mencionar que la tendencia en las últimas décadas es la utilización de espacios mínimos. En la Figura 16 se muestran los diferentes tipos de comedores, así como sus dimensiones generales, considerando medidas estándares.

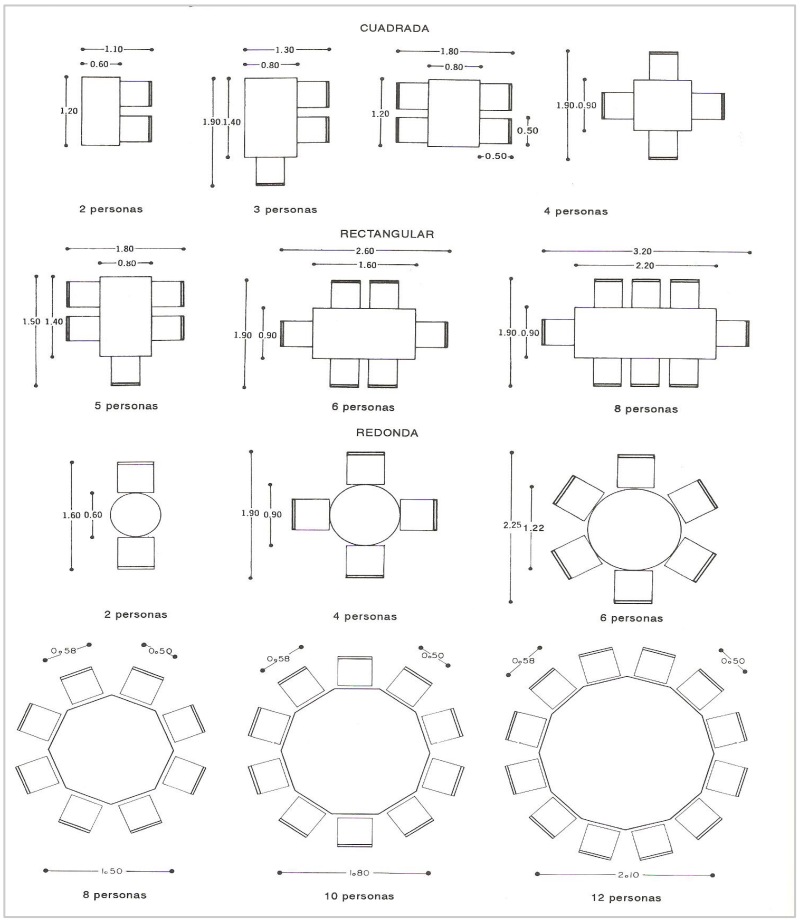


Figura 16. Dimensiones de diferentes tipos de mesas para comedor, Fuente [55].

2.4 MARCO REFERENCIAL

Por definición la tendencia es la inclinación o disposición que una persona tiene hacia una cosa determinada [URL 5]. En el diseño se debe anticipar a una tendencia, es decir, no siguiendo una moda.

Tradicionalmente el mueble o mobiliario junto con la decoración de las casas era una combinación de objetos que se heredaban para las generaciones posteriores siendo ese momento en el que nace el oficio de la decoración profesional. Con la aparición de la decoración profesional el eclecticismo ahora debía conciliarse y armonizar con la necesidad práctica del mobiliario en el hogar, nuevos espacios para nuevos usos e y en ocasiones como un manifiesto de la ideología de quien habita la casa [21].

Como se mencionó anteriormente en el diseño de mobiliario influyen varios estilos que surgieron a partir de movimientos y tendencias. Sin embargo en la actualidad estos estilos se ven reflejados en la creación de ambientes con los que el o los usuarios se sienten identificados, en la actualidad la historia detrás del producto (mobiliario), los materiales con una clara esencia natural que se perciben en sus propiedades y las piezas únicas, son elementos que no pueden faltar en el diseño de las colecciones actuales como muestra la Figura 8 [36].

Figura 17. Diseño de comedor combinación de texturas Fuente: Decorainteriores

El consumidor adulto joven se convierte en una oportunidad potencial para el mercado. De acuerdo con [13] la tendencia actual y futura se centra en la población de los jóvenes solteros y recién casados que inician su vida independiente, lo cual representa una oportunidad para un refrescamiento de la oferta del mobiliario hacia un diseño más atrevido, lleno de sentido y con una visión sostenible.

Según [URL 6] algunas de las tendencias actuales como: *ecofriendly, eco-diseño, diseño verde y* estilos como el *rústico y rústico-moderno* utilizan como materia prima la madera de arbustos, ramas de diámetros pequeños y desperdicio de árboles para proponer diseño de mobiliario, con la finalidad de resaltar las cualidades de la naturaleza haciendo una combinación con diferentes materiales, al mismo tiempo que se integra con el entorno.

2.4.1 ESTILO RÚSTICO-MODERNO

"Mezclar lo rustico con lo moderno puede parecer un poco contradictorio, sin embargo se pueden lograr diseños ideales para quienes disfrutan tanto de un estilo clásico y acogedor como de un estilo práctico y moderno" [URL 7]

El estilo rústico es el que se inspira en la vida tradicional del campo y supone un regreso a la vida de campestre, más relajada y en contacto con la naturaleza, es un estilo que nunca ha pasado de moda y en la actualidad es una de los estilos preferidos por que muchas personas buscan una decoración distinta y única. El estilo rústico se relaciona con el clima, las características geográficas y condiciones naturales. Mientras que en el estilo moderno se representa por líneas rectas y simples, utilizando superficies lisas y brillantes [URL 8]. Dentro del estilo rústico se distinguen variantes como: italiano, inglés, mediterráneo, country, colonial, moderno etc. [URL 9].

El estilo rustico moderno es el que retoma lo mejor de ambas tendencias, la parte tradicional y la parte moderna, para crear un ambiente campestre en pleno siglo

XXI. Para que el estilo rustico moderno pueda existir se necesitan buscar nexos de unión entre ambas tendencias a través de colores, texturas y materiales, además el campo y el bosque deben ser la fuente de inspiración [URL 10].

A continuación se describen algunas empresas las cuales desarrollan diferentes diseños de mobiliario utilizando madera de especies arbustivas o árboles pequeños, ramas y/o desperdicios de especies forestales maderables y arbustivas con un estilo rústico, algunos haciendo la integración con otros materiales.

A. FULL GROWN

Full Wrown es una compañía inglesa *eco friendly* que hace propuestas de mobiliario únicos a partir del aprovechamiento de algunas especies arbustivas, su inspiración se basa en el crecimiento natural de las ramas para proponer a partir de intervenciones, diseños interesantes.

Su proceso de diseño se basa en observar y conocer el crecimiento de las ramas de los arbustos o árboles, mientras el arbusto crece ellos realizan algunas estrategias para encaminar en cierta forma algunas de las ramas que permitir el diseño pensado [URL 11].

Figura 18. The Edwardes chair

Fuente: FULL GROWN

B. DELIER ESTUDIO

Delier es una empresa española de diseño que genera propuesta de mobiliario a partir de la madera de arbustos, ramas de árboles y desperdicio de especies forestales maderables. Se caracteriza por hacer uso de esta madera mostrando su belleza natural, combinándola con otros materiales que permiten potencializar su característica física dándole al diseño un toque rústico y moderno a la vez.

Al hacer uso de la madera para el diseño de muebles utilizando el menor tratamiento pretende tener un menor impacto ambiental, además de aprovechar el recurso natural al máximo siendo amigable con el medioambiente [URL 12].

Figura 19. Mesa de centro

Fuente: DELIER

C. ABITARE DECORACIÓN

Abitare Decoración es una empresa española de diseño que desarrolla mobiliario rustico-moderno. La combinación de colores, texturas y materiales permiten la generación de muebles elegantes con diseño, lo cual permite conseguir un conjunto visual al ser utilizado en el espacio arquitectónico.

La materia prima que utiliza esta empresa para el diseño y construcción de muebles con el estilo rustico-moderno es madera de ramas de árboles que generalmente se le considera como desperdicio. Sin embargo al realizar la integración de esta materia prima con otros materiales da origen a diseños únicos y diferentes [URL 13].

Figura 20. Bancos rustico-moderno

Fuente: ABITARE DECORACIÓN

En el estado de Oaxaca existen pequeñas empresas que generan nuevas propuestas de diseño en el mobiliario, sin embargo, dichas propuestas se basan en madera de especies forestales maderables, normalmente de *pinaceas*, no se encuentran registrados muebles a base de madera de especies arbustivas, es la razón por la cual de esta investigación [URL 14].

Figura 21. Diseño de Comedor para cuatro personas

Fuente: Casa verde, Oaxaca.

Figura 22. Diseño de muebles (comedor)

Fuente: Tip Muebles, Oaxaca

Figura 23. Diseño de comedor

Fuente: Empresa Comunera Ixtlán, Oaxaca.

Según lo referido en Santamaría *et al.* [57] para dinamizar la industria del mueble hace falta diseños innovadores, por lo que esta investigación es pertinente.

2.5 MARCO LEGAL O NORMATIVO

La madera de *Mimosa lactiflua,* material esencial para desarrollar la presente investigación, no está caracterizada por lo que es necesario determinar algunas de sus características físicas y mecánicas que orienten al momento de dimensionar los elementos del mobiliario. Así, para estos propósitos, la investigación está relacionada con la norma internacional ASTM D 143 – 94, reprobada por la American Society for Testing and Materials en 2000 y presentada como Anexo D en [58], misma que debe emplearse con el propósito de cumplir con las normas editoriales de las revistas científicas para la posible publicación de artículos científicos.

Debido a que el objetivo de esta investigación es diseñar mobiliario para comedor con el estilo rústico moderno en función de las características físicas y mecánicas de la madera de *Mimosa lactiflua,* se encuadra dentro de una obra intelectual, por lo que en el ámbito jurídico se relaciona con la Ley Federal del Derecho de Autor, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 1996, reformada y publicada el primero de junio de 2018. En este documento normativo, el diseño está considerado como obra arquitectónica en el apartado VIII del artículo 13, Capítulo I.

El mobiliario (comedor) producto de esta investigación se relaciona jurídicamente con la Ley de la Propiedad Industrial, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 27 de junio de 1991, cuya última reforma fue publicada en el DOF el 9 de abril de 2012. En este ordenamiento legal el prototipo de comedor que se genere en esta investigación podrá ser patentado como propiedad industrial, con base en el título primero, capítulo único, artículo 2º., numeral IV que menciona que entre otros objetos de esta ley está la de "favorecer la creatividad para el diseño y la presentación de productos nuevos y útiles". En el capítulo II (de las patentes), artículo 15 de este ordenamiento se establece que "se considera invención toda creación humana que permita transformar la materia o la energía que existe en la naturaleza, para su aprovechamiento por el hombre y satisfacer sus necesidades concretas". Los requisitos y procedimientos específicos para gestionar una patente de diseño industrial están explicados en la Guía del Usuario de Diseños Industriales, de la Dirección Divisional de Patentes [59, 11, URL 15]

En México no se han generado normas específicas para el diseño y construcción de muebles de madera, pero en España, se emplean, para los casos de mesas y sillas las siguientes normas: UNE-11014:1989 Mesas. Métodos de ensayo para determinar la resistencia estructural; UNE 11015:1989 Mesas. Métodos de ensayo para determinar la estabilidad; UNE 11022-1: 1992 Mesas para uso doméstico y público, características funcionales y especificaciones, parte 1: materiales y acabado superficial; UNE 11022-2: 1992 Mesas para uso doméstico y público, especificaciones y características funcionales, parte 2: resistencia estructural y

estabilidad. En el caso de sillas para comedor en la Unión europea se han generado las normas UNE 11020-1: 1992 Sillas, sillones y taburetes para uso doméstico y público, características funcionales, parte 1: materiales y acabado superficial, UNE-11020-2: 1992 Sillas, sillones y taburetes para uso doméstico y público, especificaciones y características funcionales, resistencia estructural y estabilidad [60]. Estas normas están fuera del alcance de la presente investigación, sin embargo, orientan acerca de lo que hace falta en México para desarrollar exitosamente el diseño y construcción de muebles de madera.

CAPÍTULO III. CONCEPTO DE DISEÑO

Una ves analizada la información recabada se procede al concepto de diseño lo cual corresponde a la Fase 2 Solución del problema de la Metodología de Bernd Löbach, para llevar a cabo dicha fase se determinarán los requerimientos de diseño, los cuales darán paso a la elaboración de las propuestas de diseño para comedor de 4 personas con madera de *mimosa lactiflua* implementando el estilo Rústico-Moderno, en pocas palabras es la fase creativa.

3.1 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Los requerimientos de diseño se utilizan para definir el producto, es decir, describen lo que el producto es, respondiendo básicamente la pregunta ¿para qué sirve? [61]. El diseño en todas sus modalidades consiste en pensar (idear) y describir una estructura que aparece como una portadora de características deseadas (particularmente funciones), las cuales se les conoce como requerimientos de diseño [62].

Para poder determinar cada uno de los requerimientos de diseño, se debe analizar toda la información recabada en el marco referencial del capítulo dos, que consiste en integrar las características de la madera de *Mimosa*, el estilo Rústico-Moderno y el diseño de muebles y específicamente comedor para 4 personas.

Para cada diseñador es importante saber la relación de las dimensiones del cuerpo humano y espacio necesario para desarrollar sus actividades de la manera más cómoda. El hombre como usuario y generador de actividades, permite determinar la forma y dimensiones del mobiliario, y que este a su vez es responsable del diseño arquitectónico, el cual tiene una estrecha relación con el Diseño de Muebles [63]. Para poder tomar en cuenta todos estos factores se considera la antropometría, la

cual es el estudio de las medidas del cuerpo humano en todas sus posiciones y actividades, tales como descansar, sentarse, alcanzar objetos, etc. [64].

En la determinación de los requerimientos de diseño se deben considerar las características necesarias del objeto a diseñar, para este caso en particular se revisaron los elementos que conforman un comedor, así como medidas estándar.

3.1.1 EL COMEDOR

¿Qué es un comedor? La Real Academia Española define al comedor como la pieza destinada en las casas para comer y el mobiliario que se encuentra en dicha pieza.

Los comedores están definidos por el número de comensales que pueden participar (sentarse), existen comedores para ocho, seis y cuatro comensales, sin embargo también existen comedores para más personas [13].

El comedor es un mueble (objeto) compuesto por dos objetos (muebles). La mesa, la cual puede ser cuadrada, rectangular o redonda, pero en diseño puede variar su forma. El segundo mueble es la silla, la cual permite a los usuarios mantener una postura cómoda que permita ingerir los alimentos [62, 64].

Partes y funciones que conforman al comedor: Sistemas y subsistemas [55, 62, 64]

A. Sistema Mesa

- Subsistema de soporte de la mesa de comedor:

Soporte de la tabla o superficie que conforma al mueble, es decir, la o las patas, regularmente se colocan cuatro, sin embargo, puede tener tres dos o una.

- Subsistema de apoyo de objetos:

Tabla de la mesa o superficie, es la parte superior de donde se colocan los alimento y diferentes utensilios. Puede ser de metal, madera, vidrio, plástico u otro material que cumpla con las características necesarias

- Subsistema de unión de soporte y apoyo:

Aquellas piezas que se utilizan para unir la tabla y el soporte. Pueden ser clavos, tornillos u otros aditamentos que realice dicha función.

Los subsistemas anteriores son los principales que conforman a la mesa, a simple vista son mínimos, pero dependerá de la complejidad del diseño el requerir algo extra.

B. Sistema Silla

- Subsistemas de apoyo:

El apoyo de una silla es básicamente el asiento y puede estar o no acolchonado, también puede ser de distintos materiales.

- Subsistema de soporte:

Al igual que la mesa, el apoyo coloquialmente se le conocen como patas, ésta pueden ser cuatro, tres, dos o hasta una.

- Subsistema de apoyo para la espalda:

El respaldo de cualquier mueble diseñado para descanso, tiene como función el detener la espalda del usuario donde se puede recargar para su mayor comodidad, evitando de esta manera lesiones futuras.

- Subsistemas de apoyo para pies:

Elemento horizontal de algunas sillas a la altura próxima a los pies, el cual tiene como función el soporte de pies. Como se mencionó anteriormente la silla para comedor puede o no contar con este apoyo.

- Subsistema de apoyo para brazos:

Piezas laterales para descansar los brazos o recargar los codos, algunas sillas de comedor cuentan con este subsistema. En los últimos años este elemento ha sido olvidado en algunos diseños.

3.1.2 ANTROPOMETRÍA PARA EL DISEÑO DE COMEDOR

El comedor como mobiliario tiene un uso específico el cual sirve para sentarse a ingerir los alimentos [55,64], sin embargo tiene algunos otros usos comunes como: jugar , trabajar, socializarse, platicar, leer y descansar

El comedor como espacio arquitectónico y como lugar donde el comedor como mueble cumple su función, también permite determinar algunas características para el diseño de mobiliario, y para este caso en particular el diseño de un comedor utilizando madera de *Mimosa lactiflua* con el estilo rústico moderno.

El área mínima por espacio debe corresponder a lo establecido en [65], lo cual se determina por las medidas del mobiliario (Cuadro 3).

Cuadro 3. Espacios permisibles y áreas mínimas

ESPACIO HABITABLE	ÁREA MÍNIMA	LADO MÍNIMO
Estancia	7.29 m2	2.70 m
Comedor	4.41 m2	2.10 m
Recámara*	7.29 m2	2.70 m
Alcoba	3.60 m2	2.00 m
Espacio auxiliar		
Cocina	3.30 m2	1.50 m
Baño	2.73 m2	1.30 m
1/2 Baño rectangular	1.69 m2	1.30 m
1/2 Baño alargado	1.44 m2	0.80 m
Lavandería	2.56 m2	1.60 m
Patio	1.96 m2	1.40 m
Patio- lavandería**	2.66 m2	1.40 m
Espacios superpuestos		
Estancia- comedor	12.00 m2	2.70 m
Estancia- comedor-cocina	14.60 m2	2.70 m

El diseño permite generar bienestar a los usuarios, por lo cual se determinan características estándar que no se pueden omitir; la Figura 24 muestra las medidas

generales necesarias para comedor de 4 personas , extraídas del apartado 808 del CEV (2010) .

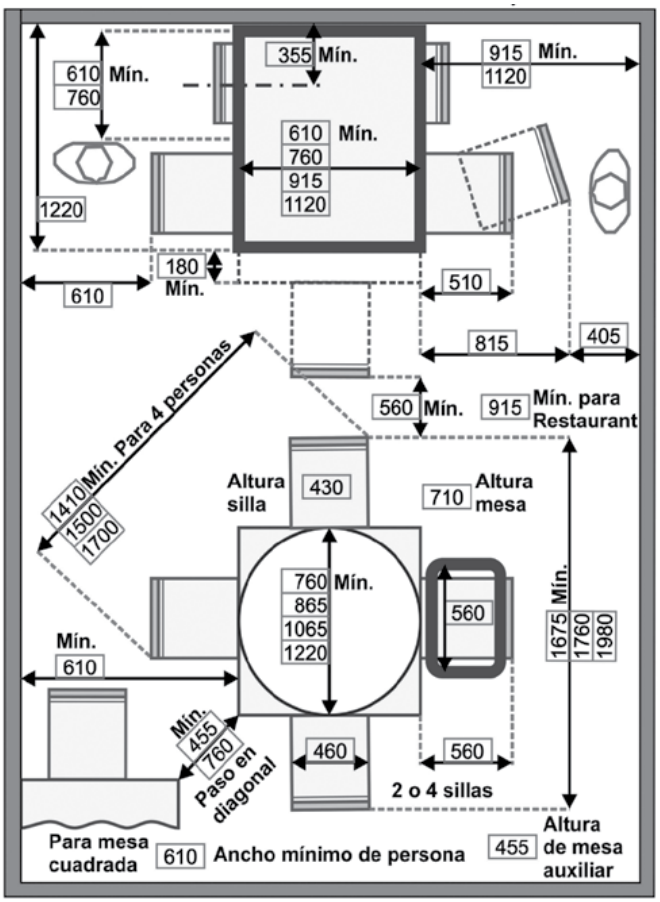


Figura 24. Dimensiones de comedor (unidad mm)

Fuente: Código de Edificación de Vivienda, 2010.

Cada una de las dimensiones del cuerpo humano (Figura 25) permiten la generación de nuevas alternativas de diseño de muebles, estas medidas varían de acuerdo a cada región, considerar dichas dimensiones aseguran que los diseños sean funcionales [55, 64].

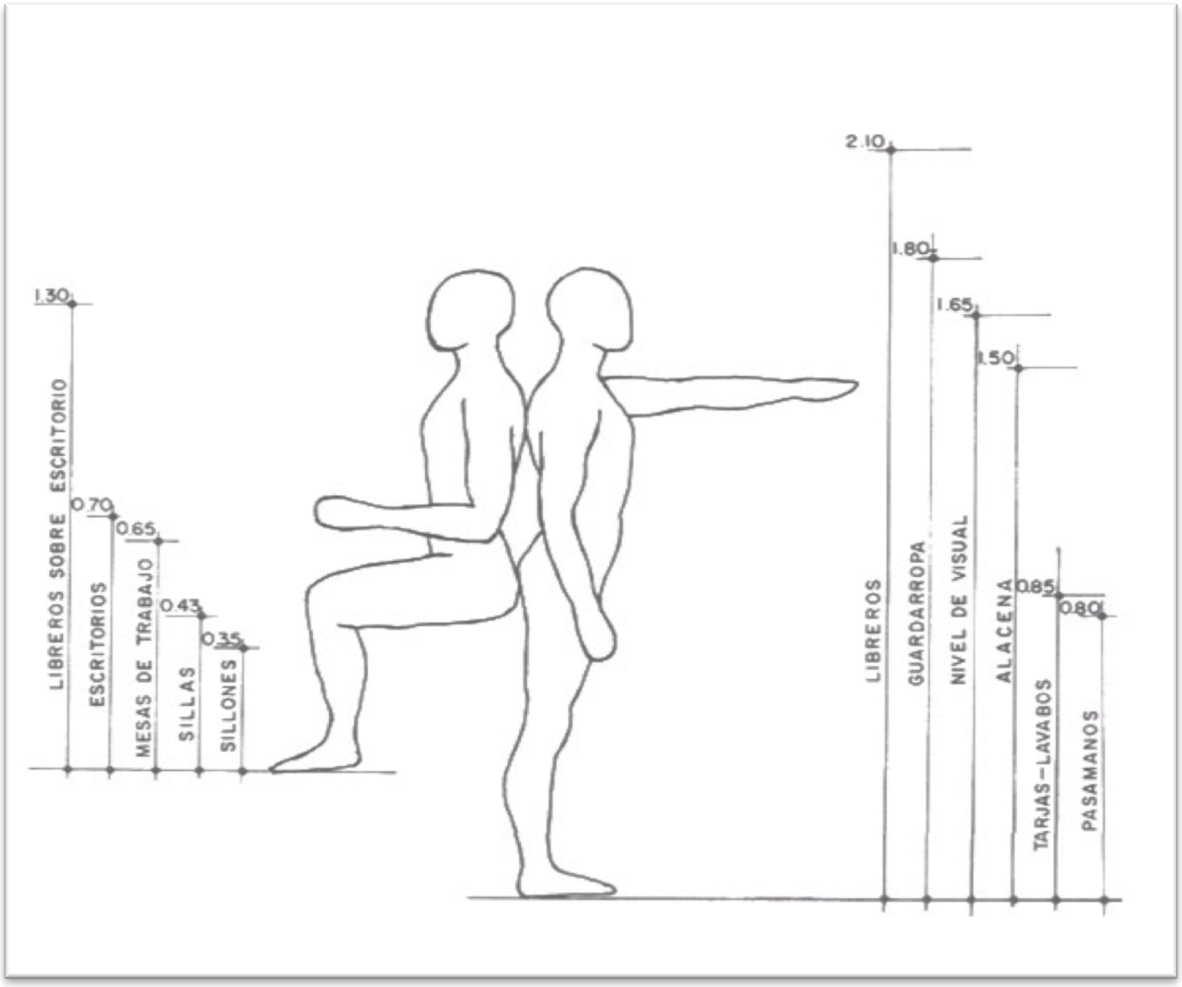


Figura 25. Dimensiones generales del cuerpo humano con respecto a los objetos.

Fuente [64]

El diseño de mobiliario está estrechamente relacionado con el diseño arquitectónico; las dimensiones de un mueble óptimo dependen de la antropometría, y estas a su vez determinan las dimensiones de los espacios considerando circulaciones. Por lo cual es importante considerar las dimensiones estándar de los espacios, es este caso las del comedor, donde también se pueden extraer las medias necesarias de los muebles del comedor.

