

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

“SISTEMA DE TARIMA ITINERANTE CON ENSAMBLE
POR PROCESO DE EMBUTIDO”

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN DISEÑO

PRESENTA:
ISAAC CRUZ LÓPEZ

DIRECTOR:
M.D.I. JOSÉ LUIS JASSO RÍOS MONTAÑEZ

HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA. AGOSTO 2009

A *Edgar* ...

A *Olegario López Cid* ...

Agradecimientos...

A dios y a mis padres, que por ellos estoy hoy aquí. Sin su apoyo y consentimiento nada de esto hubiera sido posible. Espero compensarles en algo su esfuerzo mediante la obtención de mi título.

A mis hermanos porque con ellos la vida es mejor.

A todos amigos, que se interesaron, preguntaron, apoyaron y me motivaron para que terminara la tesis.

A todas y cada una de las personas que me ayudaron mucho o poco para que yo alcanzara esta meta.

Por ayudarme en este trabajo quiero agradecer a:

M.D.I. José Luis Jasso Ríos Montañéz

I.D. Rubén Arriaga Martínez

M.C. Heriberto I. Hernández Martínez

A todas las personas del taller de metalmecánica de la UTM.

A todas las personas de los grupos musicales, dueños, músicos, operarios.

A todos mis profesores durante mi educación profesional.

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| 1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO | 1 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.3. CASO DE ESTUDIO | 2 |
| 1.3.1. <i>Carácter funcional</i>..... | 3 |
| 1.4. SUBDIVISIÓN DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.5. OBJETIVOS..... | 5 |
| 1.6. ALCANCES DEL PROYECTO | 5 |
| 1.7. METODOLOGÍA DE DESARROLLO..... | 5 |
| 2. TARIMAS DE GRUPOS MUSICALES DE LA CIUDAD DE HUAJUAPAN..... | 7 |
| 2.1. TARIMA DEL GRUPO LINCE | 7 |
| 2.2. TARIMA DEL GRUPO SANTA CECILIA | 8 |
| 2.3. TARIMA DEL GRUPO LOS ALTEÑOS..... | 10 |
| 2.4. TARIMA DEL GRUPO LOS SUCESORES DEL NORTE | 11 |
| 2.5. TARIMA DEL GRUPO OBSESSION MUSICAL | 12 |
| 2.6. TARIMAS DEL CENTRO DE HUAJUAPAN | 13 |
| 2.6.1. <i>Tarima del municipio de Huajuapán</i>..... | 13 |
| 2.6.2. <i>Tarima del atrio de la catedral</i>..... | 14 |
| 2.7. ESTRUCTURA DEL PROBLEMA | 16 |
| 2.7.1. <i>Recopilación de datos</i> | 16 |
| 2.7.2. <i>Análisis de datos</i> | 16 |
| 2.7.3. <i>Procesos de manufactura</i> | 19 |
| 2.8. PARÁMETROS Y REQUERIMIENTOS | 22 |
| 2.8.1. <i>Parámetros</i> | 22 |
| 2.8.2. <i>Requerimientos</i>..... | 28 |
| 2.8.3. <i>QFD</i> | 33 |
| 3. DESARROLLO PROYECTUAL..... | 36 |
| 3.1. ELABORACIÓN DE ALTERNATIVAS | 36 |
| 3.1.1. <i>Carácter del problema</i> | 36 |
| 3.1.2. <i>Conceptos globales de diseño</i> | 37 |
| 3.2. EXAMEN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS | 42 |
| 3.2.1. <i>Selección de alternativa de adaptación a desniveles</i>..... | 42 |
| 3.2.2. <i>Selección de alternativa de apoyos</i>..... | 43 |
| 3.2.3. <i>Selección de alternativa de bastidor</i>..... | 43 |
| 4. DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA..... | 44 |
| 4.1. DESARROLLO DE LAS ALTERNATIVAS PARTICULARES | 44 |
| 4.1.1. <i>Desarrollo de la alternativa de los ensambles</i> | 44 |
| 4.1.2. <i>Desarrollo de la alternativa de los apoyos</i>..... | 51 |
| 4.1.3. <i>Desarrollo de la alternativa de extensiones</i>..... | 52 |
| 4.2. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO FUNCIONAL | 54 |
| 4.2.1. <i>Construcción de los apoyos</i>..... | 54 |
| 4.2.2. <i>Construcción de las extensiones</i> | 55 |
| 4.2.3. <i>Precio estimado</i> | 69 |
| 4.3. PRUEBAS | 71 |
| 4.3.1. <i>Aplicación de fuerzas en Cosmosworks</i>..... | 71 |
| 4.3.2. <i>Prueba de uso</i> | 77 |

| | |
|--|-----------|
| 5. CONCLUSIONES | 79 |
| 5.1. TRABAJOS POSTERIORES | 81 |
| BIBLIOGRAFÍA | 82 |
| ANEXOS | 84 |

TABLAS

| | |
|---|----|
| <i>Tabla 1.1. Metodología de desarrollo para el presente trabajo de tesis</i> | 6 |
| <i>Tabla 2.1. Principales características de la tarima del grupo Lince</i> | 8 |
| <i>Tabla 2.2. Principales características de la tarima del grupo Santa Cecilia</i> | 9 |
| <i>Tabla 2.3. Principales características de la tarima del grupo Los Alteños</i> | 11 |
| <i>Tabla 2.4. Principales características de la tarima del grupo Los Sucesores del Norte</i> | 12 |
| <i>Tabla 2.5. Principales características de la tarima del grupo Obsession Musical</i> | 13 |
| <i>Tabla 2.6. Principales características de la tarima del Municipio de Huajuapán de León</i> | 14 |
| <i>Tabla 2.7. Principales características de la tarima del atrio de la Catedral</i> | 15 |
| <i>Tabla 2.8. Dimensiones de la tarima</i> | 23 |
| <i>Tabla 2.9. Dimensiones de la caja de transporte</i> | 25 |
| <i>Tabla 2.10. Pesos a cargar</i> | 25 |
| <i>Tabla 2.11. Tiempos</i> | 26 |
| <i>Tabla 2.12. Lista de precios de las tarimas en estudio</i> | 26 |
| <i>Tabla 3.1. Elección de un criterio del problema</i> | 36 |
| <i>Tabla 3.2. Matriz de evaluación de alternativas de extensiones</i> | 42 |
| <i>Tabla 3.3. Matriz de evaluación de alternativas de apoyos</i> | 43 |
| <i>Tabla 3.4. Matriz de evaluación de alternativas de bastidor</i> | 43 |
| <i>Tabla 4.1. Medidas empleadas en el diseño del molde de embutido no cilíndrico</i> | 51 |
| <i>Tabla 4.2. Estimación del precio de la tarima</i> | 70 |
| <i>Tabla 5.1. Soluciones generadas a las necesidades de los usuarios</i> | 79 |
| <i>Tabla 5.2. Diferencias en las características de los ensambles</i> | 80 |

FIGURAS

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1.1. Tarima utilizada en la fiesta de la colonia Santa Cruz</i> | 1 |
| <i>Figura 1.2. Detalle de la tarima utilizada en la colonia Santa Cruz</i> | 2 |
| <i>Figura 1.3. Árbol estructural de la división de problemas de las tarimas itinerantes</i> | 4 |
| <i>Figura 2.1. Escenario del grupo Lince</i> | 7 |
| <i>Figura 2.2. Pieza de ensamble del sistema de tarima, llamada "cuerno"</i> | 8 |
| <i>Figura 2.3. Escenario del grupo Santa Cecilia</i> | 9 |
| <i>Figura 2.4. Detalle de la pieza de ensamble, la cual cuenta con sólo dos postes</i> | 9 |
| <i>Figura 2.5. Colocación de los ensambles</i> | 10 |
| <i>Figura 2.6. Operarios colocando bastidores sobre las bases ensambladas</i> | 10 |
| <i>Figura 2.7. Los apoyos en "X" están fabricadas con tubos y PTR</i> | 11 |
| <i>Figura 2.8. El ensamble que recibe los marcos tiene dobladas las puntas</i> | 12 |
| <i>Figura 2.9. Las hojas de triplay usadas no están enmaradas en los perfiles metálicos</i> | 12 |
| <i>Figura 2.10. Vista de un ensamble entre perfiles rectangulares</i> | 13 |
| <i>Figura 2.11. En este caso se usa una escalera metálica</i> | 14 |
| <i>Figura 2.12. Detalle de la esquina del módulo donde se usan clavos para unir los materiales</i> | 14 |
| <i>Figura 2.13. Detalle de los tramos de redondo que separan las bases</i> | 15 |
| <i>Figura 2.14. Detalle de un tirante y su ensamble a las bases</i> | 15 |
| <i>Figura 2.15. Pieza fabricada con tubo, solera, cuadrado y un tramo de varilla</i> | 18 |
| <i>Figura 2.16. Apoyo con altura ajustable</i> | 19 |
| <i>Figura 2.17. Taller de herrería y balconería "Ermita"</i> | 20 |
| <i>Figura 2.18. Fuente de suministro de energía para soldadura de arco eléctrico con electrodo revestido</i> | 20 |
| <i>Figura 2.19. Caretas especiales para soldar</i> | 20 |
| <i>Figura 2.20. Sierra recíprocante o segueta</i> | 21 |
| <i>Figura 2.21. Sierra circular o de disco</i> | 21 |
| <i>Figura 2.22. Ubicación de las medidas en el conjunto de la tarima</i> | 23 |
| <i>Figura 2.23. Ubicación de las medidas de la caja del camión de carga</i> | 24 |
| <i>Figura 2.24. Procesos de los metales</i> | 27 |
| <i>Figura 2.25. Procesos y productos de laminado</i> | 28 |
| <i>Figura 2.26. Principales materiales utilizados en una tarima itinerante</i> | 28 |
| <i>Figura 2.27. Gráfico del QFD realizado para las necesidades de los usuarios</i> | 34 |
| <i>Figura 3.1. Bocetos de ensambles por embutido no cilíndrico</i> | 38 |
| <i>Figura 3.2. Concepto de extensiones 01</i> | 38 |

| | |
|--|----|
| Figura 3.3. Concepto de extensiones 02. | 39 |
| Figura 3.4. Concepto de extensiones 03. | 39 |
| Figura 3.5. Concepto de extensiones 04. | 40 |
| Figura 3.6. Concepto de extensiones 05. | 40 |
| Figura 3.7. El trinquete se utiliza en las torres para autos. | 41 |
| Figura 3.8. El perfil cuadrado se puede utilizar en el bastidor. | 41 |
| Figura 3.9. El perfil puerta es apropiado para enmarcar materiales. | 42 |
| Figura 3.10. Este perfil por su forma funciona como trabe. | 42 |
| Figura 4.1. Prensa hidráulica del taller Palafox. | 44 |
| Figura 4.2. Prensa de la fábrica de balones. | 45 |
| Figura 4.3. Forma No. 1 sujetando las esquinas de los bastidores. | 45 |
| Figura 4.4. Forma No. 1 colocada sobre el apoyo. | 46 |
| Figura 4.5. Forma No. 1 haciendo su función de ensamble. | 46 |
| Figura 4.6. La forma No. 2 cuenta con puntas más altas. | 46 |
| Figura 4.7. La forma No. 3 cumple su función con una configuración sencilla. | 47 |
| Figura 4.8. La forma No.4 ofrece otra opción para ubicar el ensamble en el apoyo. | 47 |
| Figura 4.9. Vistas del ensamble seleccionado. | 48 |
| Figura 4.10. Los marcos quedan ensamblados entre las puntas del ensamble. | 48 |
| Figura 4.11. Croquis del molde de embutido no cilíndrico. | 49 |
| Figura 4.12. Interfaz gráfica de Solidworks 2007. | 49 |
| Figura 4.13. Imagen del ensamble modelado en Solidworks 2007. | 50 |
| Figura 4.14. Imagen del punzón generado a partir del ensamble. | 50 |
| Figura 4.15. Imagen del dado generado a partir del ensamble. | 51 |
| Figura 4.16. Imagen del molde de embutido no cilíndrico modelado en Solidworks 2007. | 51 |
| Figura 4.17. Disposición y medidas del apoyo en forma de "A". | 52 |
| Figura 4.18. Bocetos de la adaptación del trinquete a los apoyos. | 52 |
| Figura 4.19. Vistas del dibujo del trinquete adaptado. | 53 |
| Figura 4.20. Pasos realizados durante la construcción de los apoyos. | 55 |
| Figura 4.21. Pasos para la construcción del tramo cuadrado. | 56 |
| Figura 4.22. Construcción de las soleras. | 57 |
| Figura 4.23. Pasos realizados en la construcción de las palancas. | 58 |
| Figura 4.24. Detalles de la construcción del garfio. | 59 |
| Figura 4.25. Construcción final de la extensión. | 60 |
| Figura 4.26. Proceso de maquinado del dado de embutido. | 62 |
| Figura 4.27. Después de realizar el maquinado CNC, se retiró material con una fresadora mecánica. | 63 |
| Figura 4.28. Pasos realizados en la construcción del sujetador. | 64 |
| Figura 4.29. Pasos realizados para obtener el ensamble embutido. | 66 |
| Figura 4.30. Detalles de la construcción del bastidor. | 68 |
| Figura 4.31. Módulo ensamblado. | 69 |
| Figura 4.32. Resultado del análisis de factor de seguridad en el marco. | 72 |
| Figura 4.33. Deformación del marco. | 72 |
| Figura 4.34. Verificación de diseño del apoyo. | 73 |
| Figura 4.35. Desplazamientos en los apoyos. | 73 |
| Figura 4.36. Verificación de diseño del ensamble. | 74 |
| Figura 4.37. Desplazamientos en el ensamble. | 74 |
| Figura 4.38. Verificación de diseño en el barreno de la extensión. | 75 |
| Figura 4.39. Desplazamientos en los barrenos de las extensiones. | 75 |
| Figura 4.40. Verificación de diseño de las ranuras. | 76 |
| Figura 4.41. Deformaciones en las ranuras de los apoyos. | 76 |
| Figura 4.42. El módulo fue ensamblado en desnivel. | 77 |
| Figura 4.43. Las extensiones no son fijas. | 78 |
| Figura 4.44. La altura del módulo aumenta con el uso de las extensiones. | 78 |

RESUMEN

En esta tesis se estudiaron las tarimas itinerantes de la ciudad de Huajuapán de León y mediante una investigación de campo se identificaron sus principales deficiencias.

Se generaron los diseños de las piezas que aportan una solución a las necesidades no satisfechas, de entre las que se destaca el diseño de un ensamble para los módulos, el cual se construyó usando el proceso de manufactura de embutido no cilíndrico.

Se describe el procedimiento realizado para llegar al modelo funcional a escala real del ensamble y de las diferentes piezas que componen un módulo de tarima itinerante.

1. Definición del proyecto

En este capítulo se presentan los conceptos básicos utilizados en el documento de tesis, se define el problema de estudio y se establece la metodología de desarrollo a seguir.

1.1. Planteamiento del problema

En el transcurso del año, en el municipio de Huajuapán de León se llevan a cabo numerosas festividades en las diferentes colonias y comunidades que lo conforman. En dichas festividades se presentan eventos culturales y musicales, los cuales hacen uso de una tarima itinerante (Figura 1.1). Las tarimas deben soportar el peso de las personas, equipo y demás dispositivos que se requieren para realizar el evento, y deben ser desmontables para poder ser transportadas en vehículos de carga.



Figura 1.1. Tarima utilizada en la fiesta de la colonia Santa Cruz.

En la actualidad existen diferentes modelos de tarimas itinerantes; sin embargo, tienen deficiencias que evitan satisfacer adecuadamente las necesidades de los usuarios. Las principales deficiencias son: deterioro de las partes que conforman la tarima (Figura 1.2), corto tiempo de vida útil, precio elevado de compra, dificultad de armado/desarmado, y poca adaptabilidad, tanto a los vehículos de carga en los que se transportan como a los terrenos con pendientes y desniveles. En general el desempeño de las tarimas itinerantes no es el deseado.

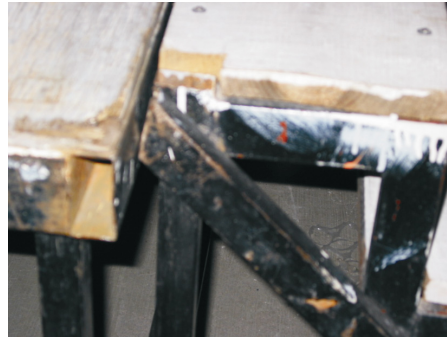


Figura 1.2. Detalle de la tarima utilizada en la colonia Santa Cruz.

Ante esta necesidad se justifica el desarrollo de un proyecto de diseño mediante el cual se tratará de alcanzar la innovación al producto existente que satisfaga adecuadamente las necesidades de los usuarios¹.

1.2. Justificación del problema

El concepto “Sistema de tarima itinerante” fue construido a partir de las siguientes definiciones:

- *Tarima*: (f.) Entablado o plataforma colocada a poca altura del suelo.
- *Itinerante*: (Adj.) Ambulante, que va de un lugar a otro.
- *Tarima Itinerante*: Plataforma colocada a poca altura del suelo que va de un lugar a otro.
- *Sistema*: Combinación de varias partes reunidas para conseguir cierto resultado o formar un conjunto. Combinación de procedimientos destinados a producir cierto resultado.
- *Sistema de tarima itinerante*: Combinación de procedimientos y partes destinados a formar una plataforma colocada a poca altura del suelo que va de un lugar a otro.

El presente trabajo de tesis se enfoca a las tarimas itinerantes, que son parte de la infraestructura y equipo que un grupo musical o sonido suele colocar en los eventos para los que son contratados; cabe mencionar que la tarima no es la totalidad de objetos que se utilizan en dichos eventos, todo en conjunto se conoce como escenario e incluye: Faldón, Escenografía, Techumbre, Iluminación, Pantallas, Equipo de sonido, Equipo de video, etc.

1.3. Caso de estudio

Para un estudio más objetivo, el problema se ubica en un ámbito del diseño, de manera que se puede elegir la metodología de desarrollo apropiada y cumplir con los objetivos de investigación.

¹ Quarante Danielle, Diseño Industrial. Tomo II. Pág. 59.

Desde el punto de vista del diseño, una tarima debe cumplir con las siguientes características:

- Ofrecer un servicio.
- Satisfacer las necesidades de los usuarios (músicos, empresarios, artistas, sonideros, etc.)
- Interactuar directamente con los usuarios.
- Debe ser un todo coherente, constituido por dos aspectos: lo que constituyen (estructura y función) y lo que configuran (forma).

Estas características corresponden a las de los productos resultado de la actividad de diseño industrial². Por lo anterior, este proyecto de investigación corresponde al área de diseño industrial y se desarrollará bajo una metodología proyectada para casos del mismo ámbito de diseño.

1.3.1. Carácter funcional

Las tarimas itinerantes en estudio presentan aspectos multidisciplinarios que, desde el punto de vista del ingeniero en diseño, identifican diferentes posibilidades de estudio y dan lugar a otros proyectos de investigación.

Como se ha mencionado, las tarimas itinerantes presentan deficiencias que no permiten cumplir con las necesidades de los usuarios. El satisfacer condichas necesidades es una de las características de los objetos de diseño industrial³.

El diseño es, en esencia, una búsqueda de la forma; rescribiendo el lema "*la forma sigue a la función*" se puede decir que "*la forma es la resolución de la función*", donde la función tiene dos componentes principales:

- Los requerimientos específicos sobre el desempeño, incluyendo aspectos como el ser amigable para todos los usuarios.
- El costo y la factibilidad de manufactura⁴.

El presente trabajo se enfoca en cumplir con ambos componentes, para proporcionar una respuesta a las necesidades que las tarimas itinerantes deben satisfacer.

1.4. Subdivisión del problema

La subdivisión del problema permite dividir un problema de diseño en partes de fácil manejo⁵. Para facilitar su estudio, las partes se deben ordenar y clasificar. Al realizar este trabajo, se está facilitando la comprensión del problema a resolver, pero también se garantiza la atención a todas las partes involucradas.

Como se especificó anteriormente (Apartado 1.3.1), este proyecto se enfocó al aspecto funcional de la variedad de implicaciones que presenta el caso de las tarimas

² Rodríguez M. Gerardo, Manual de diseño industrial, UAM-A GG. Pág. 22.

³ Idem.

⁴ Lesko Jim, Diseño Industrial. Guía de materiales y procesos de manufactura. Limusa Wiley. Pág. 3.

⁵ Jones J. Christopher, Métodos de Diseño. Gili. Método 5.8 Pág. 320.

itinerantes de la ciudad de Huajuapán. Lo que se busca es una tarima que cumpla con la función que los usuarios necesitan.

Desde el punto de vista del carácter funcional, el problema de las tarimas itinerantes de la ciudad de Huajuapán se dividirá para su fácil comprensión en dos categorías principales: los requerimientos específicos sobre el desempeño y la manufactura.

Dentro de la categoría de requerimientos específicos, sobre el desempeño quedan englobados todos aquellos requerimientos de los usuarios hacia las tarimas. Esta rama quedará comprendida por tres subdivisiones (Funcionamiento, Durabilidad y Resistencia), definidas a través de la relación que algunas necesidades identificadas tienen entre sí (Figura 1.3).

Dentro de estas subdivisiones quedan las necesidades principales que se detectaron. En Funcionamiento están clasificadas, la adaptación a los desniveles, los tiempos de armados y desarmado, la estabilidad de la tarima y el espacio ocupado en el vehículo de carga. En Durabilidad queda clasificada la problemática de la oxidación. Finalmente, en Resistencia queda el deterioro de las piezas en cuanto a deformaciones y afectaciones que hacen que una pieza se vuelva inútil.

Por otro lado, la categoría que queda es la manufactura, en donde entran las situaciones que tienen que ver con el modo de construir las tarimas y las implicaciones que le afectan.

Esta categoría se subdivide en materiales y procesos, los cuales están relacionados directamente. Cada proceso tiene sus características propias y funciona además con determinados materiales. El manejo de los materiales y procesos tendrán repercusiones en aspectos como la facilidad de construcción además del precio final de la tarima.

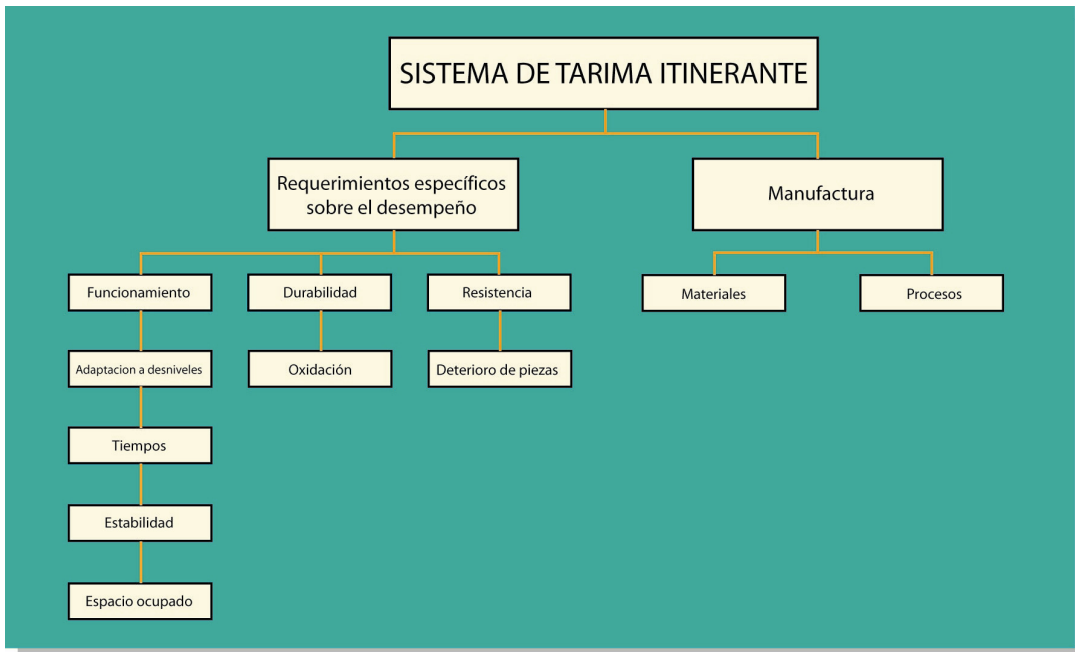


Figura 1.3. Árbol estructural de la división de problemas de las tarimas itinerantes

1.5. Objetivos

El objetivo principal del presente trabajo es diseñar, modelar y construir un sistema de tarima itinerante con ensamble por proceso de embutido.

Se plantean los siguientes objetivos secundarios:

- Identificar las necesidades de los usuarios no satisfechas por las tarimas itinerantes de la ciudad de Huajuapán.
- Diseñar las piezas de un módulo que conformen una tarima itinerante que aporten soluciones a las necesidades no satisfechas.
- Diseñar un ensamble y construirlo por el proceso de embutido no cilíndrico.

1.6. Alcances del proyecto

Con la finalidad de satisfacer las necesidades no resueltas de los usuarios por los modelos actuales de tarimas, este proyecto propone:

- El diseño de una pieza de ensamble que será producida por el proceso de manufactura de embutido no cilíndrico.
- Modelar en 3D la pieza y el molde que producirá el ensamble ayudándose del software Solidworks 2007.
- Crear los dibujos necesarios para la construcción de la pieza de ensamble así como del molde de embutido que la produce.
- Diseñar una extensión para ajustar la altura de los apoyos.
- Construir un modelo funcional a escala real del módulo de la tarima donde incluya las piezas diseñadas y otras propuestas con las que sea posible conformar una tarima itinerante.

1.7. Metodología de desarrollo

Para cumplir con los objetivos planteados, se propone el seguimiento de una metodología de desarrollo de diseño industrial, por la correspondencia entre los objetivos de ésta y el caso de estudio.

Cabe señalar que una metodología de desarrollo es una guía de referencia, que permite al investigador identificar las características propias de cada proyecto y proponer una solución, la cual puede ajustarse o ampliarse de acuerdo a los objetivos iniciales. Así mismo, la metodología del diseño ha sido descrita adecuadamente como una serie de “guías de navegación” que sirven para la orientación del diseñador durante el proceso del proyecto⁶; es decir que la metodología es un soporte no una receta.

El desarrollo del presente trabajo de tesis, se basa en la metodología intitulada “Propuesta metodológica para el desarrollo de proyectos de diseño industrial”, la cual se describe en la Tabla 1.1.

⁶ Rodríguez M. Gerardo, Manual de diseño industrial. Pág. 32.

Tabla 1.1. Metodología de desarrollo para el presente trabajo de tesis.

| Propuesta metodológica para el desarrollo de proyectos de diseño industrial | | | |
|--|--|---|---|
| Fases | 1. Planteamiento del problema | 2. Proyección o desarrollo proyectual | 3. Producción o fabricación |
| Objetivo | Premiar el producto o sistema de productos por diseñar a partir de una necesidad de la comunidad en función de un área o fenómeno de la realidad | Formalización tridimensional del producto o sistema de productos a diseñar. | Producción seriada y en planta del producto o sistema de productos diseñado |
| Taxonomía | Método científico Análisis Modelo CYAD UAM-AZC Caso-Problema | Método científico Síntesis Modelo CYAD UAM-AZC Hipótesis-Proyecto | Método científico Ejecución Modelo CYAD UAM-AZC Realización |

Cabe señalar que sólo se llevarán a cabo las dos primeras fases, debido a que la última fase hace referencia a tareas propias de una producción industrial, además considerar infraestructura y presupuesto, los cuales están fuera del alcance de los objetivos planteados.

Como complemento a la metodología citada, se añadirá el método QFD (*Quality Function Deployment*) como herramienta auxiliar en la planeación y la solución del problema de diseño. Mediante el QFD, se pueden traducir las necesidades de los usuarios finales en características de ingeniería.

2. Tarimas de grupos musicales de la ciudad de Huajuapán

A continuación se presenta la información obtenida de la investigación realizada a los modelos de tarimas itinerantes en estudio.

2.1. Tarima del grupo Lince

El grupo lince es una agrupación musical, originaria de la ciudad de Huajuapán de León, que actúa principalmente en fiestas particulares o bailes públicos. La Figura 2.1 muestra el escenario que utiliza y la Figura 2.2 la pieza de ensamble usada en este modelo; la Tabla 2.1 lista sus principales características, y con base en la información obtenida⁷ se realizó el plano (Anexo C).



Figura 2.1 Escenario del grupo Lince.

⁷ Para obtener la información se contactó al Ing. Alejandro Gálvez, propietario del grupo.



Figura 2.2. Pieza de ensamble del sistema de tarima, llamada “cuerno”.

Tabla 2.1. Principales características de la tarima del grupo Lince.

| Tarima Grupo “LINCE” | | | | | |
|---|---|--------------------------|-------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Materiales | Dimensiones | Tiempos | Durabilidad | Punto Fuerte | Punto Débil |
| Perfiles PTR | Conjunto: 10.2x5x2.16 mts. | Armar: 30 minutos. | Buena | Ocupa poco espacio en el camión | Los soportes tipo tijera se doblan |
| Perfil puerta Solera Triplay Tubos | Módulos: 2.5x1.27x1.75mts. y 2.5x1.27x2.16 mts. | Desarmar: 10 minutos. | | | |

2.2. Tarima del grupo Santa Cecilia

El grupo “Santa Cecilia” es originario de la ciudad de Huajuapán, es una agrupación musical que se dedica a musicalizar todo tipo de eventos, fiestas particulares, bailes populares o eventos especiales.

Cuentan con una tarima que tiene similitudes a la del grupo Lince, sin embargo ofrece otras características especiales (Figura 2.3, Figura 2.4 y Tabla 2.2)⁸.

⁸ Se contactó al C. Rogelio Zurita, representante del grupo.



Figura 2.3. Escenario del grupo Santa Cecilia.



Figura 2.4. Detalle de la pieza de ensamble, la cual cuenta con sólo dos postes.

Tabla 2.2. Principales características de la tarima del grupo Santa Cecilia.

| Tarima Grupo "Santa Cecilia" | | | | | |
|------------------------------|-------------------|------------|-------------|--------------|--|
| Materiales | Dimensiones | Tiempos | Durabilidad | Punto Fuerte | Punto Débil |
| Perfil cuadrado | Conjunto: | Armar: | Buena | Armado fácil | Problemas para armar en lugares con desniveles |
| Polín Estructural | 11.13x4.99x2.01m. | 30 minutos | | | |
| Redondo | Módulos: | Desarmar: | | | |
| Solera | 2.495x1.26x1.61 y | 25 minutos | | | |
| Triplay | 2.495x1.26x2.01 | | | | |

2.3. Tarima del grupo Los Alteños

Al grupo Los Alteños se les entrevistó mientras sus operarios instalaban la tarima y demás componentes del escenario antes de una presentación (Figura 2.5 y Figura 2.6). La Tabla 2.3 lista las principales características de la tarima.



Figura 2.5. Colocación de los ensamblados.



Figura 2.6. Operarios colocando bastidores sobre las bases ensambladas.

Tabla 2.3. Principales características de la tarima del grupo Los Alteños.

| Tarima Grupo "Los Alteños" | | | | | |
|----------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------|---------------------|---|
| Materiales | Dimensiones | Tiempos | Durabilidad | Punto Fuerte | Punto Débil |
| Polín estructural | Conjunto: 11.07x4.98x2.28mts. | Armar: 30 min. | Buena | Rápida de desmontar | Se han tenido que cambiar muchos tirantes |
| Tubo | Módulos: | Desarmar: | | | |
| Triplay | 2.57x1.22x1.67mts. | 30 min. | | | |
| Placa | 2.57x1.22x0.60mts. | | | | |
| Varilla | | | | | |

2.4. Tarima del grupo Los Sucesores del Norte

Este grupo se caracteriza por ser de los que cuenta con mayor infraestructura y personal, además de que el diseño de su tarima es una imitación de la usada por un grupo de nivel nacional (Figura 2.7, Figura 2.8 y Tabla 2.4).



Figura 2.7. Los apoyos en "X" están fabricadas con tubos y PTR.



Figura 2.8. El ensamble que recibe los marcos tiene dobladas las puntas.

Tabla 2.4. Principales características de la tarima del grupo Los Sucesores del Norte.

| Tarima Grupo "Los Sucesores del Norte" | | | | | |
|--|---------------------------------|-------------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Materiales | Dimensiones | Tiempos | Durabilidad | Punto Fuerte | Punto Débil |
| Perfil rectangular | Conjunto: 11.53x6.45x2.4mts. | Armar: 15 minutos | Buena | Barata y funcional | Mucho peso |
| Perfil cuadrado | | | | | |
| Tubo | Módulos: 1.37x1.27x1.84mts. | Desarmar: 15 minutos | | | |
| Triplay | | | | | |
| Placa | Y | | | | |
| Redondo | 1.37x1.27x0.56mts. | | | | |
| Fibra de vidrio | | | | | |

2.5. Tarima del grupo Obsession Musical

En la Figura 2.9 se muestra un detalle de los problemas que presenta la tarima del grupo Obsession Musical y la Figura 2.10 muestra el tipo de ensambles que utiliza. La Tabla 2.5 lista sus principales características.



Figura 2.9. Las hojas de triplay usadas no están enmaradas en los perfiles metálicos.



Figura 2.10. Vista de un ensamble entre perfiles rectangulares.

Tabla 2.5. Principales características de la tarima del grupo Obsession Musical.

| Tarima del grupo Obsession Musical | | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------|--|-------------|
| Materiales | Dimensiones | Tiempos | Durabilidad | Punto Fuerte | Punto Débil |
| Perfil cuadrado. Triplay | Conjunto: 7.48x3.66x2.28mts. | Armar: 15 minutos | Regular | Opciones de armado y ahorro de espacio | Estabilidad |
| | Módulos: | | | | |
| | 2.51x1.22x1.53mts. | Desarmar: 15 minutos | | | |
| | 2.51x0.61x1.53mts. | | | | |
| | 2.51x1.22x2.28mts. | | | | |
| 2.51x0.61x2.28mts. | | | | | |

2.6. Tarimas del centro de Huajuapán

A continuación se presentan dos casos de tarimas usadas en el centro de la ciudad de Huajuapán de León. Ambos casos comparten características con las tarimas de los grupos musicales.

2.6.1. Tarima del municipio de Huajuapán

El municipio de la ciudad de Huajuapán cuenta con una tarima desmontable (Figura 2.11, Figura 2.12), que se utiliza en los eventos públicos que organizan la Presidencia Municipal o alguna de sus regidurías. Estos eventos pueden ser de distintos tipos como musicales, bailables, conferencias y actos cívicos. La Tabla 2.6 lista sus principales características.



Figura 2.11. En este caso se usa una escalera metálica.



Figura 2.12. Detalle de la esquina del módulo donde se usan clavos para unir los materiales.

Tabla 2.6. Principales características de la tarima del Municipio de Huajuapán de León.

| Tarima del Municipio de Huajuapán | | | | | |
|--|--------------------------------|-------------------------|-------------|--------------|-------------|
| Materiales | Dimensiones | Tiempos | Durabilidad | Punto Fuerte | Punto Débil |
| Triplay Tablas Polines (madera) | Conjunto: 6.1x4.88x0.62mts. | Armar: 1 hora | Regular | Dura más | Ninguno |
| Angulo Solera | Módulos: 2.44x1.22x0.62mts | Desarmar: 35 minutos | | | |

2.6.2. Tarima del atrio de la catedral

Esta tarima es parte de un escenario que se instaló en el atrio de la Catedral de la ciudad de Huajuapán de León (Figura 2.13, Figura 2.14). La Tabla 2.7 lista sus principales características.



Figura 2.13. Detalle de los tramos de redondo que separan las bases.



Figura 2.14. Detalle de un tirante y su ensamble a las bases.

Tabla 2.7. Principales características de la tarima del atrio de la Catedral.

| Tarima del Atrio de la Catedral | | | | | |
|--|---|--|-------------|--|-------------|
| Materiales | Dimensiones | Tiempos | Durabilidad | Punto Fuerte | Punto Débil |
| Triplay Angulo Solera Redondo Perfil cuadrado Espárrago Rondanas | Conjunto: 9.3x6.0x1.15 mts. Módulos: 2.29x1.22x1.15 mts. | Armar: 3 horas. Desarmar: 1 hora. | Buena. | Reforzada por el material del que está hecha | Pesa mucho |

2.7. Estructura del problema

2.7.1. Recopilación de datos

En esta sección se presenta la información obtenida durante la investigación de campo; en el Anexo A los planos de las tarimas investigadas y en el Anexo D los cuestionarios aplicados.

2.7.2. Análisis de datos

Como resultado del análisis de la información obtenida se identificó el tipo de materiales con que están construidas las tarimas; se clasifican en tres tipos: perfiles metálicos, madera y elementos complementarios.

2.7.2.1. Perfiles metálicos

Por perfiles metálicos se hace referencia a los tramos metálicos alargados de sección constante, usados para conformar estructuras principalmente en talleres de herrería y balconería⁹.

En cuanto a manufactura de metales se refiere, los perfiles metálicos son producto del proceso de laminación, en donde el volumen no cambia. Dicho proceso se puede hacer en frío o en caliente dependiendo del metal a usar y del producto a obtener. Los perfiles metálicos son obtenidos a través de rolado, extrusión y estirado¹⁰.

Los perfiles metálicos son el material más usado en la construcción de una tarima y se encuentran principalmente en las bases, los tirantes, los marcos y los bastidores de la tarima. De hecho los demás materiales usados son complementos para las partes metálicas, como pudo constatarse durante la investigación de campo, en donde la mayoría presentó los perfiles metálicos como el material predominante y en un sólo caso, la tarima fue construida a base de madera.

Considerando que la tarima es una estructura reticular desmontable, se puede entender porqué está constituida predominantemente por perfiles metálicos, ya que si se usaran láminas, sería una estructura de cascarón¹¹.

Cabe señalar que los perfiles metálicos son fabricados principalmente para la construcción de puertas, ventanas, viveros, gallineros, etc., y no contemplan diferentes aplicaciones como pueden ser las tarimas. El diseño de estas últimas se basa en la copia de escenarios más completos, su construcción se realiza en talleres de herrería y el uso de perfiles metálicos se debe a su bajo precio, disponibilidad y versatilidad.

⁹ Balconería es un término que por definición no se relaciona con el trabajo de los metales, sin embargo en México es común usar la palabra balconería para nombrar a los talleres donde se hacen trabajos con perfiles metálicos, principalmente herrería de puertas y ventanas.

¹⁰ Moore, Kibbey. Materiales y procesos de fabricación. Industria metalmeccánica y de plásticos. Ed. Limusa. 2002. Pág. 435.

¹¹ Bresler, Lin y Scalzi. Diseño de Estructuras de acero. Ed. Limusa, Clasificación de las Estructuras. Págs. 20-21.

En todos los casos en análisis, se utilizan perfiles metálicos comerciales de fácil distribución y adquisición local; ninguna tarima tiene piezas construidas con metales especiales o aleaciones poco comunes.

Particularmente, una de las firmas comerciales de mayor distribución local es IMSA, la cual cuenta con la línea de productos “Perfil Zintro” con los siguientes perfiles: Ventana, Puerta, Duela, Marco, Tablero, Cuadrado, Rectangular, Polín avícola, Polín Zintro Estructural, Polín Zintro “Z”, Tubo Zintro, Arquiduela, Pasamanos y Cortina Zintro.

2.7.2.2. Madera

La madera es un material presente en las tarimas itinerantes en estudio, principalmente como superficie de tránsito y de carga; las principales ventajas de utilizar madera son que ofrece mejor tracción, capacidad aislante, precio más bajo, facilidad de instalación y de manejo en el taller.

La presentación de madera más utilizada es la hoja de triplay, material hecho a base de madera por procesos industriales. Generalmente se fabrican uniendo hojas delgadas de chapa de madera entre sí, de forma que se usen números impares de capas colocadas, una encima de otra con las fibras perpendiculares entre cada capa contigua. Esto le da una resistencia y estabilidad al material que la madera aserrada no logra¹².

En la mayoría de las tarimas el triplay se usa sin modificar sus dimensiones estándar, es el caso de las tarimas de los grupos “Santa Cecilia”, “Lince” y “Los Alteños”, y de las tarimas del atrio de la Catedral y de la Plaza de la Libertad de Expresión, quienes prefirieron no cortar las hojas de triplay para ahorrarse el procedimiento de corte y el material para hacer marcos más pequeños.

En la tarima del grupo “Los sucesores del Norte”, el triplay fue cortado a la mitad por su lado más largo; mientras que en la tarima del grupo “Obsession Musical” se usaron hojas de triplay cortadas a la mitad por su lado más corto¹³.

Comercialmente existen diferentes tipos de tableros o paneles, entre ellos: madera contrachapada o triplay, fibra y partículas.

2.7.2.3. Elementos complementarios

Además de los materiales descritos, en las tarimas en estudio se encontraron algunos materiales no especificados anteriormente y que son menos frecuentes en su uso y obedecen a funciones particulares.

La tarima del grupo “Lince” emplea solera de 6x102mm cortada en un tramo de 7.5cm en la pieza llamada “cuerno”¹⁴ (Figura 2.15). En esta solera se soldaron, por un lado un tramo de tubo y por el otro tramos cortos de cuadrado, que es un perfil sólido de sección cuadrada, e incluso un tramo de varilla para construcción¹⁵.

¹² Robles Fernández Francisco. Estructuras de Madera. Ed. Limusa. 1986. Págs. 58-62.

¹³ En el caso de la tarima del grupo “Obsession Musical”, las hojas de triplay no cuentan con un marco o bastidor para reforzarlo.

¹⁴ También nombrada “corona”, cuya función es enlazar los apoyos con los bastidores.

¹⁵ Al parecer inicialmente todas las piezas eran de cuadrado, pero por alguna razón hubo que sustituir una de ellas por un tramo de varilla.

En la misma tarima, se utiliza solera como tope o límite de la hoja de triplay; el marco protege en las orillas a la madera, pero para que ésta se mantuviera dentro de él, se soldaron algunos tramos de solera. Además, cuando el marco presenta fracturas se ha utilizado solera para unir las zonas separadas.

En el caso de la tarima del grupo “Santa Cecilia”, ésta cuenta con un seguro para sujetar los extremos de los tirantes, el cual está construido con solera de 3,19 mm y redondo con diámetro de 9.5 mm. La solera es un perfil sólido de sección rectangular mientras que el redondo es un perfil de sección circular, ambos son metálicos.



Figura 2.15. Pieza fabricada con tubo, solera, cuadrado y un tramo de varilla.

En la tarima del grupo “Los Alteños” se utilizan la solera y la varilla de construcción para construir el “cuerno”. Además de utilizar alambre recocado para sujetar el extremo del tirante en el perno donde se aloja. El uso común del alambre recocado es en la construcción y su uso en esta tarima es para hacer amarres, los cuales realiza un obrero manualmente.

La tarima de los “Sucesores del Norte” utiliza una capa, conformada con fibra de vidrio y resina especial, para recubrir las hojas de triplay y hacerlas más rígidas y resistentes a la intemperie. Sin embargo, dicha capa no ha dado buenos resultados pues en la mayoría de módulos de triplay está rota o con grietas.

En la tarima del Municipio de Huajuapán, construida a base de madera, se utilizan clavos para unir las partes que componen los módulos.

En el caso de la tarima del Atrio de la Catedral de Huajuapán, se emplea la solera como tirante en tramos de 5x51 mm y 3x32 mm. Además utiliza ángulo de 2x2 pulgadas como columnas y trabes de las bases. También se emplean tuercas soldadas al ángulo para unir varillas roscadas o “espárrago”, este último tiene soldadas rondanas o arandelas como bases de apoyo para conformar un sistema de bases con altura ajustable (Figura 2.16).



Figura 2.16. Apoyo con altura ajustable.

En la mayoría de los casos se hace uso de tornillos, en diferentes medidas, principalmente para sujetar la madera al marco metálico y algunas veces como perno.

Se hace uso de alfombrases en la superficie de la tarima y de telas o lonas impresas para cubrir el frente de las tarimas y dar una mejor apariencia.

2.7.3. Procesos de manufactura

Los procesos de manufactura son los procedimientos mediante los cuales se transforman las materias primas o materiales en objetos o bienes¹⁶. A continuación se presentan los cuatro procesos de manufactura empleados en la construcción de las tarimas itinerantes.

2.7.3.1. Proceso de unión

El proceso de unión es el más importante en las tarimas en estudio, debido a que mediante este proceso se conforman las estructuras que soportan el peso necesario para ser usadas como tarimas.

La mayoría de las tarimas se fabrican con materiales metálicos, cuya unión se puede realizar por diferentes procesos, sin embargo el más utilizado es la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido. Este proceso consiste en producir un arco eléctrico entre la pieza y el electrodo mediante una fuente de suministro de energía, donde el arco eléctrico funde el metal de la pieza con el del electrodo; la unión se queda protegida de la oxidación por el fundente que recubre al electrodo.

Los talleres de herrería y balconería ubicados en la ciudad de Huajuapán de León, utilizan perfiles laminados y realizan el proceso de unión descrito (Figura 2.17).

¹⁶ Jim Lesko. Diseño Industrial, Guía de Materiales y Procesos de Manufactura. Ed. Limusa. Pág. 5.



Figura 2.17. Taller de herrería y balconería "Ermita".

Para realizar este tipo de soldadura se requiere de un equipo conformado por una fuente de suministro de energía, cables y un porta electrodos (Figura 2.18), y de elementos como careta especial, guantes y peto (Figura 2.19). Los electrodos se consumen en el proceso y se consiguen en distintos tipos de materiales y recubrimientos. Este proceso representa un bajo costo respecto a otros procesos existentes.



Figura 2.18. Fuente de suministro de energía para soldadura de arco eléctrico con electrodo revestido.



Figura 2.19. Caretas especiales para soldar.

2.7.3.2. Proceso de corte

El proceso de corte se realiza principalmente en los perfiles laminados y consiste en la separación de piezas metálicas a determinadas distancias. Se realiza con una sierra, la cual puede ser de dos clases:

Sierra reciprocante o segueta: El proceso de corte se realiza de forma manual (Figura 2.20).

Sierra circular o de disco: Se instala en un banco especial y funciona con electricidad (Figura 2.21).

La mayoría de talleres de herrería y balconería cuentan con ambas opciones.

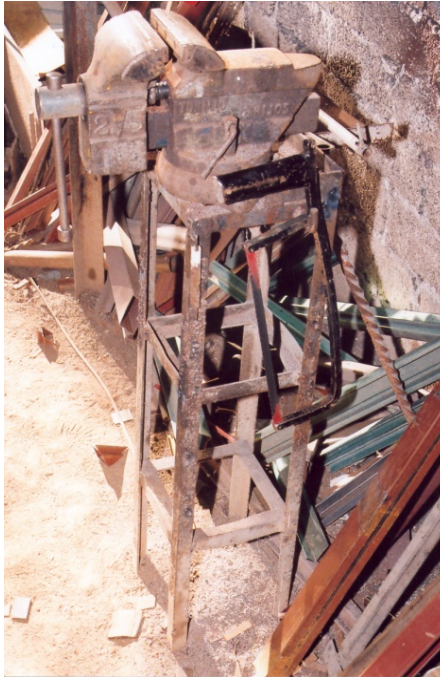


Figura 2.20. Sierra reciprocante o segueta.

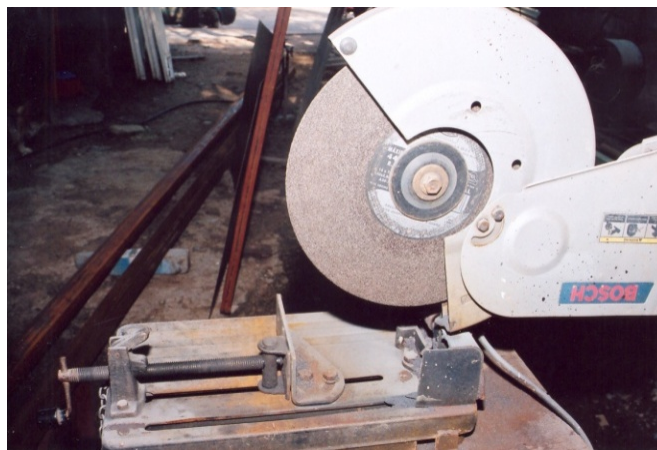


Figura 2.21. Sierra circular o de disco.

2.7.3.3. Proceso de conformado

Este proceso fue usado en los seguros de la tarima del grupo “Santa Cecilia”, los cuales tienen forma de “C” y están hechos con solera. Para ello se usó un proceso de conformado en estado sólido, con doblado simple a temperatura ambiente; que es un proceso sencillo y económico.

Otro ejemplo es el de forja simple, en donde se aplica una fuerza a los extremos de unos tramos de perfil laminado, para obtener una cara plana en cada extremo. Al final se realiza un orificio en cada cara y se ensambla a un perno. La forja se realiza aplicando una masa para aplanar y dar forma a un material metálico.

2.7.3.4. Proceso de acabado

En este caso sólo se identificaron procesos de recubrimiento, principalmente el revestimiento de pintura. La pintura es rociada por medio de una pistola de aspersión, que lanza la pintura en una corriente de alta velocidad de aire comprimido liberado a través de una boquilla¹⁷. Este proceso es sencillo, requiere de poco equipo y es de bajo costo.

Otro caso fue el de aplicar fibra de vidrio a la madera para protegerla y aumentar su durabilidad. A pesar de que no ha funcionado correctamente se deben considerar a futuro, debido a que presentan una posibilidad importante incrementarla vida útil de la madera.

2.8. Parámetros y requerimientos

2.8.1. Parámetros

Se consideran parámetros aquellas cantidades numéricas o especificaciones cualitativas que establecen límites o intervalos aceptables en el diseño a generar.

Con base en los datos obtenidos, a continuación se presentan los parámetros y variables a considerar en la propuesta de diseño de una tarima itinerante.

2.8.1.1. Dimensiones de la tarima

Las dimensiones consideran el largo, el ancho y el alto de la tarima. La tarima a diseñar debe cumplir con dichas dimensiones, ya que no se justifica aumentar el tamaño, considerando que con ello se incrementan: peso, tiempos, espacio, maniobras y costos. Por el contrario, el reducir el tamaño reduce las dimensiones para soportar a las personas y al equipo necesario para cumplir con la funcionalidad de la tarima.

Respecto a las dimensiones, el largo es la distancia medida de frente a la tarima, entre el punto más alejado de la tarima desde la izquierda hasta el punto más alejado de la derecha; el ancho es la distancia medida lateralmente, desde el punto más alejado de la tarima en la izquierda hasta el punto más alejado en la derecha; finalmente, la altura o alto es la distancia medida de frente, entre el punto de la tarima más alejado del suelo y este mismo (Figura 2.22).

¹⁷ Lawrence, E. Doyle. Materiales y procesos de manufactura para ingenieros. Ed. Prentice-Hall.



Figura 2.22. Ubicación de las medidas en el conjunto de la tarima.

Tabla 2.8. Dimensiones de la tarima.

| <i>Tarima completa</i> | | | | | |
|------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|------------|------------|
| No. | Grupo u organización | Altura (m.) | Largo (m.) | Ancho (m.) | |
| 1 | Lince | 2.16 | 10.2 | 5 | |
| 2 | Santa Cecilia | 2.01 | 11.13 | 4.99 | |
| 3 | Los Alteños | 2.28 | 11.07 | 4.98 | |
| 4 | Los Sucesores del Norte | 2.4 | 11.53 | 6.45 | |
| 5 | Obsession Musical | 2.28 | 7.48 | 3.66 | |
| 6 | Municipio | 0.62 | 6.1 | 4.88 | |
| 7 | Atrio de la Catedral | 1.15 | 9.3 | 6 | |
| | Promedio | 1.842857143 | 9.544285714 | 5.13714286 | |
| <i>Módulos</i> | | | | | |
| No. | Grupo u organización | Altura mayor (m.) | Altura menor (m.) | Largo (m.) | Ancho (m.) |
| 1 | Lince | 2.16 | 1.75 | 2.5 | 1.27 |
| 2 | Santa Cecilia | 2.01 | 1.61 | 2.495 | 1.26 |
| 3 | Los Alteños | 1.67 | 0.6 | 2.57 | 1.22 |
| 4 | Los Sucesores del Norte | 1.84 | 0.56 | 1.37 | 1.27 |
| 5 | Obsession Musical | 2.28 | 1.53 | 2.51 | 1.22 |
| 6 | Municipio | 0.62 | | 2.44 | 1.22 |
| 7 | Atrio de la Catedral | 1.15 | | 2.29 | 1.22 |
| | Promedio | 1.675714286 | 1.21 | 1.31071429 | 1.24 |

2.8.1.2. Dimensiones del transporte

Las dimensiones del transporte consideran las medidas del espacio donde usualmente se transportan las tarimas desarmadas y estibadas. Este espacio suele ser una caja construida en camiones de carga, de tipo “rabón” o “torton”, denominada “caja seca”. Cuando el vehículo es un tracto camión o “trailer”, el espacio de carga es un remolque, que también puede ser del tipo “caja seca”. Se pretende lograr que las tarimas ocupen el menor espacio posible.

Las partes que comúnmente conforman el camión de carga son la cabina y la caja, y esta última está conformada por el “copete” y la caja de carga útil. La caja de carga útil es la única que se utiliza para transportar las piezas de la tarima y es la que restringe las medidas. Por ello, el largo es la distancia de la caja de carga útil, medida de costado al camión, de izquierda a derecha. Cabe señalar que las piezas de la tarima se estiban en la parte más cercana a las puertas de la caja del camión, debido a que son las primeras a considerar en el proceso de descarga y las últimas en el proceso de carga.

El ancho es la distancia entre la pared izquierda y derecha de la caja, medida de frente al lado más corto de la caja. Por último, el alto es la distancia entre el piso de la caja y su techo.

La Figura 2.23 muestra la disposición de las medidas de la caja de carga útil de un camión y la Tabla 2.9 lista las medidas obtenidas.



Figura 2.23. Ubicación de las medidas de la caja del camión de carga.

Tabla 2.9. Dimensiones de la caja de transporte.

| No. | Grupo u organización | Altura (m.) | Largo (m.) | Ancho (m.) |
|-----|-------------------------|-------------|------------|------------|
| 1 | Lince | 2.5 | 7 | 2.1 |
| 2 | Santa Cecilia | 2.13 | 6.09 | 2.43 |
| 3 | Los Alteños | 2.74 | 12.2 | 2.59 |
| 4 | Los Sucesores del Norte | 2.7 | 7 | 2.56 |
| 5 | Obsession Musical | 2.4 | 6.9 | 2.4 |
| 6 | Municipio | 1.2 | 3 | 2.5 |
| | Promedio | 2.278333333 | 7.03166667 | 2.43 |

2.8.1.3. Peso a cargar

El peso a cargar se refiere al que debe soportar la tarima y considera el peso de equipo, instrumentos musicales y músicos. Se busca maximizar la capacidad de carga. La Tabla 2.10 lista los pesos de carga de cada una de las tarimas en estudio.

Tabla 2.10. Pesos a cargar.

| No. | Grupo u organización | Peso (kg.) |
|-----|-------------------------|------------|
| 1 | Lince | 650 |
| 2 | Santa Cecilia | 725 |
| 3 | Los Alteños | 1195 |
| 4 | Los Sucesores del Norte | 500 |
| 5 | Obsession Musical | 635 |
| 6 | Municipio | 250 |
| | Promedio | 659,166667 |

2.8.1.4. Tiempos

Las tarimas, por ser itinerantes requieren que se tengan que instalar, usar y desinstalar en cuestión de horas. En fechas donde los grupos musicales tienen mucho trabajo, llegan a usar su infraestructura en un lugar diferente cada día.

El tiempo que toma armar y desarmar la tarima, es solo una fracción de todo el necesario para realizar un evento (Tabla 1.1). Al disminuir estos tiempos se incrementa el disponible para las demás actividades, que en ocasiones pueden ser muy demandantes pues se trabaja desde muy temprano y hasta muy entrada la madrugada, para después continuar al día siguiente.

Tabla 2.11. Tiempos.

| No. | Grupo u organización | Armado (Mín.) | Desarmado (Mín.) |
|-----|-------------------------|---------------|------------------|
| 1 | Lince | 30 | 10 |
| 2 | Santa Cecilia | 30 | 25 |
| 3 | Los Alteños | 30 | 30 |
| 4 | Los Sucesores del Norte | 15 | 15 |
| 5 | Obsession Musical | 15 | 15 |
| 6 | Municipio | 60 | 35 |
| 7 | Atrio de la catedral | 180 | 60 |
| | Promedio | 51,42857143 | 27,14285714 |

2.8.1.5. Precio

El precio de la tarima se deriva del costo de los materiales, procesos, mano de obra, transporte y algunas otras variables; comúnmente, el propietario del grupo musical o un inversionista la adquiere con el fin de obtener un beneficio económico.

En este proyecto se busca controlar ciertas variables que permitan reducir los costos, para hacer más accesible la adquisición de una tarima itinerante. Cabe mencionar que cuando el precio se ve justificado por un mejor desempeño, la adquisición de la tarima se realiza como una inversión a largo plazo, evitando gastos de mantenimiento o de reparación.

Tabla 2.12. Lista de precios de las tarimas en estudio.

| No. | Grupo u organización | Precio (Pesos MX) |
|-----|-------------------------|-------------------|
| 1 | Lince | 18249 |
| 2 | Santa Cecilia | 36000 |
| 3 | Los Alteños | 20000 |
| 4 | Los Sucesores del Norte | 32000 |
| | Promedio | 26562,25 |

2.8.1.6. Materiales

Las tarimas itinerantes en estudio están construidas con una gama conocida de materiales, dentro de los cuales predominan los perfiles laminados, producto de los procesos de laminado y forja¹⁸. En la Figura 2.24 se muestran los diferentes procesos que se pueden realizar con los metales.

¹⁸ Moore, Kibbey. Materiales y procesos de fabricación. Ed. Limusa. 11.-Trabajos de laminación.

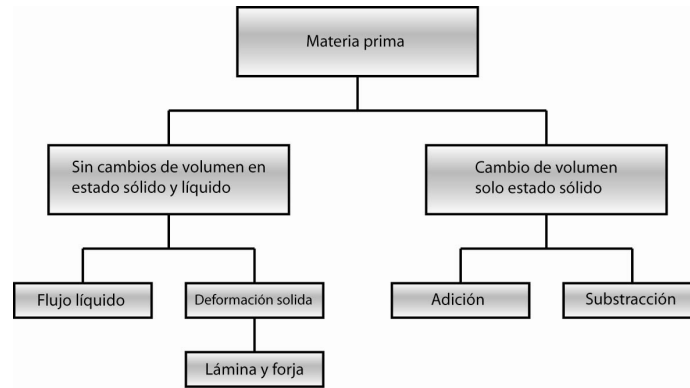


Figura 2.24. Procesos de los metales.

Los procesos de laminado y forja están clasificados dentro de los procesos en los que no hay cambio de volumen y pueden realizarse en estados sólido y líquido. Además, ambos procesos pertenecen a la subdivisión de deformación sólida, pues el metal no llega al estado líquido para poder ser laminado en los perfiles vistos, aunque su temperatura puede llegar a ser muy alta.

En la Figura 2.25 se muestran los procesos de los que surgen algunos tipos de perfiles laminados. El proceso de laminado se puede realizar en caliente o en frío. Si se realiza en caliente, incluye los procesos de rolado y extruido, los cuales generan diferentes tipos de piezas dependiendo de su configuración, por ejemplo planchas, losas, billets, etc. También se obtienen los perfiles estructurales, así como barras o los tubos, los cuales también están presentes en las tarimas.

Si se realiza en frío, incluye los procesos rolado y estirado, de los cuales se puede obtener planchas, cintas o láminas, y varillas, barras, alambres o tubos, que son el material más común usado en los apoyos de las tarimas itinerantes.

Por lo anterior, se puede definir que las tarimas itinerantes utilizan tres tipos fundamentales de materiales (Figura 2.26), los cuales serán considerados en la propuesta de este proyecto con la finalidad de igualar las condiciones de los talleres locales que han construido las tarimas itinerantes en estudio.

Se utilizarán como material predominante los perfiles laminados, ya que como se ha visto conforman una estructura reticular; otro material importante es la madera, en su presentación de madera contrachapada o triplay. Hasta el momento la madera ha cumplido su función satisfactoriamente por lo que se seguirá usando en el nuevo modelo de tarima sin hacerle grandes modificaciones.

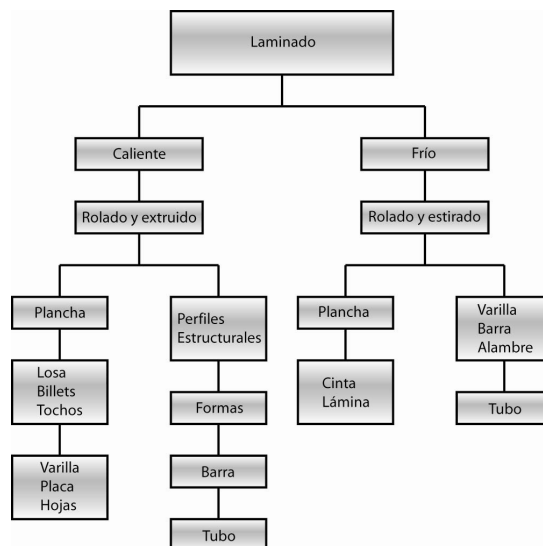


Figura 2.25. Procesos y productos de laminado.

A partir de estos dos materiales es que se construirá la mayoría de elementos de la tarima; los demás elementos complementarios se utilizarán según convenga.

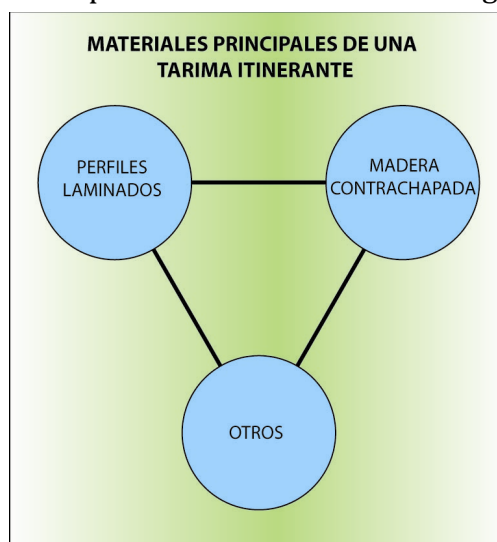


Figura 2.26. Principales materiales utilizados en una tarima itinerante.

2.8.1.7. Procesos de manufactura

Al igual que con los materiales, los procesos de manufactura a considerar deben estar disponibles en la ciudad de Huajuapán. Los talleres de balconería y herrería localizados en la ciudad cuentan con los siguientes procesos a considerar: soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido, corte con cierra circular de disco, corte con cierra recíprocante, perforación, doblado simple, forja simple, revestimiento de pintura con pistola de aire, etc.

2.8.2. Requerimientos

Los requerimientos son variables que debe cumplir una solución y son fijadas previamente por las necesidades de los usuarios de las tarimas itinerantes en estudio. Cuando se atienden los requerimientos, también se están atendiendo las necesidades de

las personas involucradas con las tarimas itinerantes. Sin embargo, tal como las necesidades, los requerimientos no son iguales y unos tienen mayor importancia relativa que otros.

El objetivo de esta fase es reconocer en qué requerimientos se pueden manipular las variables en busca de la solución. Inicialmente, se consideran las necesidades importantes para las personas y que no han sido total o parcialmente solucionadas.

Se utilizará la siguiente clasificación de requerimientos¹⁹:

- *Requerimientos obligatorios*: Son aquellos requerimientos que se deben cumplir de manera imprescindible para que la solución sea aceptada. Los requerimientos obligatorios deben ser atendidos en su totalidad, pues por una parte son las necesidades de mayor importancia para las personas, y por otra representan los puntos fuertes del nuevo modelo; estos últimos harán que la tarima a diseñar resulte superior a los modelos anteriores. El hecho de que los requerimientos obligatorios sean atendidos sin falta, no significa que otorguen una solución definitiva a cada problema; cuando se plantea una necesidad a ser atendida de manera obligatoria, no quiere decir que se vea a solucionar definitivamente.
- *Requerimientos deseados*: Los requerimientos deseados son aquellos que se deben cumplir en la medida de lo posible, pero no obligatoriamente; sin embargo no significa que no se tenga interés en cumplirlos. No se espera dejar de atender alguno de ellos y si se presentara una situación determinada, se trataría de no ignorarlo, si no seguirlo, considerando un grado tal vez menor que permita trabajar con aquellos que son más importantes.

Con base a dicha clasificación, a continuación se definen los requerimientos para la construcción de la tarima.

2.8.2.1. Requerimientos obligatorios

En todo problema de diseño existen partes que componen un problema. En este caso, la prioridad recae en la parte funcional, por lo que se buscará la mejor alternativa para solucionar este aspecto, no así para las demás características de una situación específica.

2.8.2.1.1. Adaptación de niveles

Este requerimiento es el que mayor importancia para las personas, ya que en todos los casos de estudio, la adaptación a los desniveles resulta una necesidad primordial, pues repercute en diversos aspectos.

Cuando se arma una tarima, no solo se requiere el lugar y las piezas para instalarla, también se necesita una superficie, lo más regular posible, con pocos cambios de nivel y que éstos no tengan grandes diferencias de altura. En el supuesto ideal, la tarima se arma en una superficie sólida de un solo nivel, de modo que los objetos y los procedimientos funcionen sin dificultad alguna. Sin embargo, en la vida real, es común

¹⁹ Rodríguez M. Gerardo, Manual de diseño industrial. Curso Básico. UAM-GG. Pág. 53.

encontrar con superficies irregulares, que complican la instalación y el desempeño de la tarima.

La instalación de una tarima sin un mecanismo o proceso para adaptarse a los desniveles resulta en incremento de tiempo de armado y de esfuerzo; aunque existe la posibilidad de que la tarima ya no funcione como debería, pues normalmente cuando hay que nivelarla en un terreno irregular se tiene que hacer uso de objetos que no son parte del sistema, principalmente para calzar las bases, y la mayoría de veces no están diseñados para cumplir la función de extensión de un apoyo o de columna de carga. Ocasionando que los objetos no interactúen de manera adecuada con la base y puedan provocar que la sección de soporte se separe de las demás, se hunda o no sea útil para usarla con el mismo fin que las demás.

El aportar una solución a este requerimiento será un avance con respecto a la mayoría de los modelos existentes. En este caso, el problema consiste en hacer posible que las bases puedan adaptar su altura a voluntad de la persona encargada de instalar la tarima, para que el módulo se pueda nivelar con la misma altura del resto que integran la tarima itinerante.

2.8.2.1.2. Deformación de las piezas

Las piezas que forman la estructura de las tarimas se ven afectadas por distintos factores que las deterioran, principalmente en la pérdida de su forma original. En la investigación se encontraron diversos casos de elementos que perdieron su forma, principalmente doblados por la acción de una fuerza. Cuando las piezas pierden su forma ya no funcionan como originalmente fueron consideradas, afectando el funcionamiento del módulo. Cuando existe un número importante de piezas deformadas, la tarima completa pierde capacidad de funcionamiento.

Normalmente cuando una pieza pierde su forma, se repara o se trata de rehabilitar, o en el peor caso, se reemplaza completamente. Lo anterior genera gastos y puede crear conflictos de funcionamiento en la tarima mientras se repara o reemplaza.

Lo que se pretende es evitar las deformaciones de las piezas, procurando que funcionen como deben y que no reciban cargas extras en puntos o direcciones para las que no están diseñadas.

2.8.2.1.3. Evitar oxidación

El material más usado en la construcción de las tarimas es el perfil metálico fabricado de metal, el cual es susceptible a la oxidación. El proceso de oxidación hace que se genere óxido en las piezas metálicas y con el paso del tiempo el óxido aumenta y deteriora los metales. Debido a ello, la mayoría de piezas metálicas vistas durante la investigación presentaban oxidación. Este aspecto preocupa a los usuarios debido a que puede tener varias consecuencias en las tarimas itinerantes.

Cuando una pieza se oxida demasiado, se ve debilitada debido a que el metal va perdiendo sus propiedades; por lo que el óxido puede volver inútil una pieza de metal. Una pieza que se encuentra en esta situación deja de funcionar en la estructura que conforma y ésta corre el riesgo de colapsar. Cuando una tarima no puede funcionar, no solo afecta a las personas que suelen actuar sobre ella, si no que también al propietario que perdería dinero por no poder usar su tarima en un evento ya pactado. Una vez que la

pieza metálica es inservible, se deben hacer reparaciones o cambios, lo cual genera gastos no deseados. Entre más rápido se oxide la tarima, más pronto se estará en riesgo de que colapse y además también pronto se tendrá que invertir una cantidad fuerte de dinero.

Lo que se busca es disminuir o retrasar la oxidación tanto como sea posible, de este modo, la tarima funcionará correctamente por más tiempo, prestando su servicio a los diferentes usuarios, pero también será beneficioso para el propietario, pues tendrá que hacer otro gasto en un intervalo de tiempo más grande.

2.8.2.2. Requerimientos deseados

Los requerimientos deseados provienen principalmente de las necesidades de las personas involucradas. Es importante que la solución del problema considere todas las necesidades, sin embargo se puede presentar la situación en que no sea posible atenderlas en su totalidad, entonces se considerará la mejor solución aportada por un modelo de tarima anterior; en caso de no existir tal solución, se daría la respuesta que sea posible, pero que evite ignorar por completo este aspecto.

2.8.2.2.1. Disminución del peso

El peso afecta directamente a los operarios, quienes cargan las piezas de la tarima en el proceso de armado y desarmado, e influye en las bases que sostienen el peso. Por una parte, el peso hace más difícil el manejo de las piezas de la tarima, pues requiere de un mayor esfuerzo, más obreros, maniobras y tiempo. Por otra parte, el peso afecta el funcionamiento de las piezas, sobre todo a las bases, debido a que éstas transmiten el peso al suelo. Cuando una tarima está en funcionamiento durante un evento, no solo transmite su propio peso al suelo, si no que se debe añadir el peso del equipo, de la infraestructura y de las personas que actúan sobre ella.

Cuando el peso resulta difícil de manejar correctamente, la tarima sufre grandes esfuerzos que pueden terminar en deformaciones de las piezas o maltratos por parte de los obreros, lo cual deteriora a la tarima y puede dejar de funcionar correctamente.

El diseño considerará un peso menor, en la medida de lo posible, al de las tarimas en estudio, que permita un manejo más cómodo de las piezas, influyendo directamente en los tiempos de armado y desarmado, pero también en el menor deterioro de la tarima.

2.8.2.2.2. Ocupar menos espacio en el vehículo de carga

Una de las necesidades de los propietarios es poder transportar la infraestructura necesaria para cada evento y optimizar el espacio en la caja del vehículo de carga. Se deben considerar los procesos de desarme y estiba para dejar espacio a los sistemas y dispositivos de las luces, *ground support*, instrumentos, etc.

Una tarima presenta una relación inversa en cuanto al espacio ocupado; cuando se transporta ocupa el menor espacio posible, mientras que cuando se instala ocupa el mayor espacio posible para proporcionar la mayor superficie de trabajo. Lo anterior no establece máximos o mínimos respecto a las dimensiones de la tarima, debido a que éstas tienen ciertas medidas que hay que respetar.

2.8.2.2.3. Reducir tiempos de armado y desarmado

La naturaleza itinerante hace que las tarimas se deban transportar constantemente. Cuando se tiene un evento, se arman la tarima y el escenario, se utilizan y se desarman, para tenerlos listos para el próximo evento.

Los grupos musicales de la ciudad de Huajuapán no trabajan exclusivamente dentro de la ciudad, pueden tener eventos en distintos puntos de la región en días consecutivos, que los hacen desplazarse diariamente varias horas de camino. Es por esto que su tiempo es limitado prácticamente para todas sus actividades. Deben llegar varias horas antes al lugar del evento, armar todo lo necesario para un escenario, llevar a cabo el evento e inmediatamente después desarmar todo, cargarlo en los camiones y si es necesario emprender el viaje al siguiente destino.

El tiempo que lleva armar y desarmar la tarima se suma al de los demás procesos que considera el escenario, siendo todos itinerantes. Con un menor tiempo de armado y desarmado de la tarima, se dispone de más tiempo para los demás procesos; incluso se lograría tiempo para rectificar la colocación de las piezas y optimizar su funcionamiento, lo cual ayudaría a prevenir el deterioro de la tarima.

2.8.2.2.4. Mejorar la estabilidad

Cuando la tarima está armada y en funcionamiento debe tener estabilidad, la cual afecta directamente a los músicos o personas que actúan sobre ella. Estas personas suben a la tarima, caminan, bailan y en general se mueven en la superficie destinada para ello. Estos movimientos provocan que la tarima se mueva, y si los movimientos se producen con facilidad se dice que la tarima es inestable, pues no ofrece un apoyo sólido.

La inestabilidad no solo limita a los usuarios, sino que también afecta a la tarima, pues contribuye al deterioro de sus piezas. Cuando una tarima permite movimientos entre sus piezas, éstas entran en fricción, lo que puede desprender el recubrimiento protector; también provoca que se apliquen fuerzas externas a los elementos de carga o que se incrementen los que de por sí estén considerados. Esto también podría repercutir en la deformación de las piezas.

2.8.2.2.5. Reducir el precio de la tarima

Este requerimiento es de vital importancia para el propietario de la tarima. El precio que se tiene que pagar por una tarima tiene profundas implicaciones en las características de la misma. El poder adquisitivo de los propietarios, localizados en la región, es inferior respecto a agrupaciones de nivel nacional e internacional, por lo que el costo se vuelve una limitante.

Debido a que la mayoría de las tarimas se construyen en talleres locales o incluso por cuenta propia, el propietario puede manipular todas las opciones que le permitan controlar el gasto. Así que el precio influye en los materiales, en los procesos y en la mano de obra.

Se busca ofrecer una tarima que no se aleje demasiado de los precios que ya se han pagado anteriormente. De este modo se pretende hacer patente la aportación del diseño en un objeto nuevo desarrollado en las mismas condiciones que los anteriores.

2.8.3. QFD

A partir de las necesidades identificadas durante la recopilación de datos se desarrolló el QFD (*Quality Function Deployment*) para detectar necesidades, puntos fuertes, puntos débiles y características de las tarimas que serán sometidas al proceso.

Para procesar la información por medio del QFD se utiliza un método gráfico, que por su morfología se le ha llamado *House of Quality* (Figura 2.27). En dicho método se expresan las necesidades de los usuarios, las características de ingeniería del producto y se vislumbran los puntos estratégicos a atender²⁰.

A continuación se presenta el despliegue de la función de calidad (QFD) para el diseño de la nueva tarima.

Las necesidades de los usuarios se colocan a la izquierda del gráfico y se evalúan en la sección de importancia para el cliente en una escala de 1 a 5, donde 5 es el valor más alto. Enseguida se evalúa el mejor modelo de tarima actual con respecto a las necesidades de los clientes. A continuación se comparan los modelos actuales con el modelo al que se pretende llegar. La proporción de mejora se obtiene al dividir el valor de la sección de la tarima objetivo entre el valor de la evaluación de la mejor tarima actual.

La siguiente casilla corresponde a las funciones destacadas, en donde se evalúan las necesidades de los usuarios considerando cuál será solucionada, de forma que se convierta en un punto fuerte del nuevo modelo de tarima, es decir se considerarán cuáles serán los puntos más atractivos del nuevo modelo. En este caso se usa una escala de 1.5 para el punto más fuerte y 1.0 para el más bajo.

La proporción de mejora se obtiene de la multiplicación de la importancia para el cliente por la proporción de mejora por las funciones destacadas. El peso relativo es el número que resulta de dividir cada valor de la segunda proporción de mejora entre el valor de la suma de todos los valores de la misma columna. La suma de todos los pesos relativos debe dar 1.

En la parte superior de la gráfica se colocan las características de ingeniería, las cuales son aquellas variables que se pueden controlar para satisfacer las necesidades de los usuarios. La matriz de correlación que se encuentra sobre estas características sirve para señalar las posibles interacciones entre éstas. Además, estas interacciones se pueden evaluar con respecto a cómo se afectan entre sí. Las interacciones pueden ser positivas, muy positivas, malas o muy malas.

La matriz central se conoce como la matriz de relaciones, en la que se correlacionan las necesidades de los usuarios con las características de ingeniería. Estas correlaciones se evalúan con 9 para indicar que es una correlación fuerte, 3 para una correlación media y 1 para una correlación baja.

²⁰ Quality Function Deployment. Dieter, George E., Engineering Design. Págs. 69-74.



Figura 2.27. Gráfico del QFD realizado para las necesidades de los usuarios.

Para medir la importancia de las características de ingeniería se obtienen dos valores, la importancia absoluta y la importancia relativa. La importancia absoluta se obtiene de la multiplicación de cada uno de los valores que se encuentran en la columna de cada característica de ingeniería por el valor de su peso relativo. Finalmente los resultados de estas multiplicaciones se suman y se obtiene el valor buscado. La importancia relativa se obtiene al dividir la importancia absoluta de cada columna de las características de ingeniería entre la suma de todos los valores de la importancia absoluta.

Debajo de la importancia relativa se colocan los valores de algunas variables deseables que corresponden a los modelos existentes. En algunos casos, estos valores deben modificarse para llegar a una mejor solución que las actuales; para ello se indica en la casilla inmediata inferior, mediante simbología, el sentido en que se tienen que modificar dichas variables. Esta casilla es la dirección del movimiento, cuya simbología aparece al lado derecho del diagrama.

Para visualizar hasta dónde se quiere llegar con las variables de trabajo, se fijan algunos valores objetivo, con la finalidad de plantear los alcances finales. Debido a que aun falta algo del proceso de diseño, estos valores podrían no ser exactos o acatados fielmente, su objetivo es referenciar el punto a donde se quiere llegar.

A continuación se especifican las unidades de medidas para los valores de las casillas superiores.

Finalmente, se identifican las necesidades más importantes con base en la forma de evaluación y el peso relativo que logran con respecto a las demás necesidades. En este caso, la necesidad de adaptación a desniveles obtuvo el valor más alto y se considera una necesidad grande que debe ser atendida.