Las medidas óptimas de comedor para cuatro personas, tanto de mesas como de sillas planteadas en [64] son las siguientes:

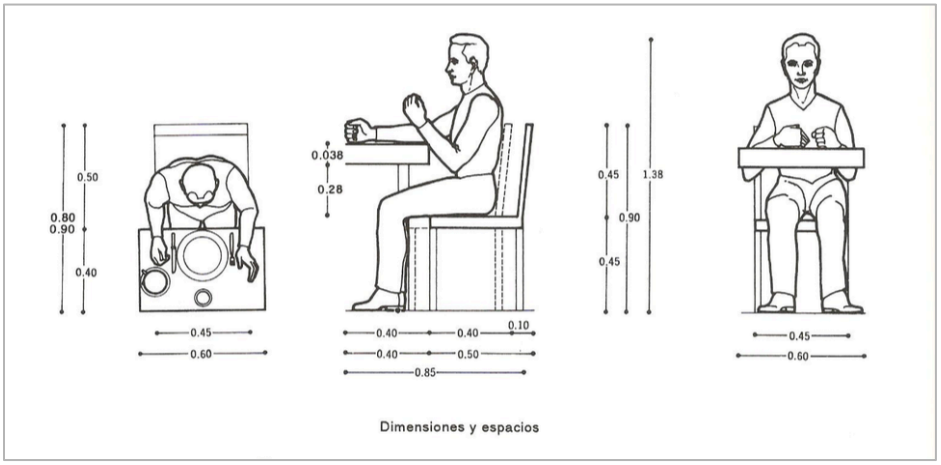


Figura 26. Dimensiones y espacios necesarios para comedor (unidad m).

Fuente [46]

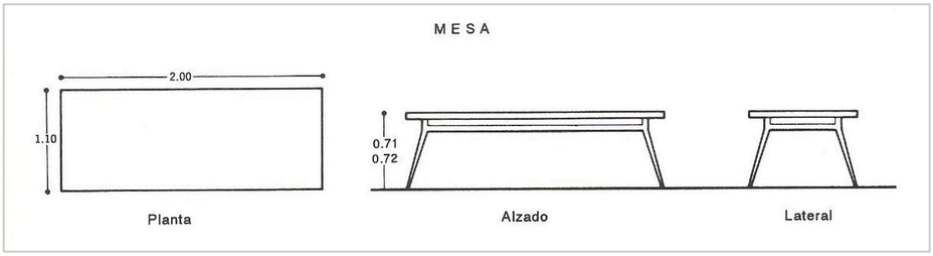


Figura 27. Dimensiones generales de mesas para comedor (unidad m).

Fuente [55]

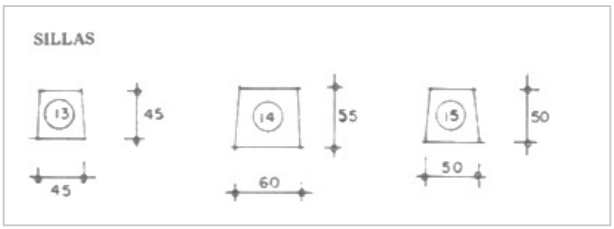


Figura 28. Dimensiones de sillas para comedor (unidad cm).

Fuente [64]

Figura 29. Dimensiones de sillas para comedor (unidad m).

Fuente [55]

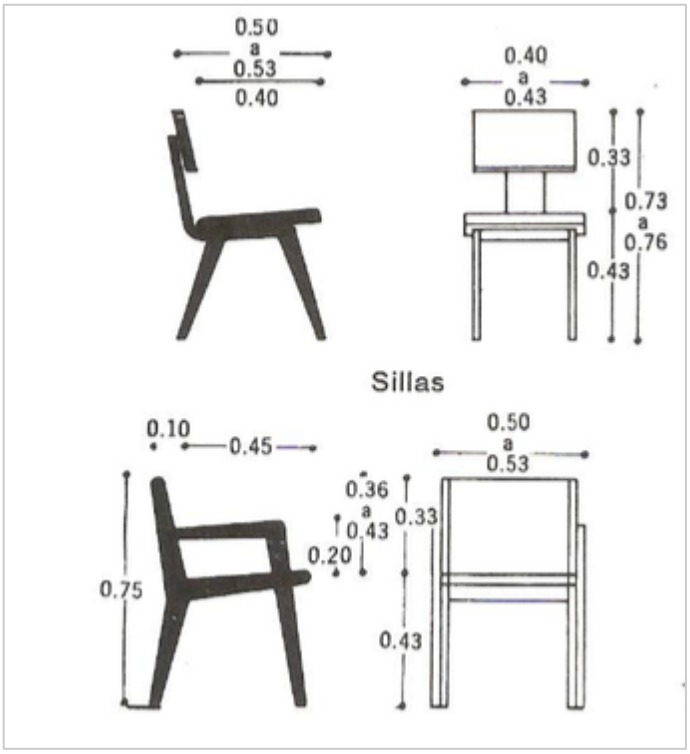


Figura 30. Dimensiones generales de sillas para comedor (unidad m).

Fuente [64]

Para el diseño del comedor también se deben tomar en cuenta las circulaciones y espacios entre comensales (Figura 31), por lo cual también se analizaron las soluciones del acomodo del mobiliario [55,64].

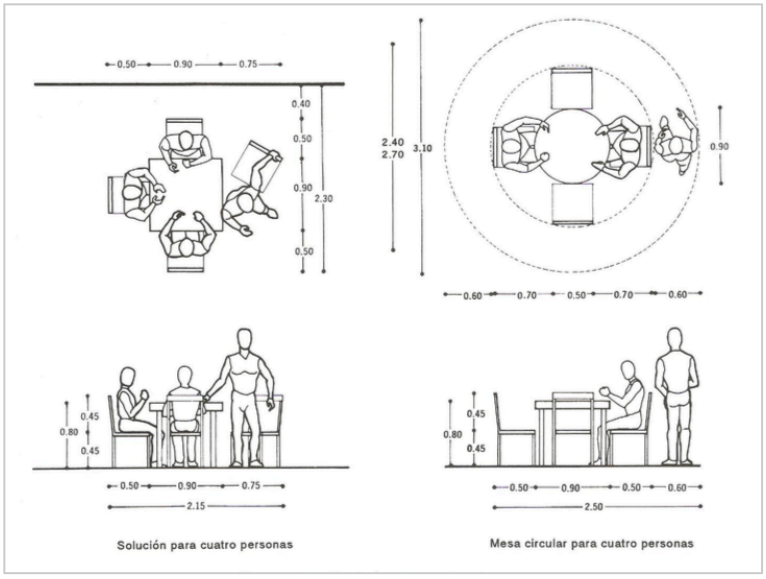


Figura 31. Soluciones para comedores de 4 personas (unidad m).

Fuente [55]

Como bien es sabido, el comedor representa un lugar familiar importante por ser un espacio de reunión familiar donde se toman los alimentos [55, 62, 64].

Para el diseño de comedores se deben de considerar los siguientes factores:

- Número de personas que lo van a usar
- Espacio que ocupan estas personas sobre la mesa
- Espacio para sillas y circulaciones entre ellas
- Distribución de los asientos
- Tamaño y tipo de mobiliario
- Espacio para almacenamiento de los enseres necesarios para comer.

3.1.3 ASPECTOS NORMATIVOS

El diseño de mobiliario se rige de acuerdo a estándares de calidad, dentro de estos se encuentra la resistencia a la compresión y estabilidad, tales que la mayoría de los fabricantes en el mercado toman como base las normas Españolas UNE 11014:1989,

UNE 11015:1989 (para ensayos de resistencia estructural a la compresión de mesas) y UNE 11-010:1989, UNE 11-011:1989 para determinar la resistencia estructural a la compresión de las sillas [66].

Para los ensayos de resistencia a la compresión y estabilidad a los que los muebles (mesas y sillas) se someten, la fuerza máxima aplicada es de 250 N [66 y 67]. Los ensayos aplicados dan como resultado un rango de soporte de 150 a 180 kg para el caso de sillas y para mesas de comedor varía de acuerdo al material [URL 16], sin embargo debe resistir la fuerza aplicada en los apoyos de 250 N.

3.1.4 LISTA DE REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Al considerar los requerimientos de diseño de comedores para 4 personas y las características físico-mecánicas de la madera se desarrollo el Cuadro 4 de requerimientos de diseño que permitirán el desarrollo del diseño de la propuesta.

Los requerimientos de diseño del comedor para 4 personas se dividieron en:

Requerimientos antropométricos: se consideran las dimensiones generales y óptimas del mobiliario explicado en el apartado 3.1.2.

Requerimientos estéticos: se centran en mostrar las características físicas y mecánicas de la madera, así como la integración con otros materiales que corresponden al estilo Rústico-Moderno considerando el menor número de procesos. Cabe destacar que en esta parte se utilizaron los resultados obtenidos en los ensayos de compresión paralela a las fibras a los que se sometió la madera, recordando que la resistencia obtenida fue de 527.306 Kg/cm2, esto permite que el diseño de los apoyos (patas) puedan ser esbeltos, lo que permite la optimización del material.

Requerimientos de uso: donde se consideran la resistencia, estabilidad sobre piso nivelado y la parte ergonómica que permitan al mueble cumplir con su función.

Requerimientos de producto: se consideran las partes y funciones que conforman los muebles de un comedor (mesa y silla)

Cuadro 4. Requerimientos de diseño

Diseño de comedor para 4 personas	
Requerimientos antropométricos	Característica
Dimensiones generales de mesa	Redonda Diámetro= 76 cm – 122 cm Cuadrada √ Lado= 76 cm - 122 cm Altura: 70 cm – 80 cm
Dimensiones generales de silla	Base: 45 cm – 50 cm Altura base: 45 cm Altura respaldo: 80 - 90 cm mínimo
Requerimientos estéticos	Características Mostrar el mayor número de cualidades de la madera de mimosa Integración de los materiales
Estilo Rústico –Moderno	Materiales a considerar: Madera de *mimosa actiflua* Vidrio Acrílico Resina Metal Textil
Madera de *mimosa Lactiflua*	Aprovechar la madera al máximo Utilizarla como elementos de apoyo de forma paralela a las fibras. Utilizar la madera que es cortada como leña las cuales tienen medidas variables en cuanto a diámetro (de 3 cm – 10 cm) X 1.5 de largo. Menor número de procesos
Requerimientos de uso	Características
1	Resistente
2	Ergonómico
3	Estable en suelo nivelado
Requerimientos de producto	Características
Mesa de comedor	Debe contar con: Soporte Apoyo

	Unión del soporte con el apoyo
Silla de comedor	Debe contar con: Apoyo Soporte Soporte para espalda

Además de los requerimiento se consideraron los siguientes factores como apoyo en el diseño de las propuestas.

A. Factor Formal

Forma: Estilo rústico moderno

Color: el color natural de la madera a utilizar tiene tonalidades rojizas y de pardo a amarillo, y con la exposición a la intemperie tiende a gris claro. Los materiales utilizados en el estilo moderno tienen texturas lisas y acabados brillantes, excepto los textiles que muestran su esencia.

Expresión: el diseño del comedor debe contener características del estilo Rústico-Moderno, se debe expresar la parte tradicional integrándola a la parte elegante y simple.

B. Factor Funcional

Ergonomía: Para que el mobiliario cumpla con su función adecuada se deben considerar las medidas necesarias, así como la parte antropométrica mencionada anteriormente .

C. Factor Técnico

Materiales: trozos de madera de *mimosa lactiflua* 1.5 m x 0.1 m de diámetro, metal, vidrio, acrílico, pintura, resinas, etc.

Tecnología: Equipo y herramientas que se encuentran dentro de los talleres de la Universidad Tecnológica de la Mixteca.

3.2 GENERACIÓN DEL CONCEPTO DE DISEÑO

Se han utilizado diversos conceptos para definir la fase creativa del proceso de diseño: apunte, borrón, estudio, garabato, mancha, esquema, nota, croquis, esbozo, boceto, entre otros.

Esta fase creativa se manifiesta gráficamente en el proceso de ensayar diferentes variables formales para llegar a un nivel óptimo de concertación y describir el objeto percibido o ideado. En pocas palabras el boceto es el dibujo espontaneo o con evidencia ilusoria que representa el concepto de lo ideado y que le da un sentido definido a la idea. A partir de la definición se puede extraer la función del boceto, bosquejo o la palabra que mejor convenga al creador; esta función consiste en desentrañar lo inimaginable, para identificar el precepto que permite la observación de aquello que se intenta formalizar gráficamente [71].

Con base a la información analizada y con ayuda del Cuadro 4 se inició la generación de conceptos de diseño a partir de la técnica de creatividad por analogía.

Una analogía se define por una relación de semejanza entre cosas distintas [72]. Las analogías constituyen una técnica enfocada a la generación de ideas a partir de la creación de asociaciones de conceptos que de manera habitual no se encuentran conectadas.

Existen muchas analogía, tales como las biológicas, históricas, personales, simbólicas, geográficas, etc. Cuanto más extraña la analogía se puede decir que a mayor distancia entre la fuente del problema y el problema o desafío, mayor es la probabilidad de generación de ideas inusuales.

En la generación de ideas se pueden considerar tres tipos de analogía:

Similitud: una fuente de la analogía y el problema o proceso estudiado debe compartir algunas características comunes.

Estructura: cada elemento fuente de la analogía debe corresponder a un elemento de la situación discutida, así como una correspondencia general en la estructura.

Propósito: la creación de analogías debe ser orientadas hacia el objetivo principal, que es la solución de los problemas.

3.2.1 PROPUESTAS DE DISEÑO

La naturaleza es una de las principales fuentes de inspiración para los diseñadores que ofrece un sin fin de elementos, observar cada uno de los detalles permite extraer la esencia y principios que ayudan a interpretar para el desarrollo de nuevos diseños [73]. El proceso creativo para el diseño de comedor para cuatro personas con el estilo Rústico-Moderno parte del método por analogía mencionado anteriormente utilizando como analogía tres elementos naturales: árbol, espina y una araña. Con ayuda de un block de dibujo se aterrizaron las ideas, generando una recopilación de posibles soluciones [Anexo 1].

Las analogías elegidas dieron como resultado las siguientes propuestas de diseño:

3.2.2 PROPUESTA 1. ÁRBOL

Para la primera propuesta en etapa de bocetaje se eligió la estructura de un árbol.

Por definición un árbol es una planta que dispone de un tronco de tipo leñoso, el cual se divide en múltiples ramas en su parte superior a las cuales en conjunto de le denominan copa [URL 4] (Figura 32).

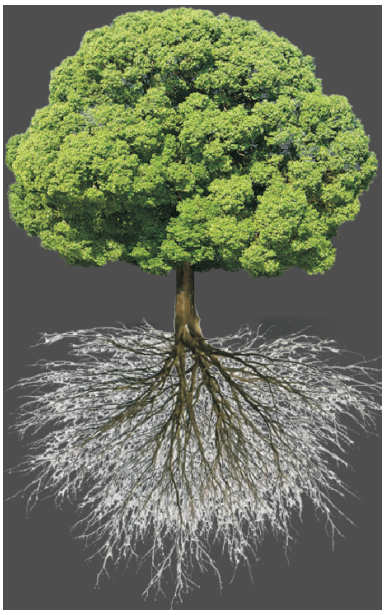


Figura 15. Estructura de un árbol

La estructura de los árboles fue el factor principal por el cual se eligió como analogía para esta primera propuesta de diseño, dicha estructura se dividió en tres elementos raíces, tronco y copa, esta modulación de estructura se comparó con el apoyo y soporte los cuales son los elementos básicos de la estructura de las mesas y sillas. Al interpretar cada elemento de la estructura de los árboles se extrajo la forma y composición de la propuesta número uno la cual consiste en el apoyo (patas) que hacen alusión a las raíces, el tronco reflejando parte del soporte y la copa la cual se interpretó como la tabla de la mesa (Figura 33).

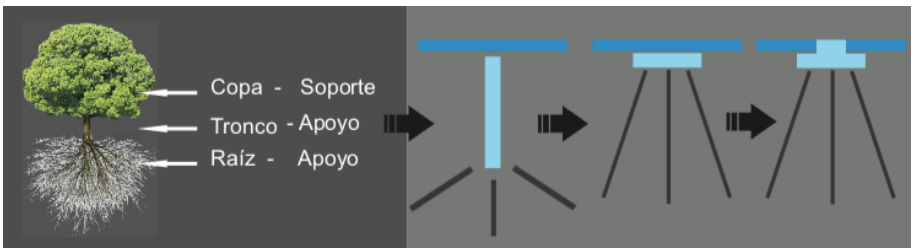


Figura 16. Concepto de diseño propuesta 1

Los materiales principales considerados para este diseño y con base al estilo y características de la madera estudiada fueron: madera de *Mimosa lactiflua*, resina cristal, vidrio templado y pintura automotriz. El resultado lo muestra la Figura 34.

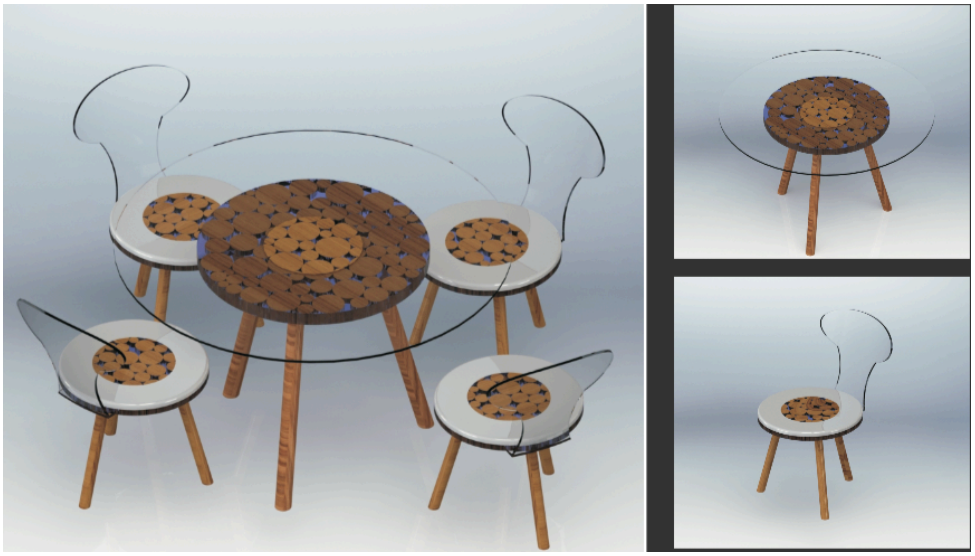


Figura 17. Bocetos conceptuales (3D) propuesta 1

Las características principales del diseño de la mesa y sillas de comedor son las siguientes:

Mesa: el soporte de cristal está montado sobre una superficie de trozos rollizos de madera de mimosa de 5 cm de altura unidos con resina cristal transparente, todo esto soportado por un apoyo de tres patas de la misma madera con un diámetro de espesor no menor a 5 cm cada una.

Silla: con el mismo principio y del mismo modo que la mesa el apoyo son tres patas de madera de mimosa que soportan una superficie de rollos e madera con resina y madera de pino unidos a un respaldo de acrílico de 6 mm de espesor.

3.2.3 PROPUESTA 2. ESPINA

Como analogía para la propuesta 2 se utilizó una espina de rosa la cual es una prolongación aguda y afilada que algunas plantas poseen, así como ciertos animales y que les sirven de defensa contra su depredadores [URL 4], (Figura 35).

Figura 18. Espina de rosa

Al unir cada uno de los vértices de la espina se forma una figura geométrica llamada triángulo, trasladando esta figura a un dibujo tridimensional se puede construir una pirámide triangular, dicha figura 3d permitió generar la composición de la mesa al contraponer dos pirámides triangulares y para la silla además del principio geométrico se extrajo la forma inclinada de la parte afilada de la espina (Figura 36).

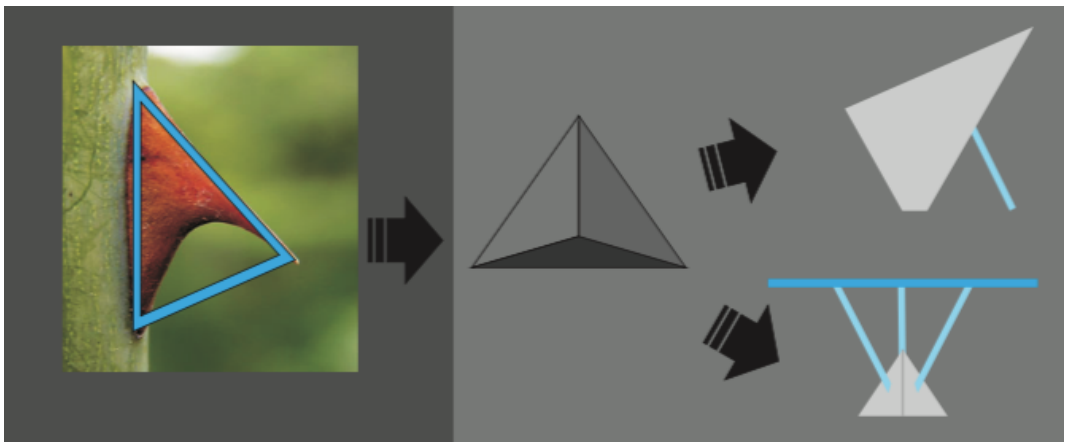


Figura 19. Concepto de diseño 2

Los siguientes bocetos de silla y mesa para comedor (Figura 37) son resultado del uso de la analogía número dos:

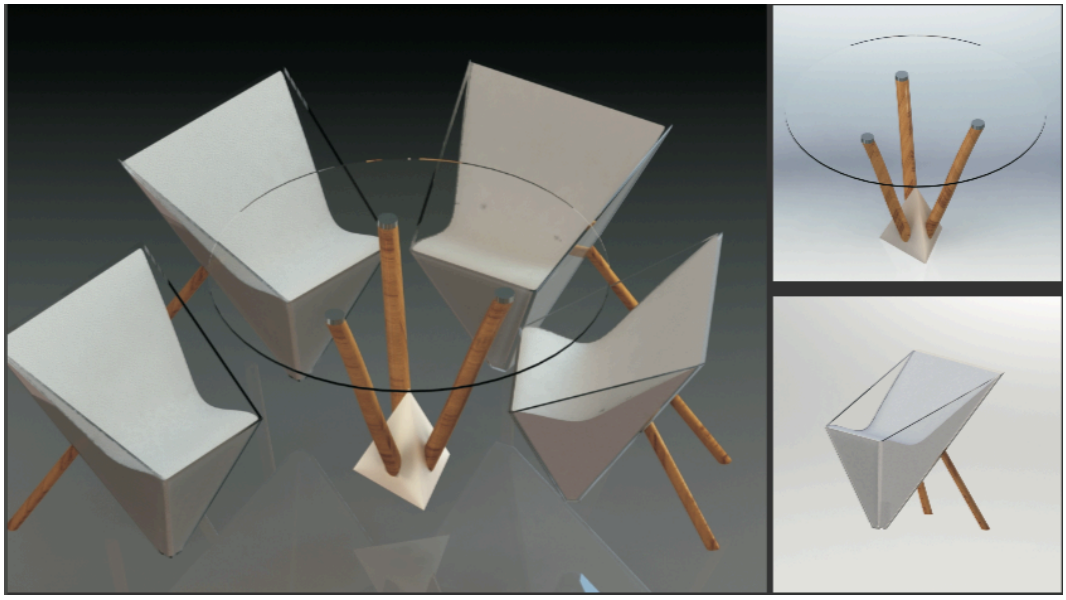


Figura 20. Boceto conceptual (3D) propuesta 2

Las características de esta propuesta de diseño son las siguientes:

Mesa: El soporte de vidrio templado esta montado sobre tres insertos de acero inoxidable unidos a tres elementos de madera de Mimosa que intersecan en forma de pirámide triangular de resina.

Silla: una pirámide cuadrangular de acrílico conforma el asiento y respaldo acolchonados con hule espuma, dos patas traseras de madera de *Mimosa* y junto con el acrílico conforman el apoyo.

Los materiales principales considerados para este diseño son: vidrio templado, madera de *Mimosa*, acrílico, tela, hule espuma e insertos de acero inoxidable. Cabe destacar que al igual que las demás propuestas se realizaron con base en los requerimientos de diseño.

3.2.4 PROPUESTA 3. ARAÑA

Como última analogía se utilizó una araña la cual es un arácnido con tráqueas en forma de bolsas comunicantes con el exterior, con cefalotórax, cuatro pares de patas, y en la boca un par de uñas venenosas (Figura 38) . En el extremo del abdomen tiene las hileras u órganos productores de la seda con la que tapiza su vivienda, caza sus presas y se traslada de un lugar a otro [URL 4].

Figura 21. Araña

La capacidad motriz de las patas de las arañas fue la característica principal de la elección como analogía para la tercera propuesta de diseño. La forma en como están diseñadas las patas de las arañas y la estabilidad que le brinda a toda su estructura fue la parte que se extrajo para esta propuesta, lo que se busca el diseño de mueble es que tenga una buena estabilidad y estructura como la araña. Al interpretar esta forma se traslado a la forma y estructura del diseño (Figura 39).

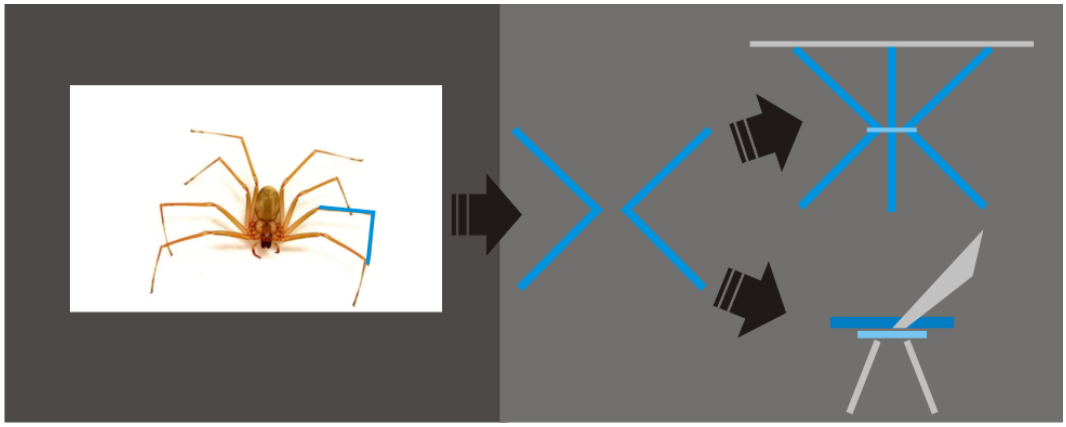


Figura 22. Concepto de diseño 3

La Figura 40 muestra los bocetos de mobiliario (silla y mesa) los cuales son resultado de la tercera analogía.

Figura 23. Boceto conceptual (3D) propuesta 3

El diseño de esta propuesta considera como materiales principales vidrio templado, madera de *Mimosa*, tela, hule espuma, metal e insertos de acero inoxidable.

Mesa: El soporte de vidrio templado esta montado sobre tres insertos de acero inoxidable unidos a tres elementos de madera de *Mimosa* con la forma extraída de la analogía unidas con un aro de metal y elementos de unión para la madera.

Silla: al igual que la mesa cuenta con tres apoyos de madera de *Mimosa* de 3.5 cm de diámetro, asiento y respaldo tapizado.

3.3 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

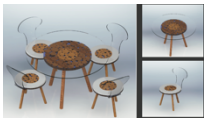
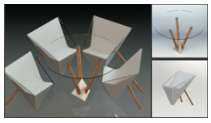
Después de desarrollar los conceptos de diseño, se seleccionó la mejor propuesta a partir de una matriz de correlación con base en los requerimientos de diseño. Para la evaluación de las propuestas se estipularon tres valores:

1 Cumple mínimamente

2 Cumple medianamente

3 Cumple satisfactoriamente

Cuadro 5. Matriz de Correlación

	Propuestas de Diseño de comedor		
Criterios de evaluación	Propuesta 1 	Propuesta 2 	Propuesta 3
1. Potencializa las características físicas de la madera	3	1	2
2. Uso del mayor porcentaje de madera	3	1	2
3. Mejor uso de las características mecánicas de la madera (resistencia a la compresión paralela a las fibras)	3	3	3
4. Menor número de procesos de la madera	2	3	3
5. Antropometría: medidas óptimas	3	3	3
6. Integración de los materiales del estilo Rústico-Moderno	3	3	3
7. Concepto de diseño	3	2	3
Total:	20	16	19

Los criterios de evaluación de las propuestas de diseño se generaron con base a los requerimientos de diseño (Cuadro 4), las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *mimosa*, las características de un comedor para 4 personas y el estilo Rústico-Moderno.

Criterios 1, 2, 3 y 4: se consideraron los requerimientos estéticos.

Criterio 5: se consideraron requerimientos antropométricos.

Criterio 6: se consideraron loe requerimientos estéticos, además de las características del estilo Rústico- Moderno.

Criterio 7: la integración de todos lo requerimientos, así como toda la recopilación de la información.

Al término de la evaluación para determinar la mejor alternativa utilizando la matriz de correlación anterior (cuadro 5), se pudo concluir que la propuesta 1 tuvo el mayor puntaje, indicando de esta forma la viabilidad del diseño.

CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 MODELO 3D.

Una vez seleccionada la mejor alternativa se procedió al modelado tridimensional a detalle del comedor en el software SolidWorks, donde se consideraron todos los requerimientos de diseño, así como la representación de los materiales reales. Se dibujó cada uno de los elementos de la silla y mesa en archivos de piezas separadas y posteriormente se generó un archivo de ensamblaje para visualizar de manera conjunta la propuesta (Figura 41).

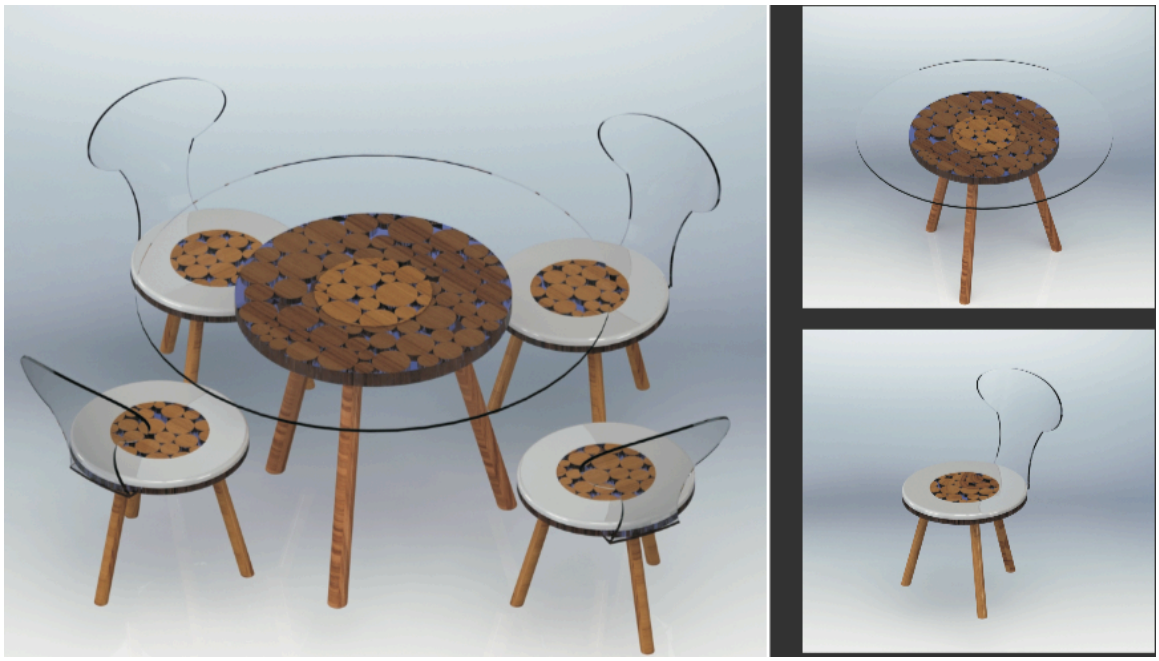


Figura 24. Mejor alternativa de comedor

4.2 ANÁLISIS ESTÁTICO

El modelado tridimensional también tuvo como objetivo el desarrollo de un análisis de resistencia estática para evaluar el grado de esfuerzo que podrían sufrir los elementos de la propuesta de diseño (madera de *mimosa*) sometidos a fuerzas constantes del diseño de comedor propuesto.

Para aproximar la validación de la calidad, el desempeño y la seguridad eficiente del diseño utilizando madera de *mimosa* se calcularon los esfuerzos y desplazamientos de la madera, cabe mencionar que para determinar estos cálculos se deben considerar parámetros como fuerzas, presión densidad, límite elástico entre otros. La densidad, la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad utilizados en dichos parámetros se obtuvieron con las pruebas y ensayos aplicados a la madera de *mimosa,* los cuales se explican en el apartado 2.2.6, sin embargo, los demás parámetros necesarios se tomaron de la base de datos del software utilizando una madera semejante a la estudiada.

Se utilizó el componente SolidWorks Simulation para generar los análisis estáticos. Como el comedor se divide en dos muebles (mesa y silla), se inició con el análisis de la mesa aplicando fuerza distribuida sobre el soporte o tabla (Figura 42).

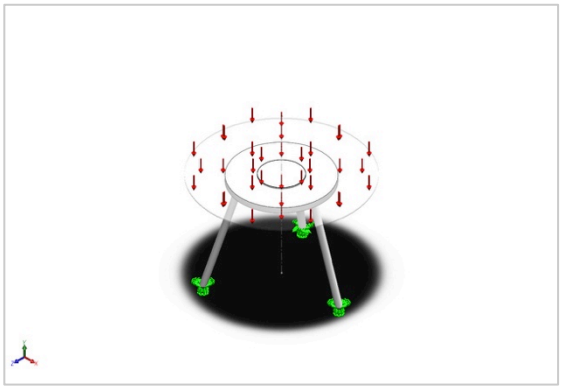


Figura 25. Características generales del modelo

Mesa para comedor

Fecha: Julio de 2019
Soft ware: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis

Tipo de análisis: Análisis estático

Se debe asegurar que las unidades manejadas en la simulación deben estar condicionadas por las unidades presentes en el modelo para evitar cálculos

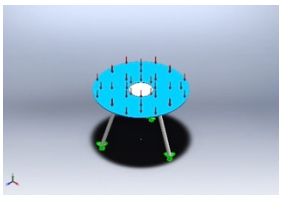
erróneos (Cuadro 6). En esta etapa de la simulación se inicia con la asignación del material en cada uno de los elementos del modelo, en este caso se editaron los dos materiales utilizados (madera de *mimosa* y vidrio templado) puesto que los parámetros de estos no se encontraron en la base de datos del software.

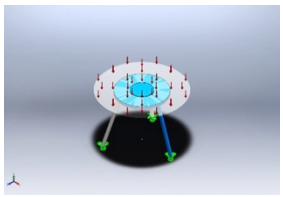
Cuadro 6. Propiedades del estudio

Nombre de estudio	Análisis estático Mesa para Comedor
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Tipo de solver	FFEPlus
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Desactivar
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m^2

En la asignación de parámetros se introdujeron los valores de las propiedades mecánicas de los dos materiales utilizados (módulo elástico, coeficiente de Poisson, densidad , límite elástico entre otros). En el caso de la madera se pudieron aprovechar los valores obtenidos en la caracterización físico-mecánica de la *mimosa*, (Cuadro 7).

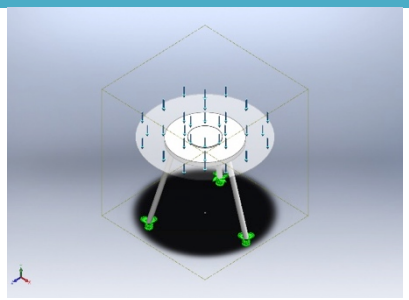
Cuadro 7. Propiedades del modelo

Referencia de modelo	Propiedades		Componentes
	Nombre: Tipo de modelo: Criterio de error predeterminado: Límite elástico: Límite de tracción: Módulo elástico: Coeficiente de Poisson:	VIDRIO Isotrópico elástico lineal Tensión de von Mises máx. 720 N/m^2 0 N/m^2 6.8935e+010 N/m^2 0.23	Elememto 1. Material Soporte Vidrío Templado

	Densidad: Módulo cortante: Coeficiente de dilatación térmica:	2457.6 kg/m^3 2.8022e+010 N/m^2 9e-006 /Kelvin	
	Nombre: Tipo de modelo: Criterio de error predeterminado: Límite elástico: Módulo elástico: Coeficiente de Poisson: Densidad: Módulo cortante:	*MIMOSA* Isotrópico elástico lineal Tensión de von Mises máx. 188289N/m^2 188289 N/m^2 0.394 900 kg/m^3 0 N/m^2	Elemento 2. Material Apoyos (1,2 y 3) Soporte Madera de *Mimosa*

Una vez completados los parámetros de cada material, se asignaron condiciones al modelo; lo que se pretendía demostrar con este análisis era la resistencia de la madera y la estructura del diseño por lo cual se realizaron sujeciones en parte inferior de los apoyos (Cuadro 8).

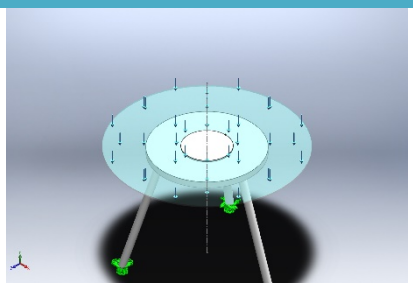
Cuadro 8. Sujeción del modelo

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 3 Tipo: Geometría fija

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.00482389	910.79	-0.00564337	910.79

La segunda condición de este modelo fue la aplicación de una fuerza distribuida de 859 N/ m2 , considerando la gravedad (9.81 m/s2), el peso del cristal (37 Kg), el peso de la segunda parte del soporte (15 kg aproximadamente) y el peso variable de los elementos que se utilizan en los comedores a la hora de comer, redondeando a 100 kg (Cuadro 9).

Cuadro 9. Aplicación de la fuerza

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		**Entidades:** 1 cara(s) **Tipo:** Normal a cara seleccionada **Valor:** 859 **Unidades:** N/m^2 **Ángulo de fase:** 0 **Unidades:** deg

El cuadro 10 muestra el mallado que se utilizó para definir la precisión de la simulación y el número de elementos que se pudieron colocar sobre la pieza (Figura 43), cabe mencionar que entre más fino es el mallado la solución se acerca más al resultado real.

Cuadro 10. Propiedades del mallado para el modelo de mesa

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	7.3557 cm
Tolerancia	0.367785 cm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	4917
Número total de elementos	2420

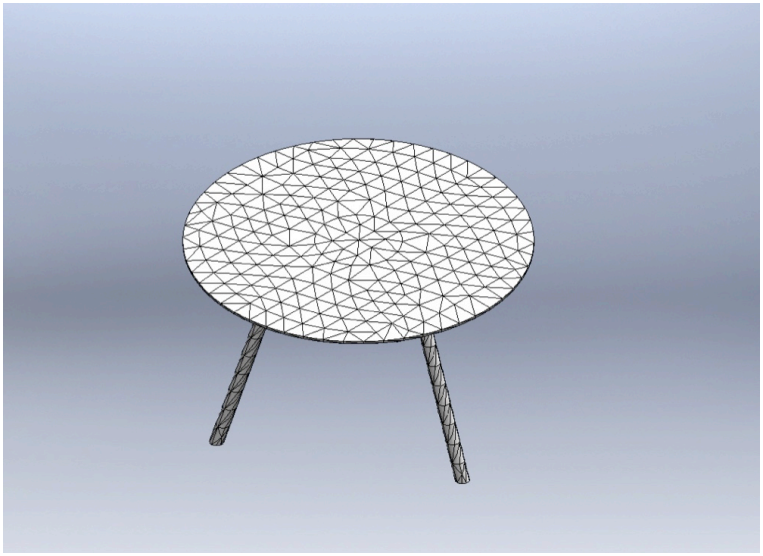


Figura 26. Mallado del modelo (mesa)

Cuadro 11. Fuerzas resultantes

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.00482389	910.79	-0.00564337	910.79

La figura 44 ilustra que la tensión máxima se encuentra en la parte superior de los apoyos (patas), lo cual corresponde a 6.408e+006N/m^2, tal valor comparado con el limite elástico del material (Cuadro 12) se encuentra por debajo permitiendo asegurar que no representa ningún riesgo para su uso.

Cuadro 12. Tensión de Von Misses

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	6.172e+001N/m^2 Nodo: 4013	6.408e+006N/m^2 Nodo: 2047

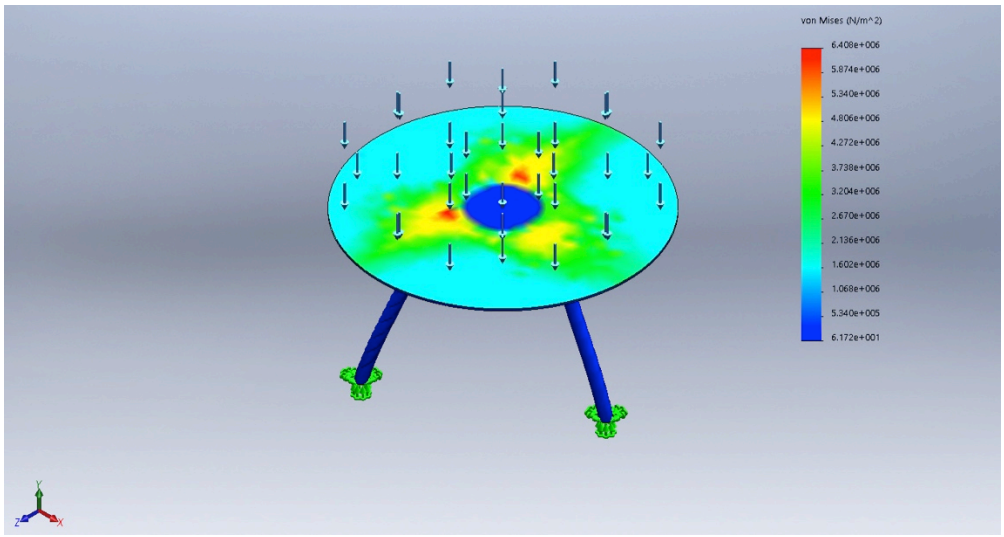


Figura 27. Resultado de la tensión de Von Misses

Con respecto al desplazamiento máximo que sufrió el modelo fue de 7.302e+002mm en el nodo 1897, permitiendo al diseño un alto grado de estabilidad (Cuadro 13).

Cuadro 13. Desplazamiento resultantes

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0.000e+000mm Nodo: 2693	7.302e+002mm Nodo: 1897

Cuadro 14. Resultados de las deformaciones unitarias (mesa)

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	8.107e-008 Elemento: 1042	1.223e+000 Elemento: 1688

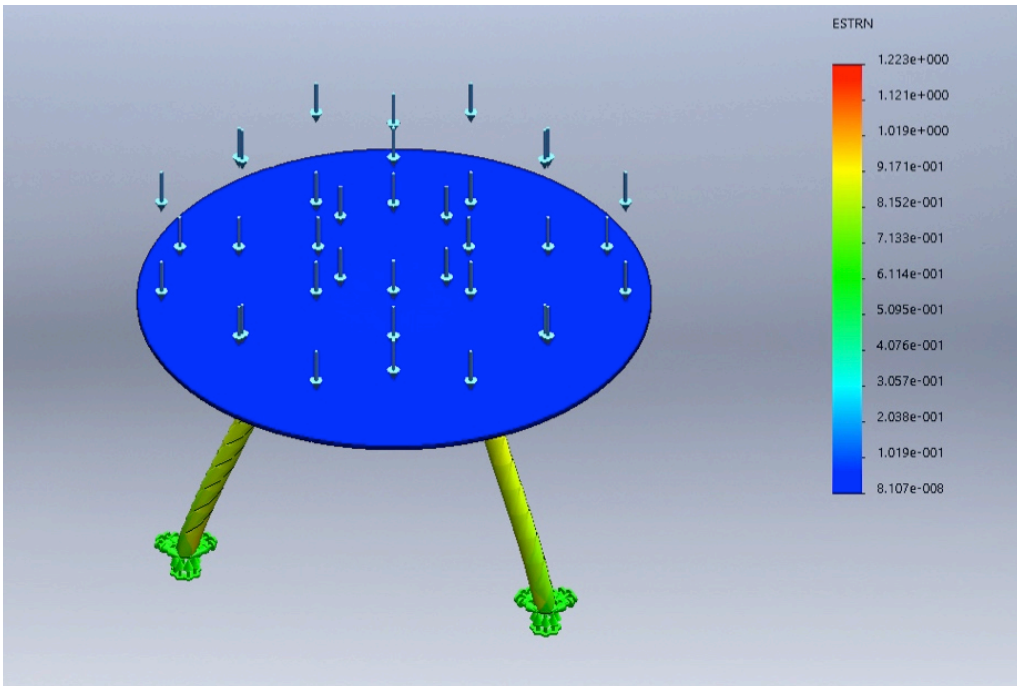


Figura 28. Resultados del factor de seguridad

El factor de seguridad se calcula a partir de la Formula:

Fs=Limite elástico del material/Esfuerzo Máximo de Von Misses

= 188289 N/m^2 / 6.408e+006N/m^2

= 2.719

Para que un diseño sea optimo debe de tener un valor de factor de seguridad igual o mayor a 1.0, por lo cual se puede concluir de este análisis que la propuesta de mesa para comedor tiene un grado de seguridad confiable.

Para el modelo de la silla de comedor se utilizaron los mismos parámetros de la madera de mimosa; como el diseño de la silla tiene el mismo principio que la mesa (tres soportes y un apoyo) también se aplicó la misma fuerza distribuida puesto que el peso promedio de una persona es de 100 Kg y por último al igual que la mesa se fijaron los extremos inferiores de los apoyos obteniendo los siguientes resultados favorables.

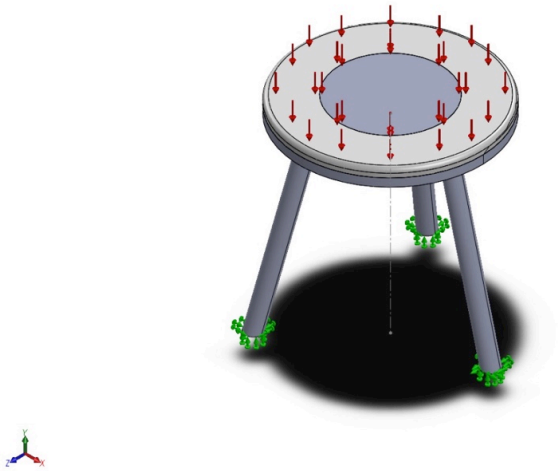


Figura 29. Modelo 2 (silla para comedor)

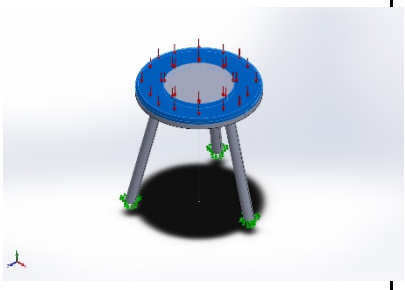
Silla para comedor

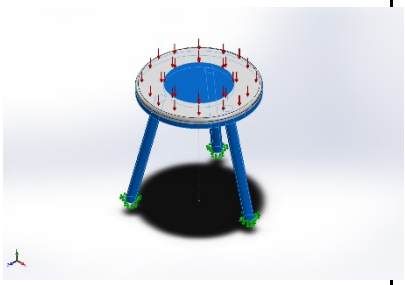
Fecha: Julio de 2019
Diseñador: Solidworks

Nombre de estudio: Análisis

Tipo de análisis: Análisis estático

Cuadro 15. Parámetros generales

Referencia de modelo	Propiedades		Componentes
	Nombre:	madera pino	Sólido
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	Soporte asiento
	Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.	
	Límite elástico:	8600 N/m^2	
	Límite de compresión:	39 N/m^2	
	Módulo elástico:	8600 N/m^2	

	Coeficiente de Poisson:	0.225	
	Densidad:	340 kg/m^3	
	Módulo cortante:	6 N/m^2	
	Nombre:	mimosa	Solido Soporte asiento Sólido Apoyo 1 Sólido Apoyo 2 Sólido Apoyo 3
	Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	
	Criterio de error predeterminado:	Tensión de von Mises máx.	
	Límite elástico:	188289 N/m^2	
	Módulo elástico:	188289 N/m^2	
	Coeficiente de Poisson:	0.394	
	Densidad:	900 kg/m^3	
	Módulo cortante:	0 N/m^2	

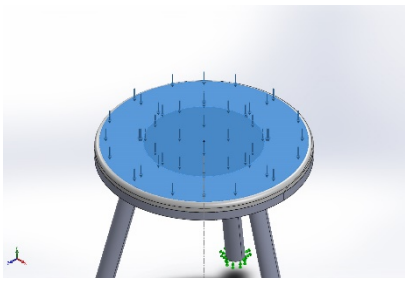
Cuadro 16. Sujeción del modelo 2

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		**Entidades:** **1 arista(s), 2 cara(s)** **Tipo:** **Geometría fija**

Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	**-0.000345707**	**124.743**	**0.000672996**	**124.743**

Momento de reacción(N.m)	**0**	**0**	**0**	**0**

Cuadro 17. Aplicación de las fuerzas

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		**Entidades:** **2 cara(s)** **Tipo:** **Normal a cara seleccionada** **Valor:** **859** **Unidades:** **N/m^2** **Ángulo de fase:** **0** **Unidades:** **deg**

El cuadro 18 muestra las características del mallado que se utilizó para el análisis estático de la silla para comedor.