En cuanto a las características de ingeniería, un dato importante es la importancia relativa, pues aquellas características con los valores más altos serán los que tendrán mayor impacto en la satisfacción de las necesidades del cliente. En este caso los valores más altos fueron las bases de altura ajustable, los pasos de construcción y los materiales y procesos.

Además de las observaciones anteriores, se pueden obtener otros datos importantes, como las correlaciones entre las características de ingeniería, donde el tamaño de la madera influye negativamente en el espacio de las piezas estibadas. En otro punto, las funciones destacadas, además de la adaptación a desniveles que se perfila como la característica más importante de la tarima, están la resistencia a la oxidación y la resistencia de las piezas, ambas funciones son importantes para los usuarios.

En general el diagrama justifica gráficamente, mediante símbolos y cantidades numéricas, aquellos puntos importantes para los usuarios, puntos a considerar y características que se deben lograr.

3. Desarrollo proyectual

En este capítulo se generan los conceptos globales de diseño delimitados por los requerimientos planteados anteriormente (Apartado 2.8.2). También se conforman alternativas que serán discriminadas para obtener una solución, sobre la cual se definen los aspectos formales, funcionales y técnicos de la tarima itinerante.

3.1. Elaboración de alternativas

Antes de generar los conceptos globales de diseño, se lleva a cabo un ejercicio metodológico que permite reconocer los aspectos importantes del problema.

3.1.1. Carácter del problema

En este ejercicio se elige el aspecto dominante entre tres aspectos del problema. Conforme a la metodología utilizada²¹, la opción elegida queda establecida en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Elección de un criterio del problema.

| Posibilidades de desarrollar la etapa del proyecto | Criterio determinante | Criterios condicionados |
|--|-----------------------|--------------------------|
| A | Estético | Estructural Funcional |
| B | Estructural | Estético Funcional |
| C | Funcional | Estético Estructural |

El carácter funcional se refiere al “principio técnico que dará funcionamiento al producto”, es decir que en este proyecto se ha dado importancia al funcionamiento de la tarima.

²¹ Rodríguez M. Gerardo. Manual de diseño industrial. UAM-GG. Pág. 78.

3.1.2. Conceptos globales de diseño

A continuación se muestran los conceptos generados, representados con técnicas bidimensionales y/o tridimensionales, según sea el caso.

3.1.2.1. Ensamblajes

Los ensamblajes son elementos de unión provisional entre los apoyos y los bastidores que enmarcan las hojas de madera. Se generaron conceptos que fueran novedosos y con la posibilidad de unirlos permanentemente a los apoyos.

Este grupo de conceptos representados en bocetos (Figura 3.1) serán piezas fabricadas por el proceso de manufactura de embutido no cilíndrico²². Dicho proceso representa una opción viable, pues aporta un número de características favorables a las necesidades de la pieza. Cabe mencionar que durante el desarrollo de la pieza será necesario ejercer los conocimientos de ingeniería en diseño.

²² Dentro del formado de metales, el proceso de embutido es aquel donde se forman láminas metálicas. Las formas que se producen mediante este proceso son normalmente cavidades, siendo la forma más común la acopada o forma de cilindro. Sin embargo mediante el embutido se puede producir una diversidad de formas como cajas, tarjas, formas curvadas como partes de automóviles, etc.

Este proceso se realiza en frío y se usa un juego de herramientas compuesto de una parte positiva (*punzón*), una parte negativa (*dado*) y un *sujetador* que sostiene la lámina metálica. El punzón hace un recorrido hacia abajo, durante el cual la pieza de trabajo sufre esfuerzos y deformaciones. En la primera etapa, la lámina es doblada sobre las esquinas del dado; posteriormente sucede el enderezado; conforme se sigue avanzando se necesita más metal que proviene de las orillas exteriores, este metal nuevo se jala o embute, de ahí el nombre de este proceso. Tanto el punzón como el dado deben tener un redondeo en las aristas para que la lámina pueda fluir. Sin este redondeo, en lugar de un embutido se realizaría un perforado en la lámina. Por otra parte, el dado y el punzón deben estar separados por un claro *c*, el cual es aproximadamente un 10% mayor que el espesor de la lámina.

Cabe señalar que el embutido de formas no cilíndricas presenta un problema técnico para cada caso que se presenta, por lo que las fórmulas, problemas y ejercicios resueltos se basan en embutidos cilíndricos o de formas acopadas.

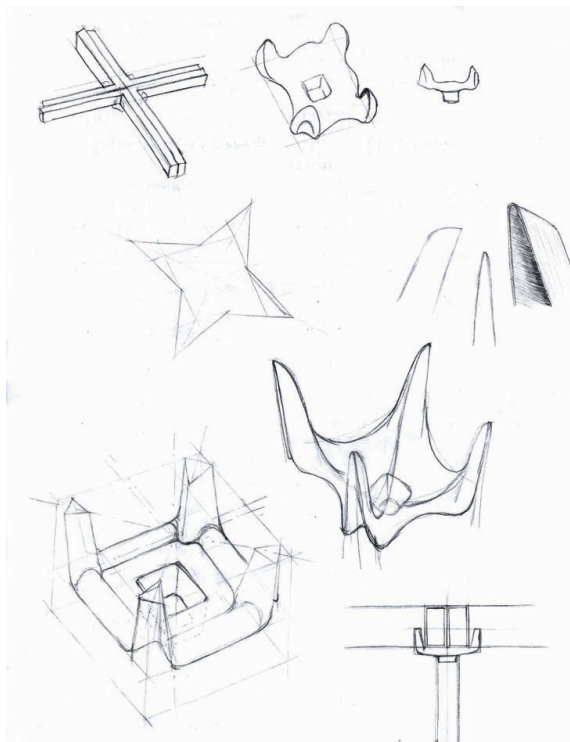


Figura 3.1. Bocetos de ensambles por embutido no cilíndrico.

3.1.2.2. Adaptación a desniveles

La adaptación a desniveles busca extender la longitud de los apoyos, de forma que cuando se tenga un desnivel en el terreno, la tarima pueda mantener un nivel constante en su superficie. Además, esta extensión debe ser fácil de utilizar, requerir poco tiempo para ajustar la altura y resistir los agentes externos tanto como sea posible.

El primer concepto de diseño (Figura 3.2) cambia su longitud gracias a un par de tornillos fijados en el extremo superior del apoyo. Esta disposición evita cargar el peso completo de la tarima al accionar los tornillos, además de ser más accesible para los operarios.

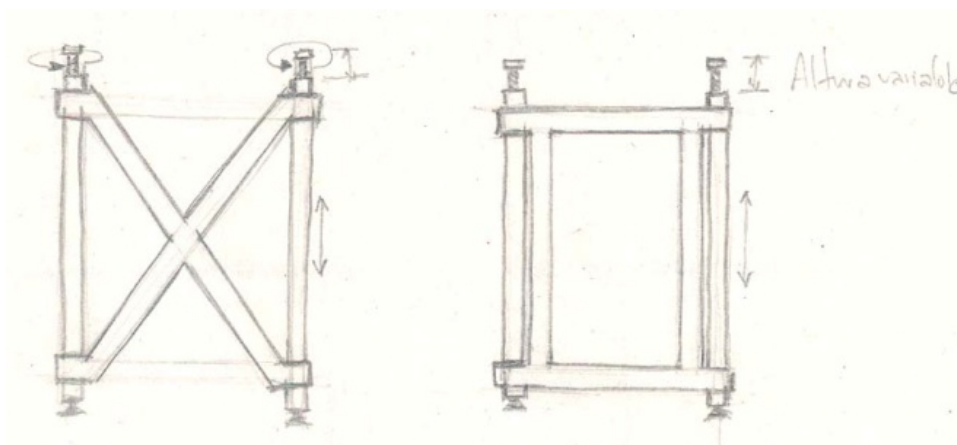


Figura 3.2. Concepto de extensiones 01.

El siguiente concepto de diseño (Figura 3.3) consiste en dos tramos de perfil cuadrado. Uno insertado en el otro con perforaciones compartidas, el tramo de material interior tiene varias perforaciones equidistantes y el exterior solo un par. Para variar la altura de la extensión hay que deslizar la pieza exterior hasta hacer coincidir los orificios, una vez en la altura deseada se coloca un perno que bloquea el deslizamiento.

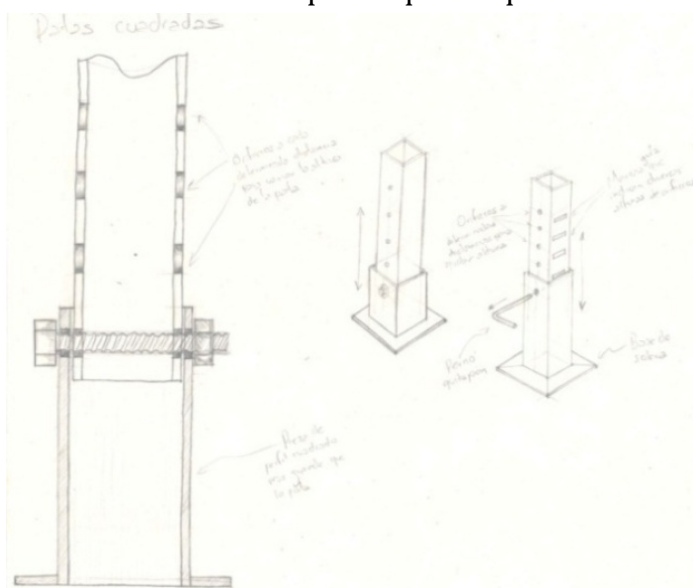


Figura 3.3. Concepto de extensiones 02.

El concepto que muestra la Figura 3.4 propone el uso de una cuerda para enroscar dos piezas de tubo. Dicha cuerda debe tener un paso mucho mayor que la cuerda estándar y debe ser de forma trapezoidal. Estas características favorecerán a que el dispositivo no se atasque por oxidación o suciedad.

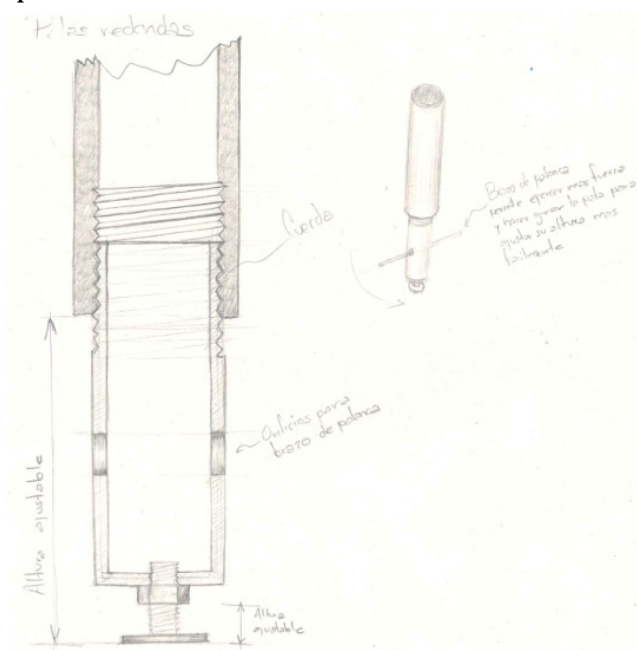


Figura 3.4. Concepto de extensiones 03.

La siguiente propuesta de diseño (Figura 3.5) introduce un perno autoajutable que permitirá la extensión en un sentido, y cuando el tubo menor sea empujado en sentido opuesto lo bloqueará. Esto se logra a través de diversas perforaciones realizadas en el tubo menor y a la inclinación en la punta del perno.

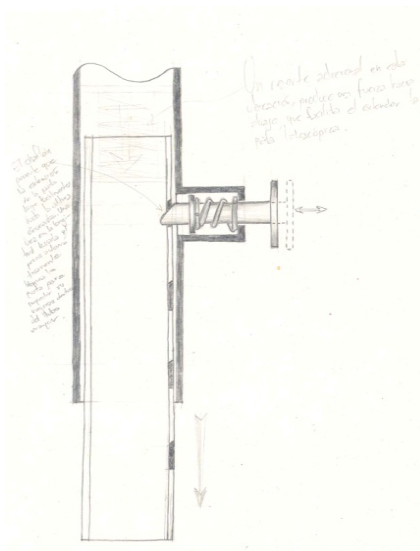


Figura 3.5. Concepto de extensiones 04.

Finalmente, en el boceto de la Figura 3.6 se presenta el concepto de un tornillo prisionero, que con presión sostendrá dos tubos entre sí a la altura deseada. Para aplicar dicha presión se usarán diversas herramientas como brazo de palanca.

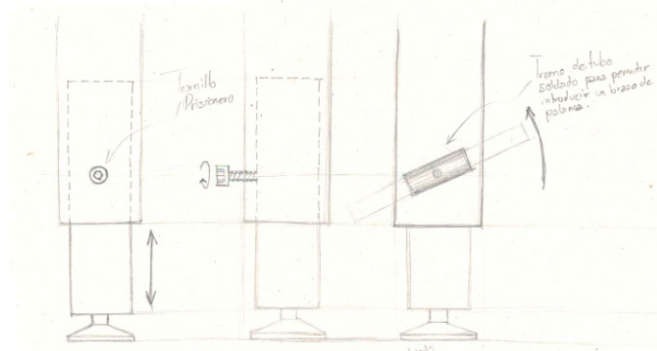


Figura 3.6. Concepto de extensiones 05.

3.1.2.2.1. Adaptación de dispositivo para variar altura

El mercado ofrece diversos mecanismos para ajustar la altura de un apoyo. Las torres para auto cuentan con un mecanismo de simple manejo (Figura 3.7), en donde para aumentar la altura solo hay que jalar del apoyo; y por el contrario, para disminuir la altura, hay que liberar un garfio por medio de una palanca (a este mecanismo se le conoce como trinquete). El funcionamiento del trinquete cuenta con características favorables para el caso de las tarimas itinerantes, debido a que con pocos pasos se puede ajustar la altura de un apoyo, además de estar construido a base de piezas sencillas.

Se ha determinado que dicho dispositivo se evaluará con los conceptos de diseño generados para el mismo fin, ya que existen condiciones favorables para su adaptación a los apoyos de la tarima itinerante.



Figura 3.7. El trinquete se utiliza en las torres para autos.

3.1.2.3. Apoyos

Los apoyos son estructuras conformadas con perfiles laminados en tres configuraciones principales: A, H y X. Los apoyos en forma de X presentan deformaciones, principalmente en los nudos donde convergen los elementos, por lo que se ha decidido despreciar esta configuración y enfocarse en generar propuestas con configuraciones en A y H. Se han preferido estas dos configuraciones por ser más resistente a deformaciones y por su facilidad de construcción.

3.1.2.4. Bastidor

El bastidor fue reconocido en dos formas principales: rectangular y cuadrada. En el primer caso, el bastidor está construido para recibir una hoja de triplay completa, mientras que en el segundo, se construye para recibir una hoja cortada por la mitad en su lado más largo.

Respecto a los materiales, se consideran tres opciones principales. La primera opción es el perfil laminado cuadrado (Figura 3.8), el cual ofrece facilidad de manejo para su construcción debido a que los cortes y uniones se hacen sobre caras planas iguales.

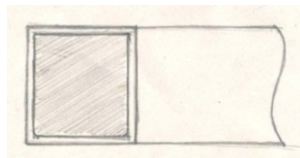


Figura 3.8. El perfil cuadrado se puede utilizar en el bastidor.

Otro material adecuado es el perfil denominado “puerta” (Figura 3.9), que se produce especialmente para enmarcar materiales y cuenta con una ceja para apoyar la hoja de triplay.

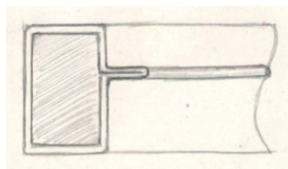


Figura 3.9. El perfil puerta es apropiado para enmarcar materiales.

Finalmente, está el perfil rectangular (Figura 3.10) que ofrece facilidad de manejo para la construcción, además de tener un lado largo que se puede aprovechar para otorgar mayor capacidad de carga al bastidor.

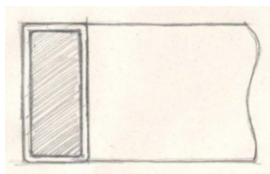


Figura 3.10. Este perfil por su forma funciona como trabe.

3.2. Examen y selección de alternativas

En esta sección se comparan los conceptos de diseño desarrollados con los criterios que deben cumplir.

Para hacer tangible la selección de alternativas se recomienda el uso de una matriz de evaluación, en la que se colocan los conceptos de diseños sobre el eje de las X y los criterios de evaluación sobre el eje de las Y. Se emplean tres valores numéricos a saber: 1 No cumple, 2 Cumple medianamente y 3 Cumple.

3.2.1. Selección de alternativa de adaptación a desniveles

En la Tabla 3.2 se evaluaron cinco conceptos de diseño generados más la alternativa de la adaptación del trinquete.

Tabla 3.2. Matriz de evaluación de alternativas de extensiones.

| Criterios | Alternativas | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | A-1 | A-2 | A-3 | A-4 | A-5 | A-6 |
| C-1 Deformación | Estructura robusta 3 | Susceptible a deformarse 2 | Resistente 2 | Aceptable 2 | Poco afectada 3 | Muy poca 3 |
| C-2 Durabilidad | Poca afectación al uso 3 | Aceptable 2 | Poco deterioro 3 | Mediana 2 | Propensa al desgaste 1 | Alta con mantenimiento 2 |
| C-3 Material | Excesivo 1 | Cantidad mediana 2 | Material especial 2 | Versátil 3 | Económico 2 | Cantidad importante 2 |
| C-4 Construcción | Demasiados pasos 1 | Facilidad 3 | Procesos especializados 2 | Complicación en detalles. 1 | Sencilla 2 | Precisión indispensable 2 |
| C-5 Uso | Complicado 1 | Mecanismo simple 2 | Requiere esfuerzos 2 | Defectos puntuales 2 | Altos esfuerzos 1 | Facilidad y efectividad 3 |
| Total | 9 | 11 | 11 | 10 | 9 | 12 |

Considerando que la alternativa A-6 obtuvo la mayor puntuación, es la opción que se elige para su desarrollo y corresponde a la adaptación del trinquete de las torres para auto en los apoyos de la tarima.

3.2.2. Selección de alternativa de apoyos

Para la selección de alternativa de apoyos se generaron tres conceptos de diseño. Dos corresponden a una configuración en forma de A y uno en forma de H (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Matriz de evaluación de alternativas de apoyos.

| Criterios | Alternativas | | |
|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | A-1 | A-2 | A-3 |
| C-1 Deformación | Poca deformación 3 | Deformación aceptable 2 | Deformación indeseada 1 |
| C-2 Durabilidad | Durable 3 | Duración mediana 2 | Poca duración 1 |
| C-3 Material | Mayor uso de material 1 | Uso de material moderado 2 | Menor uso de material 2 |
| C-4 Construcción | Numero alto de pasos 2 | Alta cantidad de cortes 1 | Construcción simplificada 3 |
| TOTAL | 9 | 7 | 7 |

La alternativa A-1 obtuvo el mayor puntaje, por lo que será desarrollada posteriormente y corresponde a los apoyos configurados con forma de A.

3.2.3. Selección de alternativa de bastidor

Para determinar el perfil metálico a usarse en el bastidor se realizó la matriz de evaluación que se muestra en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Matriz de evaluación de alternativas de bastidor.

| Criterios | Alternativas | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| | A-1 | A-2 | A-3 |
| C-1 Deformación | Estructura robusta 3 | Buena resistencia 2 | Forma idónea 3 |
| C-2 Durabilidad | Poco mantenimiento 3 | Aceptable 2 | Alta 3 |
| C-3 Material | Materiales complementarios 2 | Características favorables 2 | Cantidad elevada 2 |
| C-4 Construcción | Ciertos pasos se pueden evitar 1 | Cortes requieren precisión 2 | Proceso alargado 2 |
| TOTAL | 9 | 8 | 10 |

Con un valor de 10 la alternativa A-3 es la que se desarrollará y significa que se especificará un bastidor que sea construido con perfiles laminados rectangulares.

4. Desarrollo de la alternativa seleccionada

En este apartado se desarrollan las alternativas seleccionadas, se determinan los materiales, procesos constructivos, dimensiones y demás precisiones necesarias para construir el modelo funcional.

4.1. Desarrollo de las alternativas particulares

4.1.1. Desarrollo de la alternativa de los ensambles

En esta alternativa se hace una propuesta innovadora, pues la pieza será fabricada mediante un proceso no usado anteriormente.

El embutido no cilíndrico está disponible en la empresa INDUMIX, la cual cuenta con una prensa especializada. Así mismo, se localizaron dos alternativas: el taller de torno Palafox (Figura 4.1) y una fábrica de balones, localizada en la comunidad de Santiago Ayuquililla (Figura 4.2).



Figura 4.1. Prensa hidráulica del taller Palafox.



Figura 4.2. Prensa de la fábrica de balones.

El desarrollo de la pieza se realizó de la siguiente manera: se generaron los bocetos con los conceptos de diseño generales, en este proceso se construyeron modelos a escala real de las esquinas a ser unidas por el ensamble; posteriormente, se usó lámina de estaño, por su maleabilidad, para obtener la forma adecuada, en donde el material fue doblado manualmente para que adoptaran una forma que mantuviera juntas las cuatro esquinas de los bastidores.

A continuación se presentan las formas obtenidas y el desarrollo de una de ellas para el ensamble.

4.1.1.1. Forma No. 1

Esta forma se realizó a partir de un cuadrado de lámina, del que cada vértice quedó debajo de dos secciones de perfil rectangular paralelas entre sí. En el ángulo formado por cada esquina del bastidor, se dobló la lámina en la parte coincidente para formar protuberancias que mantuvieran juntos los bastidores (Figura 4.3).

En la parte inferior de la forma se moldeó un volumen cuadrado para ubicar el ensamble dentro de la cavidad del perfil cuadrado que sirve de apoyo (Figura 4.4).

Finalmente se colocó el modelo de lámina entre el apoyo y los bastidores para imitar la ubicación que tendría en la tarima (Figura 4.5).



Figura 4.3. Forma No. 1 sujetando las esquinas de los bastidores.



Figura 4.4. Forma No. 1 colocada sobre el apoyo.



Figura 4.5. Forma No. 1 haciendo su función de ensamble.

4.1.1.2. Forma No.2

En esta forma se alargaron las puntas con la intención de evitar que los bastidores superaran la altura de las mismas (Figura 4.6). Para construir este modelo hubo que realizar cortes al cuadrado de lámina inicial y posteriormente se doblaron las esquinas. Realizar un corte previo al proceso de embutido representa aumentar un paso en la fabricación y otro proceso constructivo.



Figura 4.6. La forma No. 2 cuenta con puntas más altas.

4.1.1.3. Forma No. 3

Este modelo se obtuvo realizando solamente dobleces al cuadrado inicial de lámina, sin cortes o procesos posteriores. Para realizar su función esta pieza cuenta con puntas para ensamblar los bastidores así como un volumen cuadrado que sirve para ubicarla en el perfil cuadrado del que están hechos los apoyos (Figura 4.7).



Figura 4.7. La forma No. 3 cumple su función con una configuración sencilla.

4.1.1.4. Forma No. 4

En este modelo se ofrece otra posibilidad para ubicar el ensamble en el apoyo. Esta forma cuenta con un corte que produce una perforación cuadrada y cuatro pestañas en las que el apoyo encaja (Figura 4.8).

El corte aumenta un paso en la construcción de la pieza y agrega un proceso de manufactura, con condiciones especiales como el recorrido del punzón para lograr cortar la lámina conforme lo deseado.



Figura 4.8. La forma No.4 ofrece otra opción para ubicar el ensamble en el apoyo.

Una vez concluida la experimentación de formas, se determinó que la opción a desarrollar es aquella que se realiza sin procesos previos o posteriores de corte. Es por esto que se seleccionó la forma No. 3, la cual cuenta con una configuración sencilla que se puede obtener mediante la deformación de lámina metálica por el proceso de embutido no cilíndrico.

Para detallar la configuración de esta pieza se realizaron los primeros dibujos técnicos (Figura 4.9). En ellos se aprecia con precisión las características particulares del diseño.

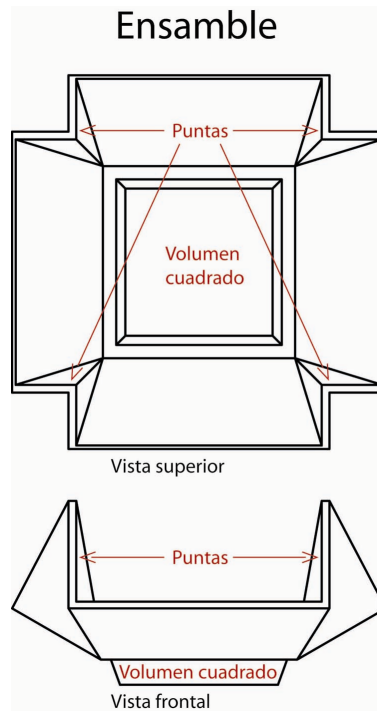


Figura 4.9. Vistas del ensamblado seleccionado.

Este ensamblado está configurado principalmente por formas cuadradas, por lo que tiene simetría en sus lados y se pueden distinguir dos volúmenes; el volumen menor es similar a una charola, y está configurado de este modo para facilitar la ubicación del ensamblado en el perfil cuadrado del apoyo, una vez ubicada la pieza resulta práctico aplicar soldadura para fijarla en su lugar; en el volumen mayor descansarán las esquinas de los bastidores, en las esquinas se generan las puntas que evitarán que los marcos se desensamblen por pequeños movimientos (Figura 4.10).

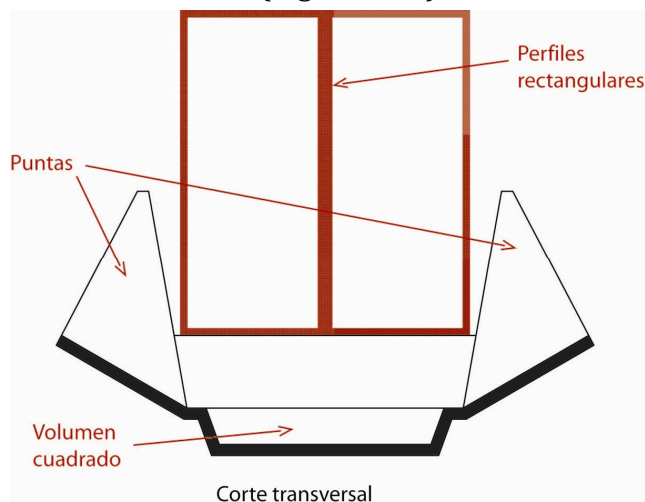


Figura 4.10. Los marcos quedan ensamblados entre las puntas del ensamblado.

Con lo anterior el ensamblado queda definido formalmente; a continuación se especifican las dimensiones finales, el tipo y espesor de la lámina metálica a ser usada.

Para obtener el ensamble es preciso desarrollar el correspondiente molde de embutido. Un molde de embutido consta de tres partes: dado, punzón y sujetador (Figura 4.11). Para que el metal fluya correctamente, debe existir una separación llamada “claro” entre el dado y el punzón. Cuando la separación es insuficiente el molde puede quedar atascado y por el contrario cuando es muy grande la pieza se deforma de manera indeseada.

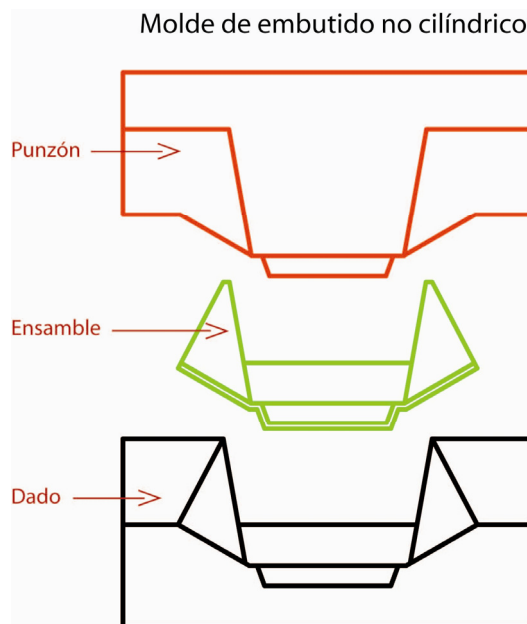


Figura 4.11. Croquis del molde de embutido no cilíndrico.

Con el objetivo de determinar las características necesarias para la construcción del molde se utilizó el software Solidworks 2007 (Figura 4.12), que permite moldear la pieza a obtener y posteriormente generar el molde necesario para construirla.

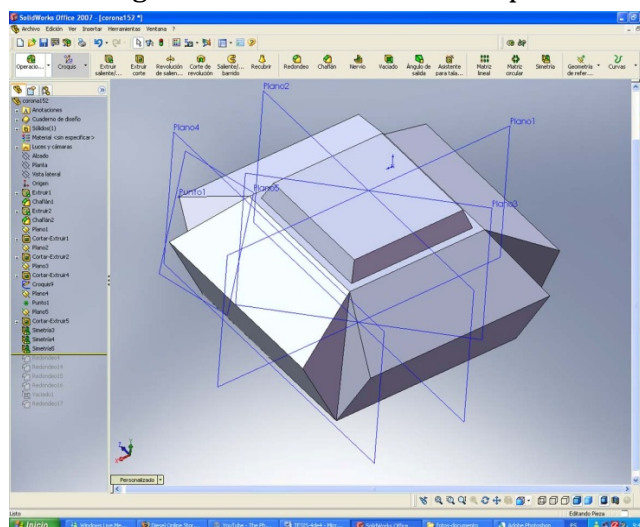


Figura 4.12. Interfaz gráfica de Solidworks 2007.

En la Figura 4.13 se puede observar el modelado del ensamble al que se le efectuaron algunas precisiones, como los redondeos correspondientes y la

determinación del espesor de la lámina (1.52mm). Dicho espesor fue determinado mediante la realización de pruebas con la herramienta software Cosmos Express.

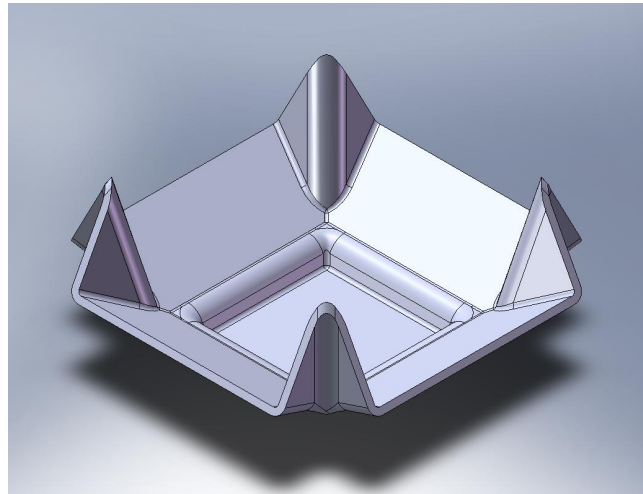


Figura 4.13. Imagen del ensamble modelado en Solidworks 2007.

Realizando la metodología apropiada, se obtuvo el molde de embutido no cilíndrico. La Figura 4.14 muestra el punzón, que corresponde a la parte del molde que presiona la lámina metálica contra el dado.

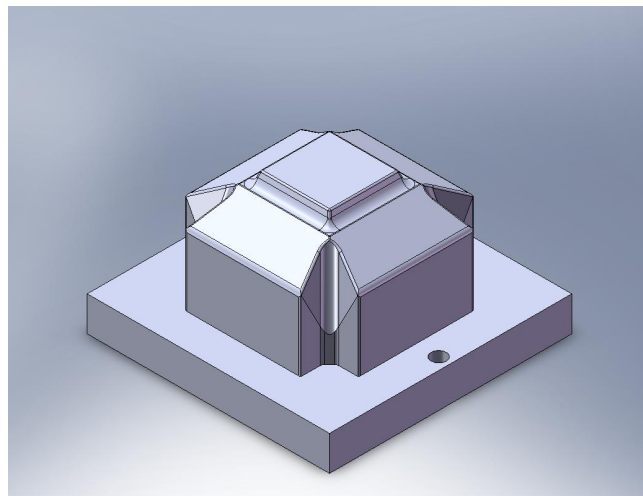


Figura 4.14. Imagen del punzón generado a partir del ensamble.

También se obtuvo el dado, que es el negativo del ensamble o la cavidad en donde será embutida la lámina metálica. En la Figura 4.15 se pueden apreciar cuatro volúmenes altos en las esquinas con perforaciones, es ahí donde se ubicará el sujetador que presiona el material.

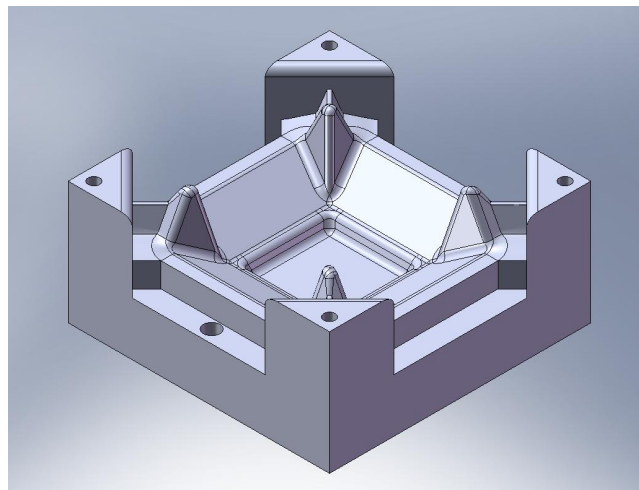


Figura 4.15. Imagen del dado generado a partir del ensamble.

Finalmente, en la Figura 4.16 se muestra el molde de embutido no cilíndrico ensamblado con todas las piezas necesarias para su funcionamiento. En la Tabla 4.1 se muestran las medidas empleadas en el diseño del molde.

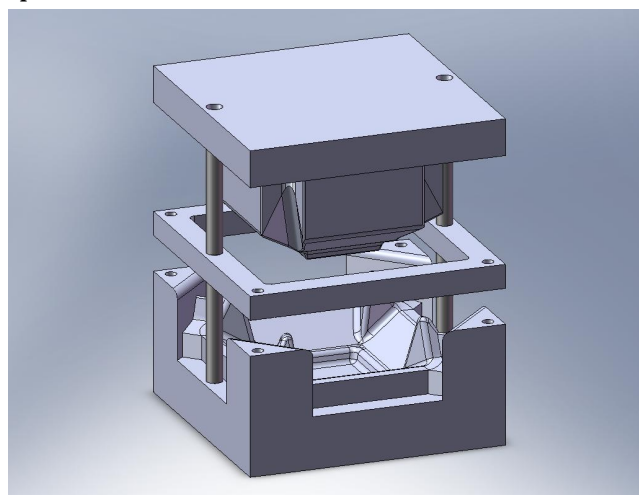


Figura 4.16. Imagen del molde de embutido no cilíndrico modelado en Solidworks 2007.

Tabla 4.1. Medidas empleadas en el diseño del molde de embutido no cilíndrico.

| | | mm. | Plg. |
|-----------------|---------------------|-------|--------|
| Material | Lámina lisa cal. 16 | 1.52 | 0.0598 |
| Claro | 1.1 x (1.52) | 1.672 | 0.0658 |
| Redondeo | R > (1.52) | 2.38 | 3/32 |

4.1.2. Desarrollo de la alternativa de los apoyos

Se desarrolló el apoyo con forma de "A" debido a que ofrece facilidad de construcción y un desempeño aceptable, según lo visto en la investigación.

Para su construcción se hará uso de dos procesos, el corte y la soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido.

Se utilizará el perfil laminado cuadrado del tipo ZC-150, que cuenta con 38mm por lado y se encuentra en tramos de 6m de largo. La Figura 4.17 muestra un croquis para el desarrollo de los apoyos.

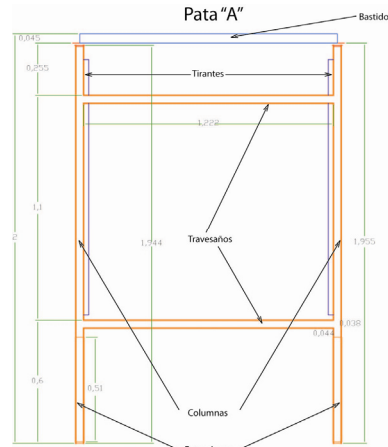


Figura 4.17. Disposición y medidas del apoyo en forma de "A".

4.1.3. Desarrollo de la alternativa de extensiones

Este dispositivo es importante debido a que permite nivelar las tarimas en terrenos irregulares. La alternativa que se desarrollará es un dispositivo usado en las torres para autos, gracias a su capacidad de adaptación para el caso de estudio (Apartado 3.1.2.2).

En primer lugar se realizó una medición detallada del dispositivo, enseguida se plantearon las configuraciones adecuadas para el apoyo en forma de bocetos (Figura 4.18).

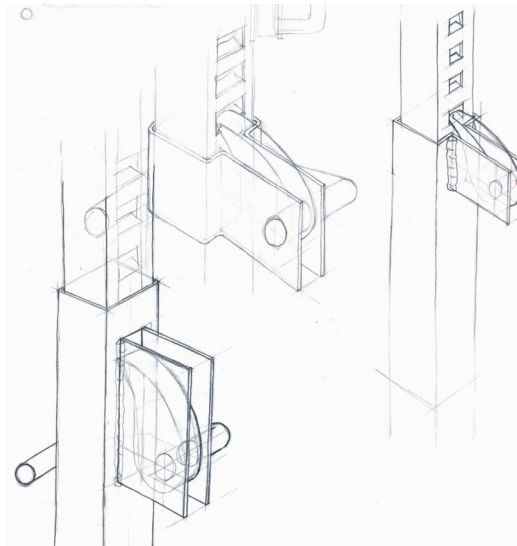


Figura 4.18. Bocetos de la adaptación del trinquete a los apoyos.

Se reconoció que el trinquete se compone de apoyos, garfio y palanca. Es por esto que se debe colocar un par de apoyos en un tramo de perfil de sección cuadrada para hacer de extensión deslizable. Al llegar a la altura deseada, habrá que bloquear la

extensión insertando el garfio en cavidades realizadas en la cara coincidente del perfil cuadrado de los apoyos.

Para lograr dichas cavidad, se debe realizar un número determinado de ranuras en forma de "C", que conformarán una pestaña que permita tanto deslizar el garfio como bloquearlo. A partir de estas especificaciones se crearon los primeros dibujos técnicos del trinquete adaptado (Figura 4.19).