Cuadro 18. Características generales del mallado

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	3.63754 cm
Tolerancia	0.181877 cm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	4402
Número total de elementos	2288
Cociente máximo de aspecto	9.1541
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	85.9

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el	N	-0.000345707	124.743	0.000672996	124.743

La figura 47 muestra que la tensión máxima de Von Misses se encuentra en los apoyos (patas), lo cual corresponde a 8.763e+004 N/m^2, al realizar la comparación con el limite elástico del material se puede concluir que el valor obtenido esta por debajo del permisible asegurando que no existe ningún tipo de riesgo.

Nombre	**Tipo**	**Mín.**	**Máx.**
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	5.597e+002N/m^2 Nodo: 1315	8.763e+004N/m^2 Nodo: 3241

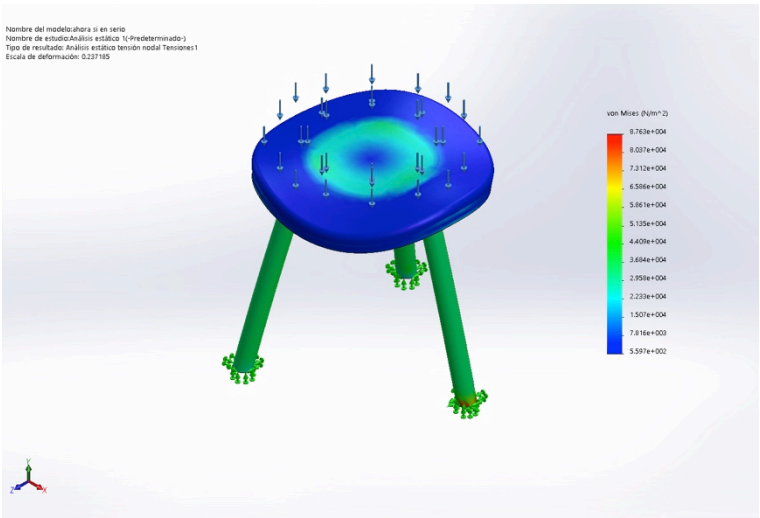


Figura 30. Resultados de la Tensión de Von Misses

La deformación unitaria máxima que el modelo de la silla sufrió fue de 3.100e-001 en elemento 436; además que esta deformación solo se presenta en la madera de pino como se muestra en la Figura 48.

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	4.402e-003 Elemento: 733	3.100e-001 Elemento: 436

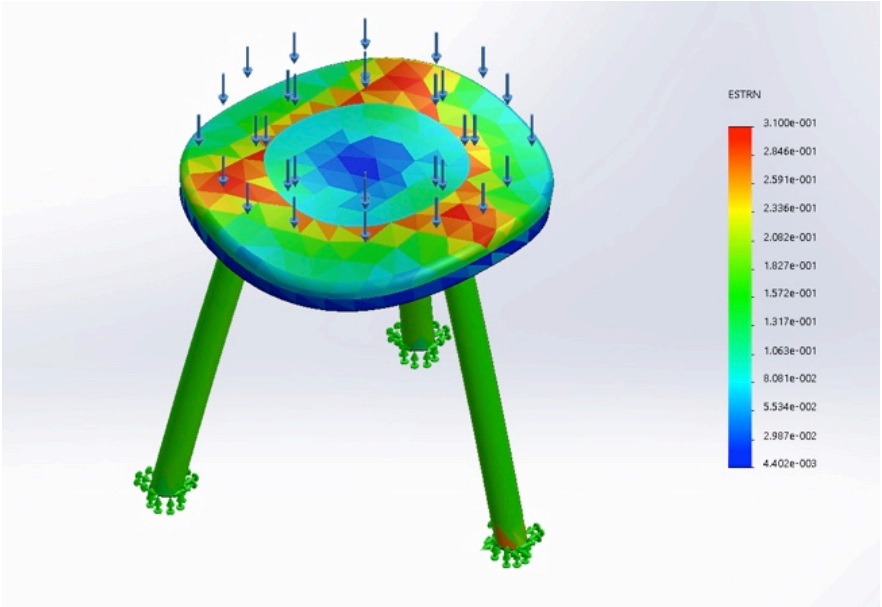


Figura 31. Resultados de deformaciones unitarias

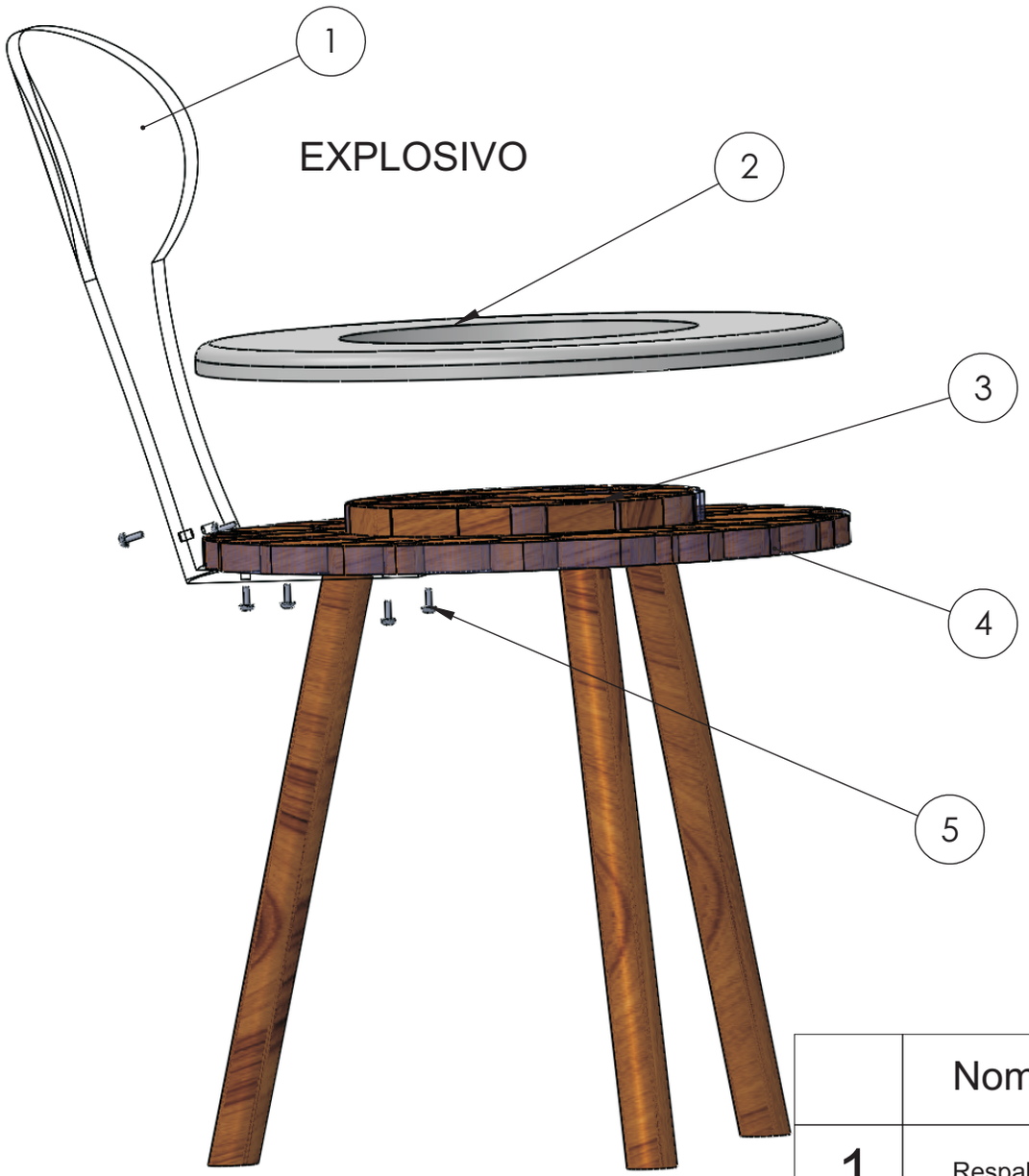
Nombre	**Tipo**	**Mín.**	**Máx.**
Factor de seguridad1	Automático	8.901e-006 Nodo: 3241	1.000e+000 Nodo: 1

Losa resultados de los análisis muestran que el diseño propuesto con los materiales poseen el grado de seguridad confiable para la fuerza aplicada, por lo cual el diseño propuesto es optimo para ser construido.

Conociendo que el diseño propuesto cuenta con el grado de seguridad confiable y con ayuda de los modelos tridimensionales se procedió al dibujo de planos constructivos a detalle.

4.2 PLANOS CONSTRUCTIVOS

EXPLOSIVO



	Nombre y material
1	Respaldo, Acrílico 6mm espesor
2	Soporte, madera de pino
3	Apoyo, madera de *mimosa*
4	Apoyo unión, resina cristal
5	Tornillo SPAX 4X50, T20, A3J

ISOMÉTRICO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Maestría en Diseño de Muebles

TÍTULO:

Diseño de comedor

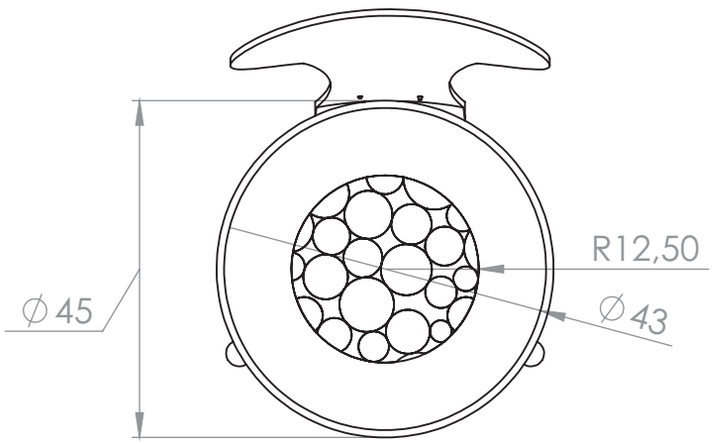
DIBUJO: Prototipo Silla

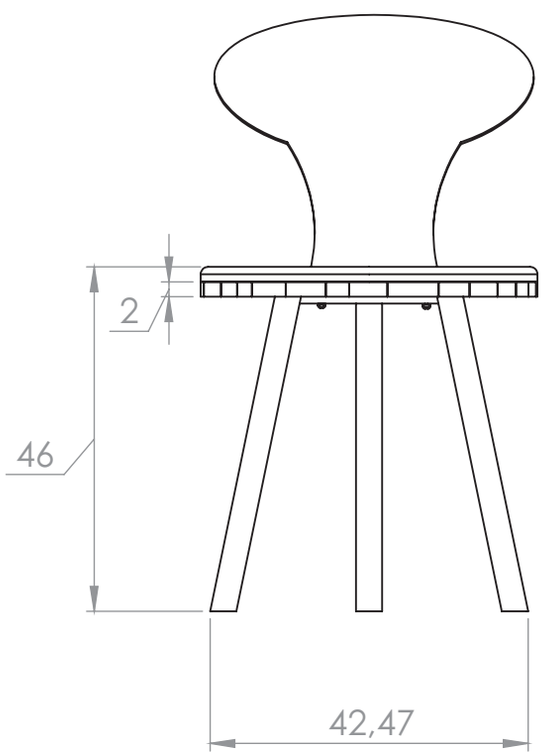
Acotación **cm**

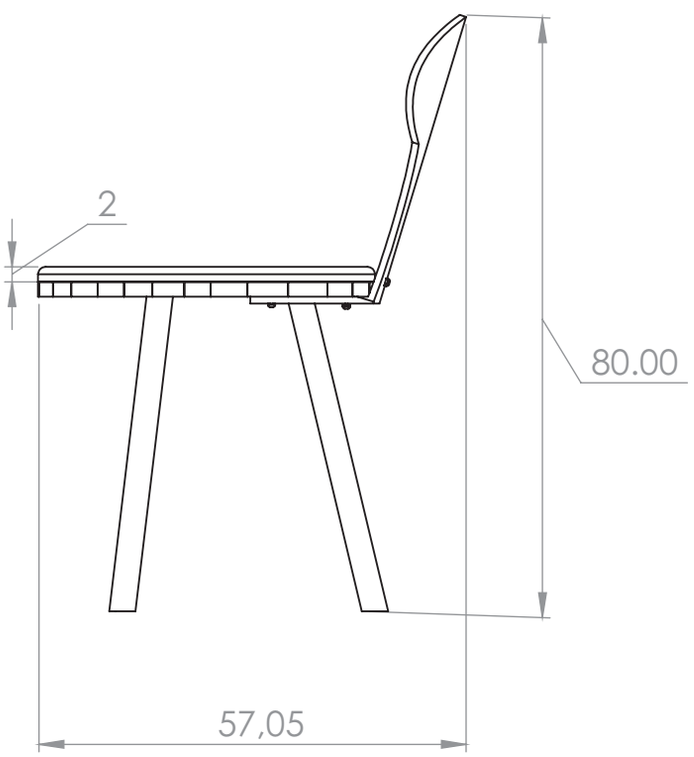
ESCALA: **S/E**

PLANOS GENERALES: Isométrico y explosivo

HOJA 1 DE 11







UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Maestría en Diseño de Muebles

TÍTULO:

Diseño de comedor

DIBUJO:

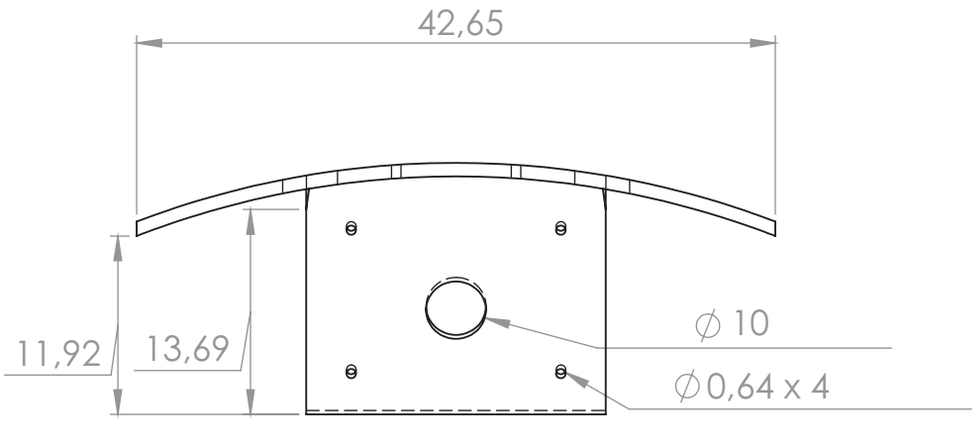
Prototipo Silla

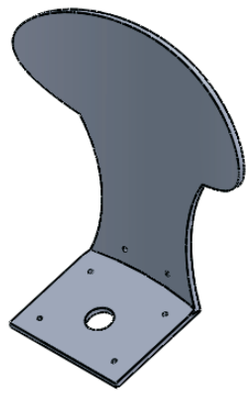
Acotación **cm**

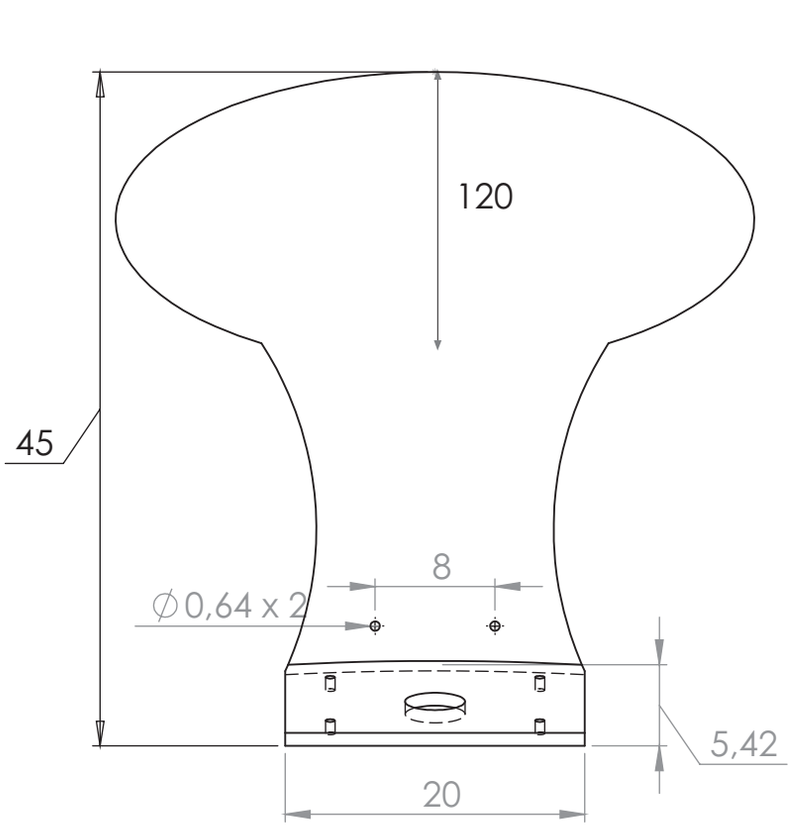
ESCALA: **S/E**

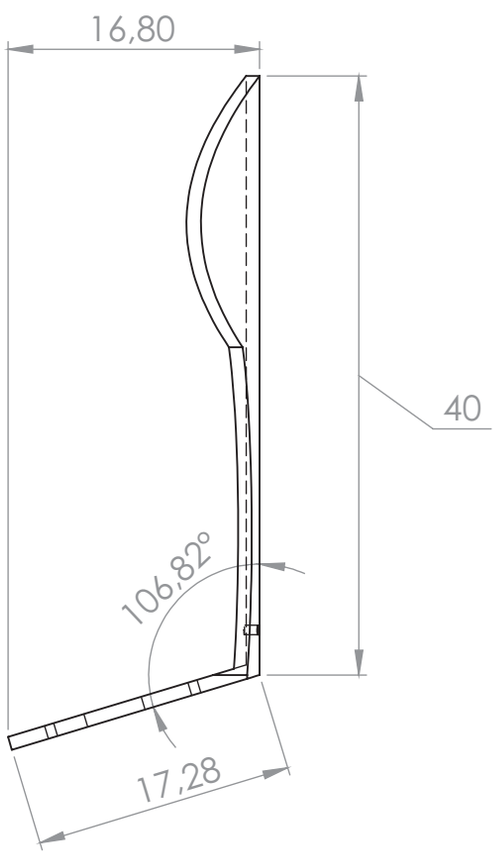
PLANOS GENERALES: Vistas generales

HOJA 2 DE 11









ESPECIFICACIONES

Pieza 1: Respaldo acrílico transparente
Espesor: 6 mm
Herramienta de corte: Router CNC
Termoformado para generar la curva ergonómica.
Barrenos con medidas específicas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Maestría en Diseño de Muebles

TÍTULO:

Diseño de comedor

DIBUJO:

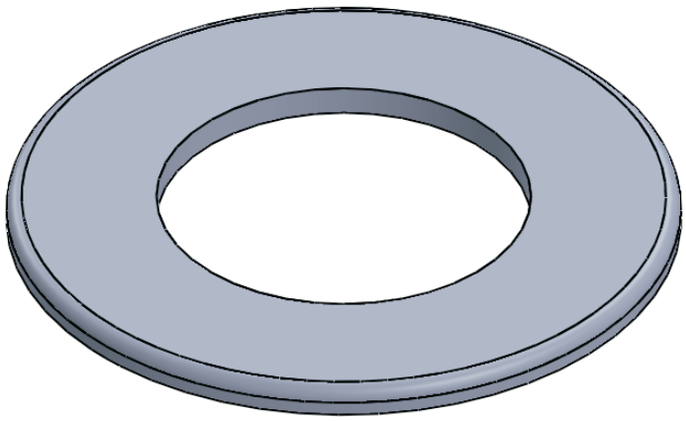
Prototipo Silla

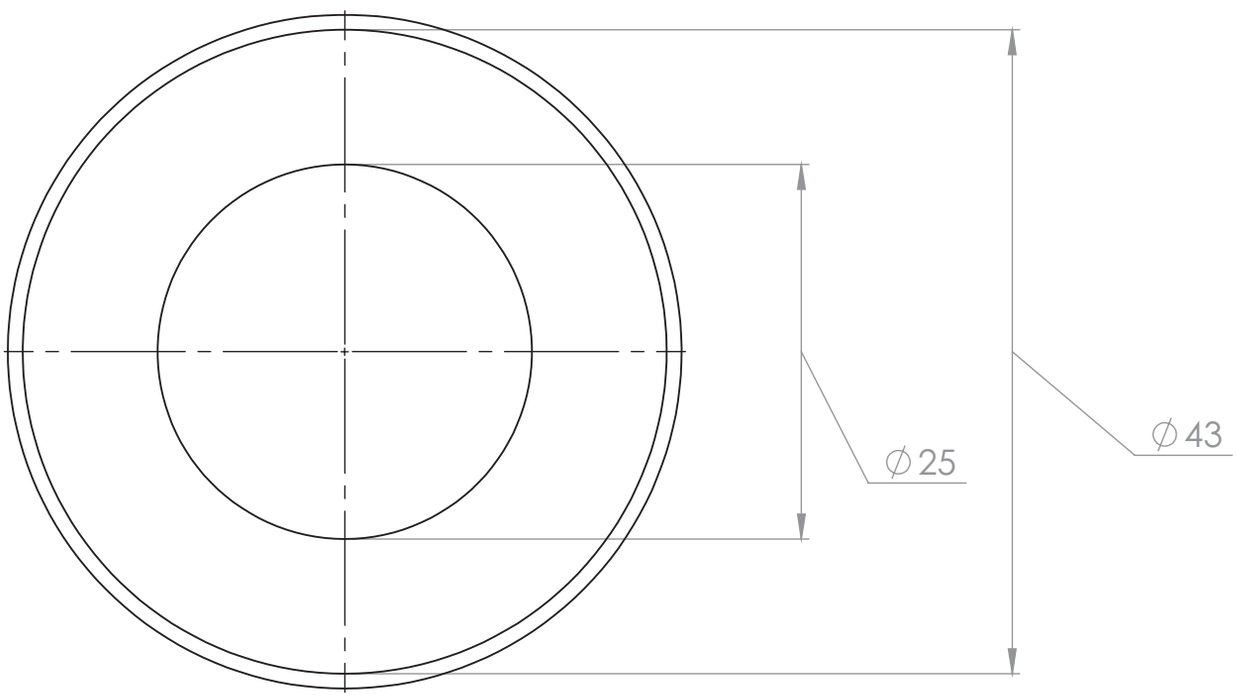
Acotación **cm**

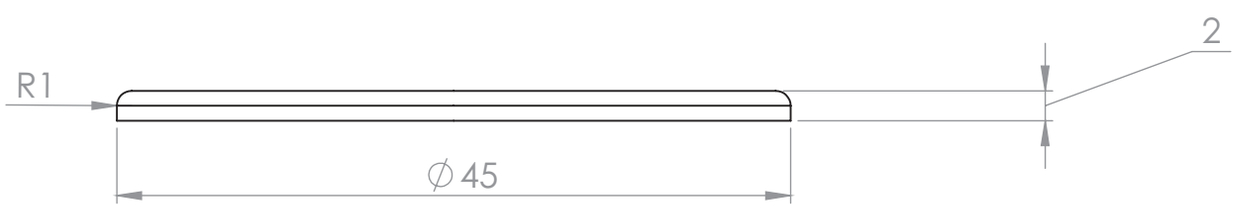
ESCALA: **S/E**

PLANOS GENERALES: Respaldo acrílico 6mm espesor

HOJA 3 DE 11







ESPECIFICACIONES

Pieza 2: Soporte de madera de pino
Espesor: 2 cm
Herramienta de corte: Router CNC
Tipo de tratamiento: Aplicación de dos capas de sellador de nitrocelulosa.
Terminado: Aplicación de dos capas de pintura extra brillante automotriz (Sherwin Williams)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Maestría en Diseño de Muebles

TÍTULO:

Diseño de comedor

DIBUJO:

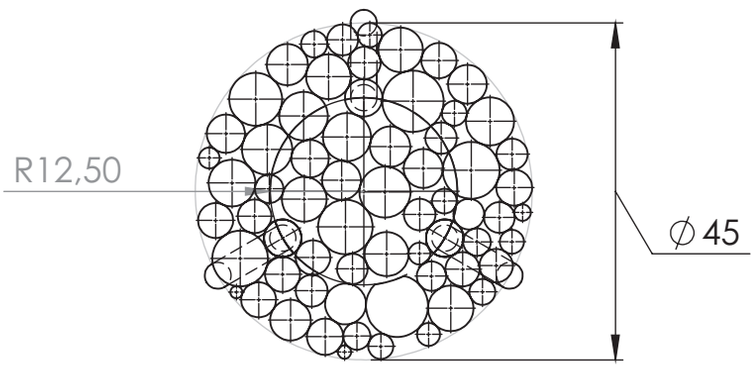
Prototipo Silla

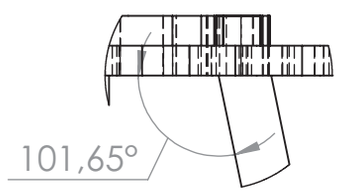
Acotación **cm**

ESCALA: **S/E**

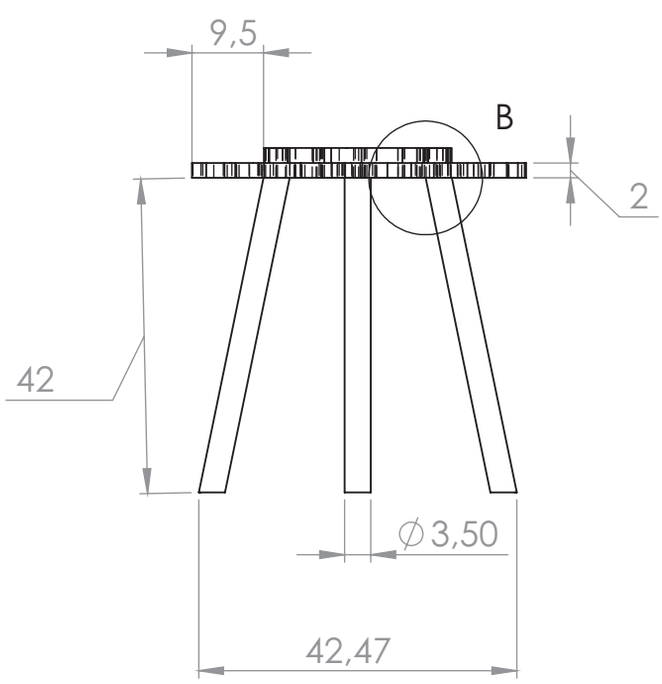
PLANOS GENERALES: Soporte madera de pino

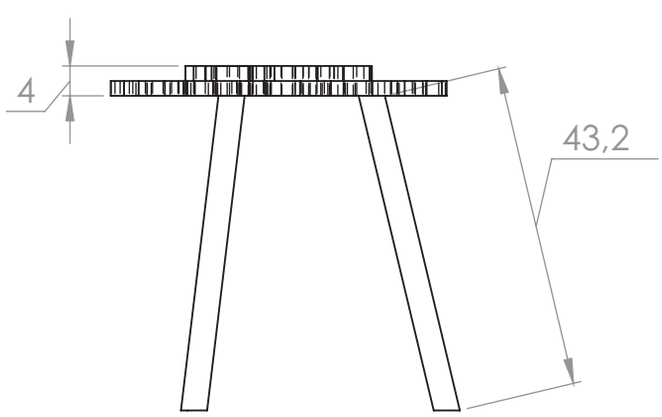
Los diámetros de mimosa son diferentes





DETALLE B
ESCALA 1 : 5





ESPECIFICACIONES

Pieza 3: Apoyo de madera de mimosa con resina cristal. Unidos en una sola pieza
La madera de mimosa en la parte superior puede ser de cualquier diámetro, el espacio entre cada pieza debe ser el menor posible puesto que serán rellenados con resina cristal con catalizador K-2000 en una proporción de 1.5 mL por cada 100 gr.
El diámetro de los 3 apoyos (patas de mimosa) no debe ser menor a 3.5 cm. deben tener el mismo ángulo de inclinación (detalle B) y la misma distancia.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Maestría en Diseño de Muebles

TÍTULO:

Diseño de comedor

DIBUJO:

Prototipo Silla

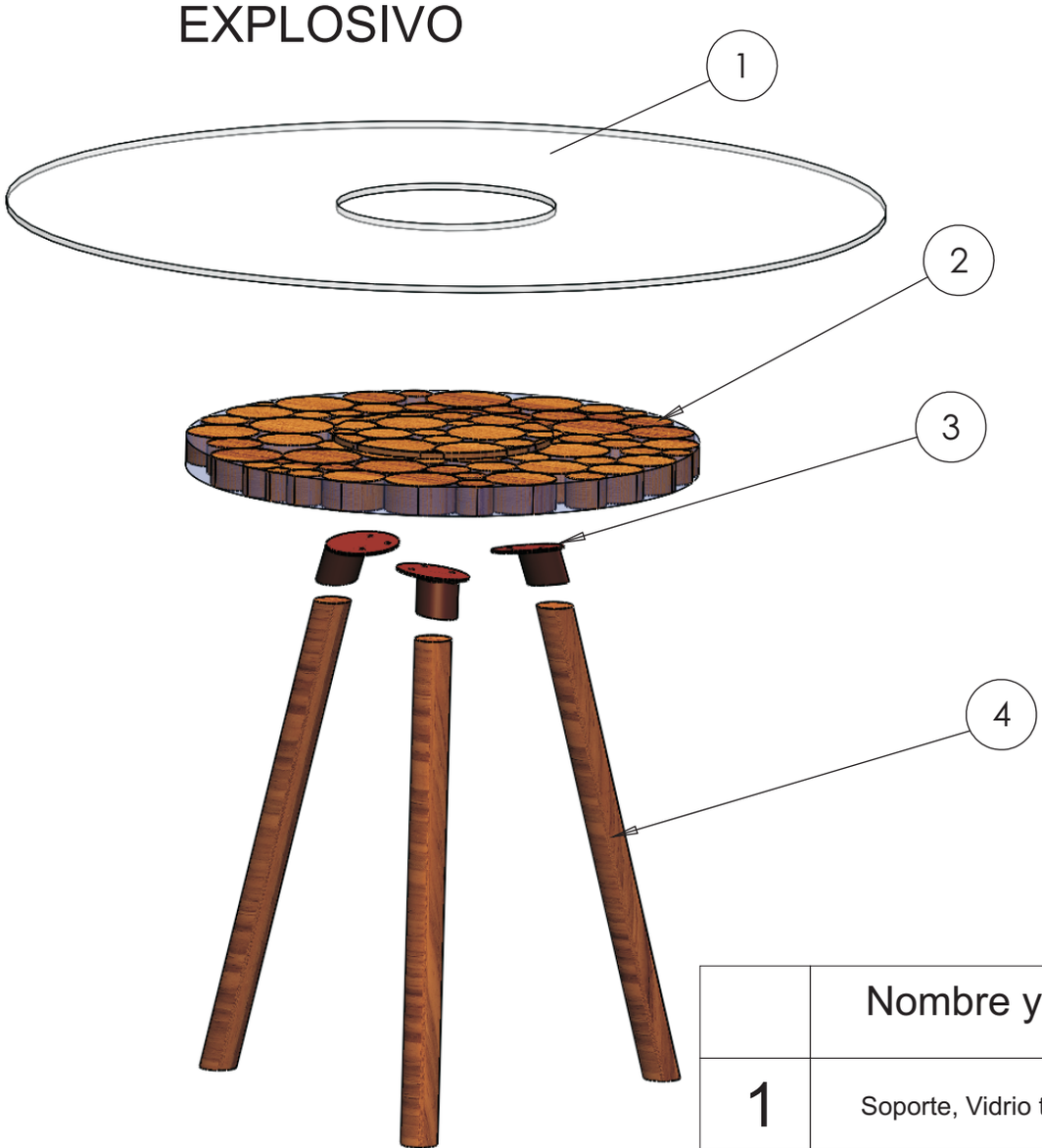
Acotación **cm**

ESCALA: **S/E**

PLANOS GENERALES: Apoyo de Mimosa con resina crista

HOJA 5 DE 11

EXPLOSIVO



	Nombre y material
1	Soporte, Vidrio templado 9mm
2	Apoyo/soporte, *mimosa* y resina
3	Elemento de unión, metal 1/8”
4	Apoyo, madera *mimosa*
	Tornillo SPAX 4X50, T20, A3J

ISOMÉTRICO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Maestría en Diseño de Muebles

TÍTULO:

Diseño de comedor

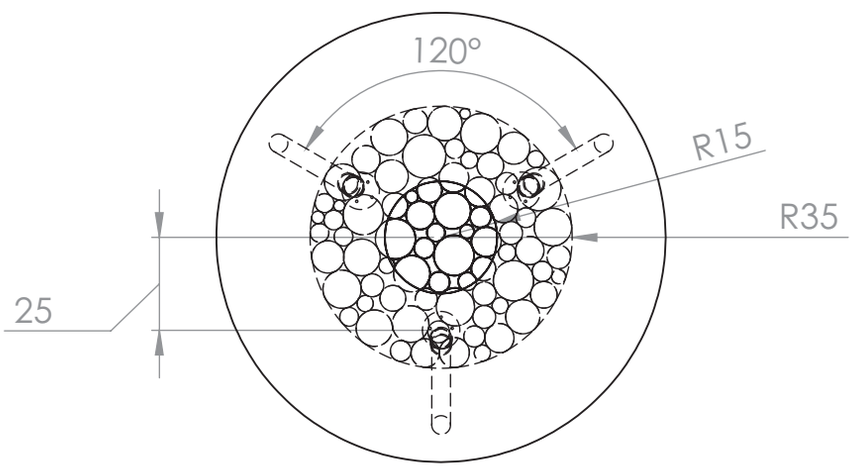
DIBUJO: Prototipo mesa

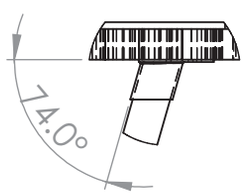
Acotación **cm**

ESCALA: **S/E**

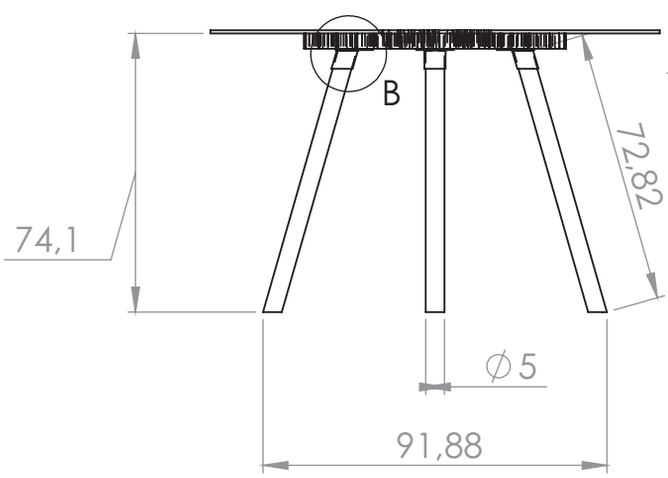
PLANOS GENERALES: Isométrico y explosivo

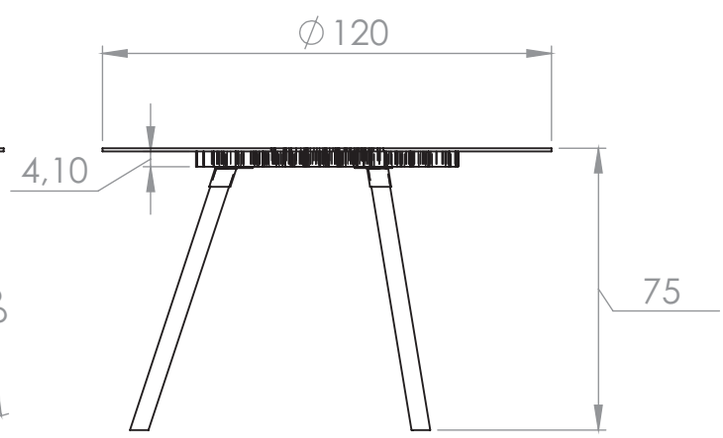
HOJA 6 DE 11





DETALLE B
ESCALA 1 : 10





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Maestría en Diseño de Muebles

TÍTULO:

Diseño de comedor

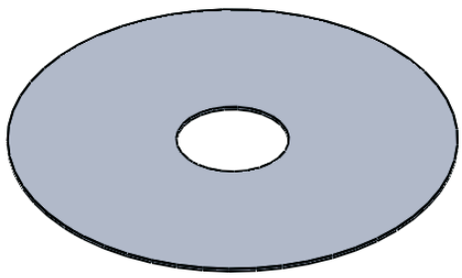
DIBUJO: Prototipo Mesa

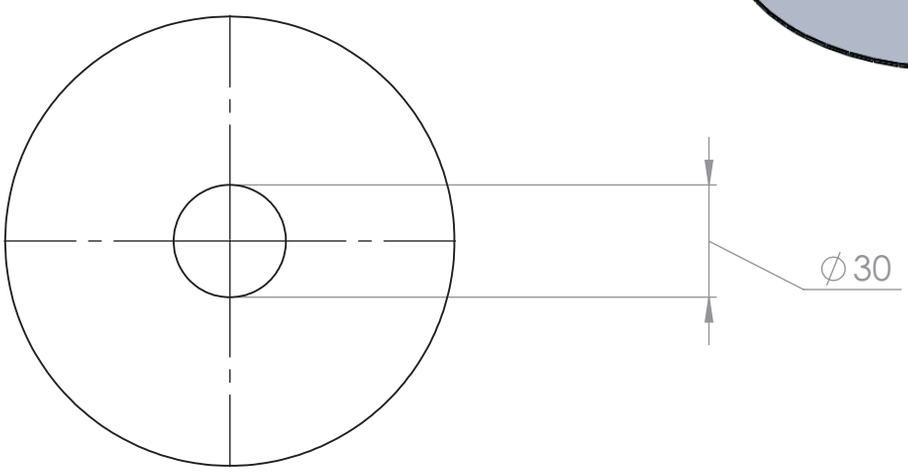
Acotación **cm**

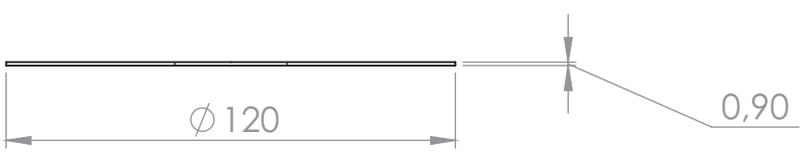
ESCALA: **S/E**

PLANOS GENERALES: Medidas generales

HOJA 7 DE 11







ESPECIFICACIONES

Pieza 1: Soporte de vidrio templado
Espesor: 9mm
Herramienta de corte: la adecuada por el proveedor (COVICO).
1.5 mm de tolerancia
Bordes redondeados

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Maestría en Diseño de Muebles

TÍTULO:

Diseño de comedor

DIBUJO:

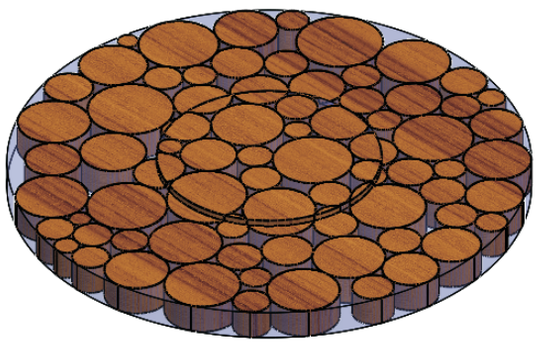
Prototipo mesa

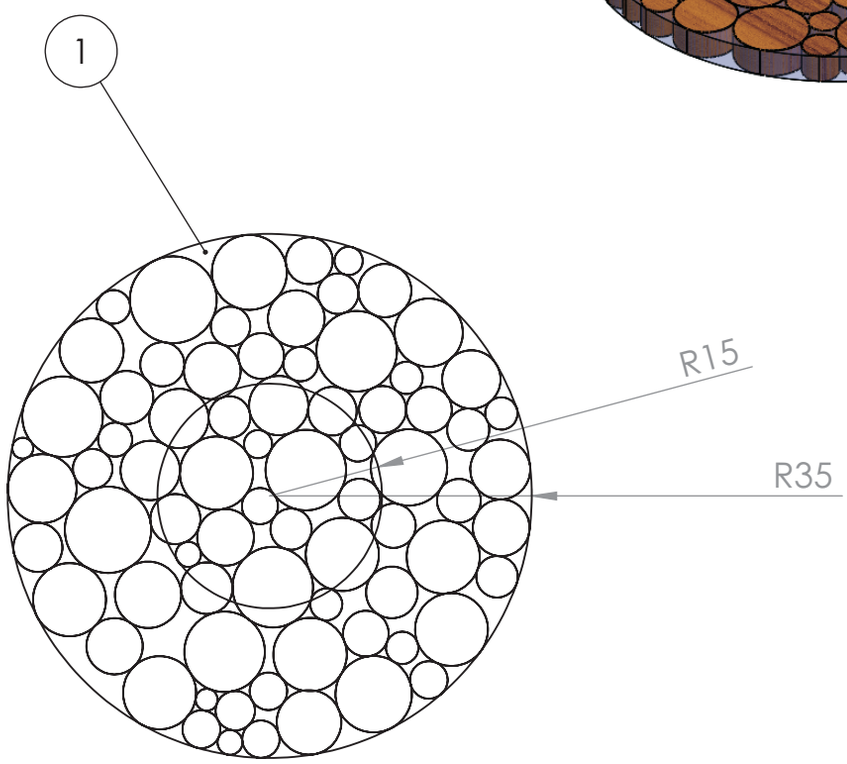
Acotación **cm**

ESCALA: **S/E**

PLANOS GENERALES: Soporte vidrio templado 9mm

HOJA 8 DE 11





ESPECIFICACIONES

Pieza 2: Apoyo/Soporte de madera de mimosa con resina cristal. Unidos en una sola pieza
La madera de *mimosa* puede ser de cualquier diámetro, el espacio entre cada pieza debe ser el menor posible puesto que serán rellenados con resina cristal (1) con catalizador K-2000 en una proporción de 1.5 mL por cada 100 gr.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Maestría en Diseño de Muebles

TÍTULO:

Diseño de comedor

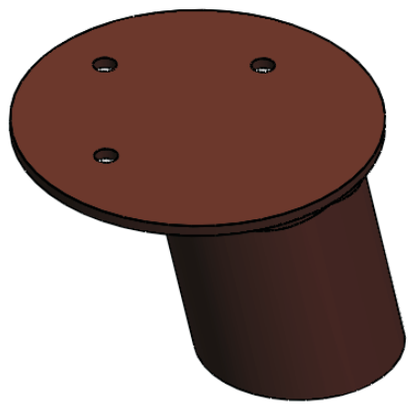
DIBUJO: Prototipo Mesa

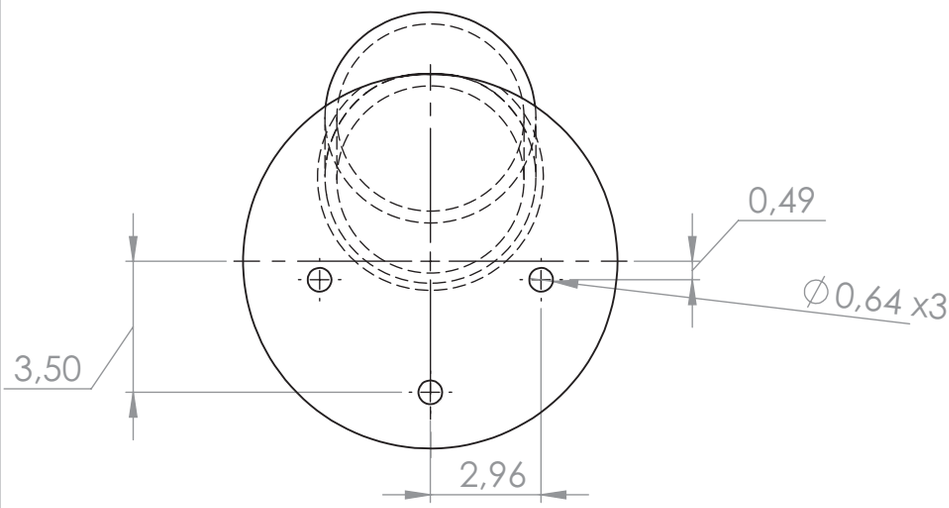
Acotación **cm**

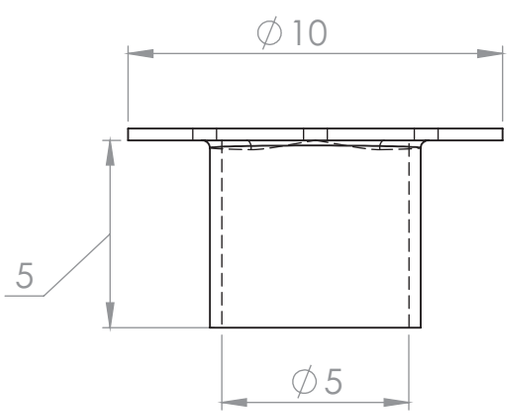
ESCALA: **S/E**

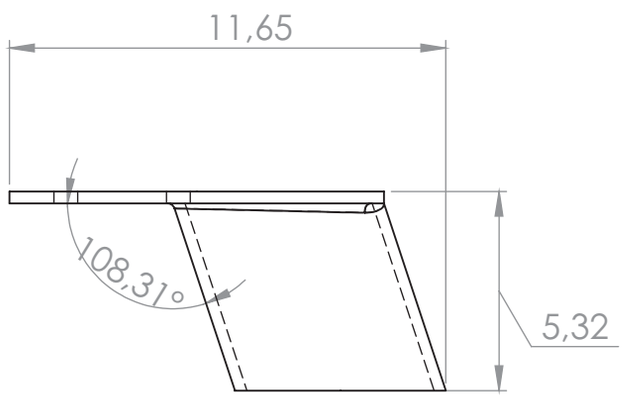
PLANOS GENERALES: Apoyo/Soporte *mimosa* y resina

HOJA 9 DE 11









ESPECIFICACIONES

Pieza 3: Elemento de unión para el apoyo de la mesa.
Material: Placa de metal 1/8”, tubo de metal 1” 3/4 X 1/8”
Soldados con electrodos.
3 barrenos de 1/4 ”

.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Maestría en Diseño de Muebles

TÍTULO:

Diseño de comedor

DIBUJO:

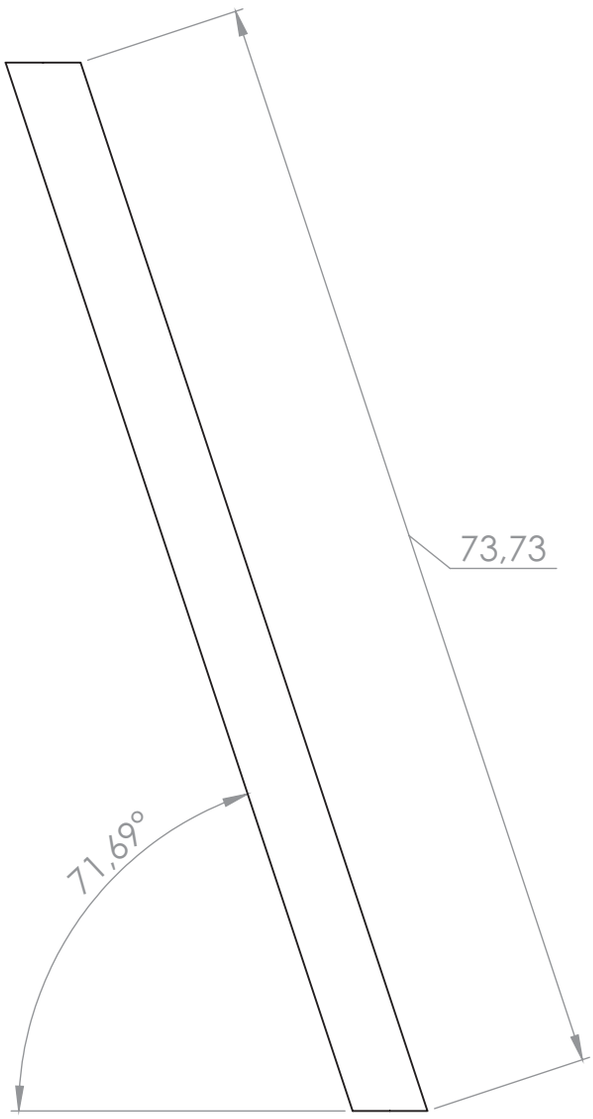
Prototipo Mesa

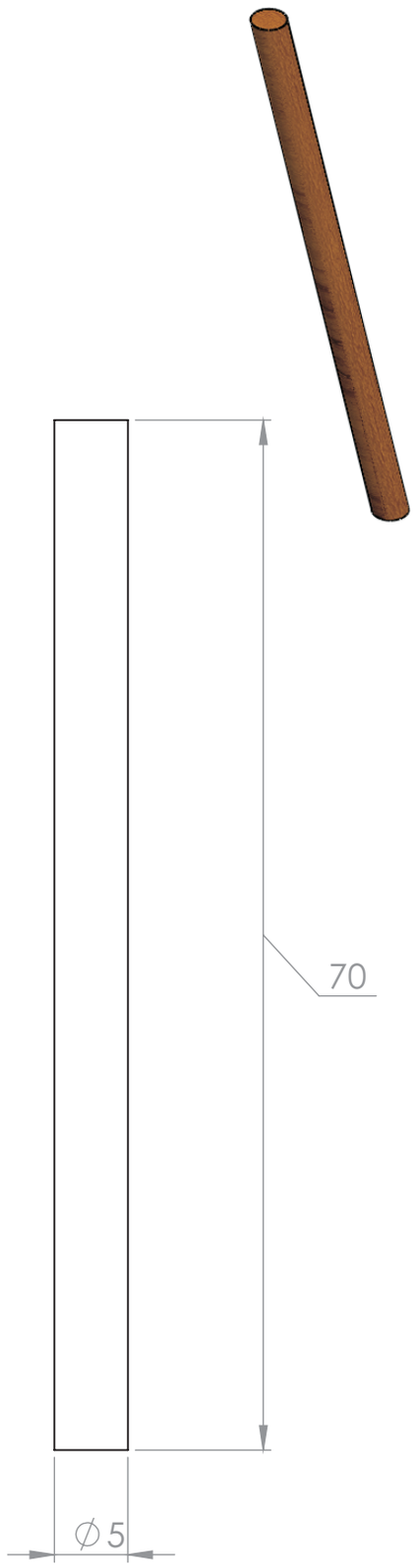
Acotación **cm**

ESCALA: **S/E**

PLANOS GENERALES: Elemento de unión

HOJA 10 DE 11





ESPECIFICACIONES

Pieza 4: Apoyo de madera de mimosa .
El diámetro de los 3 apoyos (patas de mimosa) no debe ser menor a 5.0 cm. deben tener el mismo ángulo de inclinación y la misma distancia.
se une con la pieza 3 (elemento de unión) a presión, de ser necesario desgastar la madera hasta que se consiga el diámetro requerido.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Maestría en Diseño de Muebles

TÍTULO:

Diseño de comedor

DIBUJO:

Prototipo Mesa

Acotación **cm**

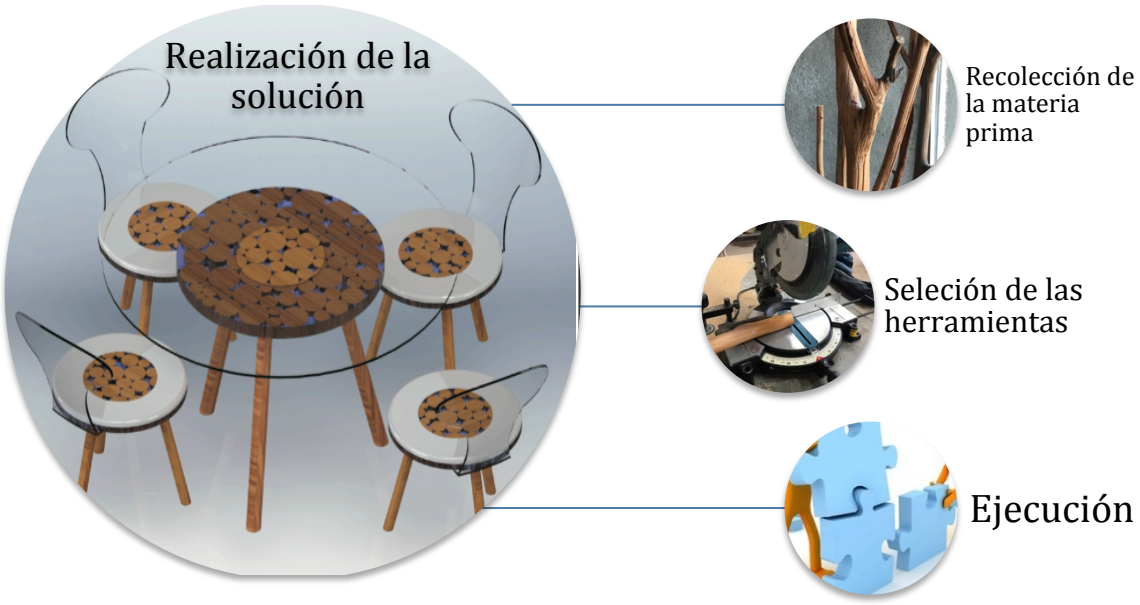
ESCALA: **S/E**

PLANOS GENERALES: isométrico y explosivo

HOJA 11 DE 11

4.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROTOTIPO FINAL

La construcción del prototipo se inició en la cuarta etapa de la metodología de Bernd Löbach [21]. Realización de la solución, donde se planteó el proceso de construcción de los prototipos (silla y mesa de comedor).



Como se mencionó en el Capítulo I, la madera de mimosa se recolecto en la comunidad de Santo Domingo Yodoíno, Huajuapan de León Oaxaca (se compró una carga de leña). Se utilizaron las herramientas que se encuentran dentro de los talleres de madera, plásticos y metales de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. La ejecución se realizó conforme a los planos constructivos, cabe destacar que algunas tareas se realizaron a la par de otras.

4.3.1 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO MESA PARA COMEDOR

Con ayuda de una cortadora de inglete marca Makita se contaron trozos de madera de 5 cm de longitud, las piezas cortadas fueron de distintos diámetros (Figuras 49, 50 y 51).

Figura 32. Seleción de la herramienta de corte

Figura 33. Corte de madera de *Mimosa*

Figura 34. Piezas de mimosa cortadas

Una vez obtenidas las piezas necesarias para utilizarlas en la construcción de la propuesta y con ayuda de un molde de metal (solera de 2" x 1/8") se colocaron las piezas de madera de tal forma que el espacio entre las ellas fuera la mínimo (Figura 52). Después del acomodo de la madera se realizó el vaciado de la resina cristal con una proporción de 1.5 mL de catalizador K-200 por cada 100 gramos (Figura 53), al término del proceso de vaciado (Figura 54) se esperaron un total de 72 horas para desmoldar las piezas.

Figura 35. Acomodo de la madera de *mimosa* en el molde

Figura 36. Vaciado de resina cristal

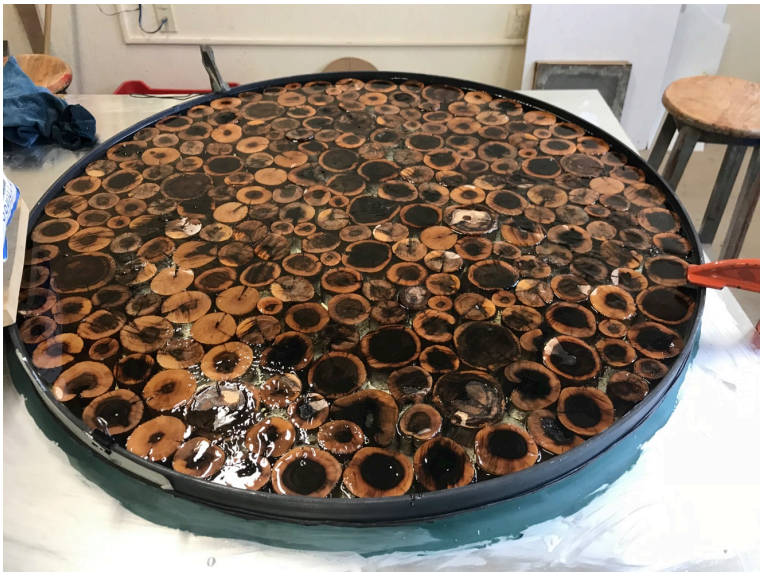


Figura 37. Secado de la pieza, 72 horas necesarias

Con ayuda de un Router CNC se generó la geometría que forma parte del soporte donde se colocará el apoyo (cristal templado), (Figura 55), para que las dimensiones fueran exactas. Posterior a esto se lijó la pieza para la eliminación de imperfecciones con ayuda de lijas gruesas a delgadas (800-1200).

Figura 38. Maquinado de la pieza vaciada.

El apoyo (patas) que esta formado por tres piezas se unieron cada uno a un elemento de metal el cual se armó con tubo de metal de 1”x 1/8” y placa de metal de 1/8” de acuerdo a los planos constructivos, la unión entre los materiales fue a presión (Figura 55) con la finalidad de utilizar el menor número de piezas, cabe mencionar que los diámetros de la madera de mimosa son diferentes algunos se desgastaron con la ayuda de una lijadora hasta obtener la medida deseada.

Figura 39. Tipo de sujeción de los apoyos

Los soportes (patas) se fijaron con tornillos SPAX 4.0 x 50 T20 A3J; la Figura 57 muestra el apoyo completo de la mesa, para realzar el color de la madera se aplicó aceite de linaza con la ayuda de una tela de algodón.

Figura 40. Soporte de la mesa armado

Como etapa final se colocó el soporte (vidrio templado de 9mm de espesor) teniendo como resultado el prototipo a escala real con materiales reales de la mesa de comedor para 4 personas con el estilo rústico moderno (Figura 58).

Figura 41. Prototipo de mesa terminado

4.3.2 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO SILLA PARA COMEDOR

La construcción del prototipo de silla se dividió en 6 etapas: en la primer etapa al igual que la mesa se cortaron piezas de madera de mimosa con ayuda de la cortadora de inglete de la medida especificada en los planos constructivos como se muestra en la Figura 50.

La segunda etapa fue el dibujo, generación de código y maquinado de la pieza de madera de pino de 2cm que conforma el asiento de la silla. El dibujo 2d de la pieza y la generación del código se realizaron con la ayuda de los Softwares SolidWorks y V-care para posteriormente realizar el maquinado con el Router CNC (Figura 59).

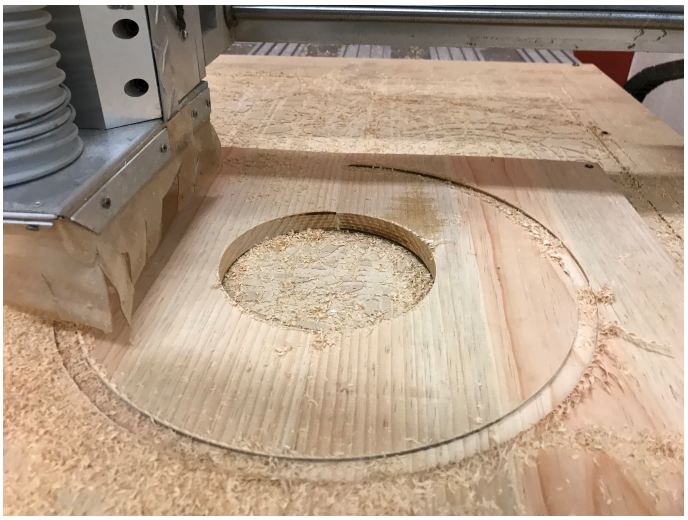


Figura 42. Maquinado de pieza de madera de pino

Como tercera etapa se procedió al vaciado de la resina cristal donde se colocó dentro del molde de metal (solera de 2" x 1/8") en primer lugar la geometría de madera de pino maquinada, después los trozos de madera de mimosa dentro de los cuales también se encontraban los tres apoyos (3 patas) con la inclinación especificada en los planos constructivos (Figura 60), al tener todos los elementos dentro del molde se realizó el vaciado de la resina cristal del mismo modo y con la misma proporción de catalizador K-200 que la mesa (Figura 61).

Figura 43. Colocación de los elementos dentro del molde para silla

Figura 44. Secado de pieza

La cuarta etapa fue el desmolde de la pieza después de las 72 horas necesarias, se pintó con pistola y compresor la madera de pino con el color propuesto (blanco

brillante- pintura automotriz) como se muestra en las Figuras 62 y 63. Y se aplicó aceite de linaza para la madera de *mimosa.*

Figura 45. Desmolde de la pieza de silla

Figura 46. Pintado de la madera de pino

Como quinta etapa y del mismo modo que la pieza de madera de pino se maquinó el respaldo de la silla de comedor (acrílico transparente 6 mm de espesor), (Figura 64). Para generar la forma ergonómica del respaldo se utilizó una maquina termoformadora a 300 grados centígrados y se colocó sobre la superficie que sirvió como molde.

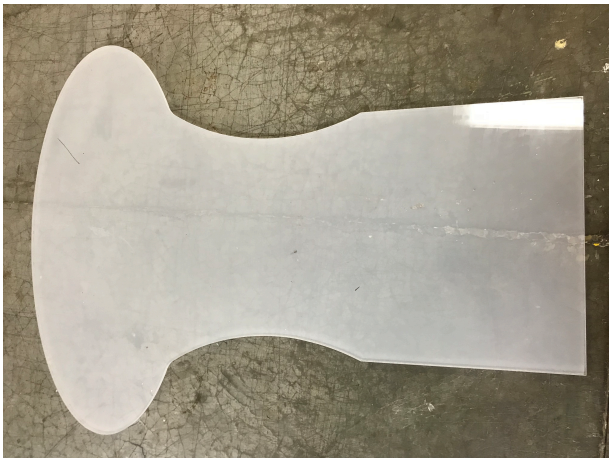


Figura 47. Respaldo de acrílico maquinado

Figura 48. Termoformado del respaldo de acrílico

Por último se sujetó el respaldo al asiento con tornillos SPAX 4.0 x 50 T20 A3J, terminando de este modo el prototipo de la silla.

Figura 49. Prototipo terminado de la silla de comedor

La Figura 67 muestra la comparación de los modelos 3D y los prototipos reales; se pudo observar que existe un alto grado de similitud, demostrando de esta forma que el diseño del comedor no sufrió cambios drásticas al construir los prototipos.

Figura 50. Comparación del prototipo final y el modelo 3D

CAPÍTULO V. VERIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

5.1 PRUEBAS ERGONÓMICAS

Todo mueble debe cumplir de manera correcta con la función para la cual ha sido planeado, debe tener formas agradables y adecuadas al ambiente en el que se utilizará, además de proporcionar comodidad y seguridad al usuario. La comodidad y seguridad son consideraciones ergonómicas que el diseño de muebles debe asegurar [74].

El diseño de sillas y mesas deben permitir al usuario de manera optima el desarrollo de la tarea para la cual están diseñados. La interacción usuario-mueble-tarea tiene consecuencias a corto plazo en la comodidad experimentada y también la eficiencia con que se desarrolla la tarea. La evaluación de los efectos que la utilización de un mueble produce en la salud de los usuarios es difícil de realizar, ya que son consecuencias que se pueden manifestar a largo plazo. Por lo cual la eficiencia y la comodidad son los principales efectos factible de evaluación [74, 75].

La eficiencia y la comodidad están estrechamente relacionadas en la ergonomía aplicada a muebles. La comodidad es una sensación personal que experimenta el usuario mientras utiliza el mueble y la eficiencia se cumple al realizar la tarea. Por lo tanto la valoración de la comodidad se debe considerar mientras se desarrolla la tarea o la actividad para la cual se diseño el mueble.

Para que un mueble sea ergonómico es necesario la adecuación dimensional la cual para este proyecto se consideró en el apartado 3.1.5 (Requerimientos de diseño).

La evaluación ergonómica a la que fue sometida la propuesta de comedor utilizando madera de mimosa con el estilo rústico-moderno con relación a la eficiencia y comodidad fue a partir de los criterios del El Instituto de Biomecánica de Valencia [74] y lo referido por [75], expresados en el cuadro 19.

Para dicha evaluación se invitaron 10 usuarios con las características del usuario potencial al que va dirigida la propuesta. Los resultados obtenidos se registraron en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Evaluación de criterios ergonómicos

Evaluación ergonómica de la propuesta		
Criterios de evaluación Mesa	Cumple	No cumple
Sin vuelco al apoyar brazos sobre el soporte o al levantarse.	10	
Estable en el piso nivelado.	10	
Espacio comensal óptimo: Para comer/beber 60-70 cm por persona.	10	
Altura óptima del piso a la base (tabla) sin que rocen las piernas.	10	
Los apoyos (patas) de la mesa no deben de salir del radio de la base.	10	
Los apoyos (patas) no debe rozar o pegar con las rodillas o piernas del comensal	9	1
No debe tener bordes afilados que puedan estar en contacto directo con el comensal.	10	
Criterios de evaluación Silla		
Sin vuelco al sentarse o levantarse.	10	
Estable en el piso nivelado.	10	
Altura óptima del piso al asiento. Al sentarse los pies deben estar bien apoyados en el suelo.	10	
No debe golpearse con los apoyos al sentarse.	10	

Los apoyos (patas) no deben rozar con los apoyos (patas) de la mesa al sentase.	10	
Altura óptima del respaldo.	9	1
No debe tener bordes afilados que puedan estar en contacto directo con el comensal.	10	
Peso óptimo para moverse al levantarse y sentarse.	10	
No sentir algún tipo de dolor o incomodidad al estar sentado.	10	
Puntuación final.	158	2

Como último capitulo de esta investigación se realizaron las pruebas ergonómicas obteniendo como resultado de la muestra una puntuación final de 158 puntos a favor lo cual sustenta que el mobiliario propuesto utilizando madera de un arbusto (mimosa) cumple con las condiciones ergonómicas necesarias para su utilización.

Las Figuras 68-78 muestran algunos usuarios utilizando el mobiliario para determinar las pruebas ergonómicas, se generó la ambientación del espacio colocando accesorios (platos y tazas) los cuales se utilizan sobre comedor para realizar su función principal (sentarse a la mesa a comer).

Figura 51. Comprobación del área optima de un comensal

Figura 52. Comprobación ergonómica y resistencia del respaldo

Figura 53. Comprobación de medidas optimas

Figura 54. Comprobación de comodidad (pies apoyados sobre piso), antebrazos apoyados sobre el soporte.

Figura 55. Comprobación sin vuelco al sentarse (recargado hacia adelante)

Figura 56. Comprobación de estabilidad sobre piso nivelado (silla)

Figura 57. Comprobación de medida óptima del asiento

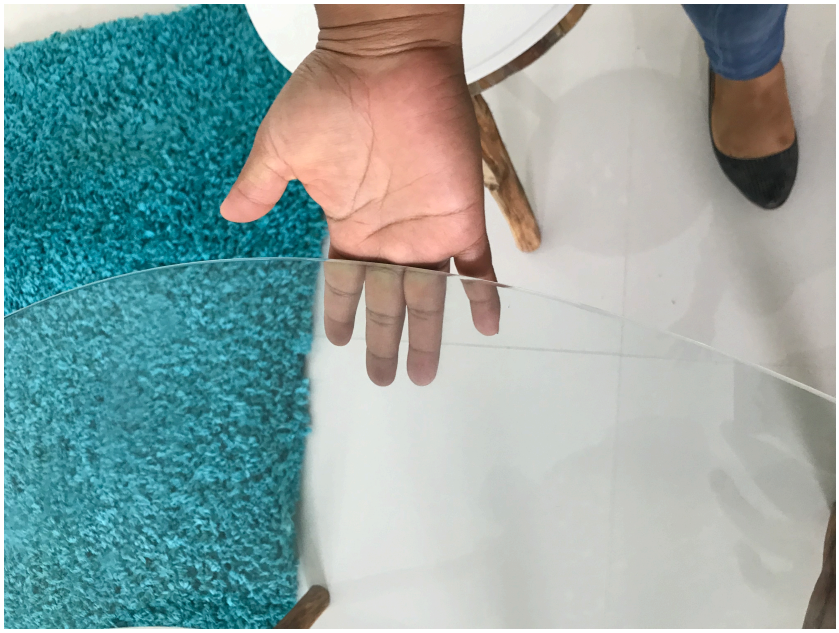


Figura 58. Comprobación sin bordes afilados

Figura 59. Comprobación sin vuelco al recargarse sobre el soporte (vidrio templado)

Figura 60. Interacción con los materiales

Figura 61. Uso del comedor

Además se obtuvieron respuestas favorables al diseño como:

“Me agrada la combinación de los materiales”

“Me gusta por que puedo sentir la textura de la madera y el vidrio de la mesa”

“Me sorprende la resistencia y las tonalidades de la madera”

“Pensé que no resistirían los apoyos, pero al utilizarlos mi opinión cambió; quiero un comedor como este en mi casa”

Figura 62. Propuesta de ambientación para comedor

CONCLUSIONES

Esta investigación permitió la utilización de la madera *Mimosa lactiflua* que solo se había utilizado como combustible, para generar propuestas de diseño de mobiliario con valor agregado.

El proceso metodológico de Bernd Löbach permitió ordenar de manera racional el proceso de investigación, el cual permitió un resultado sustentado en una investigación científica, además de un proceso de diseño con el cual se generaron propuestas creativas de mobiliario.

El diseño de la propuesta de comedor generado cumple con las características y normativas de diseño y construcción de mobiliario vinculándolo eficientemente con las características físico-mecánicas de la madera de *Mimosa lactiflua.*

Los ensayos de compresión paralela a las fibras de la madera de *mimosa lactiflua* de acuerdo a la norma ASTM NTP 251.014 demostraron que la resistencia de la madera es adecuada para el diseño y construcción de muebles.

La densidad de la madera de *mimosa lactiflua* es de 0.9 g/cm3, la cual se determinó con el método de peso entre volumen; esta característica física es un indicador de la alta resistencia, dureza y durabilidad, lo cual sobrepasa los requerimientos para el diseño y construcción de muebles.

Se generó nueva información a cerca de la especie arbustiva *Mimosa Lactiflua* mediante la caracterización físico-mecánica de su madera, lo cual es una aportación inédita más.

La resistencia a la compresión paralela a las fibras de la madera de *Mimosa* permitió la generación de propuestas con un diseño esbelto, considerando el menor numero de apoyos (3 patas) , lo que ayuda a la optimización de la materia prima.

La conceptualización de tres propuestas a partir de la aplicación del método de diseño por analogía tomando como fuente de inspiración la naturaleza permitió la selección de mejor alternativa de diseño.

El desarrollo de la propuesta seleccionada permitió la generación de planos constructivos a detalle.

La selección de la mejor propuesta de concepto implicó un análisis profundo de los requerimientos de diseño, así como las características físico-mecánicas de la madera, es lógico que no se puede evaluar cual de las propuestas es más pertinente ya que las tres fueron diseñadas con el mismo objetivo; en el ámbito estético es un valor personal que no es posible sectorizar.

La construcción del prototipo de la propuesta seleccionada demostró que la madera de *mimosa lactiflua* es apropiada para la construcción de muebles para comedor en función de sus características físicas y mecánicas, con lo cual se le agrega valor a la materia prima,

La combinación de la madera con otros materiales permitió nuevas alternativas de contraste de colores, texturas y composiciones.

Las pruebas ergonómicas permitieron sustentar el diseño de la propuesta.

La investigación demuestra que se pueden generar mobiliario con dimensiones grandes a partir de madera de arbustos de diámetros pequeños. Además que se pueden generar productos comercializables con valor agregado respetando el ciclo de vida de las especies.

REFERENCIAS

[1].J. M, *La arquitectura como microcosmos de mobiliario*, Culturals, La vanguardia: 2014.