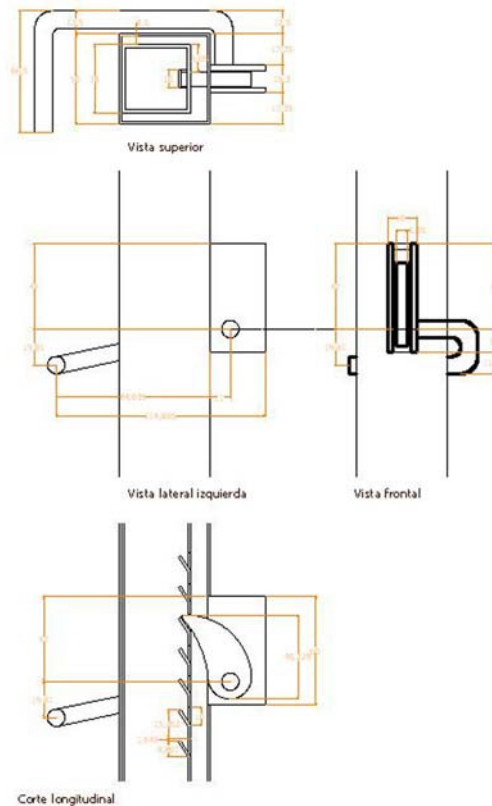


Figura 4.19. Vistas del dibujo del trinquete adaptado.

4.2. Construcción del modelo funcional

La construcción del modelo funcional se realizó en las instalaciones del taller de Metalmecánica perteneciente a la Universidad Tecnológica de la Mixteca, el cual es un taller equipado con diversos procesos de manufactura avanzados, sin embargo se trato de usar aquellos dentro del contexto del problema (Apartado 2.7.3), salvo algunos casos específicos.

Todos los materiales necesarios para construir el modelo fueron adquiridos en la ciudad de Huajuapán de León.

En la mayoría de las piezas existen coincidencias respecto a los procedimientos constructivos. El primer paso fue medir el material, cortarlo en las dimensiones indicadas y conformarlo mediante el proceso de soldadura de arco eléctrico con electrodo revestido. A continuación se detallan los procedimientos seguidos para cada caso.

4.2.1. Construcción de los apoyos

En la construcción de los apoyos se usaron procesos comunes a un taller de balconería, además del proceso de maquinado por control numérico debido a la precisión requerida en las ranuras. En la Figura 4.20 se muestran los pasos realizados durante la construcción de los apoyos:

1.- En el perfil ZC-150 se midieron dos tramos de 1.94m y dos tramos de 1.22m, en cada marca se trazó una línea guiándose con una escuadra metálica y una *charrasca*²³ para rayar la superficie del perfil.

2.- Usando un arco con segueta y aprisionando los perfiles en un tornillo de banco se cortaron los cuatro tramos en ángulos rectos. Se cortaron ocho tramos debido a que cada apoyo requiere de cuatro piezas para ser formada.

3.- Los tramos de perfil que funcionarán como columnas se llevaron al área de maquinado. Mediante un programa CNC se cortaron ranuras en forma de C horizontales en una de las caras del perfil cuadrado. En total se maquinaron cuatro tramos de perfil.

²³ Una *charrasca* es una punta afilada hecha a partir de un pedazo de segueta.

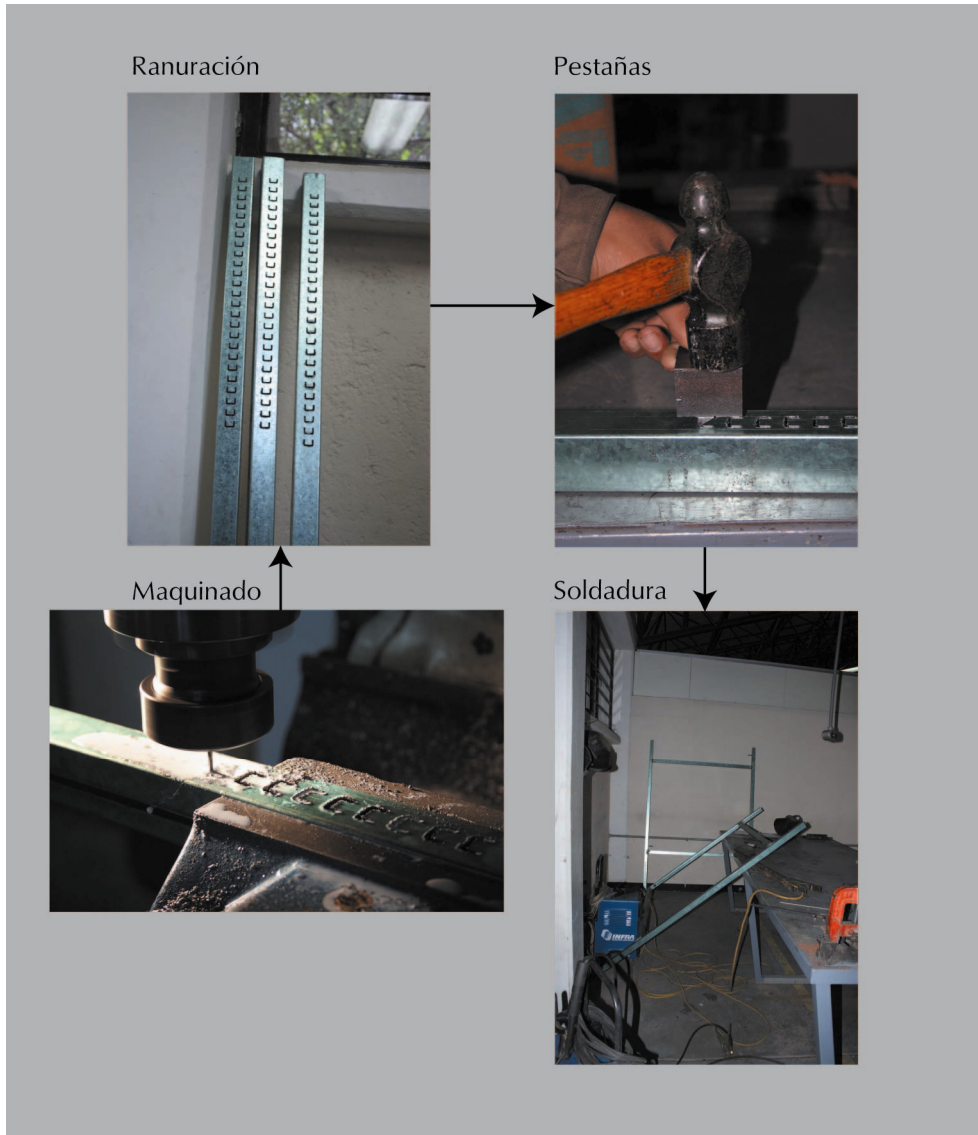


Figura 4.20. Pasos realizados durante la construcción de los apoyos.

4.- Las ocho piezas fueron llevadas al área de soldadura, donde se tomaban dos tramos de columnas que fueron maquinadas con otros dos tramos de travesaños. Se configuró la disposición y se puntearon con soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido. Se verificaron las dimensiones para que la pieza quedara bien cuadrada. Cuando las distancias eran las correctas se procedía a aplicar más soldadura para fijar definitivamente las piezas en esa posición.

4.2.2. Construcción de las extensiones

Debido a la necesidad de fabricar formas y piezas especiales se usó el proceso de maquinado CNC.

Para conformar las extensiones se necesitó un número de piezas construidas individualmente: Tramo de cuadrado C-200, Soleras 1", Palanca de redondo 3/8" y Garfio de placa 5/16".

4.2.2.1. Tramo de cuadrado C-200

A continuación se describen los pasos realizados en la construcción del tramo de cuadrado C-20 (Figura 4.21):

1.- Se midieron cuatro tramos de perfil cuadrado C-200, cada uno en 0.51m. En la distancia indicada se trazó una línea rayando la superficie del perfil como guía para el posterior corte.

2.- Se cortaron los cuatro tramos usando un arco con segueta aprisionando el material en un tornillo de banco.

3.- En cada tramo fue necesario crear una perforación de forma rectangular. Para obtener dicho orificio, se usó el proceso de maquinado CNC para obtener un corte en la ubicación y con las dimensiones deseadas. Se generó el programa de maquinado a partir de los dibujos hechos en Solidworks y posteriormente se maquinaron en la fresadora de control numérico una pieza a la vez.

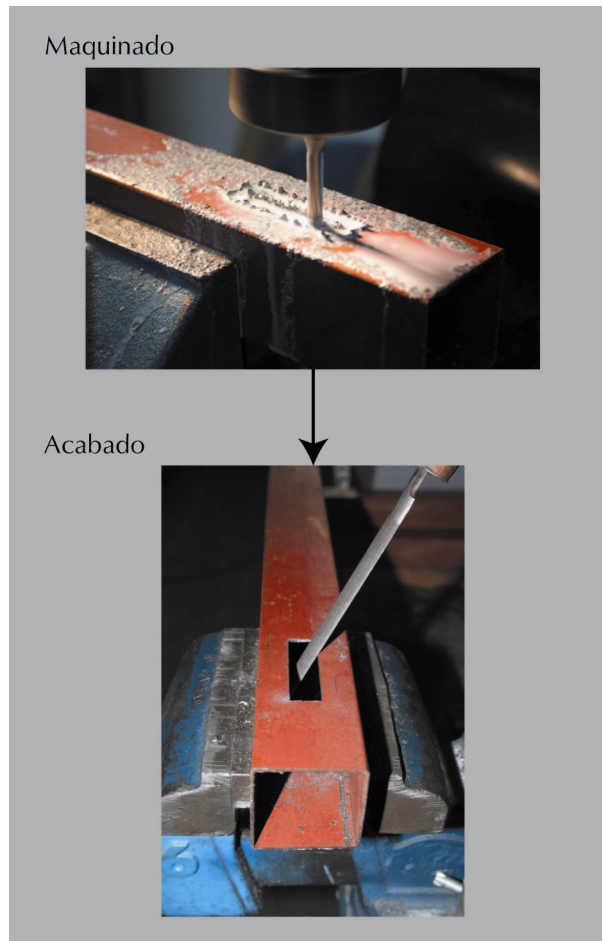


Figura 4.21. Pasos para la construcción del tramo cuadrado.

4.2.2.2. Soleras 1"

Por cada extensión se necesitaron dos tramos de solera de 1/8" x 1", en total se trabajaron ocho. En la Figura 4.22 se muestra el proceso de construcción:

1.- Sobre la solera se midieron dos tramos de 60mm. En cada marca se trazó una línea perpendicular al costado de la solera lo mas visible posible. En cada tramo de solera se ubicaron los centros de un barreno de diámetro 3/8”.

2.- Se procedió a cortar la solera guiándose de las líneas trazadas. El corte se hizo con un arco con segueta y sujetando el material en un tornillo de banco.

3.- Con ayuda de una misma guía, se posicionó cada tramo de solera para realizar el barreno de 3/8”. Este paso se realizó con ayuda del taladro de banco, un tornillo y una broca del mismo diámetro que el barreno deseado.

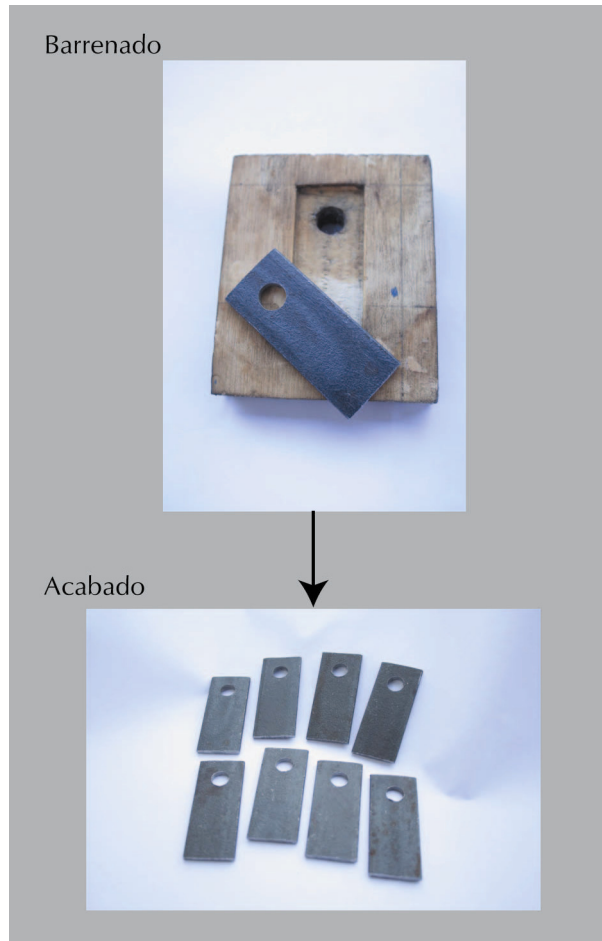


Figura 4.22. Construcción de las soleras.

4.2.2.3. Palanca de redondo de 3/8”

El trinquete posee una palanca que libera el garfio de los dientes de los apoyos. Debido a que cada extensión necesitaba una palanca se construyeron cuatro en total. En la Figura 4.23 se observa el proceso de construcción:

1.- En el perfil redondo de 3/8” se marcaron cuatro tramos de 22.5cm.

2.- Con la ayuda de un arco con segueta y un tornillo de banco se cortaron los cuatro tramos, teniendo cuidado de obtener un corte paralelo a la sección del material.

3.- Dado a que la forma de la palanca es una “C” se tuvo que doblar el material en dos partes diferentes en ángulos de 90°. El primer doblado se hizo a los 67mm. A partir de

ese punto el siguiente doblado se hizo a los 109mm. Para realizar los dobleces con poco esfuerzo y para obtener una esquina bien definida se calentó el material en el punto indicado con la flama del soplete de oxiacetileno.

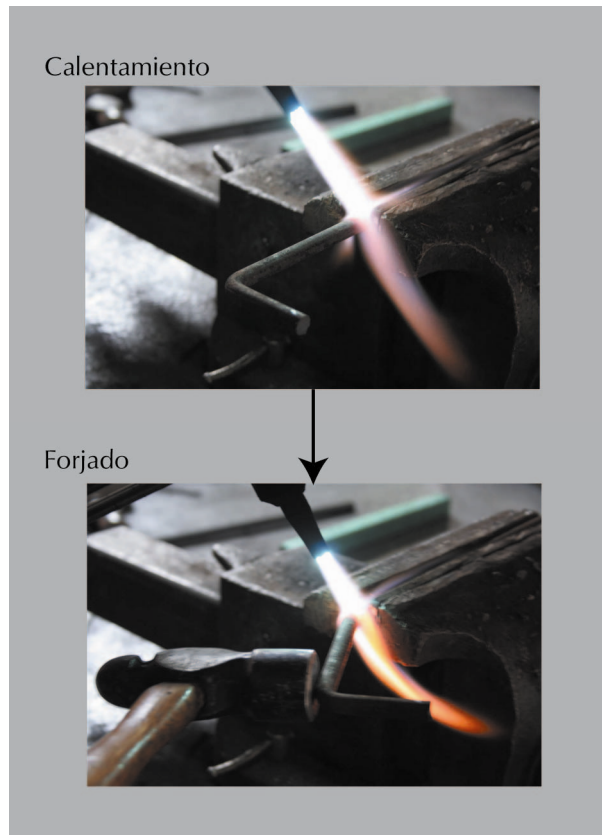


Figura 4.23. Pasos realizados en la construcción de las palancas.

4.2.2.4. Garfio de placa de 5/16"

Una pieza importante del trinquete es el garfio que está construido a base de líneas curvas. Para obtener la forma indicada se usó el maquinado CNC. Para aprovechar el material se arregló una configuración donde se acomodaran todos los garfios necesarios en el mismo pedazo de material (Figura 4.24). Este arreglo se logró realizando el arreglo de las piezas en el software Solidworks 2007. Posteriormente, el modelado fue importado en el programa de computadora VISI CAD donde se generó el programa de maquinado. Para obtener las piezas maquinadas se siguieron los siguientes pasos:

1.- Se limpió el tramo de placa de 5/16" de espesor, se retiraron las rebabas y formaciones que dejó el proceso de corte con soplete que realizó el vendedor para separar una sección cuadrada de 15x15 cm.

2.- La placa fue llevada al área de maquinado donde con la fresadora de control numérico se hicieron los cortes necesarios para obtener los garfios. Por las condiciones del corte se dejaron nervaduras entre los garfios para poder sostener la pieza mientras se realizaba este proceso.

3.- Para desprender cada garfio individualmente se usó un arco con segueta y un tornillo de banco. Se realizaron cortes donde se consideró necesario.

4.- Para dejar bien definidas las piezas, se usó un disco de esmeril para pulir las rebabas y sobrantes del proceso de corte y separación de la placa. Se gastaron las aristas que se consideraron necesarias y se obtuvo la forma final bien definida de cada garfio.

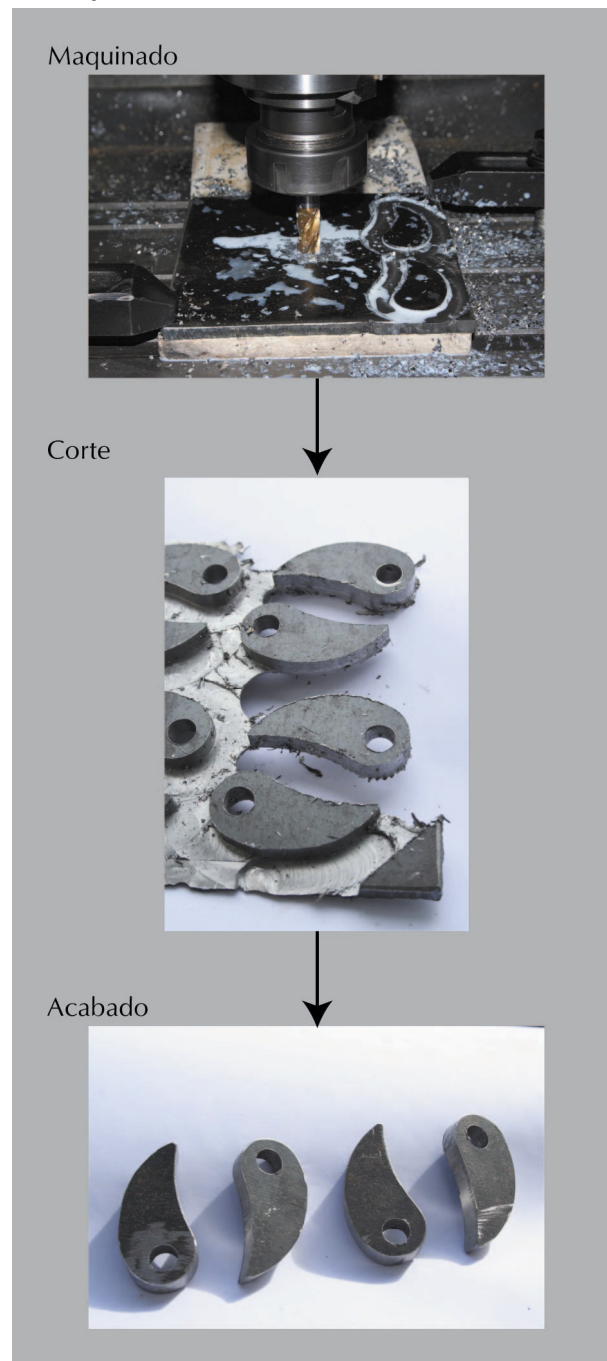


Figura 4.24. Detalles de la construcción del garfio.

Una vez terminadas todas las piezas necesarias para la construcción de las extensiones, se juntaron, ordenaron y fueron llevadas al área de soldadura. Para cada extensión se necesitó un tramo de cuadrado C-200, dos tramos de placa de $1/8'' \times 1''$, una palanca de redondo de $3/8''$ y un garfio de placa de $5/16''$.

Para conformar cada extensión se usó soldadura por arco eléctrico con electrodo revestido considerando:

1.- El garfio fue soldado a una palanca. Para obtener una buena penetración de la soldadura se realizó un barreno en la parte inferior del garfio, además de aplicar un chaflán a las aristas del barreno por donde pasará la palanca. Se aplicaron puntos de soldadura en ambos barrenos quedando sujetos firmemente.

2.- La palanca fue pasada en los dos tramos de soldadura para ubicarla en la posición deseada. Entonces este grupo de la palanca, el garfio y las dos soleras se ubicaron en la perforación rectangular realizada en el perfil cuadrado C-200.

Con la ayuda de un tornillo, se sujetaron las piezas en su lugar y se aplicaron pequeños puntos de soldadura. Cuando se aseguró la correcta ubicación, se procedió a aplicar más soldadura para dejar unidos definitivamente los elementos. En la Figura 4.25 se ilustra dicho procedimiento.

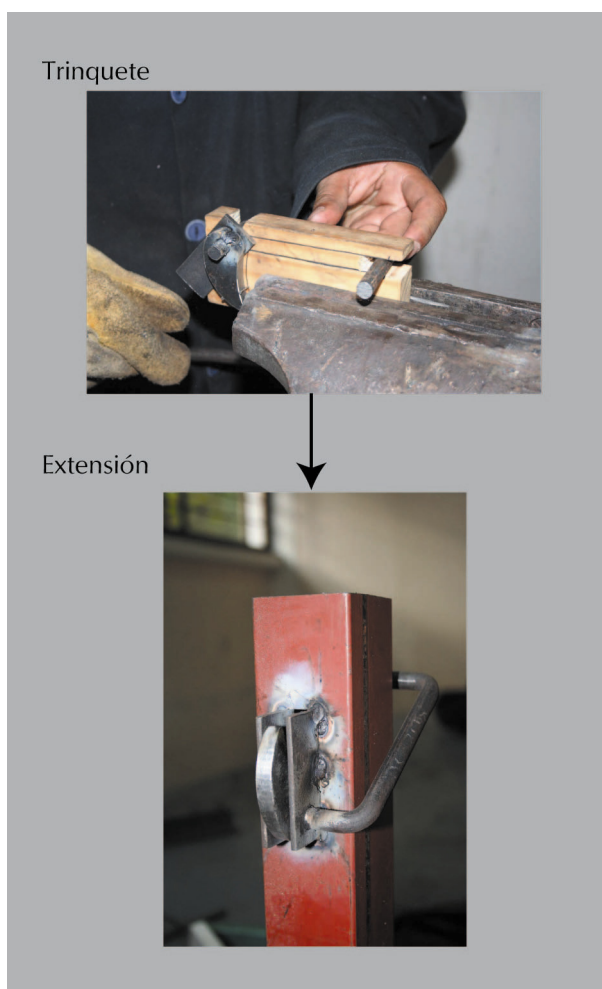


Figura 4.25. Construcción final de la extensión.

4.2.2.5. Construcción de los ensambles

Para construir los ensambles, primero se usó el maquinado CNC para obtener el molde de embutido y posteriormente el proceso de embutido no cilíndrico para obtener el ensamble propiamente.

El molde necesitaba ser construido en el material apropiado para las características del trabajo a realizar. De la lista de aceros de la compañía Carpenter Aceros la Fortuna se seleccionó el acero A2, cuya descripción indica ser acero para embutidos y operaciones de corte en frío. Sin embargo, al momento de realizar la compra estaba agotado por lo que fue recomendado en su lugar el acero D2²⁴ del que se adquirió el volumen necesario.

A continuación se describen los procedimientos realizados para cada pieza y el proceso final para obtener el ensamble.

4.2.2.5.1. Construcción del dado

1.- Se modeló el dado mediante el software Solidworks, cabe señalar que con el mismo proceso se obtuvo también el punzón. Se realizaron las modificaciones necesarias para que las piezas quedaran solas y se considerara el espacio del sujetador. El modelado se exportó al software VisiCad, en donde se generaron los programas de maquinado necesarios.

2.- La pieza de acero D2 de 4x4x2" fue llevada al área de maquinado, colocada en la plancha de la fresadora de control numérico y se realizaron tres programas de maquinado: rectificación de la cara, desbaste y acabado (Figura 4.26).

3.- Una vez obtenido el dado, se le realizaron los barrenos para ubicar las guías. En total se realizaron cuatro barrenos de ¼" de diámetro, dispuestos en dos ejes perpendiculares.

4.- Posteriormente se realizaron otros cuatro barrenos de ¼" de diámetro en cada esquina del dado. A estos barrenos se les realizó una cuerda, para poder enroscar tornillos, mediante machuelos de ¼" y con un proceso manual.

5.- Finalmente se pulieron manualmente todas las aristas vivas con papel lija de agua para metales del 220, con la intención de dejar la superficie con muy poca fricción y ayudar a que la lámina se deslice apropiadamente.

²⁴ No. 610 tool steel. UNS Number: T30402, AISI Number: Type D2. <http://www.carttech.com/>.



Figura 4.26. Proceso de maquinado del dado de embutido.

4.2.2.5.2. Construcción del punzón

1.- El punzón también se obtuvo en el software Solidworks; de igual forma que con el dado, se realizaron las modificaciones necesarias para generar el correcto programa de maquinado.

2.- En una pieza de acero D2 de 4x4x2" se maquinó el punzón, al que se realizaron los maquinados necesarios en la fresadora de control numérico y un maquinado en una fresadora mecánica (Figura 4.27).

3.- Se realizaron los correspondientes barrenos para ubicar las guías, con un diámetro de $\frac{1}{4}$ ".

4.- Finalmente se le realizó un acabado pulido con lija de agua para metales del 220.



Figura 4.27. Después de realizar el maquinado CNC, se retiró material con una fresadora mecánica.

4.2.2.5.3. Construcción del sujetador

En la construcción del sujetador se usó un cuadrado de 15x15cm de placa metálica de $\frac{5}{16}$ ". En la Figura 4.28 se muestra el proceso realizado:

1.- Dada la sencillez de la forma del sujetador, el cual es un cuadrado con barrenos y dimensiones simétricas, se decidió maquinarlo manualmente. Por lo que se generaron los dibujos con las cotas necesarias para obtener las piezas.

2.- En la fresadora de control numérico se ubicó la placa y se realizaron los cortes según las medidas del plano. También se realizaron barrenos para los tornillos de las esquinas y las guías de los puntos cardinales. Todos los diámetros fueron de $\frac{1}{4}$ " y pasaron todo el espesor de la placa.

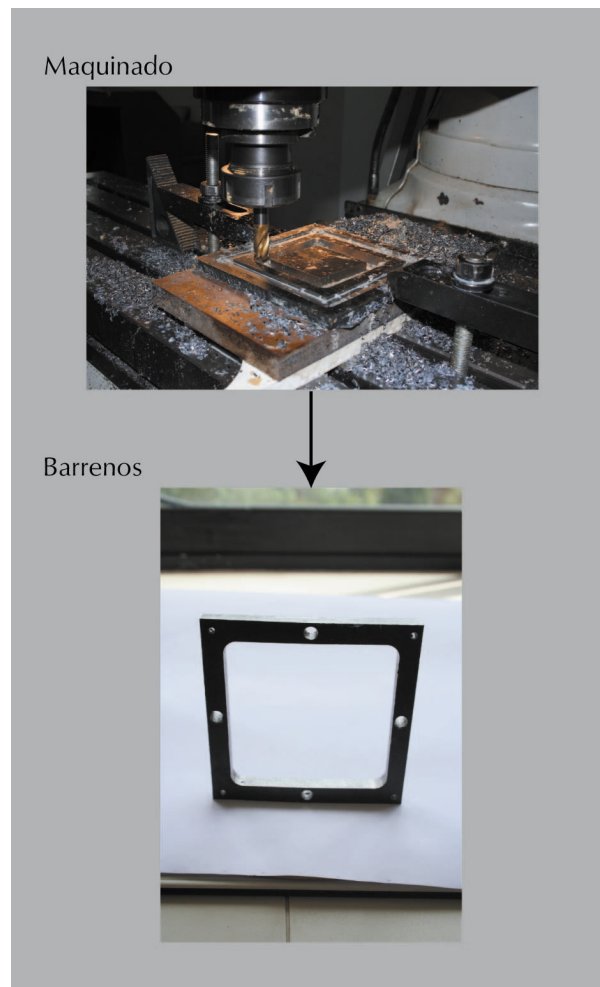


Figura 4.28. Pasos realizados en la construcción del sujetador.

4.2.2.5.4. Embutido del ensamble

Para conformar el molde de embutido se usaron tornillos largos de $\frac{1}{4}$ " de diámetro como guías y tornillos cortos de cabeza hexagonal del mismo diámetro que fijaban el sujetador al dado.

En la Figura 4.29 se muestra el proceso de embutido no cilíndrico y a continuación se describen los pasos realizados para lograrlo:

1.- Se cortó un cuadrado de lámina de aproximadamente 15x15 cm, y se le realizaban los barrenos en los mismos lugares de los tornillos y guías usadas en el sujetador.

2.- La lámina era sujeta entre el dado y el sujetador mediante los tornillos de las cuatro esquinas y teniendo cuidado en que los orificios de las guías coincidieran. Se aplicaba aceite debajo y arriba de la lámina para que se deslizara fácilmente entre el dado y el punzón.

3.- Se colocaba el punzón con las cuatro guías que hacían alinearse todos los elementos del molde de embutido. El punzón descansaba sobre la lámina.

4.- Para formar la lámina, se llevaba el molde preparado con el pedazo de material dispuesto a la prensa hidráulica. En esta ocasión se usó la prensa del taller de metales, la

cual se utiliza normalmente para aplicar presión en pruebas de resistencia de concreto. Se cerraba la llave del contenedor de aceite y se bombeaba con la palanca para incrementar la presión. La lámina comenzaba a deformarse conforme avanzaba el punzón en su recorrido hasta llegar a aprisionarla contra el dado. Finalmente dejaba de avanzar y se podía verificar visualmente que ya había llegado al punto final²⁵. Entonces se abría la llave de aceite para aliviar la presión y se dejaba que la prensa liberara el molde.

5.- Se retiraban las guías del molde y se quitaba el punzón. Se retiraban los tornillos del sujetador y se sacaba la sección deformada de lámina.

6.- Dado a que solo se usó embutido, para obtener la pieza final había que quitar los excesos de material. Para esto se usó un arco con segueta y un tornillo de banco. Se cortaban los excesos y se trataba de dejar el menos material sobrante posible.

7.- Finalmente se pulían los excesos de lámina con un disco de esmeril. Se limpiaba el aceite con estopa seca y el ensamble quedaba terminado²⁶.

²⁵ Según el indicador de la prensa se alcanzaron presiones de hasta 50 toneladas.

²⁶ Realizada la primer prueba de embutido, se encontró que las formas en punta del dado rasgaban la lámina creando orificios indeseados. A partir de este resultado se decidió realizar una modificación para obtener la pieza buscada. Se consideró necesario rellenar el espacio entre la punta y la superficie donde se atornilla el sujetador. Para adherir material se decidió que se acumulara el metal producto de la soldadura por arco eléctrico en dicho espacio. De tal forma que aplicando suficiente soldadura, se creó un volumen que solo dejaba descubierta la parte necesaria para formar las puntas del ensamble, la parte posterior donde se produce la ruptura quedó ahogada en el metal de la soldadura.

Con esta modificación se realizó una segunda prueba de embutido. En esta ocasión se comprobó que los resultados fueron favorables y las posteriores piezas fueron realizadas correctamente.

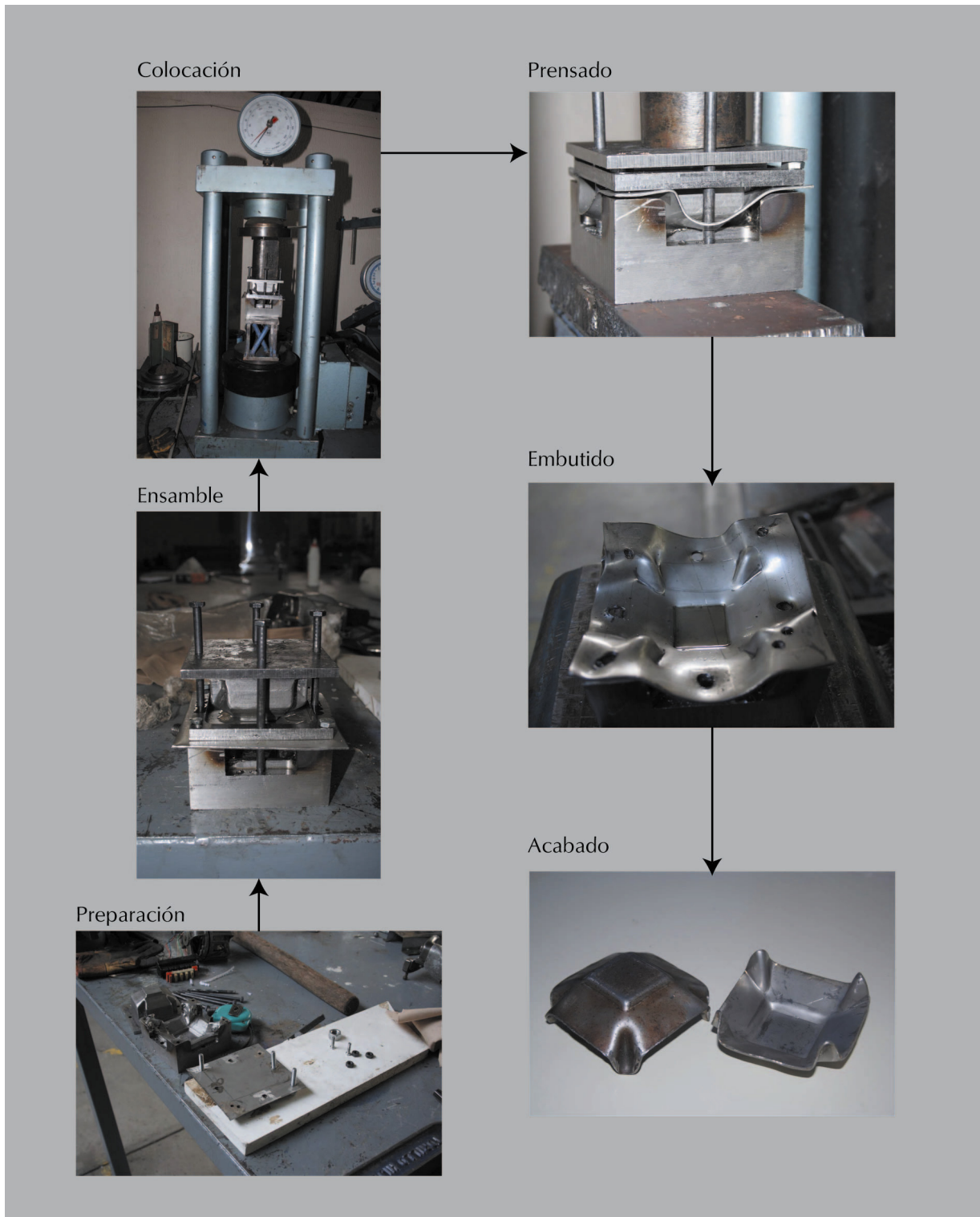


Figura 4.29. Pasos realizados para obtener el ensamble embutido.

4.2.2.6. Construcción del bastidor

Para construir el bastidor se usaron perfiles tubulares rectangulares en dos medidas. El perfil mayor se usó para conformar un rectángulo, que es el marco de la hoja de triplay, y el perfil menor se convirtió en los refuerzos de ese rectángulo, dispuesto en dos travesaños, longitudinal y transversal más cuatro refuerzos en las esquinas. Para construirlo se realizaron los siguientes pasos:

1.- Se midieron los tramos de material a cortar. En el perfil rectangular ZR-175 se midieron dos tramos de 2.48m y dos tramos de 1.26m. En el perfil rectangular ZR-100 se midieron dos tramos de 0.60m, un tramo de 2.44m. y cuatro tramos de 0.24m. En cada marca se trazó una línea, ayudado de una escuadra, con el fin de obtener una guía para el posterior corte.

2.- Se realizaron los cortes correspondientes mediante un arco con segueta y un tornillo de banco para sujetar el material. Los cortes fueron de dos tipos: a 45° y a 90°. Para obtener estos ángulos se usó una escuadra metálica.

3.- Una vez cortadas todas las piezas, se agruparon y se llevaron al área de soldadura, en donde se ubicaron en sus posiciones y se procedió a puntear para sujetarlas provisionalmente. Cuando las medidas estaban verificadas y correspondían con lo indicado en los planos, se procedió a aplicar más soldadura para fijar definitivamente las piezas en su lugar (Figura 4.30).

4.- Una vez obtenida la estructura metálica, se presentó la hoja de triplay de 16mm de espesor. Debido a que el bastidor fue construido para las medidas estándar de una hoja de triplay (1.22x2.44m), a la madera no le fue realizado ningún corte para modificar sus dimensiones.

5.- Cuando la hoja de triplay estaba asentada en su lugar se realizaron barrenos de 3/16" a la mitad de los cuatro refuerzos de las esquinas y pegado al marco en los extremos de los largueros longitudinal y transversal. En total se realizaron 8 perforaciones, en estos orificios se insertaron tornillos con rondanas planas y tuercas. De este modo el triplay quedó fijado al bastidor metálico.



Figura 4.30. Detalles de la construcción del bastidor.

4.2.2.7. Construcción de los tirantes

Los tirantes son los elementos más sencillos de construir, pues solo se requirió de corte y perforaciones para obtener las piezas:

- 1.- A partir del perfil cuadrado ZC-100, se midieron dos tramos de 2.815m.
- 2.- Se cortaron dos tramos con arco y segueta, mediante cortes rectos.

3.- En cada extremo de las dos piezas se hicieron orificios mediante una broca de $\frac{3}{4}$ " y un taladro de banco. Se tuvo cuidado de que las medidas fueran precisas para asegurar la coincidencia y el correcto ensamblaje de todas las partes.

4.2.2.8. Conformación del módulo

Para conformar el módulo hubo que ensamblar las piezas ya construidas. Sin embargo en el caso de los ensamblajes fue necesario integrarlos con los apoyos mediante soldadura. Una vez soldadas las cuatro piezas a los apoyos, se ensamblaron las extensiones mediante el trinquete.

Cuando se tienen conformados los dos apoyos, se unen mediante los tirantes que a su vez forman dos diagonales cruzadas. De un lado se engancha en el seguro superior y el otro extremo en el seguro inferior; del otro lado, el tirante se engancha cruzado, es decir primero en el seguro inferior y en el otro extremo se usa el seguro superior, de tal forma que si se mira el módulo por un lado los tirantes forman una X.

Teniendo la base conformada solo resta colocar el bastidor, compuesto por el marco metálico y la hoja de triplay atornillada. El ensamblaje consiste en hacer coincidir el marco con las puntas dispuestas en la pieza de ensamblaje. El bastidor se mantiene en su lugar por su propio peso y cuando esté en uso, el peso del equipo y de los usuarios lo

asegurarán aun más. En la Figura 4.31 se muestra el módulo ensamblado en un terreno desnivelado.



Figura 4.31. Módulo ensamblado.

4.2.3. Precio estimado

Una vez concluida la construcción del modelo funcional, se determinó el dinero necesario para construir un módulo de la tarima. Aunque el módulo es solo una parte, se puede dar una idea aproximada de los gastos debido a que los materiales son los mismos y la construcción de más módulos conforman el resto de la estructura.

Conforme al material comprado y aprovechándose de su presentación, se dividió el precio pagado entre los metros del material, obteniendo un costo por distancia. Dicho costo fue multiplicado por la cantidad de metros necesarios de cada material para saber con exactitud cuánto dinero se requiere para construir todas las partes de la tarima. Hubo materiales en los que no fue posible aplicar esta consideración, como lo son los tornillos y la hoja de triplay.