[2].K. T. *Ulrich y S.D. Eppinger, Diseño y Desarrollo de Producto,*5ta. Edición, editorial: Mc Graw Hill, Mexico, 2013.

[3].E. López, *Manual de buenas Prácticas del diseño: La profesión del Diseño.* Centro Tecnológico Andaluz de Diseño, editorial: surgenia, España: 2009.

[4].T. Martín, *La bauhaus: Diseños tipológicos mobiliario (sillas y sillones) y su aplicabilidad social en el mundo del cine y la publicidad,* Trabajo fin de Máster, Universidad de las Palmas Gran Canaria, España, 2017.

[5].C. Eckelman, *Introducción al Diseño de Ingeniería del Mueble,* Tecnología en Marca, Revista Tecnología en Marcha Vol.6 No. 3, Editorial Tecnología de Costa Rica, Apartado 159-7050, Costa Rica: 1983.

[6].W. Wong, *Fundamentos del Diseño bi- y tri-dimencional,* 7ª edición. Editorial: Gustavo Gili, S. A, Barcelona, España, 1991.

[7].B. Munari, *¿Cómo nacen los objetos?,* 1ª edición. Gustavo Gili, S. A, Barcelona, España, 1983.

[8].L. Madrid, *La actividad forestal en el Estado de Oaxaca,* México.

[9].C. E. Núñez, *Morfología fibrosa de la madera del eucalyptus grandis implantado en la mesopotamia argentina. 4 - En relación a la madera juvenil.* Rev. Cienc. Año 13, Nº 15, 2011.

[10]. T. Chehaibar y R. Grether, *Anatomía de la madera de algunas especies del géneor Mimosa,* Boletín de la Sociedad Botánica de México 50: 3-17, México: 1990.

[11]. SIREM, *México: Perspectivas de la Industria Forestal,* Sistema de Informe Regional de México, Ciudad de México: 2017.

[12]. Centro Tecnológico del Mueble y la Madera de la Región de Murcia, *Instalación de carpintería de madera y muebles,* Murcia España: 2012.

[13]. X. Gutiérrez Y C. Toledo, *Tendencias: Maderas 2017-2018,* Universidad Rafael Landívar, Edición, 2017, Guatemala, Editorial Cara Parens de la Universidad Rafael Landívar.

[14]. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *Estudio Regional Forestal de la Unidad de Manejo Forestal "Mixteca Norte" 2010-2030*. México: 2009.

[15]. Consultoría Forestal y Servicios Agropecuarios, S.A. de C.V. (COFOSA), *Estudio Regional Forestal, Unidad de Manejo Forestal 2010, Región Cañada,* Vol. 1, No. 4, Oaxaca de Juárez; México: 2009.

[16]. J. A, Nájera, *Migración y derechos humanos: El caso de la migración centroamericana y en tránsito por México, 2001-2011,* Facultad de ciencias políticas y sociales: Universidad Autónoma de México, México, 2014.

[17]. J. Reyes*, Lista Florística de la Mixteca Oaxaqueña,* Fondo para el Medio Ambiente Mundial, 2012.

[18]. J. López, *Estudio etnobotánico en el municipio de Santo Domingo Yodohino, distrito de Huajuapan de León, Oaxaca,* Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Agroecología, México:2008.

[19]. E. Herrera, Entrevista *in situ,* Santo Domingo Yodohíno, Huajuapan de León Oax. Mayo de 2018.

[20]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), *Estadísticas a propósito del día del carpintero*, Aguascalientes, Ags. México: 2015.

[21]. B. Löbach, *Diseño Industrial,* Barcelona, España: Editorial G. Gill, 1981.

[22]. P. Rivera-García, *Marco teórico, elemento fundamental en el proceso de investigación científica*. Laboratorio de Aplicaciones Computacionales, FES Zaragoza, UNAM, México: 2014. Disponible en: http://bivir.uacj.mx/Reserva/Documentos/rva200334.pdf (noviembre 2018).

[23]. A. Adúriz y Y. Ariza, *Qué son los modelos científicos: introduciendo la escuela semanticista en la didáctica de las ciencias naturales.* III Congreso

Internacional y VIII Nacional de Investigación en educación, pedagogía y formación docente, Bogotá, Colombia:2012.

[24]. J. Villagrán, *Teoría de la arquitectura*. Departamento de Arquitectura / INBA. Suplemento de Cuadernos de Bellas Artes. Cuadernos de Arquitectura 13, 1964.

[25]. F. Leal, *Acerca de la teoría. Espiral*, Estudios sobre Estado y Sociedad 20(57), 9-38, Guadalajara, México: 2013.

[26]. J. Acha, *Introducción a la teoría de los diseños,* Trillas 4ta. Edición, Mexico: 2009.

[27]. J. R. Puerto, *El mueble como entidad arquitectónica en la obra del arquitecto José Gómez del Collado*. Res Mobilis. Revista Internacional de Investigación en mobiliario y objetos decorativos 4 (4), 167-185, 2015.

[28]. R. A. Arvizu, *Teoría de la arquitectura II*. Antología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. 115p. México:2015.

[29]. E. De la Rosa, *Introducción a la teoría de la arquitectura,* Red tercer milenio, Primera edición, México:2012.

[30]. E. Langagne y A. Rivas, *Antecedentes y el proceso de diseño. In: Aproximaciones conceptuales par entender el diseño en el siglo XX*I (73-80). Compilación. Ferrusca N., M. V., Fulco R., D., Aceves J., J. I., Gazano I., G. & Revueltas V., J. (Coord.). Universidad Autónoma Metropolitana. México:2015.

[31]. L. Hernández y V. Barneche, *Firmitas, utilitas, venustas…, virtualitas. Vitruvius en second life.* Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle 8(29), 19-24. México: 2007.

[32]. E. Sánchez, *El concepto de diseño en el taller de diseño: Reflexiones teóricas,* Cuerpo académico: Diseño y cultura, Universidad de Guanajuato, México:2012.

[33]. Entrevista a charles Eames, ¿Qué es el diseño?, respuestas 1972.

[34]. F. Aragall, *Diseño para todos un conjunto de instrumentos,* s.f. Disponible en : https://docplayer.es/7724346-Francesc-aragall-diseno-para-todos-un-conjunto-de-instrumentos.html, (Diciembre 2018).

[35]. J. Celdrán, *Manual de buenas prácticas en producción para el sector del mueble y la madera:* Centro Tecnológico del Mueble y la Madera en la Región de Murcia, Murcia, España: 2004.

[36]. T. Montiel, *El mobiliario y la decoración entre 1860 y 1920,* ArtyHum, Revista digital de Artes Y Humanidades, México: 2014.

[37]. S. P. Merino, *Bienes muebles e inmuebles.* Disponible en: www7.taiia.gob.sv/downloads/pdf/000-TAIIA-OO-2017-035.pdf Julio 2019.

[38]. J. V. Patiño, *Introducción a la historia del mueble.* Revista de Claseshistoria. Artículo No. 176. 10p. 2010. Disponible en https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5167347.pdf, Julio 2019.

[39]. J. Aguilar y E. Guzowski, *Materiales y materias primas,* Instituto de Educación Tecnológico, Saavedra, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: 2011.

[40]. J. M. Presa, *Estructura, composición y clasificación de la madera,* CEDRIA, Barcelona, España: 2015.

[41]. F. J. Castrillo, *Tecnología de la madera,* taller de la madera, España.

[42]. S. Vignote e I. Martínez, *Tecnología de la mader,* 3ra. Edición, Mindi-prensa. Madrid, España: 2006.

[43]. S. A. Montaño, S. L. y R. Grether, *Anatomía de la madera tres especies de Mimosa (Leguminosae- Mimosoideae) distribuidas en México, Madera Bosques vol. 22 N. 1, M, México:2016.*

[44]. S. A. Montaño *et. al.*, *Ecoanatomía de la madera de dos taxa mexicano del género Mimosa (Leguminosae-Mimosoideae)*, México:2017.

[45]. T. Chehaibar y R. Grether, *Anatomía de la madera de algunas especies del géneor Mimosa,* Boletín de la Sociedad Botánica de México 50: 3-17, México: 1990.

[46]. J. López, *Estudio etnobotánico en el municipio de Santo Domingo Yodohino, distrito de Huajuapan de León, Oaxaca,* Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Agroecología, México:2008.

[47]. Fontúrbel *et. al.*,*Introducción a la Botánica,* Edit. Publicaciones integrales, segunda edición, Universidad de los lagos Osorno, Chile:2007.

[48]. J. A. Nájera, *Propiedades físicas y mecánicas de la madera de Quercus laeta Liemb. de El Salto, Durango,* México: 2005.

[49]. M. AROLA, *Historia del mueble*. Ediciones Zeus, Barcelona España. 1966.

[50]. L E. SMITH B*reve historia del mueble.* Edición serbal Barcelona España. 1980.

[51]. Z. VITRA, 100 Sillas clásicas. Vitra design museum. 1997.

[52]. J. Lecuona, *Muebles de carácter histórico o artístico.* México: s.f.

[53]. J. Harner, *Elaboración de muebles rústicos en México y su popularidad en los Estados Unidos,* REDIAL & CEISAL, Revista de historia, cultura y territorio, 2003.

[54]. I. Anderson, *La enseñanza de la Historia del Diseño de Muebles, Reconsiderada,* Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de la Plata.

[55]. A. Plazola, *Arquitectura Habitacional,* Vol. 2, 5ª edición, Plazola Editores, México: 1986.

[56]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), *Estadísticas a propósito del día del carpintero*, Aguascalientes, Ags. México: 2015.

[57]. O. Santamaría *et. al*., *Mercado de los productos forestales en Honduras: oferta, demanda, barreras y plan para incrementar el uso de madera legal.* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 166p.Tegucigalpa, Honduras: 2018.

[58]. G. I. Suqui, *Análisis y determinación de las propiedades mecánicas de maderas usadas en la construcción de pisos de buses urbanos o bus tipo*. Tesis de licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador: 2017.

[59]. Diario Oficial de la Federación (DOF) . *Ley Federal del Derecho de Autor publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 1996*, reformada y publicada el primero de junio de 2018. México: 2018.

[60]. Anónimo, *Normas de calidad en la industria de la madera y mueble.* Disponible en: http://www.aemcm.net/archivos/normas_calidad.pdf (julio 2019).

[61]. A. García, *Diseño y construcción de un modelo funciona de mesa auxiliar para servicio médico de las Caravanas de Asistencia Social del DIF Municipal Huajuapan, Tesis Profesional.* Universidad Tecnológica de la Mixtea, Huajuapan de León, Oaxaca, México: 2018.

[62]. D. Enríquez, *Diseño de comedor con elementos prehispánicos, Tesina. Universidad Autónoma de San Luís Potosí,* México: 2006.

[63]. Código de Edificación de Vivienda, México: 2010.

[64]. X. Fonseca, *Las medidas de una casa,* Editorial Pax México, México: 2002.

[65]. Código de Edificación de Vivienda, México: 2010.

[66]. E. Pelús, *Diseño de mobiliario para salón-comedor,* Tesis profesional, Universitat Politécnica de Valencia, Campus Dálcoi, España: 2018.

[67]. Normas de Calidad en las Industrias de la madera y del mueble:2010.

[68]. Comisión Nacional Forestal, *Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México*, 2010.

[69]. P. A. Torres, *Evaluación de la resistencia natural de la madera de Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg. al ataque de hongos de pudrición blanca y café.* Tesis de Maestría en Ciencia de Productos Forestales. Depto. De Madera, Celulosa y Papel, CUCEI, Universidad de Guadalajara: 2009

[70]. G. Angúlo, *Ensayo de compresión para madera compresión paralela al grano norma ASTM NTP 251.014.*

[71]. S. E. Rodríguez, *Tesis Doctoral: El boceto entre el diseño y la abstracción.* Universidad de Granada. Granada, España: 2009.

[72]. I. López y L. Berges, *Analogías naturales en la innovación de productos,* España: 2014.

[73]. J. Senosiain, *Arquitectura Orgánica*. Ed. AM Editores. México: 2012.

[74]. M. Vergara, *Evaluación ergonómica de sillas. criterios de evaluación basados en el análisis de la postura.* Tesis, UNIVERSITAT JAUME I U. P. TECNOLOGIA, 1998.

[75]. Instituto de Biomecánica de Valencia, *Entorno Confortable: Muebles ergonómicos en casa,* Universidad Politécnica de Valencia. España:2004.

[URL 1.] Norman Foster & Partners: http: //www.forterandpartners.com, Consultado Abril de 2018.

[URL 2.] https://www.vix.com/es/imj/hogar/2011/05/26/muebles-rusticos-modernos, consultado Abril de 2018.

[URL 3.] https://www.linguee.es/ingles-espanol/traduccion/international+council+of+societies+of+industrial+design.html, consultado Diciembre de 2018.

[URL 4.] https://dle.rae.es/, Diciembre 2018.

[URL 5.] http:/ www.sillareal.com.mx, Consultado Marzo de 2019.

[URL 6.] https://www.nomadbubbles.com/category/interior/, Consultado Abril de 2018.

[URL 7.] https://www.vix.com/es/imj/hogar/2011/05/26/muebles-rusticos-modernos, Consultado Abril de 2018.

[URL 8.] https://emoble.es/estilo-rustico-moderno/, Consultado Abril de 2018.

[URL 9.] http://www.arquitexs.com/decoracion-interior-estilo-rustico-moderno/, Consultado Abril de 2018.

[URL 10.] http://www. Homif.com, Consultado Abril de 2018.

[URL 11.] https://fullgrown.co.uk/, Consultado Abril de 2018.

[URL 12.] https://www.estudiodelier.es/, Consultado Abril de 2018.

[URL 13.] http://www.abitaredecoracionblog.com, Consultado Abril de 2018.

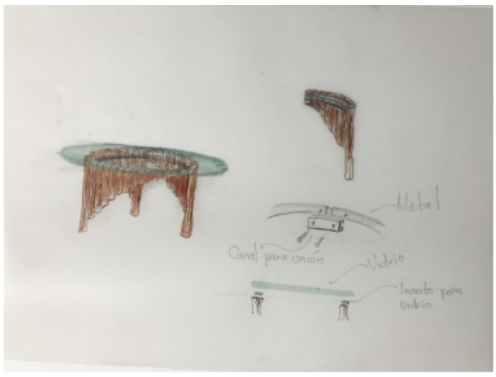
[URL 14.] http://www.mueblesmasdiseno.com/, consultado en Octubre de 2018.

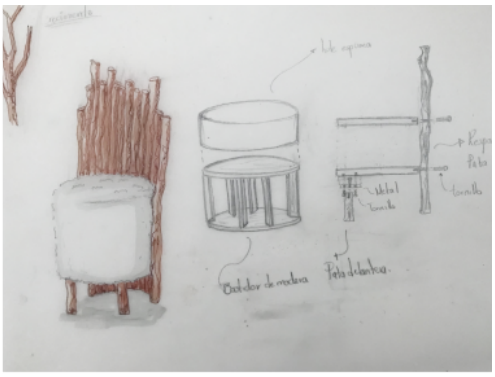
[URL 15.] https///www.gob.mx/ser, consultado Julio de 2019.

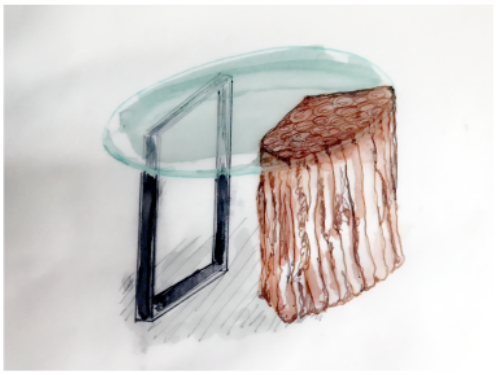
[URL 16.] http:/ www.sillareal.com.mx, Consultado Marzo de 2019.

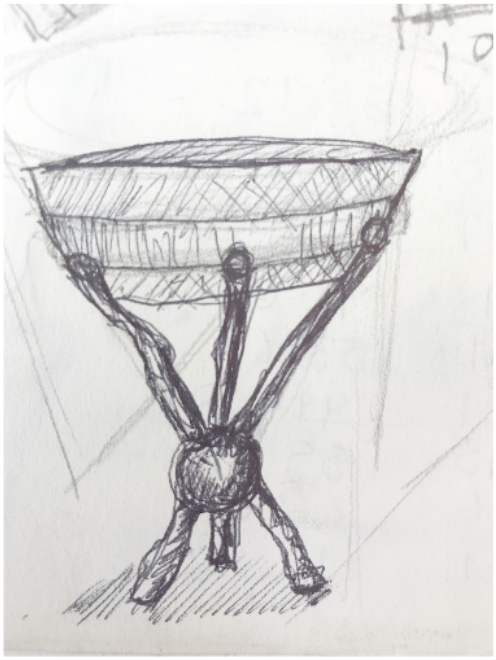
[URL 17.] Comisión Nacional Forestal, Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México, consultado Enero de 2019.

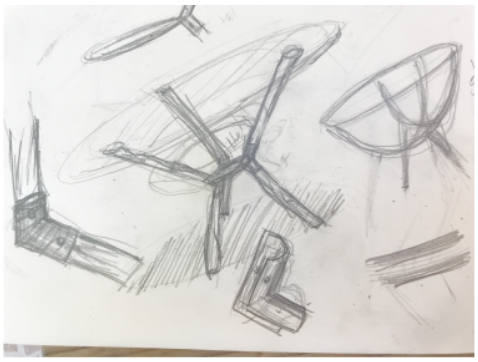
ANEXO 1. LLUVIA DE IDEAS PARA EL DISEÑO DE COMEDOR

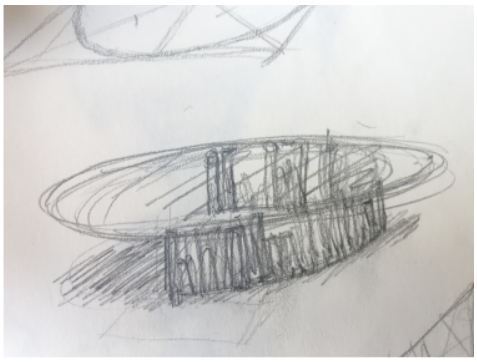


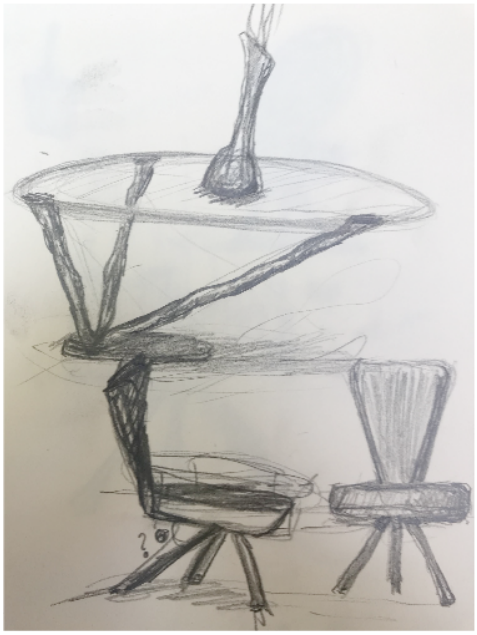


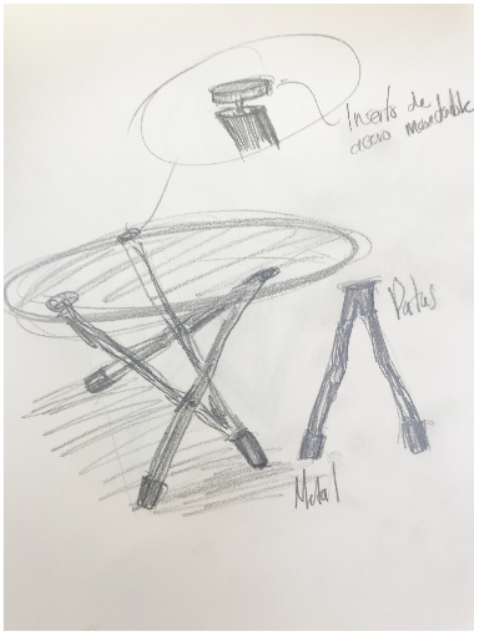




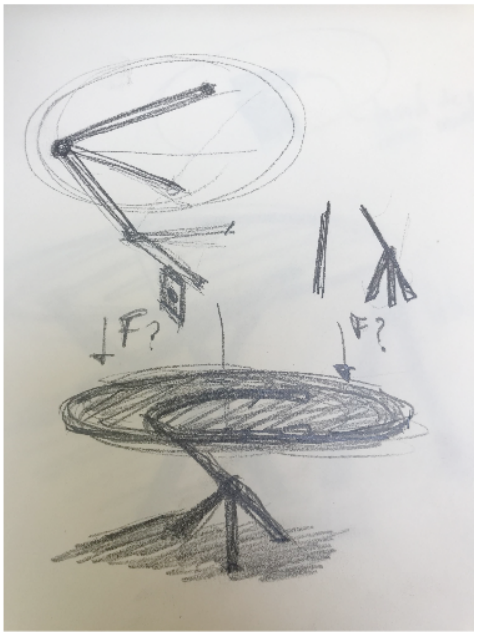


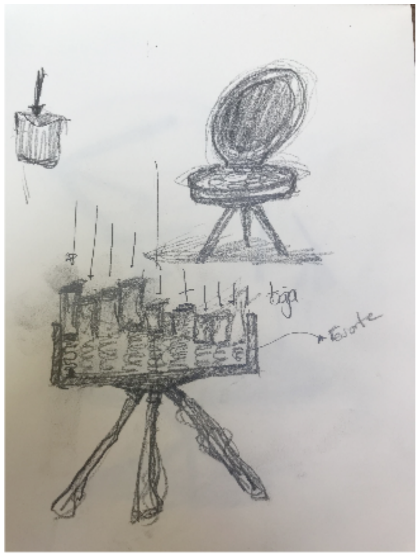


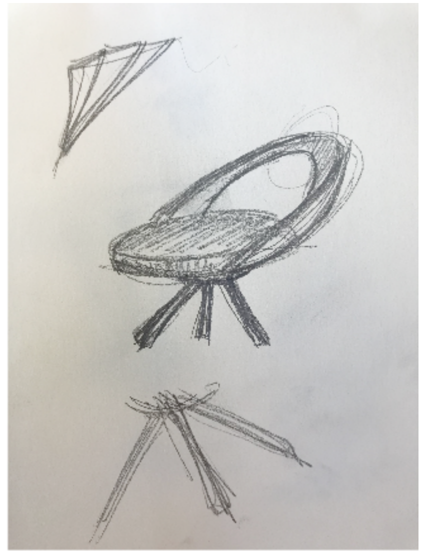


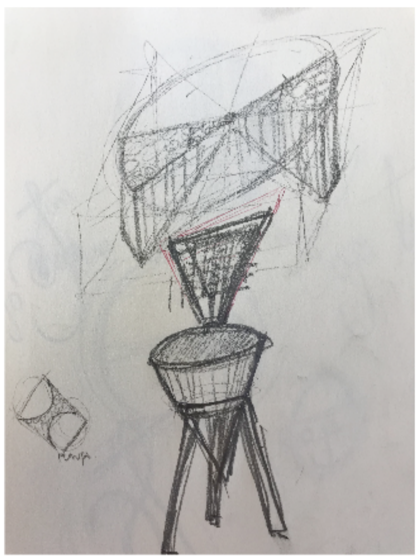

Inserto de
Partes
Metal

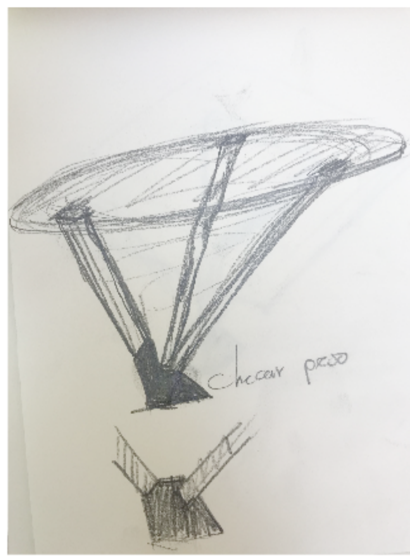
0.318
Mesa

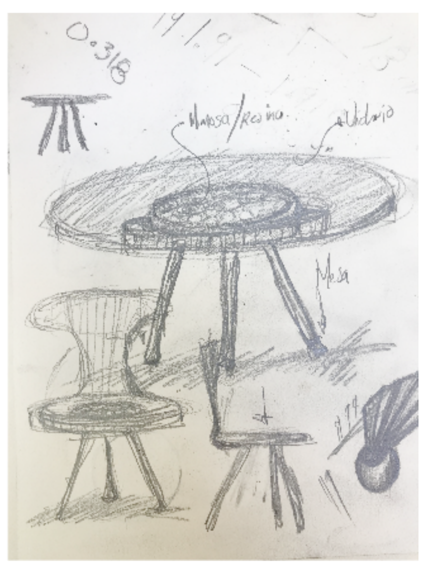

F?
F?

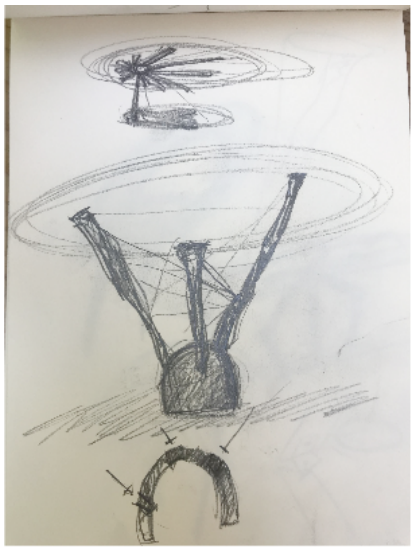


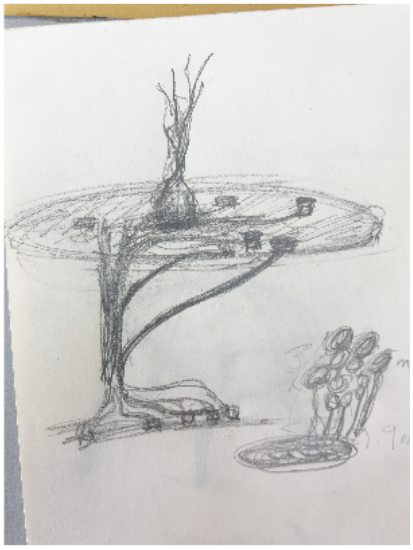


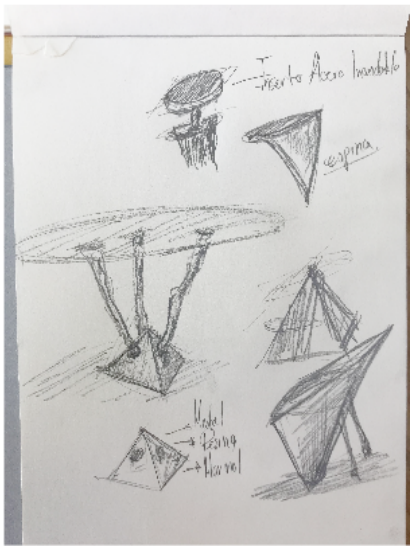



Checar peso

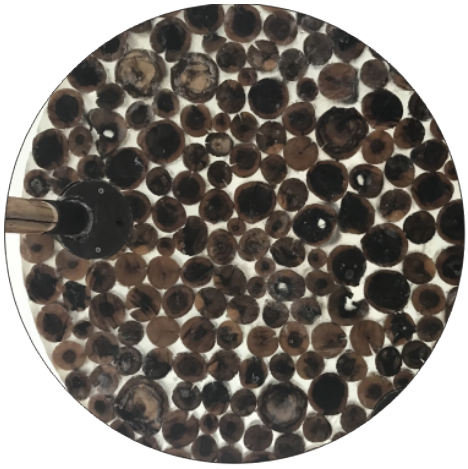

Vidrio
Mesa

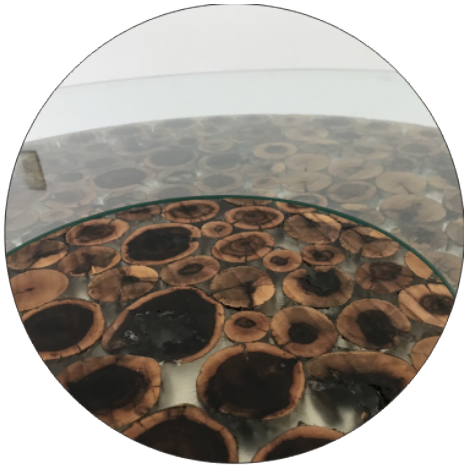


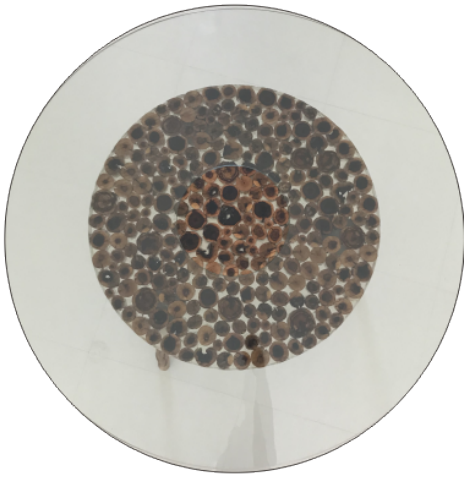


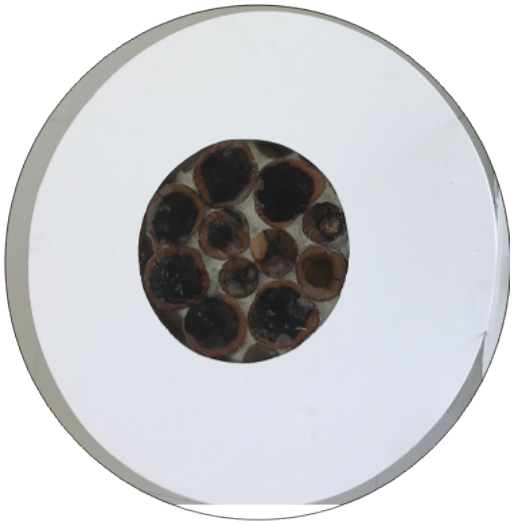


ANEXO 2. DETALLES CONSTRUCTIVOS DEL PROTOTIPO







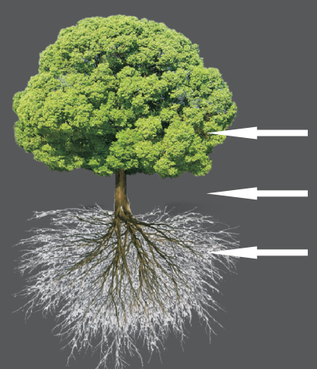


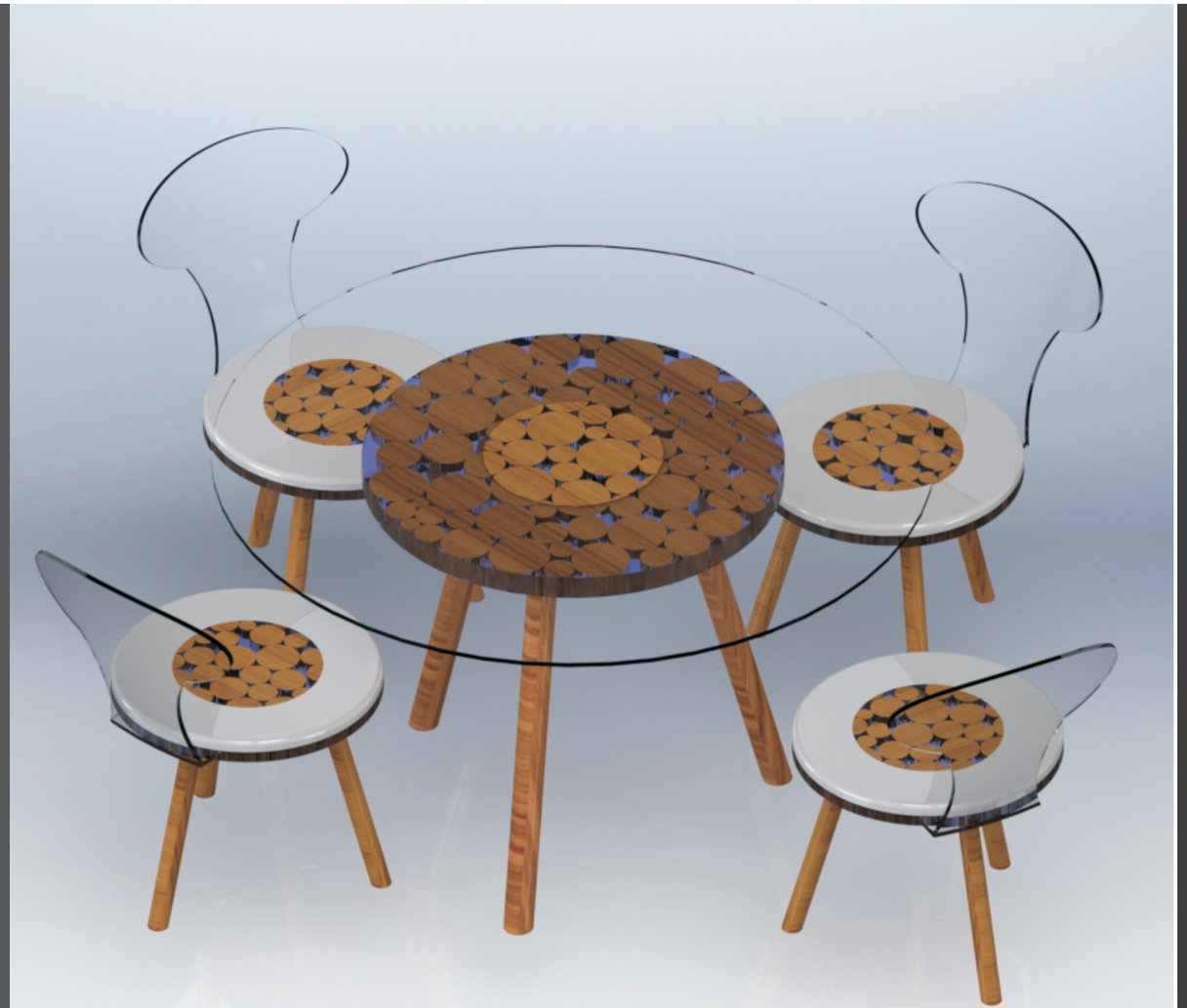
PROPUESTA 1

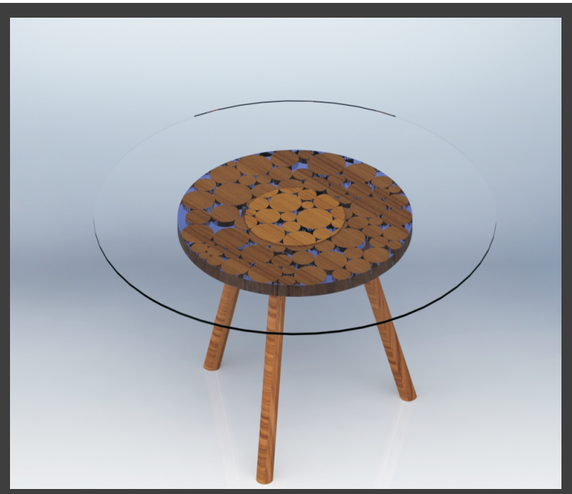
Analogía:
Árbol

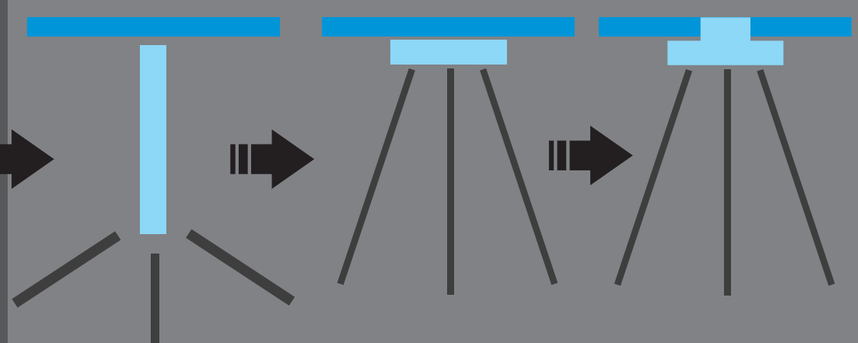
Un árbol es una planta que dispone de un tronco de tipo leñoso, el cual se divide en múltiples ramas en su parte superior.

CONCEPTO









Dimensiones Generales

Mesa

Altura: 75 cm

Diámetro: 120 cm

Silla

Altura asiento: 45 cm

Altura respaldo: 75 cm

Diámetro: 45 cm

Materiales:

- Madera
- Resina cristal
- Vidrio templado
- Pintura automotríz

Mesa: El soporte de cristal esta montado sobre una superficie de trozos rollizos madera de Mimosa de 5 cm de altura unidas con resina cristal, todo esto soportado por tres patas de la misma madera de 5 cm de diámetro cada una.

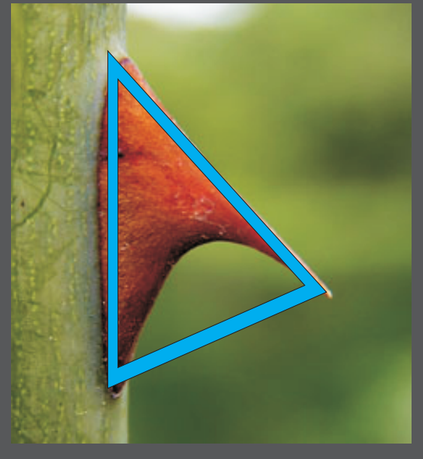
Silla: del mismo modo que la mesa el apoyo son tres patas de madera de Mimosa que soportan la superficie de rollos de madera con resina y un respaldo de acrílico de 6 mm de espesor.

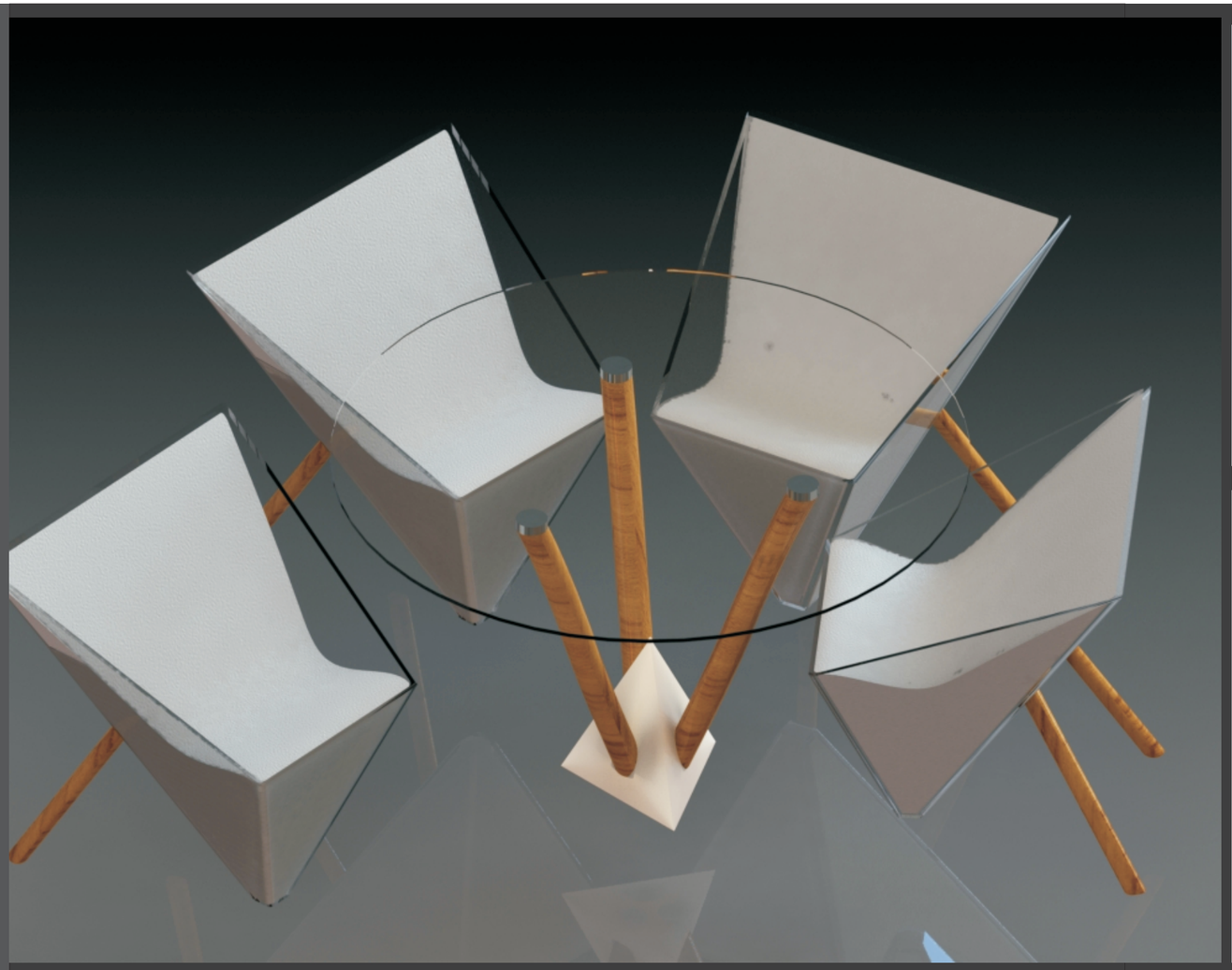
PROPUESTA 2

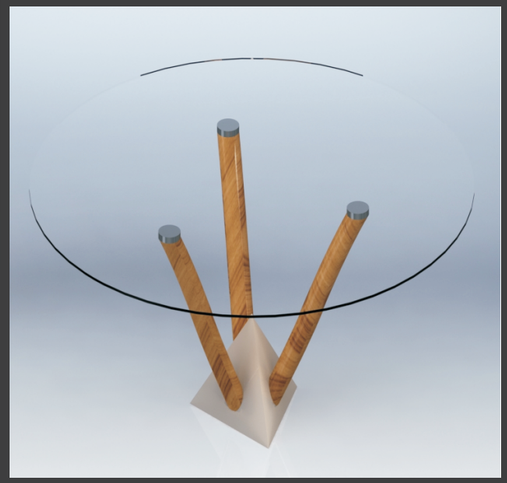
Analogía:
Espina de rosa

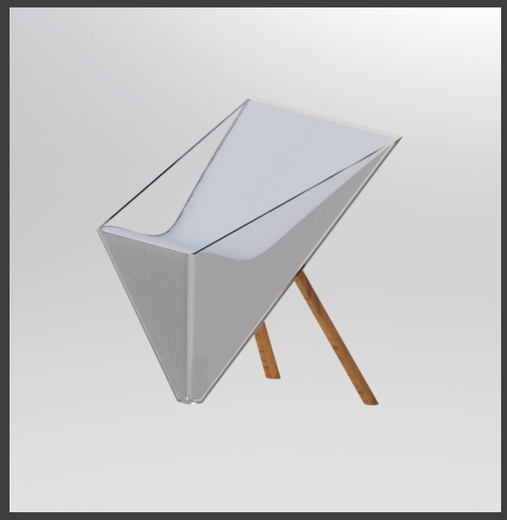
Prolongación aguda y afilada que tienen ciertos animales y plantas en su superficie y que les sirve de defensa.

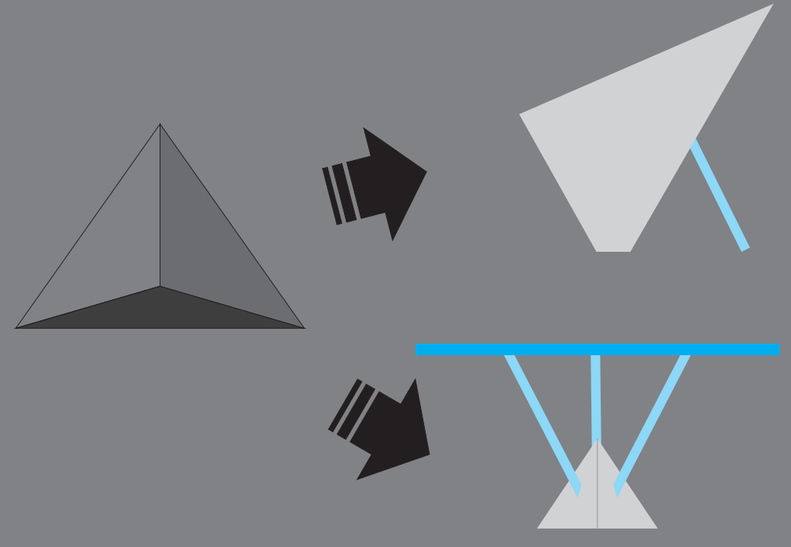
CONCEPTO











Dimensiones Generales
Mesa
Altura: 75 cm
Diámetro: 120 cm
Silla
Altura asiento: 45 cm
Altura respaldo: 75 cm
Diámetro: 45 cm
Materiales:
- Vidrio templado
- Madera Mimosa
- Acrílico
- Tela
- Hule espuma
- Insertos de acero inoxidable

Mesa: El soporte de vidrio templado esta montado sobre tres insertos de acero inoxidable unidos a tres elementos de madera de Mimosa que se insertan sobre una pirámide triangular de resina.

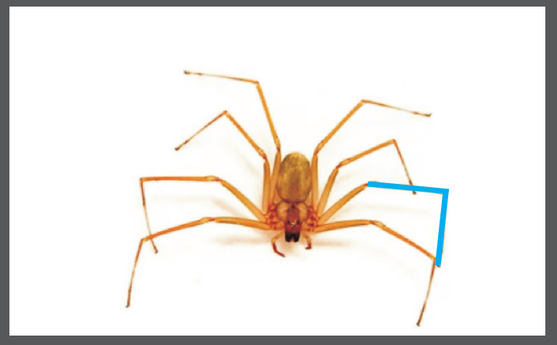
Silla: una pirámide cuadrangular de acrílico conforma el asiento y respaldo acolchonados con hule espuma, dos patas traseras de madera de Mimosa y junto con el acrílico conforman el apoyo.

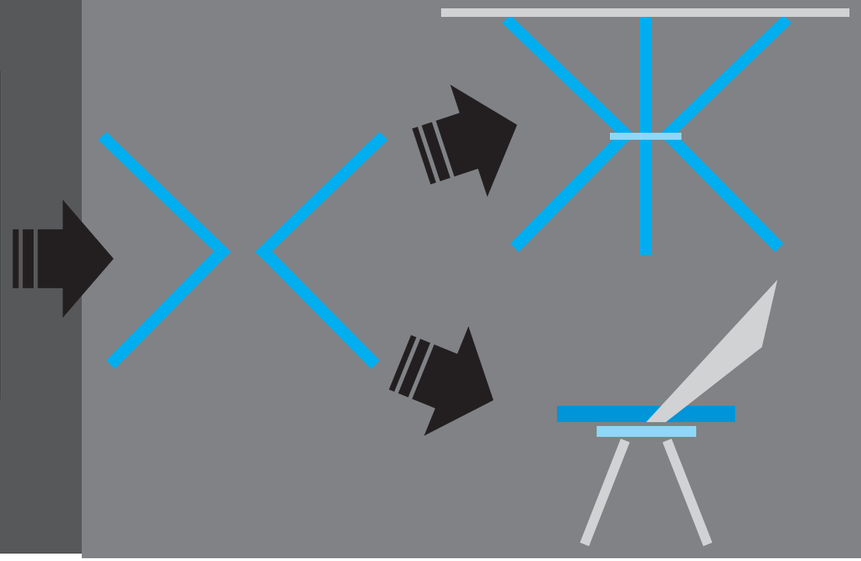
PROPUESTA 3

Analogía:
Araña

Arácnido con tráqueas en forma de bolsas comunicantes con el exterior, con cefalotórax, cuatro pares de patas, y en la boca un par de uñas venenosas . En el extremo del abdomen tiene las hileras u órganos productores de la seda con la que tapiza su vivienda, caza sus presas y se traslada de un lugar a otro

CONCEPTO





Dimensiones Generales
Mesa
Altura: 75 cm
Diámetro: 120 cm
Silla
Altura asiento: 45 cm
Altura respaldo: 80 cm
Diámetro: 45 cm
Materiales:

- Vidrio templado
- Madera Mimosa
- Tela
- Hule espuma
- metal
- Insertos de acero inoxidable
-

Mesa: El soporte de vidrio templado esta montado sobre tres insertos de acero inoxidable unidos a tres elementos de madera de Mimosa con la forma extraída de la analogía unidas con un aro de metal y elementos de unión para la madera.

Silla: al igual que la mesa cuenta con tres apoyos de madera de Mimosa de 3.5 cm de diámetro, asiento y respaldo tapizado.