Por otro lado, en cuanto al precio que implica un proceso de embutido, se solicitaron cotizaciones con diversas empresas. Desafortunadamente no todas contestaron la petición, por lo que solo se cuenta con la referencia de la empresa MIVASA, quien presupuesta en \$17,000.00 el proceso de elaboración del molde de embutido, sin considerar el precio de la producción en volumen de las piezas necesarias para una tarima.

Debido a que el proceso industrial aumentaría considerablemente el precio de la tarima, no se incluirá en la cotización de la tarima debido a que se quiere resaltar que en cuanto a material no se está rebasando lo usado en modelos anteriores.

Por otro lado, la implementación de procesos de manufactura avanzados aumentaría el precio considerablemente. Como se explicó anteriormente, estos procesos fueron considerados debido a las ventajas que proporcionan sobre los procesos usados

normalmente, en embargo en este caso solo se utilizaron para la construcción de las extensiones.

Aunque el dinero es una limitante, también se sabe que se está dispuesto a pagar por un objeto de cualidades superiores para las necesidades planteadas. Desde el punto de vista de la ingeniería, es recomendable hacer uso de procesos como el embutido o el maquinado CNC. Sin embargo para favorecer un precio más accesible, el precio final de la tarima, se obtuvo sin considerar el precio del proceso de embutido y fresado CNC.

Contabilizando las partes, se sabe que se necesitan 10 módulos completos, los cuales están compuestos de bastidor, apoyos, tirantes y extensiones; estos módulos constituyen el primer nivel de la tarima. Se ocupan 8 bastidores compuestos solo del marco y de una hoja de triplay. Finalmente, se necesitan 2 módulos para el segundo nivel, los cuales tienen las mismas medidas en cuanto al bastidor, los ensambles son los mismos, pero la altura de las patas varía, además de que no usan extensiones y otra cosa que se modifica ligeramente es la longitud de los tirantes.

De este modo se determinó el costo para cada pieza que se repite en la tarima, se hizo una sumatoria y a este resultado le fue sumado un 30% que es lo que normalmente se cobra en un taller de balconería por mano de obra y soldadura. La Tabla 4.2 muestra el precio final de la tarima.

Tabla 4.2 Estimación del precio de la tarima.

| No. | Pieza | Cantidad | Costo | Total |
|---------------------------------|------------------------|----------|----------|--------------------|
| 1 | Bastidor | 20 | \$661.52 | \$13,230.40 |
| 2 | Apoyos primer nivel | 15 | \$766.06 | \$11,490.90 |
| 3 | Apoyos segundo nivel | 4 | \$377.71 | \$1,510.84 |
| 4 | Tirantes primer nivel | 20 | \$397.31 | \$7,946.20 |
| 5 | Tirantes segundo nivel | 4 | \$368.74 | \$1,474.96 |
| Suma | | | | \$35,653.00 |
| 30% de soldadura y mano de obra | | | | +\$10,695.99 |
| Precio | | | | \$46,348.99 |

Con este precio se está obteniendo una tarima innovadora, con soluciones a las necesidades que otros modelos no habían satisfecho, diseñada en base a un proyecto coherente a las necesidades de los grupos musicales de la ciudad de Huajuapán.

4.3. Pruebas

4.3.1. Aplicación de fuerzas en Cosmosworks.

Aprovechando las herramientas usadas para el modelado de las piezas que componen el prototipo se consideró viable hacer pruebas de carga en el software Cosmosworks.

Esta herramienta permite aplicar cierta fuerza a las piezas modeladas y obtener datos importantes como la representación gráfica de la deformación sufrida y el factor de seguridad que la pieza ofrece con respecto a la fuerza aplicada.

Las fuerzas aplicadas corresponden a las cantidades conocidas en la recopilación de datos (Apartado 2.8.1.3) y se definió un material correspondiente con el acero que constituye los perfiles laminados²⁷.

Cosmosworks ofrece cuatro tipos de resultados de un mismo arreglo de fuerzas y restricciones a saber: tensiones, desplazamientos, deformaciones y verificación de diseño de los cuales se usaron dos: el análisis de verificación de diseño y el desplazamiento estático.

En la verificación de diseño, el software muestra el comportamiento de la pieza con respecto a las cargas y restricciones dispuestas por el usuario. Con respecto a esta relación se obtiene como resultado un factor de seguridad (FDS)²⁸ el cual usaremos como referencia. Se buscó obtener los factores de seguridad de las piezas en valor de 1 o lo más aproximado a este.

En cuanto al desplazamiento estático, nos muestra la deformación que sufre la pieza con respecto al mismo arreglo de cargas y restricciones. Normalmente muestra resultados con una escala de deformación, la que permite ver las deformaciones idénticas a las reales o maximizadas para apreciarlas mejor. En este análisis Cosmosworks da el desplazamiento máximo y mínimo el cual es expresado en metros. Los desplazamientos máximos se iluminan en rojo, por el contrario el azul es el punto con desplazamiento mínimo. A continuación la descripción de los análisis realizados.

4.3.1.1.1. Aplicación de fuerzas al marco

Una parte importante del módulo es el marco de la hoja de triplay ya que este es la estructura que recibe el peso y lo transmite a los apoyos.

En el análisis de verificación de diseño (Figura 4.32) el bastidor ofreció un factor de seguridad mínimo con un valor de 1.1 bajo la fuerza de 200kg. Esto nos sirve para recomendar que no se coloque más peso en esta pieza.

²⁷ Acero calidad comercial ($F_y = 33 \text{ ksi} = 2320 \text{ kg/cm}^2$)

²⁸ En ingeniería, relación entre la resistencia de una pieza de una estructura y la tensión que soportará.
Extraído de: http://mx.encarta.msn.com/encyclopedia_761553933/Factor_de_seguridad.html

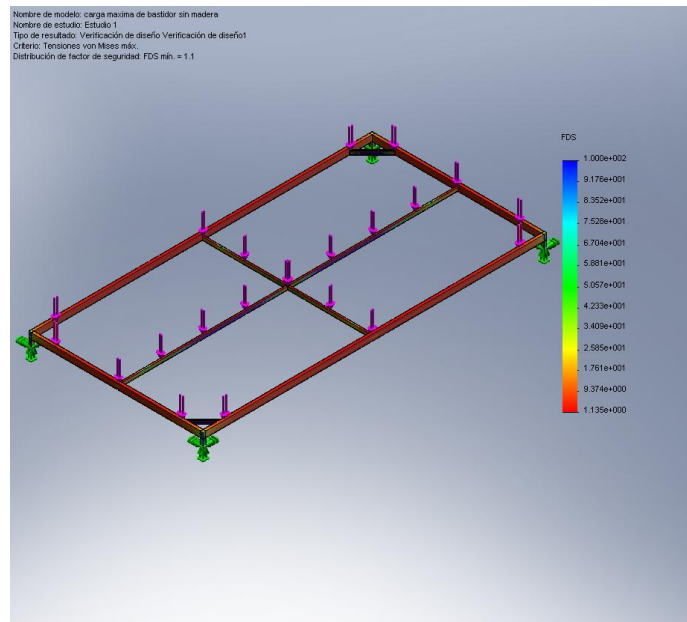


Figura 4.32 Resultado del análisis de factor de seguridad en el marco.

En el análisis de desplazamiento estático, el marco se deformó principalmente del centro (Figura 4.33). Cabe señalar que la imagen muestra una deformación con una escala de 9.848. Se tuvo un desplazamiento máximo de .002518 m con una fuerza de 200 kg.

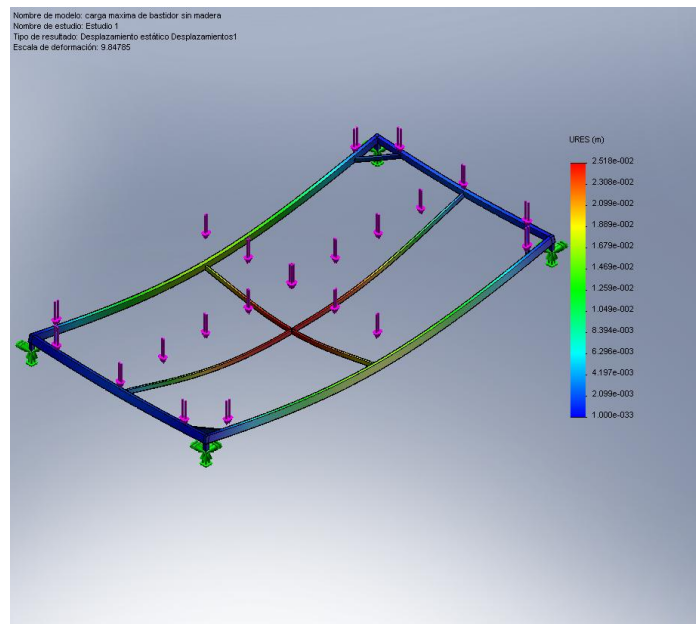


Figura 4.33 Deformación del marco.

4.3.1.1.2. Aplicación de fuerzas en el apoyo

Los apoyos son elementos que reciben la carga del bastidor y lo transmiten al suelo. A continuación se presentan los resultados de los análisis realizados.

Se aplicaron 2000 kg de fuerza conforme a las flechas rosas y las flechas verdes, estas últimas son las restricciones, en este caso se encuentran en la parte de abajo que es donde se encuentra el suelo (Figura 4.34). Se obtuvo un factor de seguridad mínimo de 1.

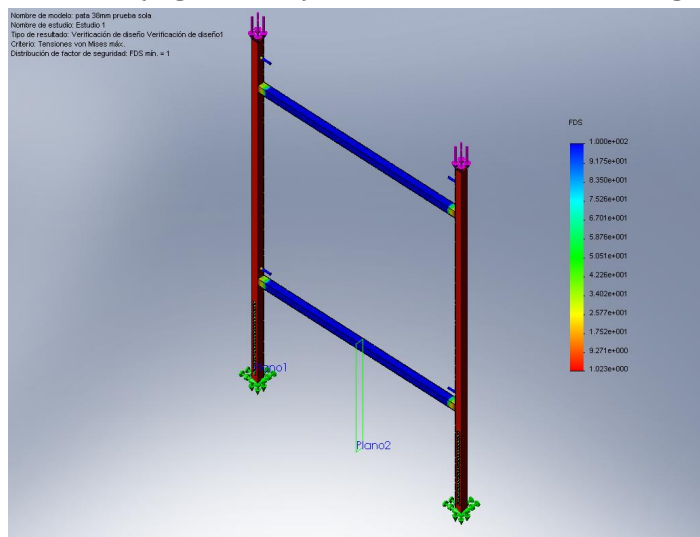


Figura 4.34 Verificación de diseño del apoyo.

En la Figura 4.35 se aprecia la deformación sufrida por el apoyo donde se inclina. Se encontró que la inclinación es hacia la cara donde están realizadas las pestañas que sirven para ensamblar el trinquete de la extensión. La imagen muestra una deformación ampliada en la escala de 58.72, por lo que en realidad con la carga de 1000 kg el apoyo tendrá un desplazamiento máximo de 0.003428m.

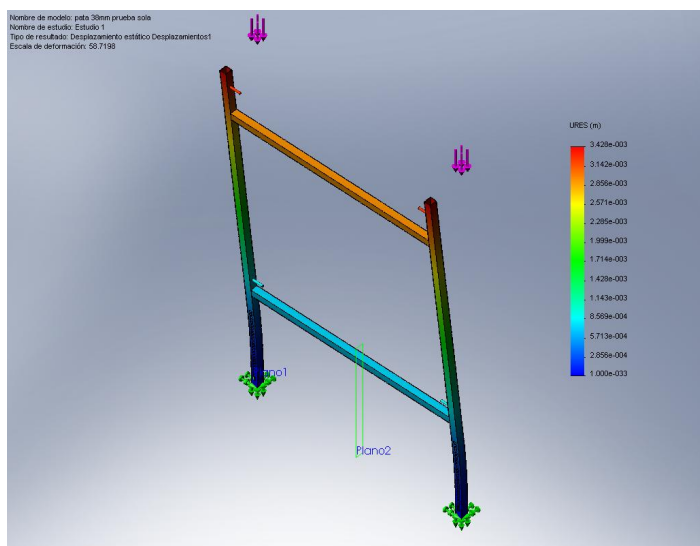


Figura 4.35 Desplazamientos en los apoyos.

4.3.1.1.3. Aplicación de fuerzas en el ensamblaje

El ensamblaje debe mantener los bastidores en su lugar, por lo que las deformaciones en esta pieza deben evitarse tanto como sea posible.

Para transmitir la fuerza al ensamble, se usó una pieza en forma de cruz, para simular los bastidores que ahí ensamblan. Ambas piezas descansan en un perfil similar al material de los apoyos, esta configuración imita la real.

Se aplicó una fuerza de 95 kg con lo que se obtuvo un factor de seguridad mínimo de 1. En la Figura 4.36 se aprecian los resultados de la verificación de diseño.

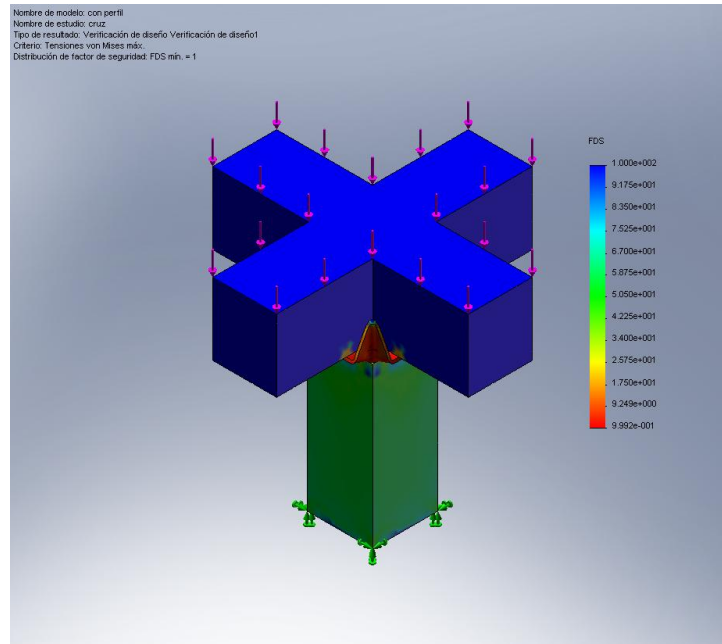


Figura 4.36 Verificación de diseño del ensamble.

En este caso se obtuvieron desplazamientos de 0.0001141 m (Figura 4.37). Se considera que las deformaciones debieran ser menores.

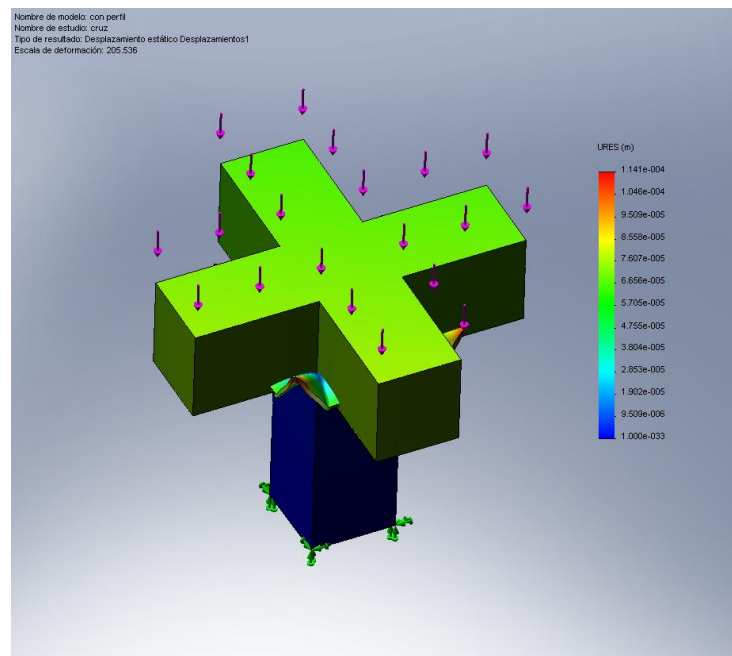


Figura 4.37 Desplazamientos en el ensamble.

4.3.1.1.4. Aplicación de fuerzas al eje del garfio

El punto analizado es el barreno por el cual pasa el eje de la palanca, que a su vez tiene fijada el garfio que transmite la fuerza del apoyo a la extensión.

Se aplicaron restricciones al cuerpo de la extensión y la carga fue aplicada en el taladro por donde pasará la palanca del garfio. La fuerza usada fue 1000 kg, y se obtuvo un factor de seguridad mínimo de 1.1 (Figura 4.38).

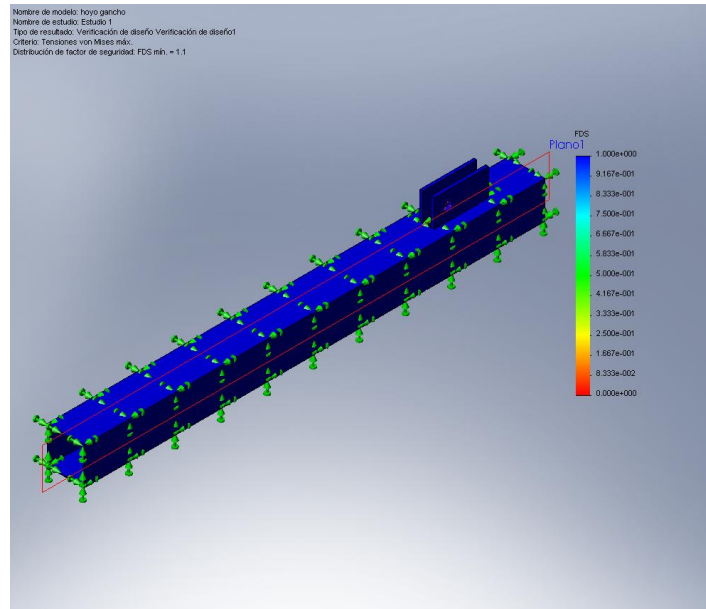


Figura 4.38 Verificación de diseño en el barreno de la extensión.

Para el análisis de las deformaciones, la escala tiene un valor de 10697.3 y se obtuvo un desplazamiento máximo de 0.00000481m (Figura 4.39). Cabe aclarar que la escala de deformación fue proporcionada por el programa, pues está configurado en la opción de automático.

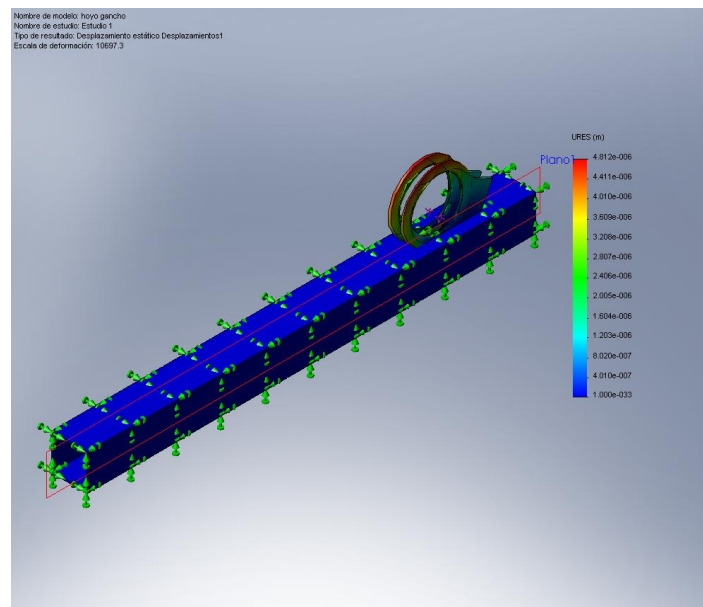


Figura 4.39 Desplazamientos en los barrenos de las extensiones.

4.3.1.1.5. Aplicación de fuerzas en las ranuras

Este análisis es sobre la sección donde queda apoyado el garfio en las ranuras hechas en los apoyos. Se aplica fuerza sobre esta parte de material para saber si no se está en riesgo de romper las ranuras con poco peso.

El garfio se detiene en la ranura, el peso empuja hacia abajo el apoyo y el garfio lo sostiene contra la extensión. Es por eso que las fuerzas fueron aplicadas hacia arriba en los puntos indicados por las flechas rosas, las flechas verdes son las restricciones.

Se aplicó una fuerza de 215kg con lo que se obtuvo un factor de seguridad mínimo de 1 como se muestra en la Figura 4.40.

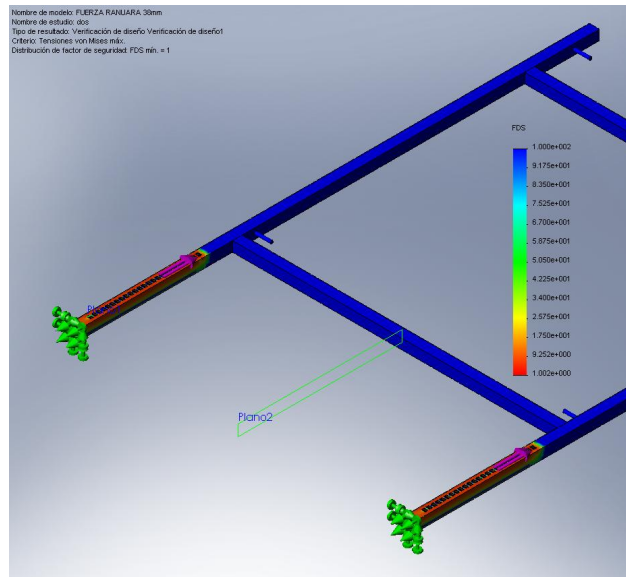


Figura 4.40 Verificación de diseño de las ranuras.

En la Figura 4.41 se muestra el resultado del análisis con una escala de deformación de 52.3046 y se obtuvo un desplazamiento máximo de 0.003717 m.

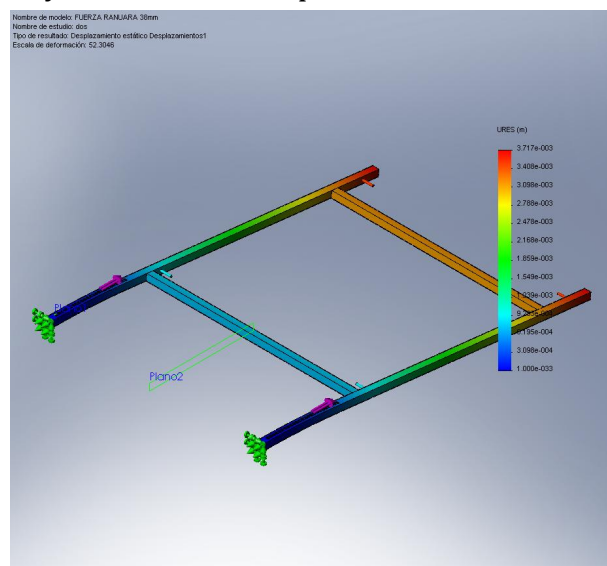


Figura 4.41 Deformaciones en las ranuras de los apoyos.

4.3.2. Prueba de uso

Haciendo uso de las instalaciones del taller de metalmecánica se realizó una prueba de uso al modelo funcional donde se efectuaron pruebas de ensamble y desensamble en las que se registraron los tiempos así como el comportamiento de la tarima en su interacción con los usuarios.

En cuanto a los tiempos, se obtuvo un promedio de 9:92 minutos para el armado y 2:09 minutos para el desarmado. La prueba se realizó simulando una situación con un terreno desnivelado con el afán de ver en función las extensiones diseñadas (Figura 4.42).



Figura 4.42 El módulo fue ensamblado en desnivel.

Las personas que tienen o trabajan en tarimas comentaron que este diseño reduce los tiempos de armado y desarmado. En cuanto al comportamiento de las piezas se registró que todos ensamblaron con éxito el módulo habiendo incluso algunos usuarios que no estaban familiarizados con las tarimas.

En cuanto al peso, resulto manejable, por lo que las piezas se podían ubicar en su lugar correspondiente con facilidad.

El sistema de extensiones logró nivelar el módulo en todas las pruebas. Dicho sistema recibió la aprobación de la mayoría de los usuarios.

Ya que se tenía el módulo ensamblado, se decidió cargarlo subiendo personas para observar su comportamiento. Así pues, subió una persona de 72kg y una más de 90kg por lo que en realidad se cargó el módulo con 162kg. Las personas caminaron sobre el módulo sin que este sufriera deformaciones permanentes o un colapso.

Por otro lado, se encontró que al momento de mover los apoyos de lugar las extensiones se salían de su lugar (Figura 4.43). Durante la prueba fue sugerido agregar un dispositivo para fijar las extensiones en una sola posición.



Figura 4.43 Las extensiones no son fijas.

Otro detalle fue que algunas personas de cierta estatura no alcanzaban cómodamente los puntos más altos del módulo (Figura 4.44). Esta situación se debe principalmente a que se niveló el módulo mediante las extensiones por lo que la altura del módulo aumentó. Dada esta situación se consideró reducir la altura de los apoyos.



Figura 4.44 La altura del módulo aumenta con el uso de las extensiones.

5. Conclusiones

Una vez obtenido el modelo funcional y los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de este proyecto, se pueden establecer las siguientes conclusiones.

Conforme a los objetivos secundarios, primero se identificaron, evaluaron y convirtieron las necesidades de los usuarios con ayuda del QFD (Apartado 2.8.3). Con lo cual las necesidades se convirtieron en características de ingeniería que el nuevo diseño de tarima aplica en la solución de los problemas identificados (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Soluciones generadas a las necesidades de los usuarios

| Necesidades de los usuarios | Soluciones generadas |
|-----------------------------|--|
| Disminución del peso | Diseño esbelto Uso de materiales ligeros |
| Evitar oxidación | Uso de perfil laminado galvanizado IMSA Zintro |
| Ocupar menos espacio | Integración de piezas; p. ej. Ensamble y apoyos |
| Reducir tiempos A. y D. | Piezas ligeras fáciles de manejar Rápida adaptación a desniveles Ensamblados unidos a los apoyos |
| Adaptación a desniveles | Sistema de trinquete que permite regular la altura de los apoyos |
| Deterioro de piezas | Uso de materiales inoxidables Acabado electropintado Precisión de ensambles |
| Mejorar Estabilidad | Uso de tirantes dispuestos en X en ambos lados del módulo |

Por otro lado, se diseñaron diferentes piezas que componen un módulo de la tarima itinerante:

- Se aportó una solución al problema de la oxidación de las piezas utilizando perfiles laminados galvanizados en la construcción de las diversas partes del modelo funcional.

- Se generó una solución a la necesidad de adaptación de los apoyos a los desniveles del terreno mediante la aplicación de una extensión fácil de utilizar.
- Se conformó un módulo para tarima itinerante ligero, lo cual proporciona facilidad de manejo, carga y descarga para los operarios encargados de esa labor.
- Se diseñó un ensamble novedoso para el contexto de las tarimas estudiadas, debido a que no se había generado una pieza similar anteriormente.
- Se usó el proceso de manufactura de embutido no cilíndrico, el cual aporta las siguientes cualidades a la pieza de ensamble:
 - Precisión en sus dimensiones a pesar de un gran número de piezas producidas.
 - Facilidad de producción.
 - Reducción del tiempo de manufactura.
 - Precio accesible.
- Al unir definitivamente la pieza de ensamble a las patas de la tarima, se influyó positivamente en los siguientes aspectos:
 - Se reduce un paso constructivo para los operarios encargados de ensamblar las tarimas itinerantes.
 - Se contribuye a la reducción del tiempo de armado, porque ya no se requiere de la descarga, colocación y desmonte de la pieza de ensamble.
 - Se evita el uso de espacio en el vehículo de carga debido a que no es necesario un contenedor de todos los ensambles usados en cada módulo de la tarima itinerante.

La Tabla 5.2 muestra las principales características del nuevo diseño de ensamble.

Tabla 5.2. Diferencias en las características de los ensambles.

| | Ensamblados actuales | Ensamble embutido |
|-------------------------|--|--|
| Materiales usados | Tubo, Placa, Perfil redondo, Perfil cuadrado y Varilla | Lámina lisa cál. 16 |
| Procesos de manufactura | Corte, Soldadura | Embutido no cilíndrico |
| Transporte | Se almacena en cajas | Van unidos a los apoyos |
| Componentes | Poste, Placa, Puntas | Una sola pieza |
| Pasos de manufactura | Medir, Cortar, Soldar cada componente | Embutir y dar acabado a una sola pieza |
| Como evitar oxidación | Acabado con esmalte, Mantenimiento | Usar lámina de acero inoxidable |
| Precio aproximado | \$30.00 MXN | \$20.00 MXN |

- Conforme a los análisis de aplicación de fuerzas se recomienda la modificación del bastidor y del ensamble para aumentar su capacidad de carga.

Finalmente, se externa la satisfacción de haber trabajado en un proyecto que influye directamente en personas que por mucho tiempo se valieron de su ingenio e iniciativa para solucionar sus necesidades. Fue gratificante ejercer los conocimientos de la Ingeniería en Diseño para el beneficio de dichas personas.

5.1. Trabajos posteriores

Durante el desarrollo del presente trabajo, se identificaron diversas necesidades en las tarimas itinerantes y se dieron propuestas puntuales con el afán de abatirlas. Sin embargo quedan vertientes que podrán ser suficientes para casos de estudio de proyectos similares, dentro de las cuales se pueden señalar:

- Diseño estructural de un modelo de tarima itinerante dentro de los parámetros identificados en el contexto.
- Integración de nuevos espacios útiles a la tarima como pueden ser sanitarios, vestidores y cabina de controles.
- Determinación cuantitativa de las características ideales de la tarima en cuanto a tiempos y movimientos, capacidad de carga, vida útil, deformaciones, libertad de movimientos y peso estructural.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

Bertolme, W., Dibujo en ingeniería y comunicación gráfica, McGraw Hill Interamericana, 1999.

Chevalier, A., Dibujo Industrial, Limusa, 2002.

Dieter, G., Engineering Design, McGraw Hill, 2000.

Doyle, L., Materiales y procesos de manufactura para ingenieros, Prentice – Hall, 1988.

Gui, B., Diseño Industrial Artefacto y Proyecto, España, 1975.

Koelhofer, L., Manual de soldadura, Limusa, 2001.

Moore, H., Materiales y procesos de fabricación, Limusa, 2002.

Groover M., Fundamentos de manufactura moderna, Prentice – Hall, 1997.

Robles F., Estructuras de madera, Limusa, México, 1989.

URLs

<http://www.imsanet.com/imsaacero/espaniol/productos.htm> “Página Web de la empresa IMSA donde se encuentra el catálogo de perfiles laminados”, Marzo 2008.

<http://www.acerosfortuna.com.mx/>, “Página Web de la empresa Aceros la Fortuna donde se encontró información de distintos tipos de acero”, Abril 2008.

<http://www.comex.com.mx/>, “Página Web de la empresa COMEX donde se encontraron las especificaciones de esmalte para metales” Marzo 2008.

<http://www.remolques.com.mx/>, “Página Web donde se encuentran descripciones de cajas para camiones de carga”, Abril 2008.

DOCUMENTOS PDF

Manual de formación SolidWorks 2004. Chapa Metálica, SolidWorks Corporation, 1995-2003.

Perfiles.pdf, IMSA, México 2008.

Productos_y_Manual.pdf, IMSA, México 2007.

CATÁLOGOS

Catálogo general de productos 2006, Grupo Acatitla, Acero Herrajes Ferretería, 5ª edición-f.

Folleto con especificación de productos, Aceros Ticomán, Fabricantes y distribuidores de perfiles de acero, México DF.

Perfil Zintro, IMSA, México.

DICCIONARIOS

García Ramón – Pelayo y Gross, LAROUSSE Diccionario Manual Ilustrado, Diccionario enciclopédico, Ediciones Larousse S. A. de C. V. 1997.

ANEXOS

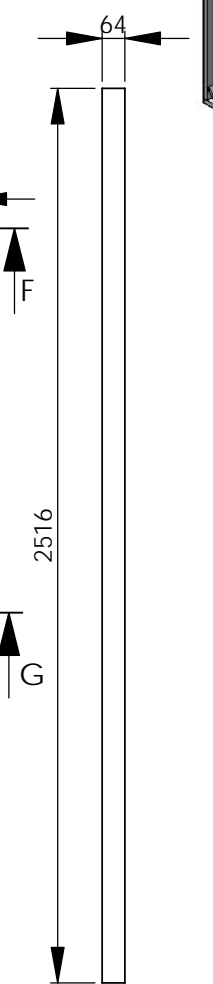
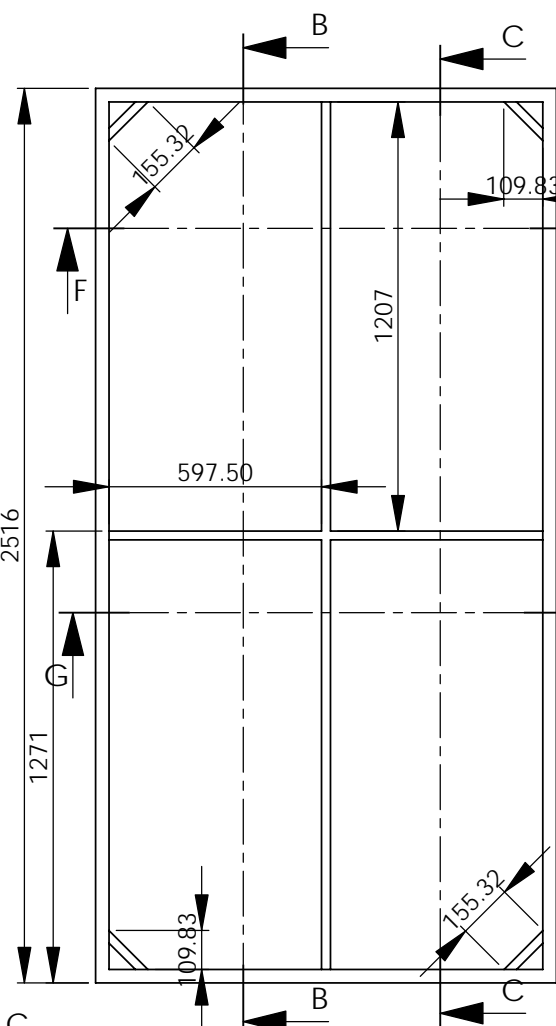
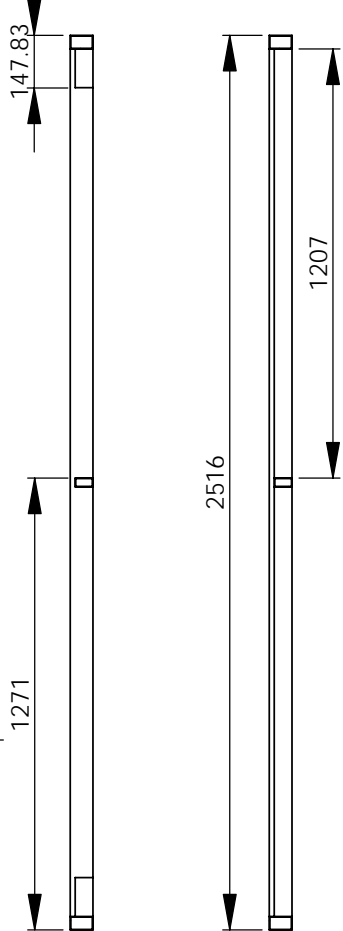
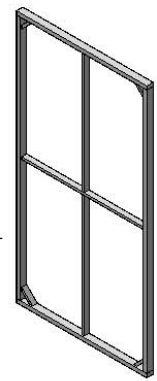
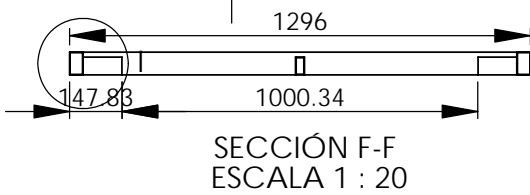
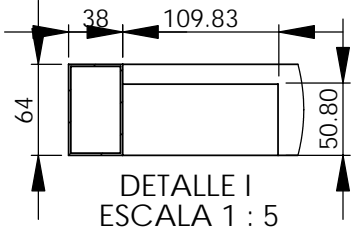
A. Planos constructivos

B. Planos de las tarimas estudiadas

C. Estimación del precio de la tarima

D. Cuestionarios aplicados

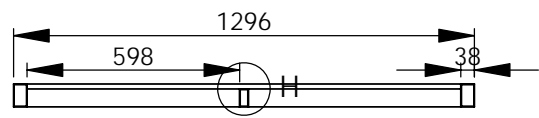
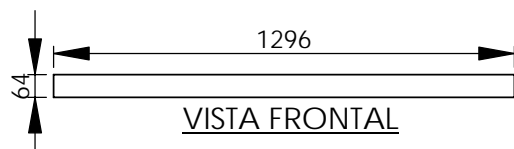
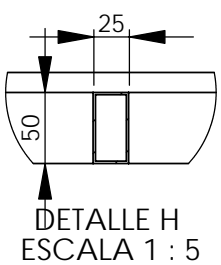
A. Planos constructivos



SECCIÓN B-B ESCALA 1 : 20 SECCIÓN C-C ESCALA 1 : 20

VISTA SUPERIOR

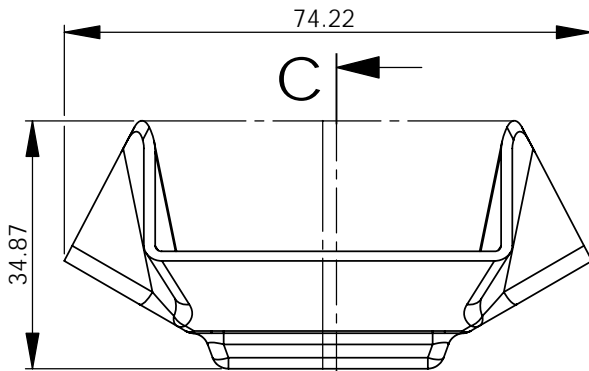
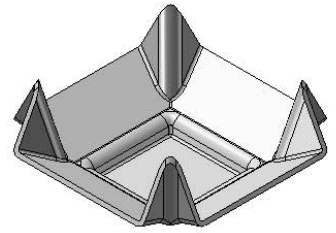
VISTA LATERAL



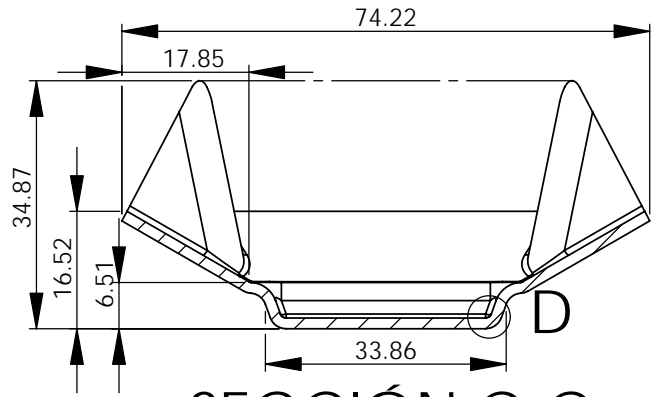
SECCIÓN G-G ESCALA 1 : 20

| | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|--|-----------------------------------|--|-------------------------------|--|----------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN Isaac Cruz López | | SIGNATURE | | DATE Marzo 2009 | | TITLE: <h1>DVIS-Marco</h1> | | | |
| CHK'D | | SIGNATURE | | DATE | | | | | |
| APPV'D | | SIGNATURE | | DATE | | | | | |
| MFG | | SIGNATURE | | DATE | | | | | |
| Q.A | | SIGNATURE | | DATE | | | | | |
| MATERIAL: | | | | DWG NO. | | VIS-01 | | A4 | |
| WEIGHT: | | | | SCALE:1:50 | | SHEET 1 OF 1 | | | |

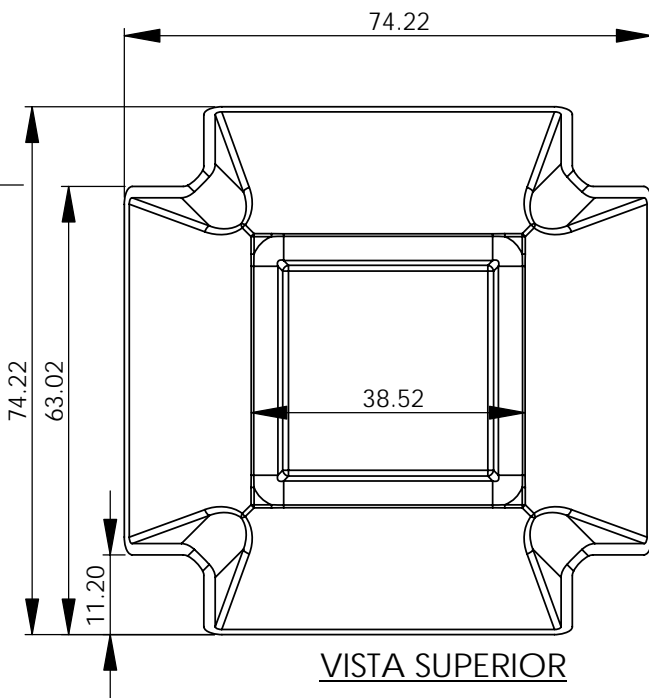
A
B
C
D
E



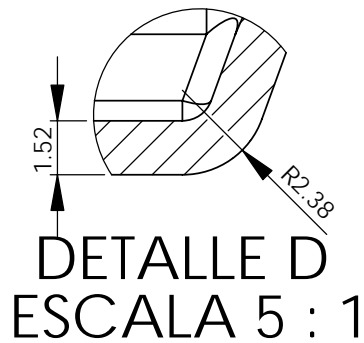
VISTA FRONTAL



SECCIÓN C-C

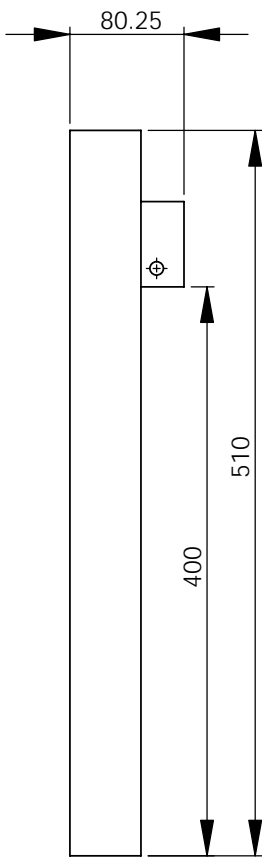


VISTA SUPERIOR

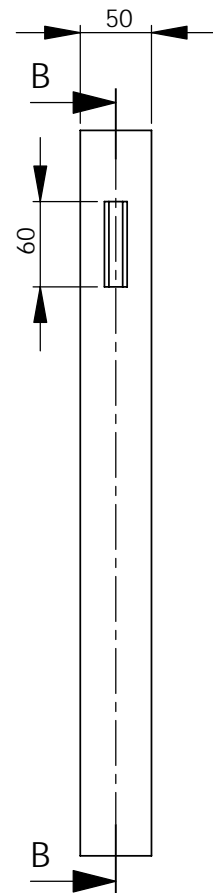


**DETALLE D
ESCALA 5 : 1**

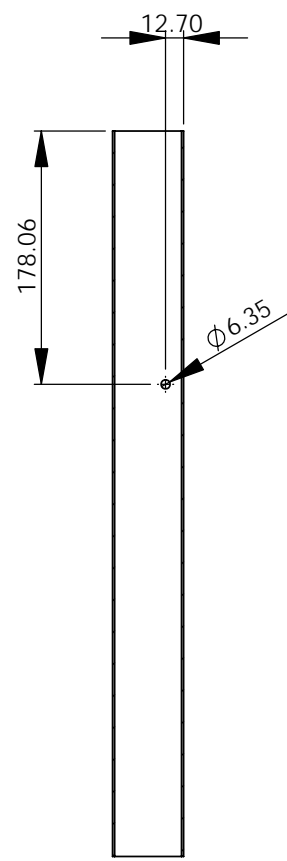
| | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|------------|--|-----------------------------------|--|---------------------------------------|--|----------|--|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | | SIGNATURE: | | DATE: Enero 2009 | | TITLE: DVIS-Ensamble cal 16 | | | | |
| CHK'D: | | | | | | | DWG NO. VIS-02 | | | | |
| APP'VD: | | | | | | | A4 | | | | |
| MFG: | | | | | | | SCALE:1:1 | | | | |
| Q.A: | | | | | MATERIAL: | | SHEET 1 OF 1 | | | | |
| | | | | | WEIGHT: | | | | | | |



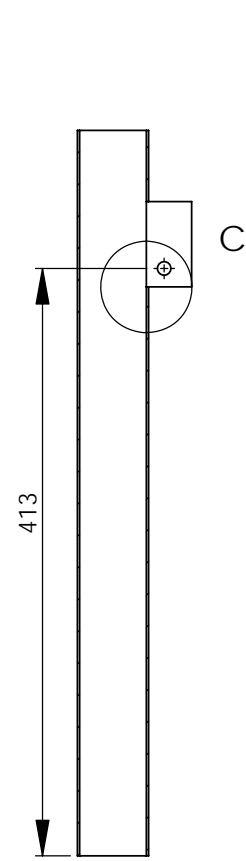
VISTA LATERAL



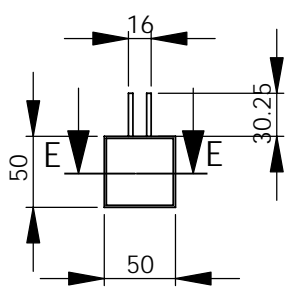
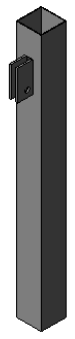
VISTA FRONTAL



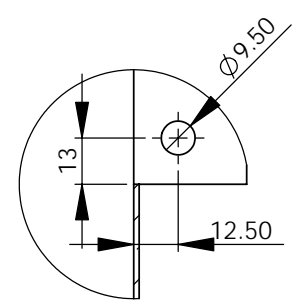
SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 5



SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 5



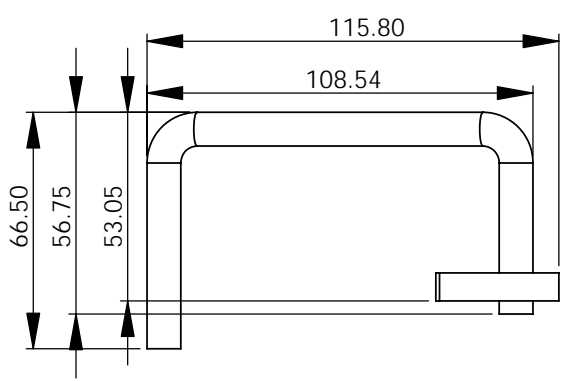
VISTA INFERIOR



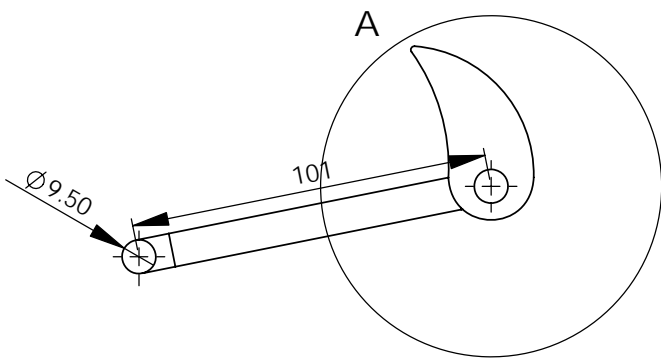
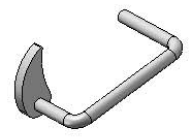
DETALLE C
ESCALA 1 : 2

| | | | | | | | | | |
|---|--|------------|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | SIGNATURE: | | DATE: Enero 2009 | | TITLE: <h1>DVIS-Extensión</h1> | | | |
| CHK'D: | | SIGNATURE: | | DATE: | | | | | |
| APPV'D: | | SIGNATURE: | | DATE: | | | | | |
| MFG: | | SIGNATURE: | | DATE: | | | | | |
| Q.A: | | SIGNATURE: | | DATE: | | | | | |
| | | | | MATERIAL: | | DWG NO. VIS-03 | | A4 | |
| | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:1 | | SHEET 1 OF 1 | |

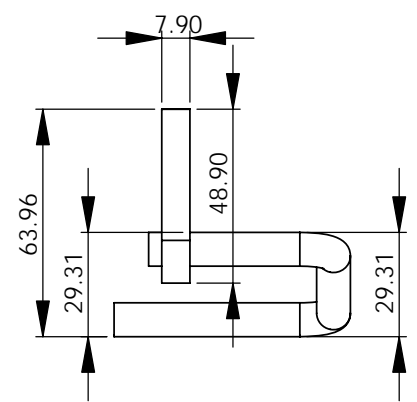
A
B
C
D
E



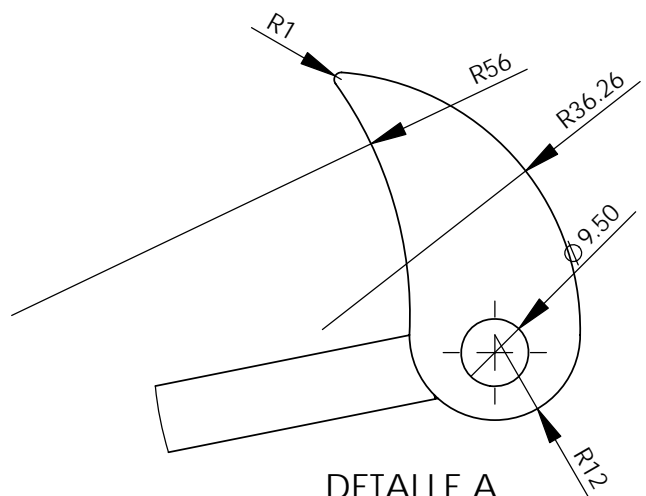
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

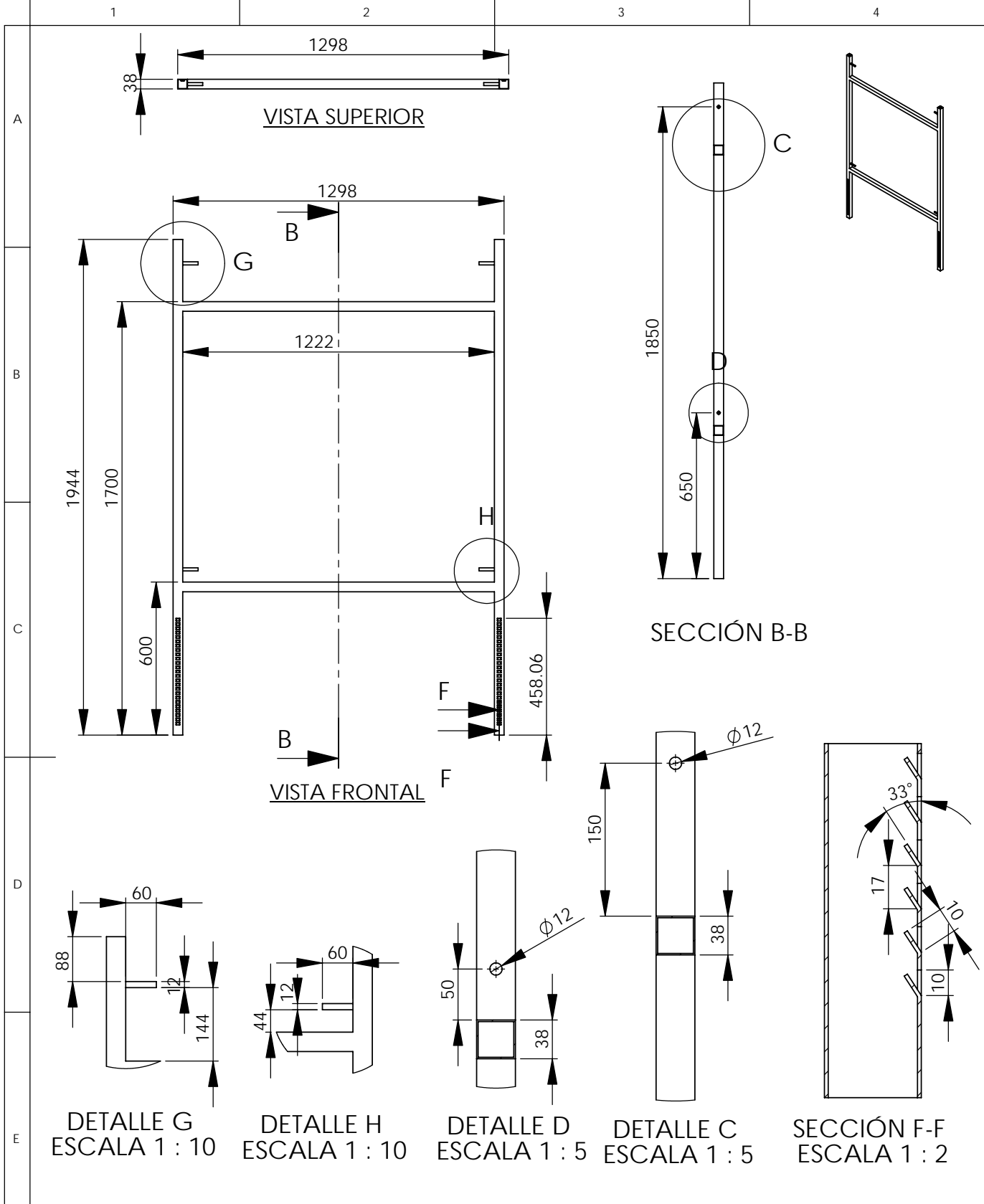


VISTA LATERAL



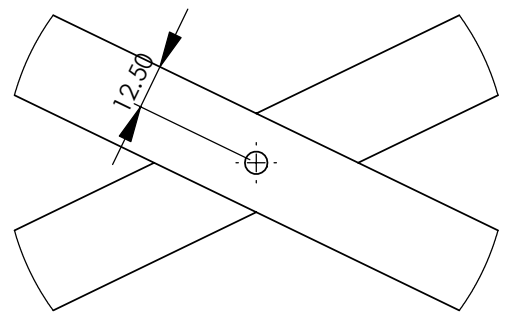
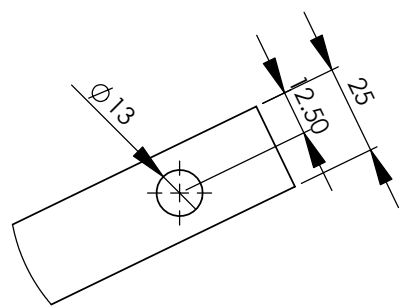
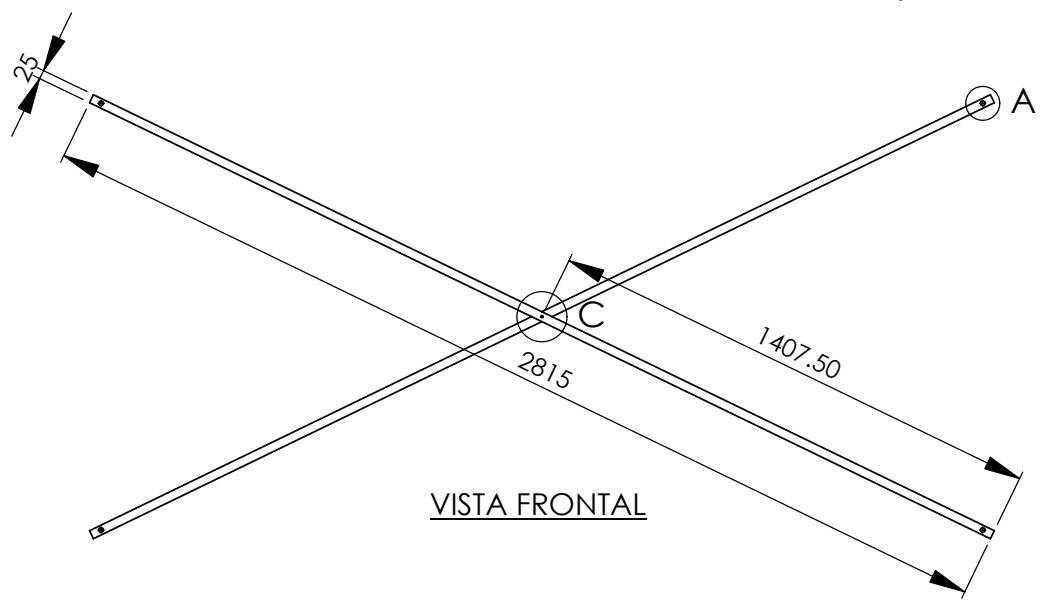
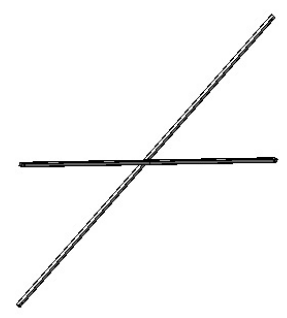
DETALLE A
ESCALA 1 : 1

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|---------|--|--|-----------------------------------|--|--|----------------------|--|--|--|--|--|--------------|--|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | FINISH: | | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | | DO NOT SCALE DRAWING | | | REVISION | | | | | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | | | | | DATE: Enero 2009 | | | | | | TITLE: DVIS-Palanca y garfio | | | | | |
| CHK'D: | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| APP'VD: | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Q.A: | | | | | | MATERIAL: | | | | | | DWG NO. VIS-04 | | | A4 | | |
| | | | | | | WEIGHT: | | | | | | SCALE:1:2 | | | SHEET 1 OF 1 | | |



| | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|------------|--|-----------------------------------|--|--------------------------------|--|----------|--|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | | SIGNATURE: | | DATE: Enero 2009 | | TITLE: DVIS-Apoyo N1 | | | | |
| CHK'D: | | | | | | | DWG NO. VIS-05 | | | | |
| APPV'D: | | | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | | | | | | |
| Q.A. | | | | | MATERIAL: | | SCALE:1:20 | | | | |
| | | | | | WEIGHT: | | SHEET 1 OF 1 | | | | |

A
B
C
D
E



| | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|------------|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--|--------------|--|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | | SIGNATURE: | | DATE: Enero 2009 | | TITLE: DVIS-Tirantes N1 | | | | |
| CHK'D: | | | | | | | DWG NO. VIS-06 | | | | |
| APPV'D: | | | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | | | | | | |
| Q.A: | | | | | MATERIAL: | | A4 | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:20 | | SHEET 1 OF 1 | | |

1

2

3

4

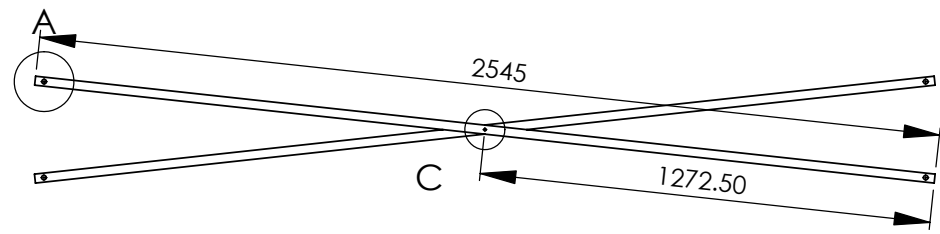
A

B

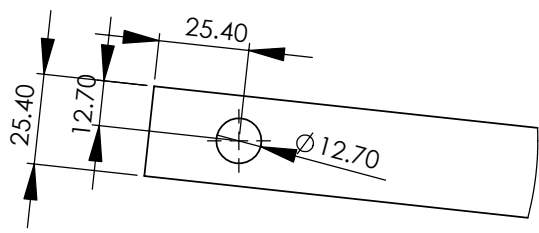
C

D

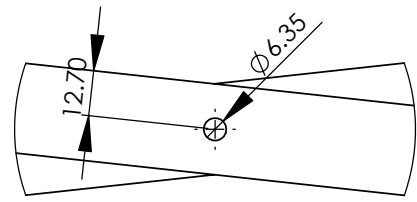
E



VISTA FRONTAL

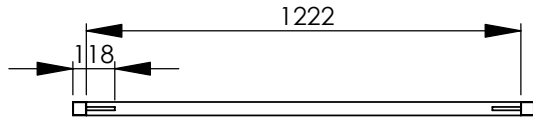


DETALLE A
ESCALA 1 : 2

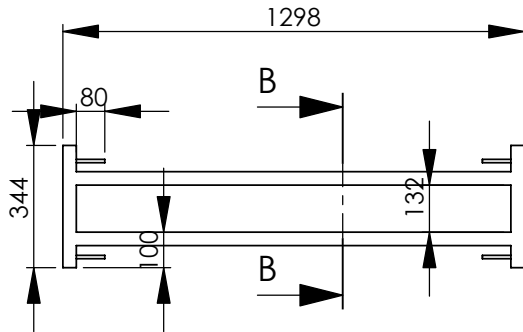
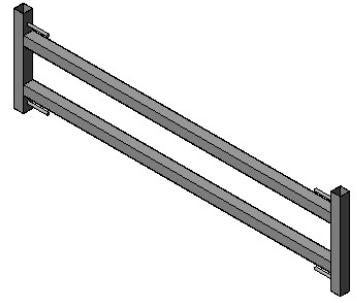


DETALLE C
ESCALA 1 : 2

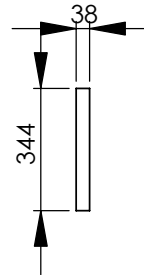
| | | | | | | | | | |
|---|--|------------|--|-----------------------------------|--|---------------------------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | SIGNATURE: | | DATE: Enero 2009 | | TITLE: DVIS-Tirantes N2 | | | |
| CHK'D: | | SIGNATURE: | | DATE: | | | | | |
| APP'VD: | | SIGNATURE: | | DATE: | | | | | |
| MFG: | | SIGNATURE: | | DATE: | | | | | |
| Q.A: | | SIGNATURE: | | MATERIAL: | | DWG NO. VIS-07 | | A4 | |
| | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:1 | | SHEET 1 OF 1 | |



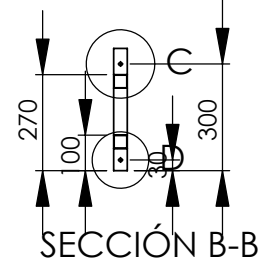
VISTA SUPERIOR



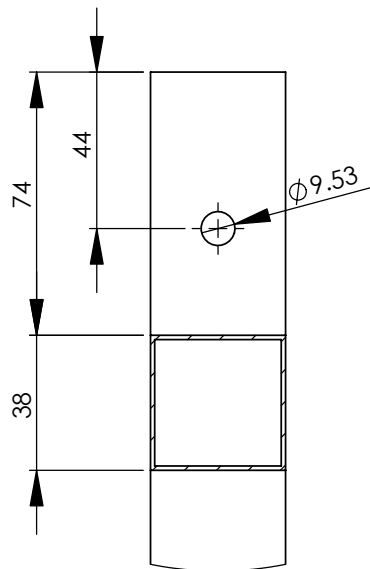
VISTA FRONTAL



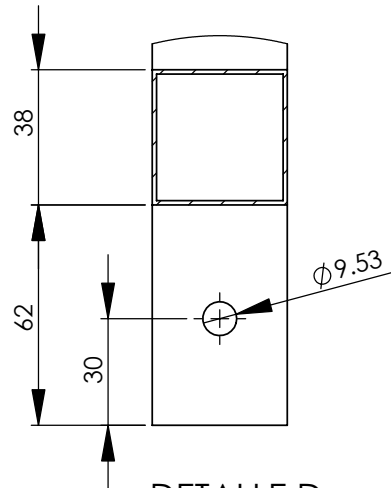
VISTA LATERAL



SECCIÓN B-B



DETALLE C
ESCALA 1 : 2



DETALLE D
ESCALA 1 : 2

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------------------|-----------|------------|-----------|--|
| DRAWN | Isaac Cruz López | | Enero 2009 | | |
| CHK'D | | | | | |
| APP'VD | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |
| | | | | MATERIAL: | |
| | | | | | |
| | | | | WEIGHT: | |

TITLE:

DVIS-Apoyo N2

DWG NO.

VIS-08

A4

SCALE:1:20

SHEET 1 OF 1

1

2

3

4

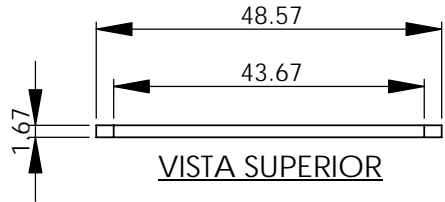
A

B

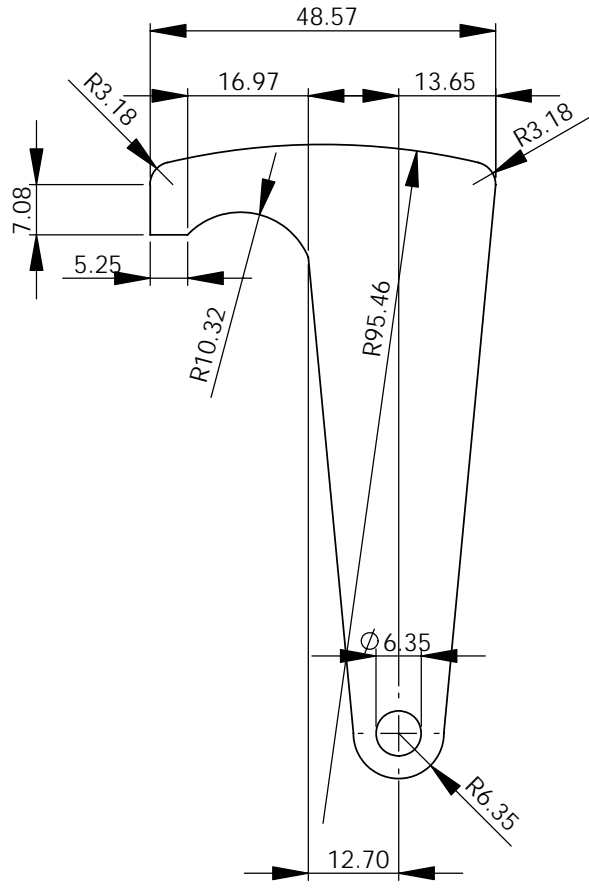
C

D

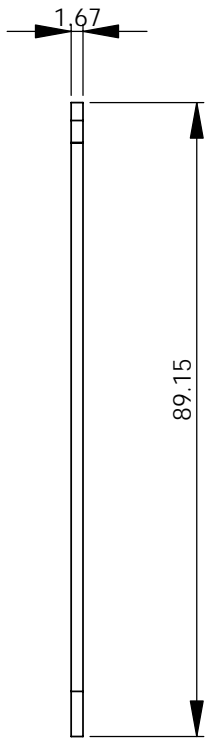
E



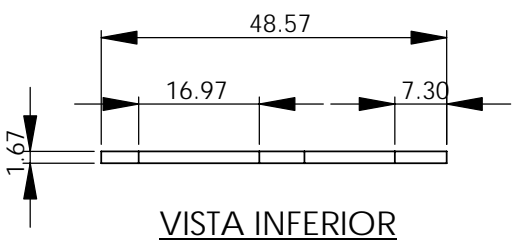
VISTA SUPERIOR



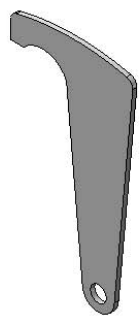
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL D.

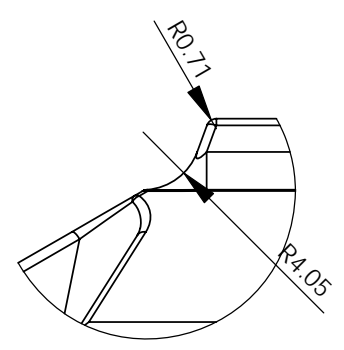
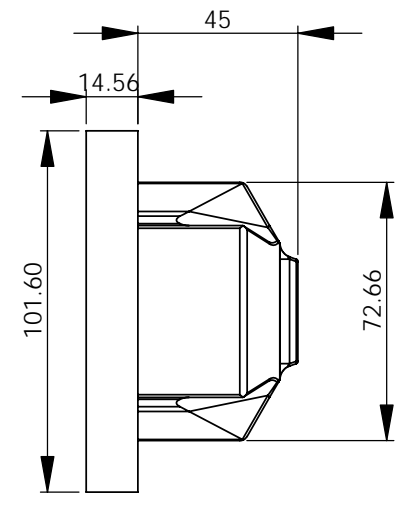
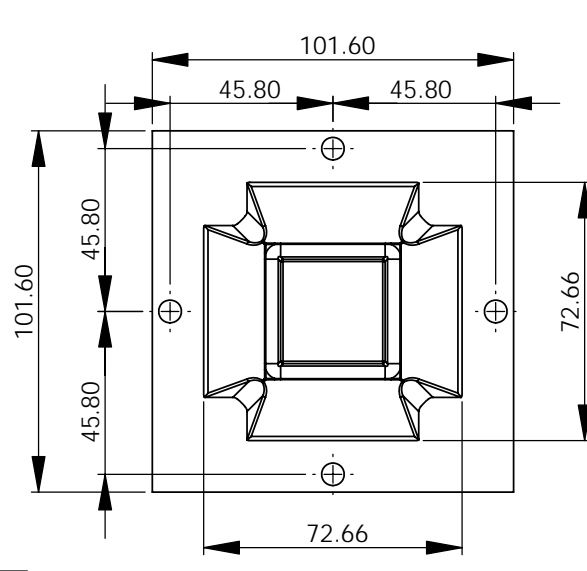
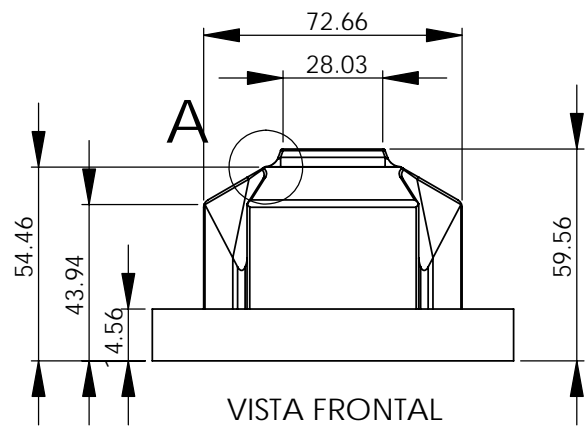


VISTA INFERIOR



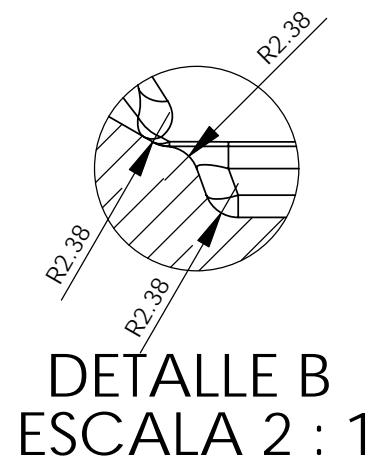
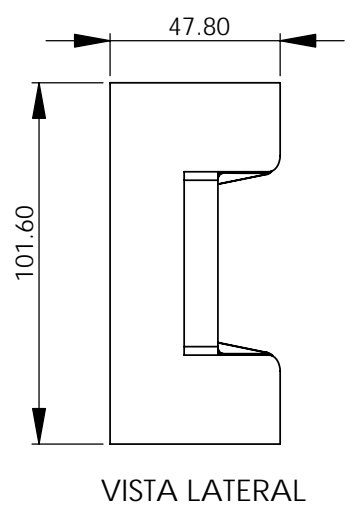
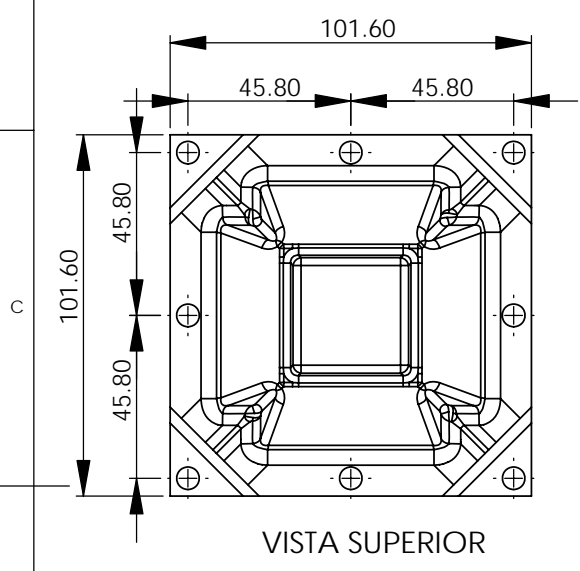
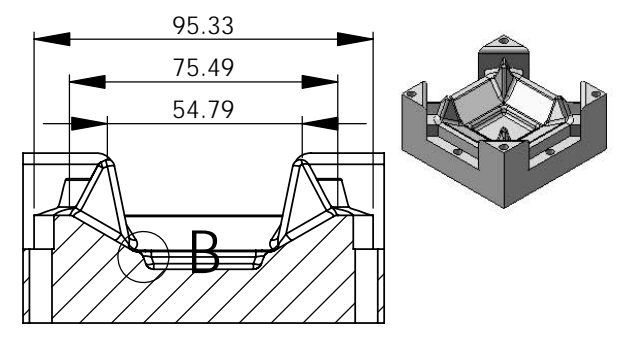
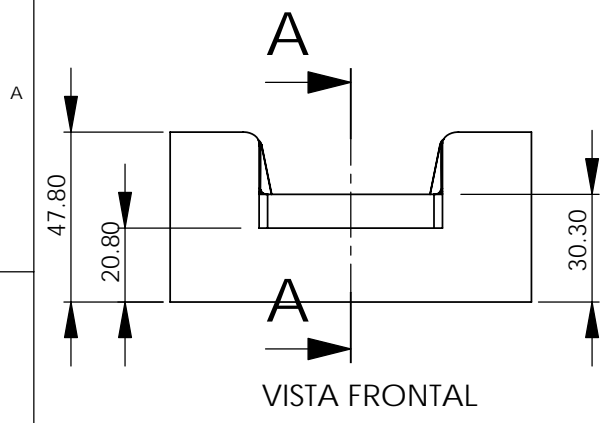
| | | | | | | | | | |
|---|--|------------|--|-----------------------------------|--|--|--|---------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | SIGNATURE: | | DATE: Marzo 2009 | | TITLE: DVIS-Seguro extensiones | | | |
| CHK'D: | | | | | | DWG NO. | | VIS-09 | |
| APP'VD: | | | | | | | | A4 | |
| MFG: | | | | | | | | | |
| Q.A: | | | | MATERIAL: | | | | | |
| | | | | | | SCALE:1:1 | | SHEET 1 OF 1 | |
| | | | | WEIGHT: | | | | | |

A
B
C
D
E



DETALLE A ESCALA 2 : 1

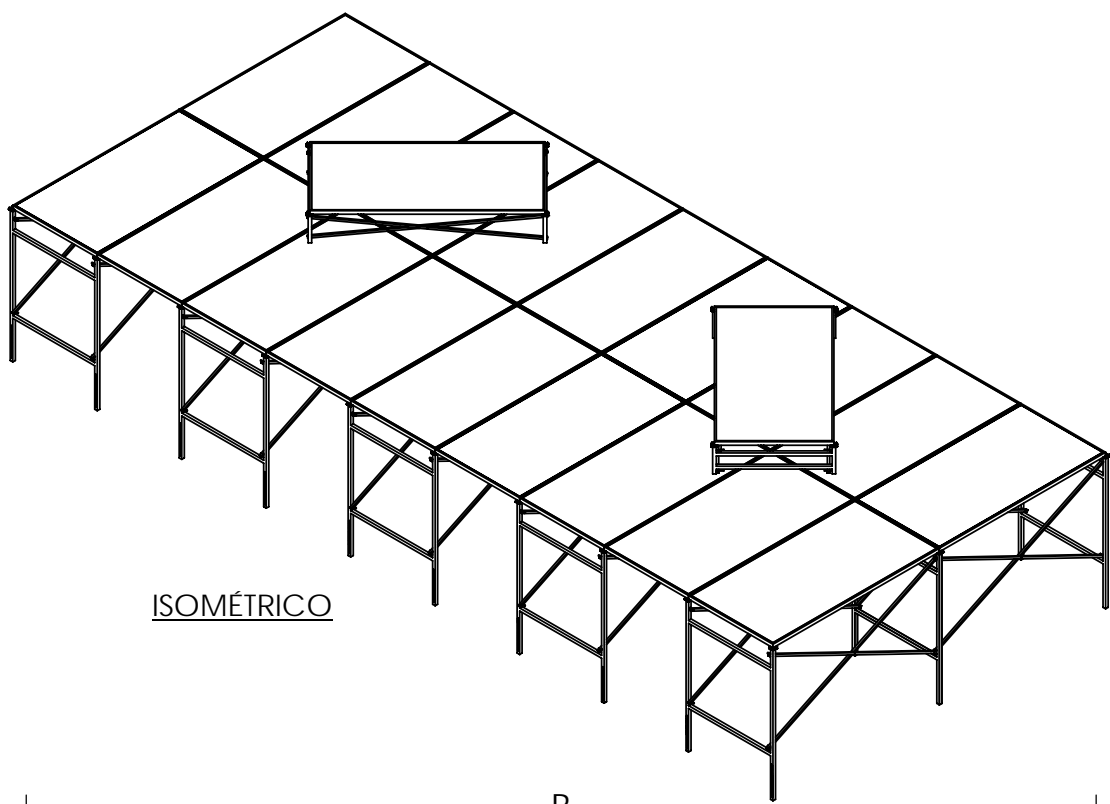
| | | | | | | | | | |
|---|--|------------|--|-----------------------------------|--|---|--|---------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | SIGNATURE: | | DATE: Abril 2009 | | TITLE: DVIS-Punzón molde embutido | | | |
| CHK'D: | | | | | | DWG NO. | | VIS-10 | |
| APP'VD: | | | | | | | | A4 | |
| MFG: | | | | | | SCALE:1:2 | | SHEET 1 OF 1 | |
| Q.A: | | | | MATERIAL: | | | | | |
| | | | | WEIGHT: | | | | | |



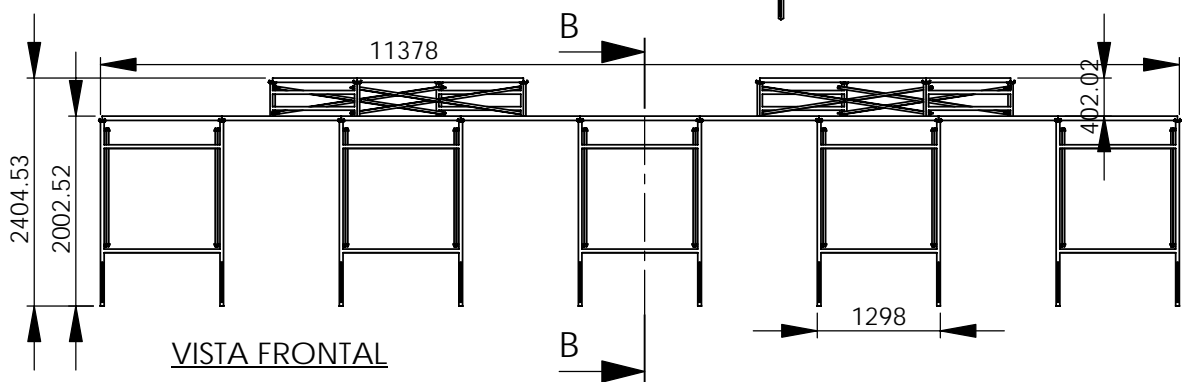
| | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|------------|--|-----------------------------------|--|---|--|----------|--|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | | SIGNATURE: | | DATE: Abril 2009 | | TITLE: DVIS-Dado molde embutido | | | | |
| CHK'D: | | | | | | | DWG NO. VIS-11 | | | | |
| APPV'D: | | | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | | | | | | |
| Q.A: | | | | | MATERIAL: | | SCALE:1:2 | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | WEIGHT: | | SHEET 1 OF 1 | | | | |

A
B
C
D
E

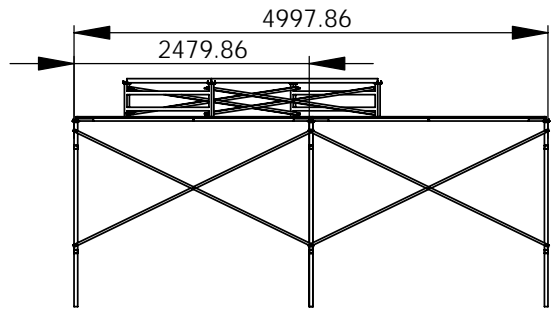
A
B
C
D
E



ISOMÉTRICO



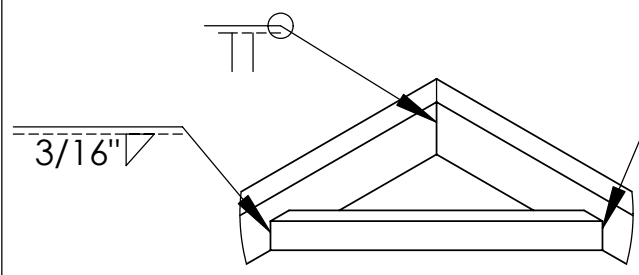
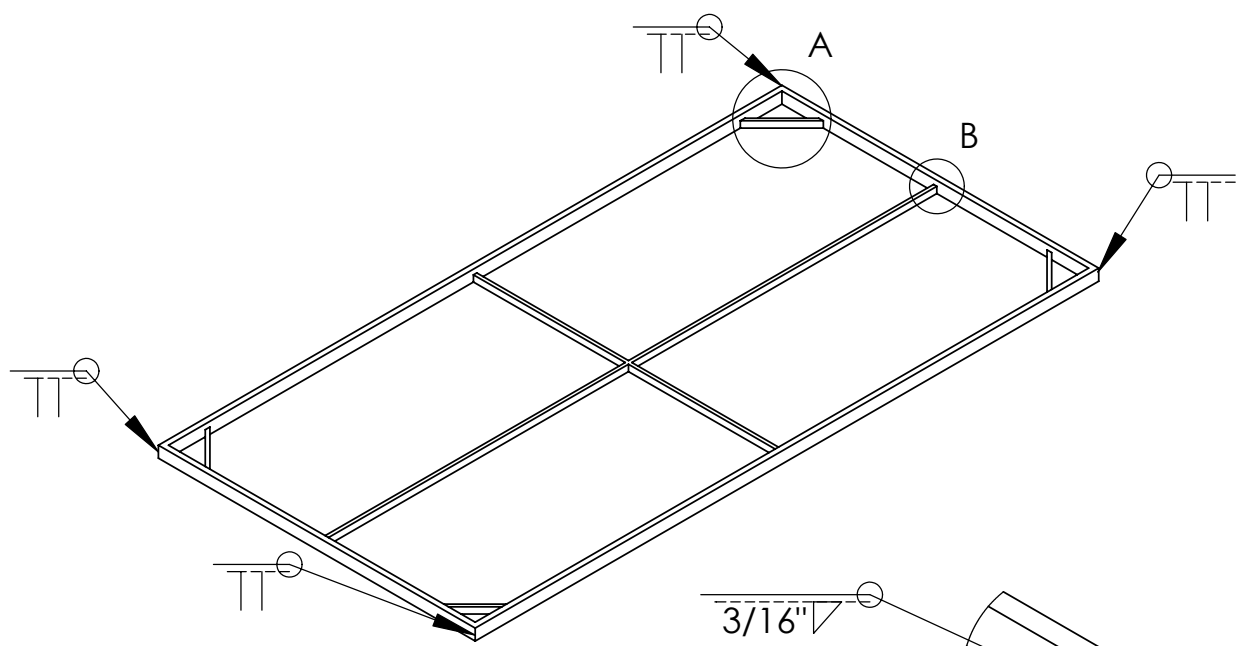
VISTA FRONTAL



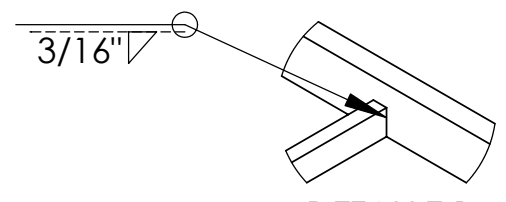
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 75

| | | | | | | | | | |
|---|--|------------|--|-----------------------------------|--|------------------------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | SIGNATURE: | | DATE: Marzo 2009 | | TITLE: | | | |
| CHK'D: | | | | | | DWG NO. TARIMA 2 NIVELES | | | |
| APPV'D: | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | | | | |
| Q.A: | | | | MATERIAL: | | SCALE:1:200 | | SHEET 1 OF 1 | |
| | | | | WEIGHT: | | | | A4 | |

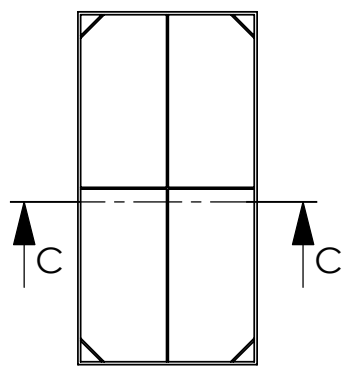
A
B
C
D
E



DETALLE A
ESCALA 1 : 5



DETALLE B
ESCALA 1 : 5



SECCIÓN C-C
ESCALA 1 : 10

| | | | | | | | | | |
|---|--|------------|--|-----------------------------------|--|--------------------------|--|----------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | SIGNATURE: | | DATE: Enero 2009 | | TITLE: DSOL-Marco | | | |
| CHK'D: | | | | | | DWG NO. | | | |
| APP'VD: | | | | | | SOL-01 | | | |
| MFG: | | | | | | | | | |
| Q.A: | | | | MATERIAL: | | SCALE:1:20 | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | WEIGHT: | | | | | |

A

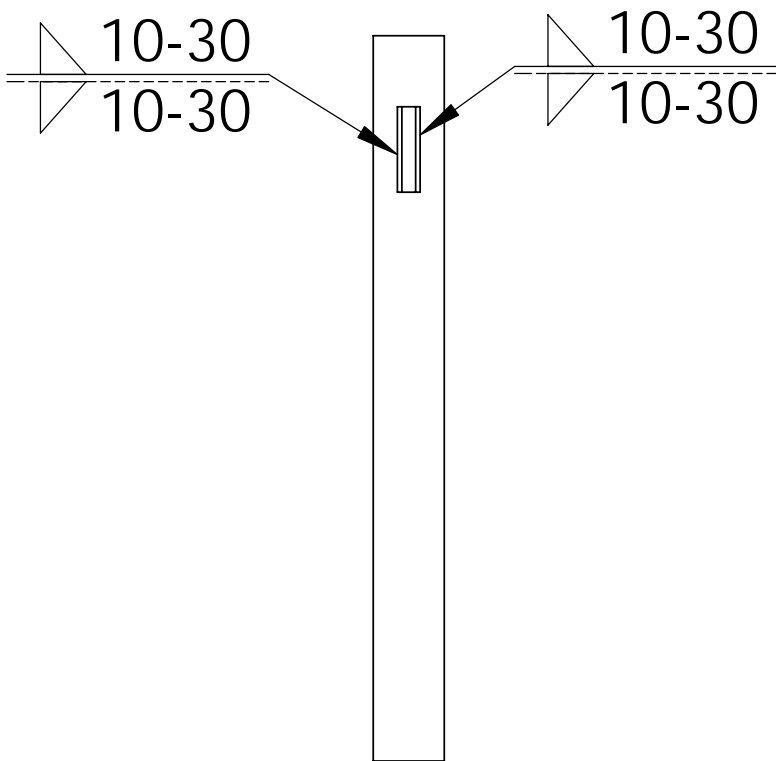
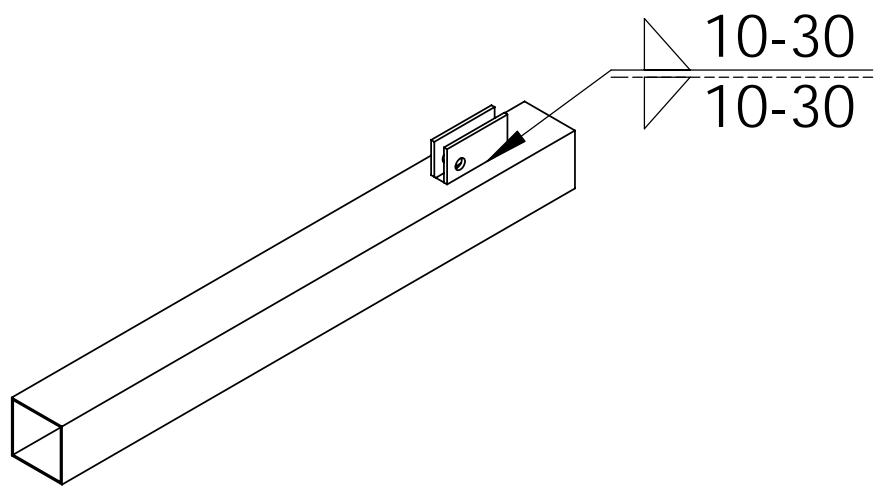
B

C

D

E

F



Importante: Antes de soldar la segunda solera perforada se debe introducir la palanca y el garfio en el barreno dispuesto para tal fin.

| | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|--|-----------------------------------|--|-------------------------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| | | | | | | TITLE: DSOL-Extensión | | | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | SIGNATURE | | DATE: Enero 2009 | | | | | |
| CHK'D | | SIGNATURE | | DATE | | | | | |
| APPV'D | | SIGNATURE | | DATE | | | | | |
| MFG | | SIGNATURE | | DATE | | | | | |
| Q.A | | | | MATERIAL: | | DWG NO. SOL-02 | | A4 | |
| | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:1 | | SHEET 1 OF 1 | |

1

2

3

4

A

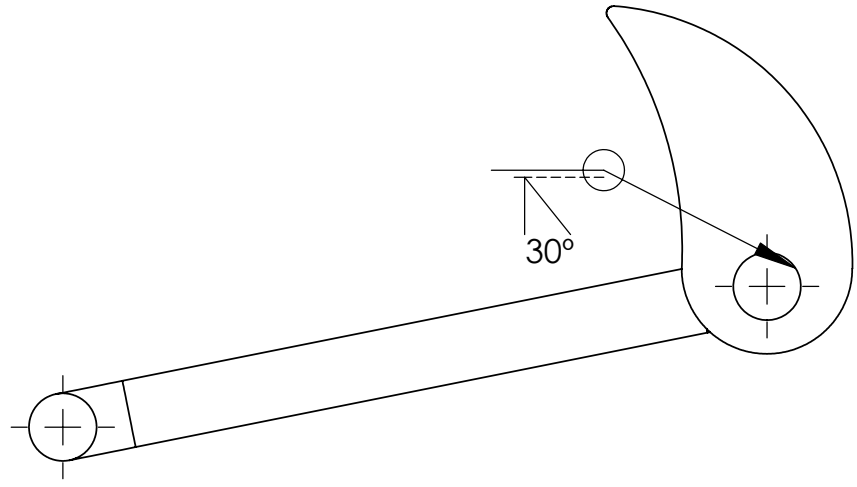
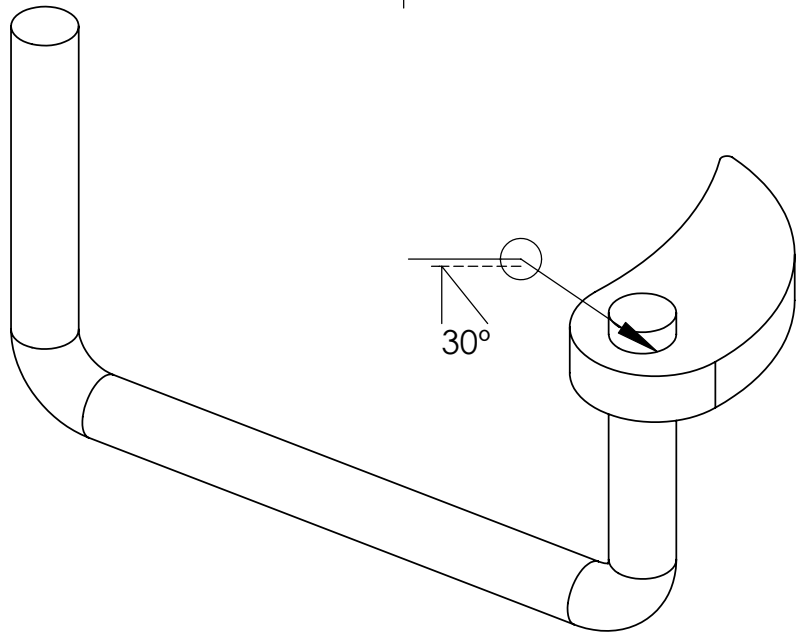
B

C

D

E

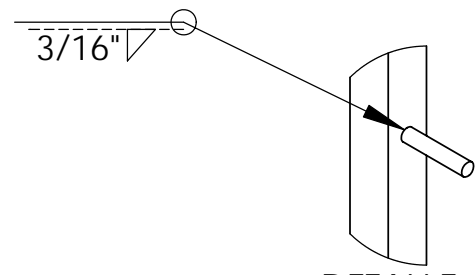
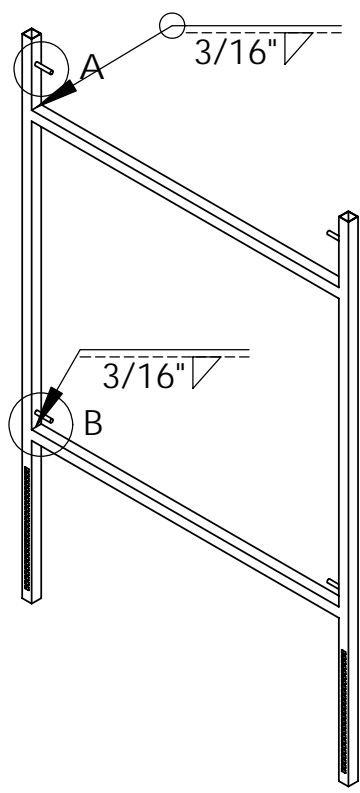
F



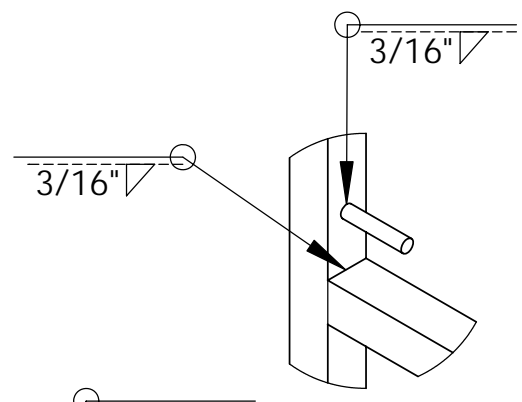
Importante: Este proceso de soldadura se realizará una vez colocado el garfio y la palanca en los barrenos correspondientes de la extensión.

| | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|--|-----------------------------------|--|--|--|----------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | SIGNATURE | | DATE: Enero 2009 | | TITLE: DSOL-Palanca y garfio | | | |
| CHK'D | | | | | | DWG NO. SOL-03 | | | |
| APP'VD | | | | | | | | | |
| MFG | | | | | | A4 | | | |
| Q.A | | | | MATERIAL: | | | | | |
| | | | | | | SCALE:1:2 | | | |
| | | | | WEIGHT: | | SHEET 1 OF 1 | | | |

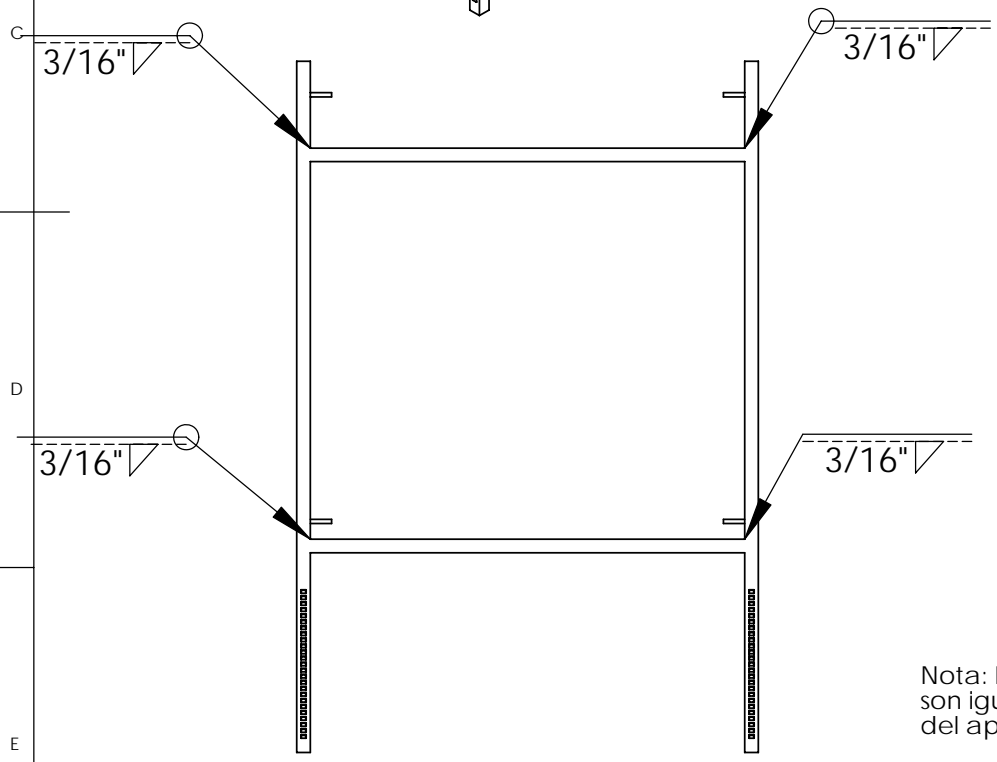
A
B
C
D
E



DETALLE A
ESCALA 1 : 5



DETALLE B
ESCALA 1 : 5



Nota: Los cordones de soldadura son iguales para ambos lados del apoyo.

| | | | | | | | | | |
|---|--|------------|--|-----------------------------------|--|----------------------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | SIGNATURE: | | DATE: Enero 2009 | | TITLE: <h1>DSOL-Apoyo N1</h1> | | | |
| CHK'D: | | | | | | | | | |
| APPV'D: | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | | | | |
| Q.A: | | | | | | | | | |
| | | | | MATERIAL: | | DWG NO. SOL-04 | | A4 | |
| | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:20 | | SHEET 1 OF 1 | |

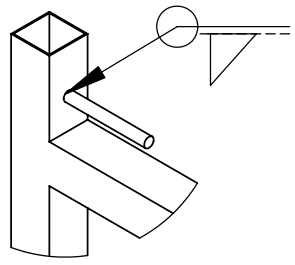
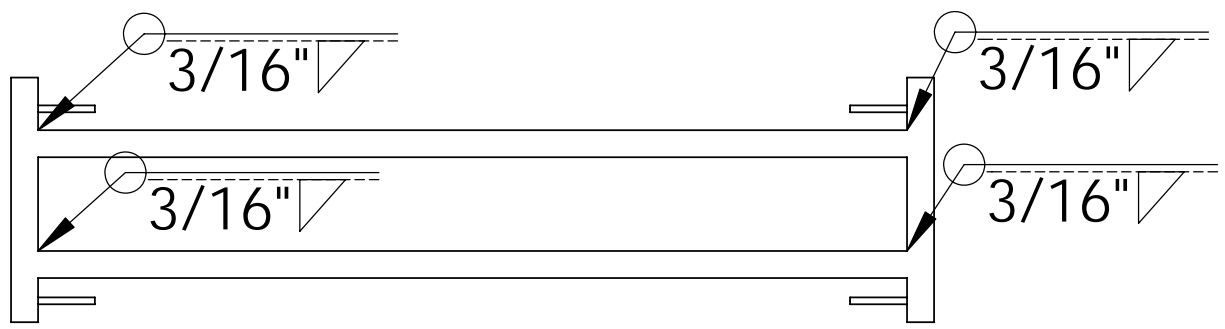
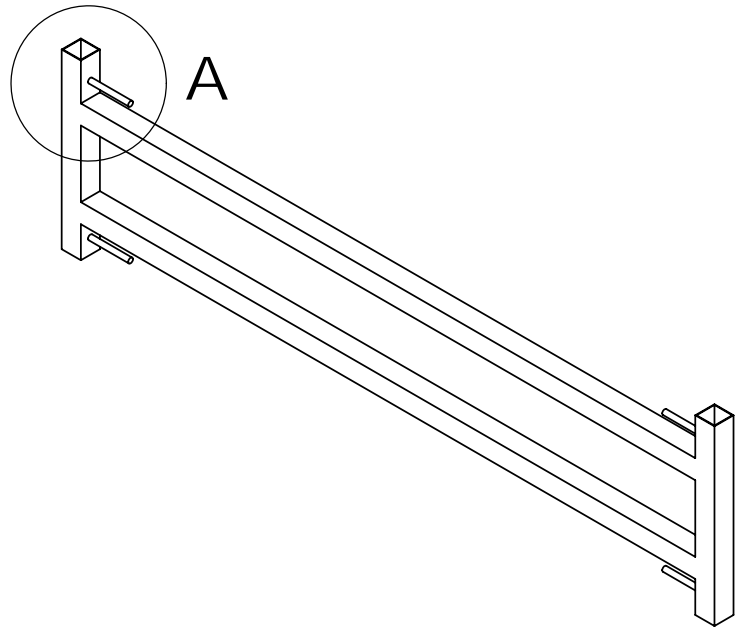
A

B

C

D

E



Nota: Se usará este mismo cordón de soldadura para las uniones entre los tramos de redondo y los perfiles cuadrados del apoyo.

DETALLE A

ESCALA 1 : 5

| | | | | | | | | | |
|--|--|-----------|--|-----------------------------------|--|----------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| SURFACE FINISH: | | | | | | | | | |
| TOLERANCES: | | | | | | | | | |
| LINEAR: | | | | | | | | | |
| ANGULAR: | | | | | | | | | |
| NAME | | SIGNATURE | | DATE | | TITLE: | | | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | | | Enero 2009 | | DSOL-Apoyo N2 | | | |
| CHK'D | | | | | | | | | |
| APPV'D | | | | | | | | | |
| MFG | | | | | | | | | |
| Q.A | | | | MATERIAL: | | DWG NO. | | A4 | |
| | | | | | | SOL-05 | | | |
| | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:20 | | SHEET 1 OF 1 | |
| | | | | | | | | | |

A

B

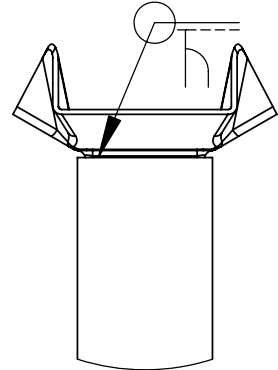
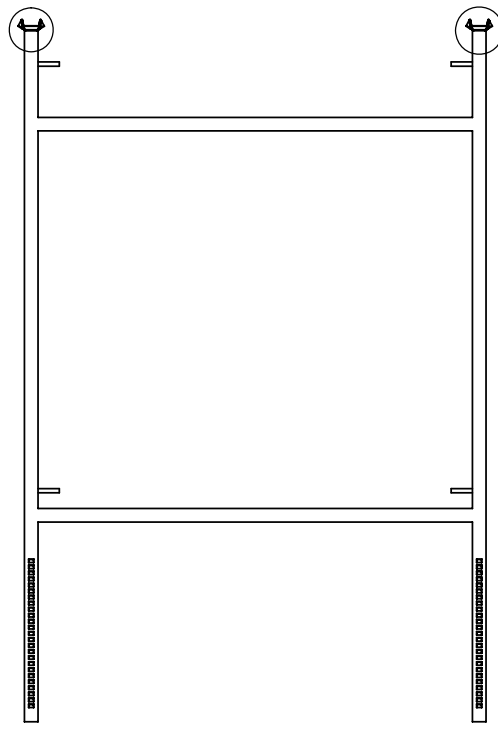
C

D

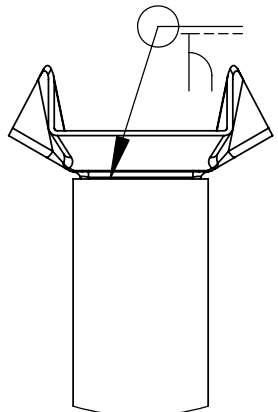
E

A

B



DETALLE A
ESCALA 1 : 2



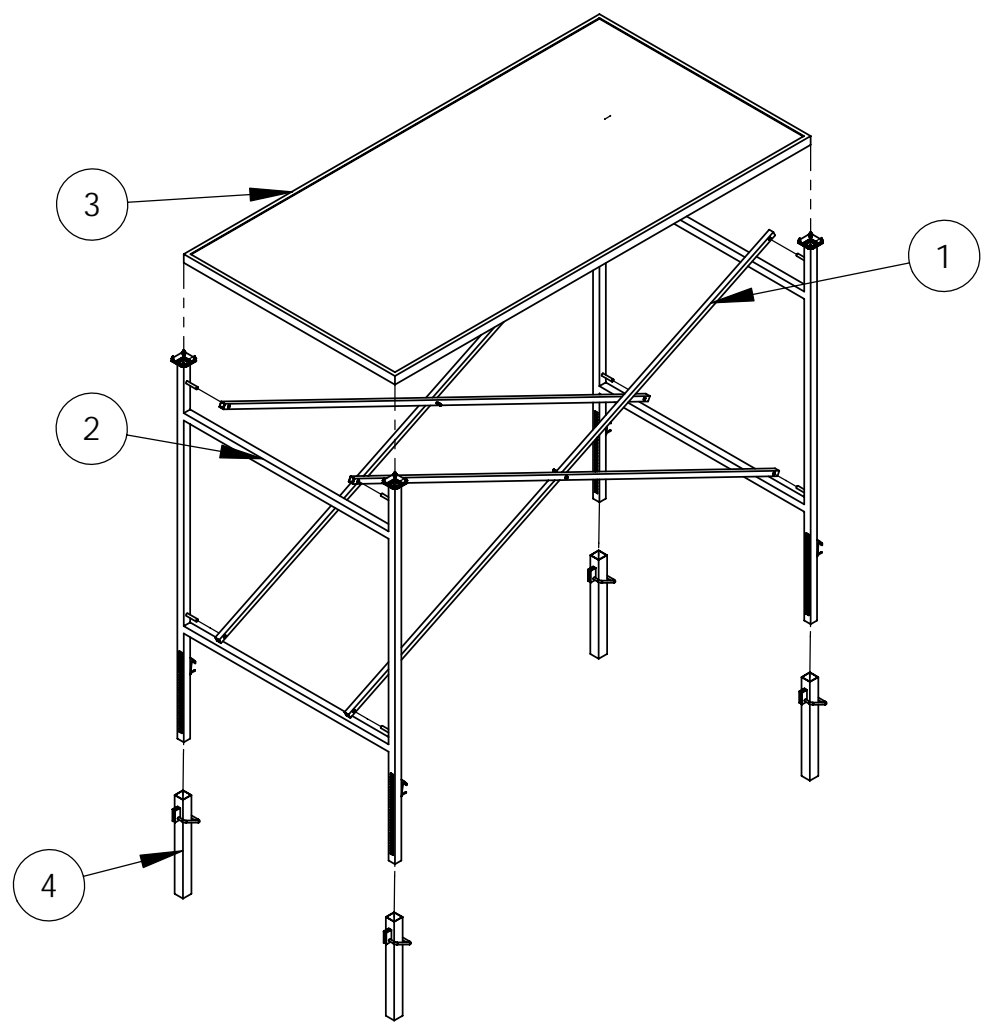
DETALLE B
ESCALA 1 : 2

| | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|------------|--|-----------------------------------|--|---|--|----------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | | | SIGNATURE: | | DATE: Enero 2009 | | TITLE: DSOL-Apoyo y Ensamblés | | | |
| CHK'D: | | | | | | | | DWG NO. SOL-06 | | | |
| APPV'D: | | | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | | | | | | |
| Q.A: | | | | | | MATERIAL: | | SCALE:1:20 | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | WEIGHT: | | SHEET 1 OF 1 | | | |

A4

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------|-----------------|--------------------------|-------|
| Nº DE ELEMENTO | NÚMERO DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANT. |
| 1 | Tirantes | Perfil cuadrado ZC100 | 2 |
| 2 | Apoyo N1 | Perfil cuadrado ZC150 | 2 |
| 3 | Bastidor | Perfil rectangular ZR250 | 1 |
| 4 | Extensión | Perfil cuadrado 2" | 4 |

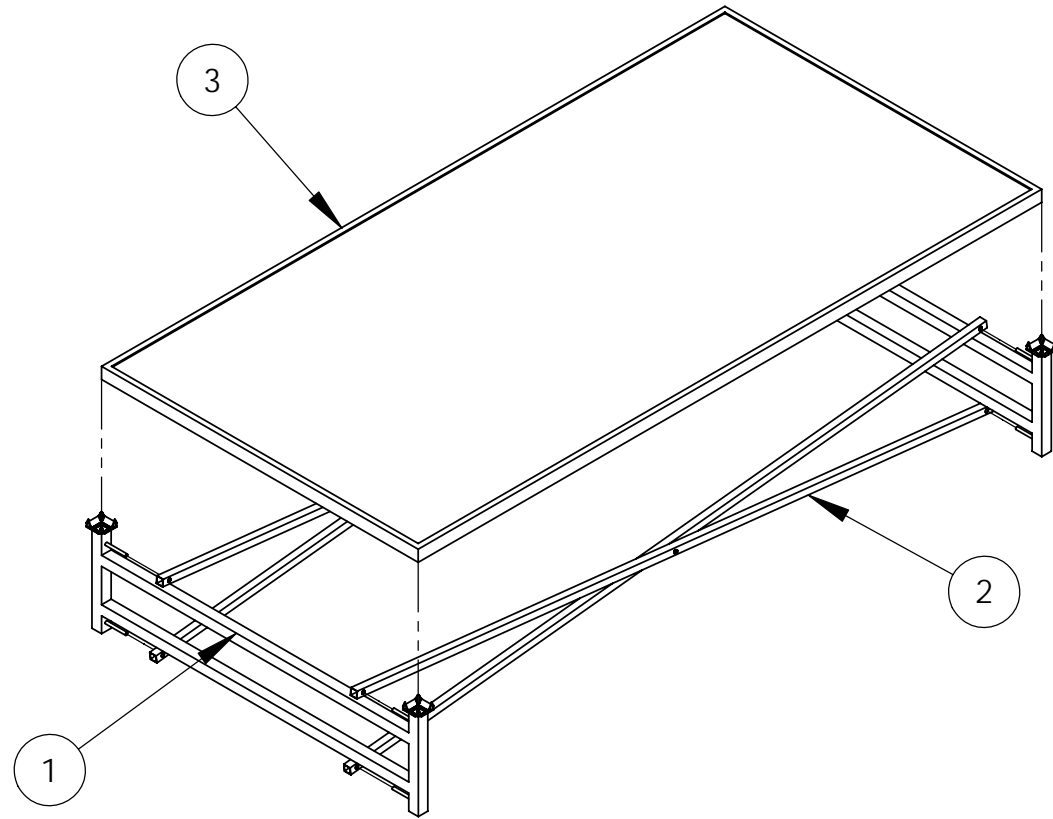
A
B
C
D
E



| | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|------------|--|-----------------------------------|--|---------------------------------|--|----------|--|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | | SIGNATURE: | | DATE: Enero 2009 | | TITLE: DEXP-Módulo 01 | | | | |
| CHK'D: | | | | | | | DWG NO. EXP-02 | | | | |
| APP'VD: | | | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | | | | | | |
| Q.A: | | | | | MATERIAL: | | SHEET 1 OF 1 | | | | |
| | | | | | WEIGHT: | | | | | | |
| | | | | | | | SCALE:1:50 | | | | |

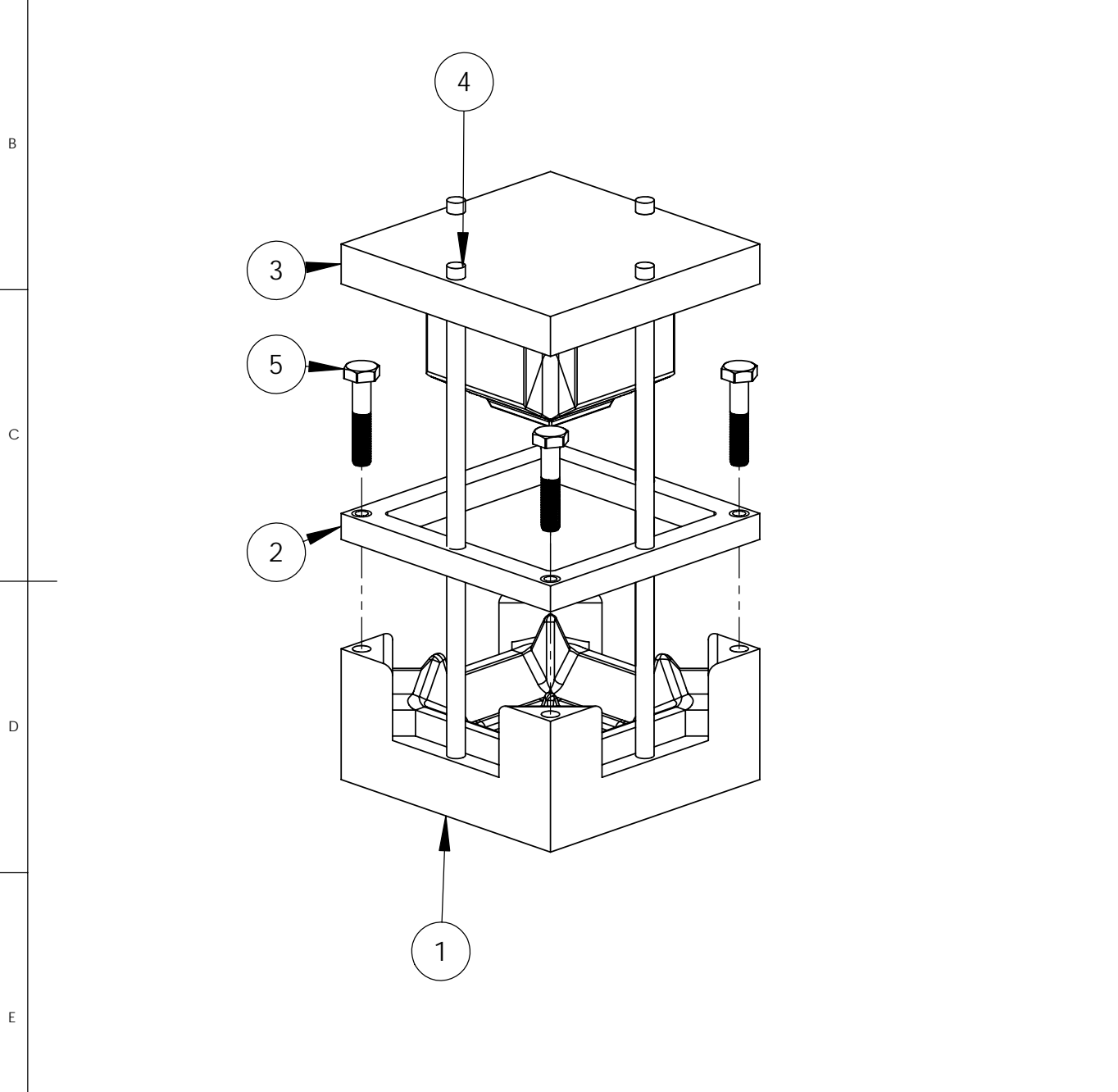
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|----------------|----------------|---------------|-------|
| | Nº DE ELEMENTO | PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANT. |
| A | 1 | Apoyo N2 | Perfil ZC 150 | 2 |
| | 2 | Tirantes N2 | Perfil ZC 100 | 2 |
| | 3 | Bastidor-ZR150 | Perfil ZR 175 | 1 |

B
C
D
E



| | | | | | | | | | |
|---|--|------------|--|-----------------------------------|--|---------------------------------|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN: Isaac Cruz López | | SIGNATURE: | | DATE: Enero 2009 | | TITLE: DEXP-Módulo 02 | | | |
| CHK'D: | | | | | | | | | |
| APP'VD: | | | | | | | | | |
| MFG: | | | | | | DWG NO. EXP-03 | | A4 | |
| Q.A: | | | | MATERIAL: | | SCALE:1:1 | | SHEET 1 OF 1 | |
| | | | | WEIGHT: | | | | | |

| Nº DE ELEMENTO | NÚMERO DE PIEZA | DESCRIPCIÓN | CANT. |
|----------------|-----------------|--|-------|
| 1 | Dado | Acero D2 | 1 |
| 2 | Sujetador | Placa 5/16" | 1 |
| 3 | Punzón | Acero D2 | 1 |
| 4 | Guías | Diámetro 1/4" | 1 |
| 5 | Tornillos | Tornillos alta resistencia, cuerda estándar 1.25" x 1/4" diam. | 4 |

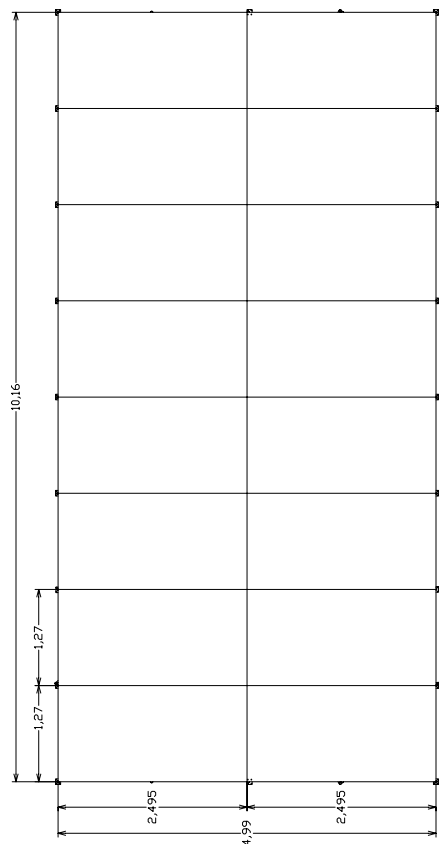
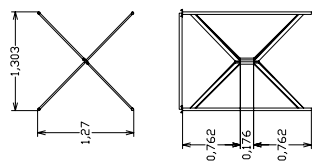


| | | | | |
|---|---------|-----------------------------------|----------------------|----------|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | FINISH: | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | DO NOT SCALE DRAWING | REVISION |
|---|---------|-----------------------------------|----------------------|----------|

| | | | | | |
|---|-------------------------|-----------|------------|--------------------------------------|--------------|
| F | NAME | SIGNATURE | DATE | TITLE: DEXP-Molde embutido | |
| | DRAWN: Isaac Cruz López | | Enero 2009 | | |
| | CHK'D | | | | |
| | APP'VD | | | | |
| | MFG | | | | |
| | | | MATERIAL: | DWG NO. EXP-04 | A4 |
| | | | WEIGHT: | SCALE:1:2 | SHEET 1 OF 1 |

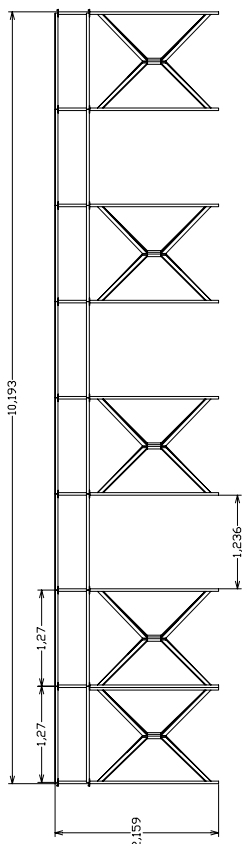
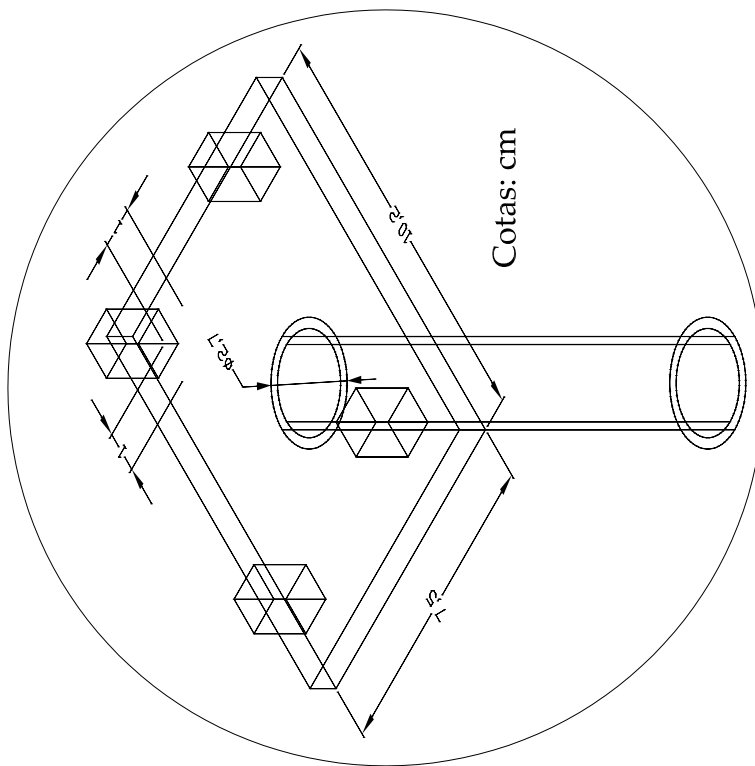
B. Planos de las tarifas estudiadas

Módulo

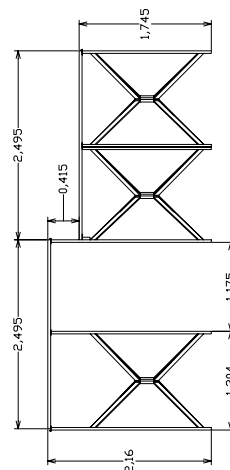


Vista superior

Detalle pieza de ensamble

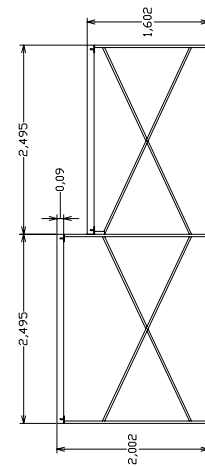
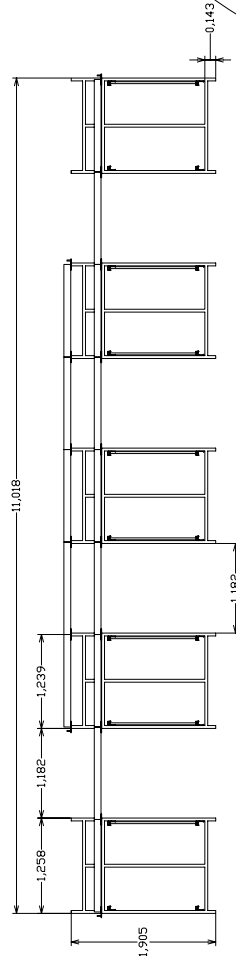
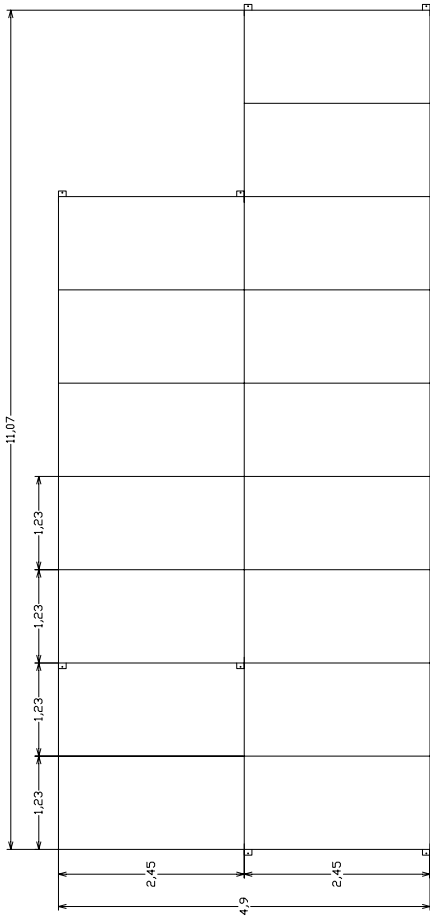


Vista frontal

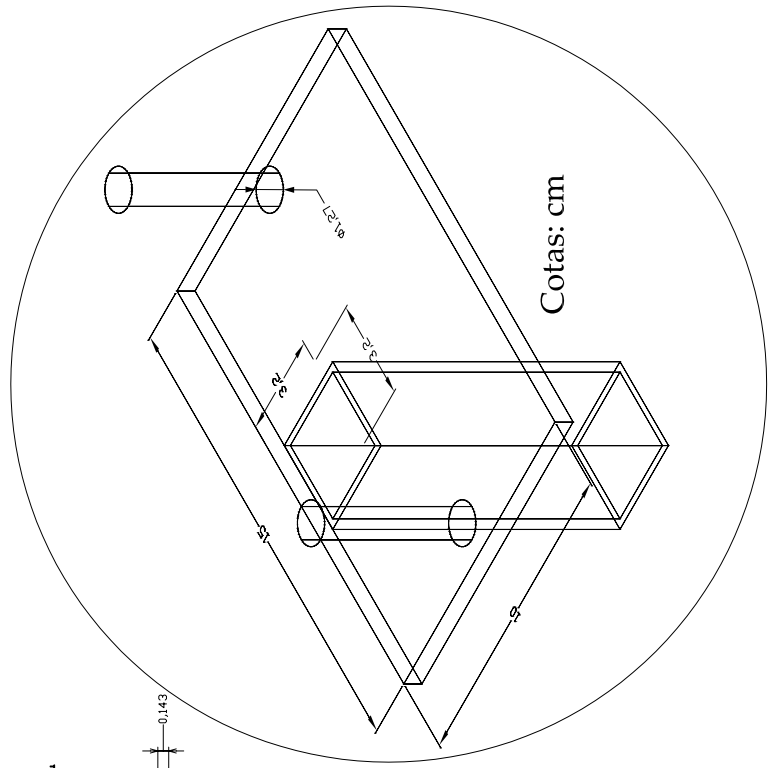


Vista lateral

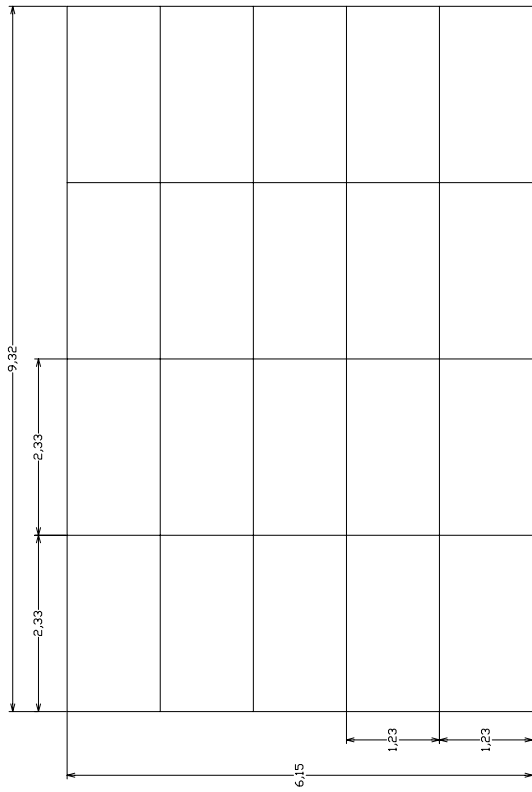
| | |
|--------------------------|---|
| Clave: T-1 | Nombre de plano: Tarima 1: "Lince" |
| Escala: 1:100 | Dibujó: Isaac Cruz López |
| Acotación: Metros | Fecha: Agosto 2007 |



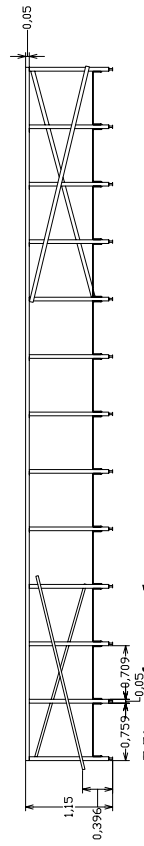
Detalle pieza de ensamble



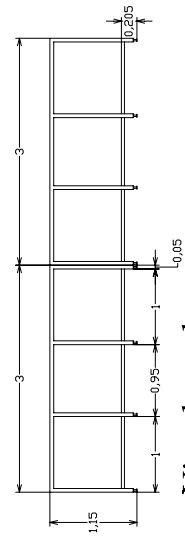
| | | | |
|------------|------------------|---------------------------|-------------|
| Clave: | Nombre de plano: | Tarima 2: "Santa Cecilia" | |
| T-2 | Dibujó: | Isaac Cruz López | |
| Escala: | 1:100 | Acotación: | Metros |
| | | Fecha: | Agosto 2007 |



Vista superior

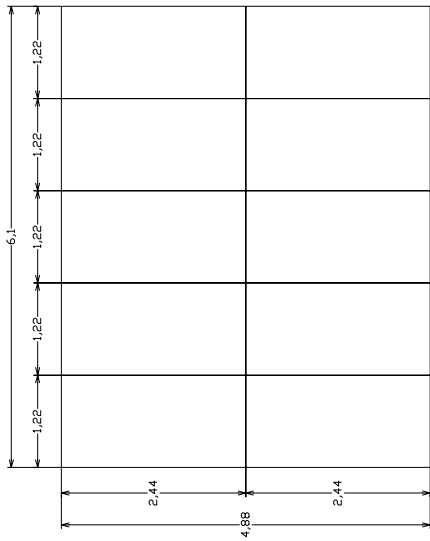


Vista frontal

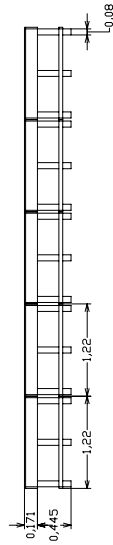


Vista lateral

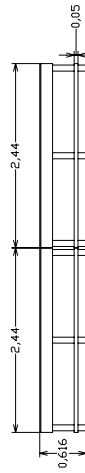
| | | | |
|------------|------------------|----------------------------|-------------|
| Clave: | Nombre de plano: | Tarima 3: "Atrio Catedral" | |
| T-3 | Dibujó: | Isaac Cruz López | |
| Escala: | 1:100 | Acotación: | Metros |
| | | Fecha: | Agosto 2007 |



Vista superior

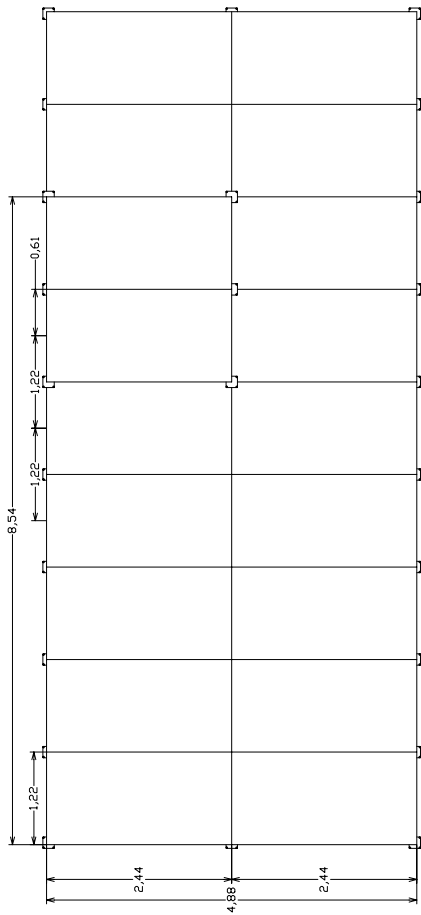


Vista frontal

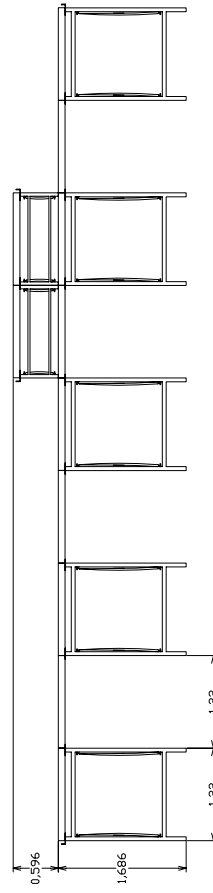


Vista lateral

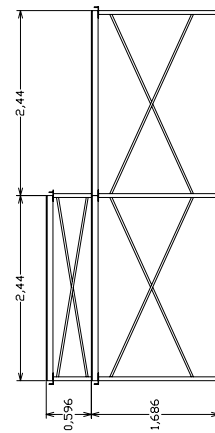
| | | | |
|------------|------------------|---------------------------------|-------------|
| Clave: | Nombre de plano: | Tarima 4: "Municipio Huajuapán" | |
| T-4 | Dibujó: | Isaac Cruz López | |
| Escala: | 1:100 | Acotación: | Metros |
| | | Fecha: | Agosto 2007 |



Vista superior

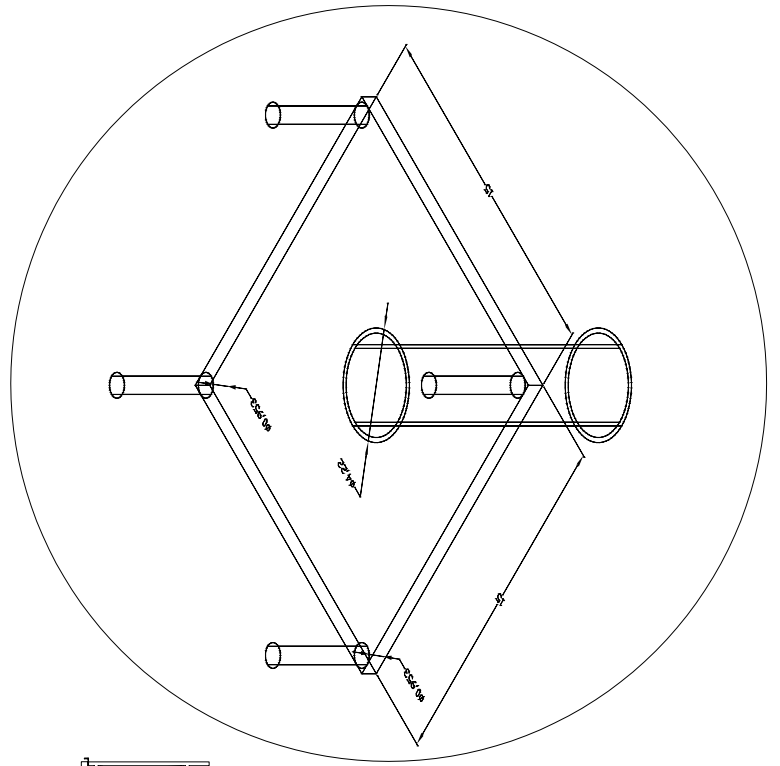



Vista frontal

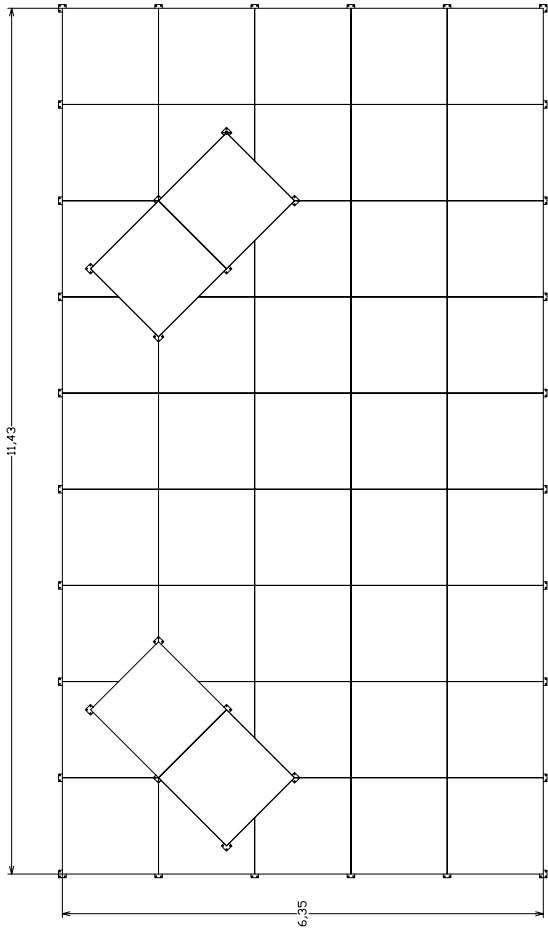


Vista lateral

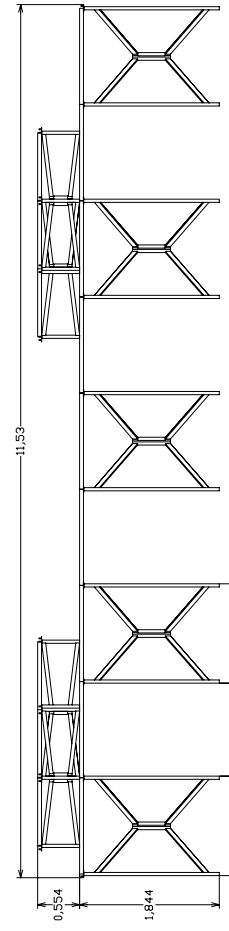
Detalle pieza de ensamble



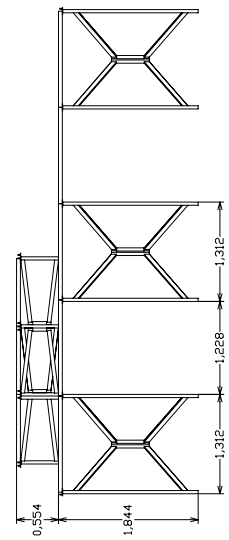
| | | | |
|------------|---|-------------------------|-------------|
| Clave: | Nombre de plano: | Tarima 5: "Los Alteños" | |
| T-5 | Dibujó: | Isaac Cruz López | |
| Escala: | 1:100 | Acotación: | Metros |
| |  | Fecha: | Agosto 2007 |



Vista superior

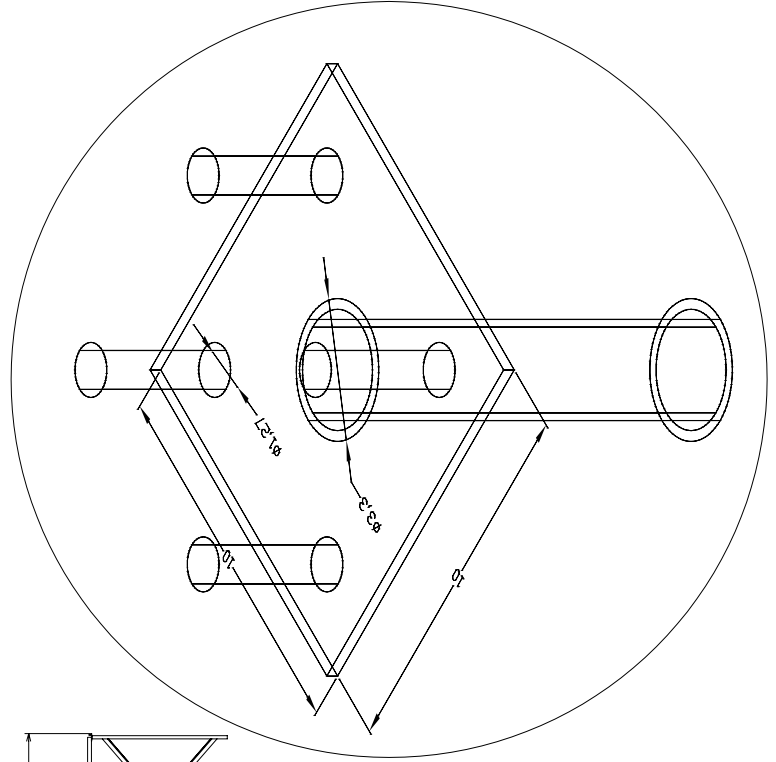


Vista frontal



Vista lateral

Detalle pieza de ensamble



| | | | |
|------------|------------------|---------------------------------|-------------|
| Clave: | Nombre de plano: | Tarima 1: "Sucesores del Norte" | |
| T-6 | Dibujó: | Isaac Cruz López | |
| Escala: | 1:100 | Acotación: | Metros |
| | | Fecha: | Agosto 2007 |

C. Estimación del precio de la tarima

| PRECIO ESTIMADO DE LA TARIMA COMPLETA | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|----------|----------|-------------|
| No. | Material | Costo del metro de material | Metros de material necesarios | Costo X Metros | Unidad | Cantidad | Costo | TOTAL |
| BASTIDOR | | | | | | | | |
| 1 | Perfil rectangular ZR175 44x20mm | \$33.17 | 7.48 m | \$248.11 | | | | \$248.11 |
| 2 | Perfil rectangular ZR100 25x20mm | \$16.67 | 4.6 m | \$76.68 | | | | \$76.68 |
| 3 | Hoja de triplay para cimbra de 16 mm | | | | Hoja | 1 | \$298 | \$298 |
| 4 | Tornillo completo 2"x3/16" | | | | Pieza | 8 | \$2.00 | \$16.00 |
| 5 | Acabado electropintado (1 pieza) | | | | Pintura | 1 | \$22.73 | \$22.73 |
| | | | | | SUMA | | \$661.52 | |
| | | | | | X 20 | | | \$13,230.40 |
| PATAS PRIMER NIVEL | | | | | | | | |
| 6 | Perfil cuadrado ZC150 38mm | \$39.67 | 6.332 m | \$251.19 | | | | \$251.19 |
| 7 | Perfil cuadrado pintado 2" 50mm | \$36.33 | 2.04 m | \$74.11 | | | | \$74.11 |
| 8 | Chaveta 2" | | | | Pieza | 8 | \$1.50 | \$12 |
| 9 | Redondo 3/8" | \$10.17 | 0.92 m | \$9.36 | | | | \$9.36 |
| 10 | Placa 5/16" | \$0.18 X cm2 | 450 cm2 | \$81.00 | | | | \$81.00 |
| 11 | Solera 1/8" x 1" | \$13.33 | 0.48 m | \$6.40 | | | | \$6.40 |
| 12 | Ensamble embutido | | | | Pieza | 4 | \$49 | \$196.00 |
| 13 | Acabado electropintado (6 piezas) | | | | Pintura | 6 | \$22.73 | \$136.38 |
| | | | | | SUMA | | \$766.06 | |
| | | | | | X 15 | | | \$11,490.90 |
| PATAS SEGUNDO NIVEL | | | | | | | | |
| 14 | Perfil cuadrado ZC150 38mm | \$39.67 | 3.132 m | \$124.25 | | | | \$124.25 |
| 15 | Chaveta 2" | | | | Pieza | 8 | \$1.50 | \$12 |
| 16 | Ensamble embutido | | | | Pieza | 4 | \$49.00 | \$196 |
| 17 | Acabado electropintado (2 piezas) | | | | Pintura | 2 | \$22.73 | \$45.46 |
| | | | | | SUMA | | \$377.71 | |
| | | | | | X 4 | | | \$1,510.84 |
| TIRANTES PRIMER NIVEL | | | | | | | | |
| 18 | Perfil cuadrado ZC100 25mm | \$26.5 | 11.26 m | \$298.39 | | | | \$298.39 |
| 19 | Tornillo completo cabeza hexagonal 3"x1/4" | | | | Pieza | 2 | \$4.00 | \$8.00 |
| 20 | Acabado electropintado (4 piezas) | | | | Pintura | 4 | \$22.73 | \$90.92 |
| | | | | | SUMA | | \$397.31 | |
| | | | | | X 20 | | | \$7,946.20 |
| TIRANTES SEGUNDO NIVEL | | | | | | | | |
| 21 | Perfil cuadrado ZC100 25mm | \$26.5 | 10.182 m | \$269.82 | | | | \$269.82 |
| 22 | Tornillo completo cabeza hexagonal 3"x1/4" | | | | Pieza | 2 | \$4.00 | \$8.00 |
| 23 | Acabado electropintado (4 piezas) | | | | Pintura | 4 | \$22.73 | \$90.92 |
| | | | | | SUMA | | \$368.74 | |
| | | | | | X 4 | | | \$1,474.96 |
| BASTIDOR | | | | | | | | |
| | | | | | BASTIDOR | | | \$13,230.40 |
| | | | | | PATAS 1N | | | \$11,490.90 |
| | | | | | PATAS 2N | | | \$1,510.84 |
| | | | | | TIRANTES 1N | | | \$7,946.20 |
| | | | | | TIRANTES 2N | | | \$1,474.96 |
| | | | | | SUMATORIA | | | \$35,653 |
| | | | | | 30% | | | \$10,695.99 |
| | | | | | PRECIO | | | \$46,348.99 |

D. Cuestionarios aplicados

Entrevista realizada al Ing. Alejandro Gálvez Mora ingeniero de audio del grupo musical Lince de la ciudad de Huajuapán de León.

1. - ¿Que opina de la calidad de las tarimas itinerantes?

-Es regular, puesto que por el material del que están fabricados, su vida es corta, además de lo poco resistentes, pues como se exponen al maltrato y carga continuos se acaba pronto.

2. -Para usted, ¿cumplen correctamente con la función para la que están hechas?

- Sí, pero no por mucho tiempo.

3. - Según su consideración, ¿Qué defectos tienen?

- Poca resistencia y durabilidad. Además que ocupan mucho espacio y son pesados. No son muy prácticos de armar.

4. - ¿Qué le quitaría o le pondría a las tarimas itinerantes?

- Lo pesado y que fueran más prácticos de armar.

5. - ¿Ha tenido algún percance con una tarima? Descríbalo.

- Si, en una ocasión que no se acopló bien un tubo a la tarima y casi se viene abajo una sección.

6. -Si ha tenido problemas con las tarimas ¿Qué tan frecuentemente suceden?

- No es muy común, a menos que se monte mal o en un terreno o superficie irregulares.

Entrevista realizada a Entrevista realizada al Ing. Gilberto Alfaro Hernández socio de Éxtasis audio e iluminación, empresa que se especializa en instalar y arrendar equipos de sonido, escenarios e iluminación para eventos masivos.

1. - ¿Qué opina de la calidad de las tarimas itinerantes?

- La calidad depende del precio. Recientemente adquirí uno de calidad muy buena. Tuvo un costo de 32,000 pesos. Aunque hay mejores, pero su costo puede llegar a los 100,000 pesos.

2. -¿De que materiales están contruidos las tarimas que usa?

-Triplay 16mm, Montén (viga C) y tubos ptr.

3. -Para usted ¿Cumplen correctamente con la función para la que están hechos?

- Sí cumple, es muy bueno.

4. -Según su consideración, ¿Qué defectos tienen?

-Es algo voluminoso, ocupa una camioneta entera de tres toneladas. El montén es muy pesado.

5. -¿Qué le quitaría o le pondría a las tarimas itinerantes?

-Usar aluminio, es menos corrosivo.

6. -¿Ha tenido algún percance con una tarima? Descríbalo.

-Casi no, solo una vez el modelo viejo se tambaleaba por el peso y era muy tardado para armarse, no estaba bien diseñado.

7. - ¿Cuáles son los tipos de tarimas itinerantes que conoce podría dar detalles?

-Tarimas 7.5x12 m. Y 10x5 m. Es el más común entre los grupos musicales.

8. -¿Cuáles son las medidas de este tipo de tarimas?

1.22 X 2.44 m.

1.22 x 1.22 m.

9. -¿Cuál o cuáles son los sistemas más usados en este tipo de tarimas?

Módulos de 1.22x2.44 m de los que se tienen que armar en números impares por que unos son apoyos y otros travesaños.

Módulos de 1.22x1.22 m que se arman a partir de un sistema de tijera con forma de x.

10. -¿Que opina de los sistemas de estas tarimas?

-El que funciona con apoyos y largueros es pesado y presenta mayor dificultad para cargarlo al vehículo, pero es más estable.

-El que se arma por tijeras en forma de "X" es más práctico de armar y desarmar pero se deteriora y pierde su forma más rápidamente.

11. -¿Cuál es el principal problema de las tarimas?

-Lo que más les afecta es el transporte ya sea una camioneta o camión. Las personas no tienen cuidado al subir las tarimas y en el viaje se azotan.

Tarima del grupo Lince

Lugar: Huajuapán de León, Oaxaca

Nombre: Alejandro Gálvez.

Grupo/sonido/empresa: Grupo Lince

Fecha: 30/Oct/2006

Email/teléfono: alejandrog75@hotmail.com/5323249

Puesto/cargo/función: dueño

1.- ¿Qué tipo de tarima usa? (marca, sistema, material)

Soportes: tipo tijera tubular

Material: Triplay 12 mm

2.-Su tarima fue construida en:

Taller junior's (Tehuacán, Pue.)

3.-Escriba las dimensiones de la tarima itinerante que usa:

1.-Alto: 1.7 m Ancho: 5 m Largo: 10 m 2.-Alto: 2 m Ancho: 5 m Largo: 10 m.

4.- ¿Qué tiempo tarda en?

Armar la tarima: 30 min. (3 personas) Desarmar la tarima: 10 min. (3 personas)

5.-¿En qué vehículo transporta la tarima?

Modelo/Marca/Capacidad: 1992 DINA 10 tons. Todo el equipo se transporta en el camión.

Medidas de la caja: Alto: 2.5 m Ancho: 2.1 m Largo: 7 m.

6.-Escriba el número de personas necesarias para:

Descargar la tarima: 1, Armar la tarima: 2, Cargar la tarima: 2

7.-Equipo que coloca sobre la tarima (Descripción detallada):

Batería 10 kg.

Teclados 15 kg.

Monitores 50 kg.

Monitores bajo 20 kg.

Monitores guitarra 10 kg.

Amplificador 10 kg.

Instrumentos musicales 50 kg.

8.-Número de personas que suben a la tarima durante el evento

7.

9.-Describa que herramientas usa para armar y desarmar la tarima:

Ninguna, solo calzas cuando el terreno es disparejo.

10.-Peso que coloca sobre la tarima (personas y equipo)

650 kg.

11.-Según su experiencia ¿Cómo calificaría los siguientes aspectos de la tarima que usa?

Durabilidad (vida útil): Buena (15 años).

Resistencia a la carga: Buena.

Materiales: Buenos.

Facilidad de armado y desarmado: Regular.

12.-Describa la mejor característica de la tarima que usa:

No se mueve.

Ocupa poco espacio en el camión.

13.-Describa el defecto más claro de la tarima que usa:

Los soportes tipo tijera se doblan por lo que hay que repararles uno cada 2 meses.

Tarima del grupo Santa Cecilia
Lugar: Huajuapán de León, Oaxaca
Nombre: Rogelio Zurita.
Grupo/sonido/empresa: Santa Cecilia
Fecha: 9/Nov/2006
Email/teléfono: batacas@hotmail.com/5320619
Puesto/cargo/función: representante

1.- ¿Qué tipo de tarima usa?(marca, sistema, material)
Tarima más comercial.

2.-Su tarima fue construida en:
Taller local.

3.-Escriba las dimensiones de la tarima itinerante que usa:
1.-Alto: 155 cm, Ancho: 122 cm, Largo: 244 cm.
2.-Alto: 190 cm, Ancho: 122 cm, Largo: 244cms.

4.- ¿Qué tiempo tarda en?
Armar la tarima: 30 min. (lugar plano), 50 min.(superficie irregular)
Desarmar la tarima: 25 min.

5.- ¿En qué vehículo transporta la tarima?
Modelo/Marca/Capacidad: Torton.
Medidas de la caja: Alto: 2.13 m, Ancho: 2.43 m, Largo: 6.09 m.

6.-Escriba el número de personas necesarias para:
Descargar la tarima: 4 a 5, Armar la tarima: 2, Cargar la tarima: 4 a 5.

7.-Equipo que coloca sobre la tarima(Descripción detallada):
Batería acústica.
Congas.
Teclado.
Guitarra.
Bajo.
2 monitores community 18.5 kg.
2 monitores Selestion 18.5 kg.

8.-Número de personas que suben a la tarima durante el evento
9.

9.-Describa que herramientas usa para armar y desarmar la tarima:
Ninguna.

10.-Peso que coloca sobre la tarima (personas y equipo)
725 Kg.

11.-Según su experiencia ¿Cómo calificaría los siguientes aspectos de la tarima que usa?

Durabilidad (vida útil): Buena (15 años).

Resistencia a la carga: Buena.

Materiales: Buenos.

Facilidad de armado y desarmado: Buena.

12.-Describa la mejor característica de la tarima que usa:

Porque el armado es rápido.

Ocupa poco espacio en el camión.

13.-Describa el defecto más claro de la tarima que usa:

Los seguros; el material es muy delgado. En los lugares irregulares se complica el armado por que varían los desniveles y es difícil encontrar objetos para calzar el escenario.

Tarima del grupo Los Alteños

Lugar: Huajuapán de León, Oaxaca

Nombre: Cayetano Ramírez Cruz

Grupo/sonido/empresa: Los Alteños

Fecha: 12/FEB/07

Email/teléfono: 53 2 22 37

Puesto/cargo/función: Dueño

1.- ¿Qué tipo de tarima usa?(marca, sistema, material):

Estructura de madera.

2.- Su tarima fue construida en:

Fábrica. Tehuacán, Puebla.

3.- Escriba las dimensiones de la tarima itinerante que usa:

Alto: 1.59 m, Ancho: 1.22 m, Largo: 2.44 m.

4.- ¿Qué tiempo tarda en?

Armar la tarima: 3 hrs.

Desarmar la tarima: 3 hrs.

5.- ¿En qué vehículo transporta la tarima?

Modelo/Marca/Capacidad: Trailer Mod. 91/Kenworth/30 Ton.

Medidas de la caja: Alto: 2.74 m, Ancho: 2.59 m, Largo: 12.2 m.

6.- Escriba el número de personas necesarias para:
Descargar la tarima: 6, Armar la tarima: 6, Cargar la tarima: 6.

7.- Equipo que coloca sobre la tarima (Descripción detallada):
Sistema de monitores (60kg cada bafle) 480 kg.
Micrófonos 70 kg.
Batería 40 kg.
Percusiones 20 kg.
Bajo sexto 5 kg.
Guitarra 10 kg.
Acordeón 10 kg.

8.- Número de personas que suben a la tarima durante el evento
7.

9.- Describa que herramientas usa para armar y desarmar la tarima:
Llaves.
Desarmadores.
Palas.
Alambre.

10.- Peso que coloca sobre la tarima (personas y equipo):
1195 kg.

11.- Según su experiencia ¿Cómo calificaría los siguientes aspectos de la tarima que usa?

Durabilidad (vida útil): Buena.
Resistencia a la carga: Buena.
Materiales: Buena.
Facilidad de armado y desarmado: Buena.

12.- Describa la mejor característica de la tarima que usa:
Segura y rápida de desmontar.

13.- Describa el defecto más claro de la tarima que usa:
Tirantes, se han cambiado bastantes.

Tarima del grupo Los Sucesores del Norte
Lugar: Colonia Tepeyac, Huajuapán de León, Oax.
Nombre: Alejandro Rosales Olmos.
Grupo/sonido/empresa: Grupo "Los sucesores del Norte"
Fecha: 07/Mayo/2007
E-mail/teléfono: 9531005797
Puesto/cargo/función: Representante.

1.- ¿Qué tipo de tarima usa? (marca, sistema, material)
Templete.

2.- Su tarima fue construida en:
Taller en el D.F.

3.- Escriba las dimensiones de la tarima itinerante que usa:
1.-Alto: 1.85 m, Ancho: 1.27 m, Largo: 1.27 m,

4.- ¿Qué tiempo tarda en?
Armar la tarima: 15 min. Aprox.
Desarmar la tarima: 15 min. Aprox.

5.- ¿En qué vehículo transporta la tarima?
Modelo/Marca/Capacidad: Rabón Chevrolet 14 ton.
Medidas de la caja: Ancho: 2.56 m. Alto: 2.70 m. Largo: 7 m.

6.- Escriba el número de personas necesarias para:
Descargar la tarima: 8, Armar la tarima: 8, Cargar la tarima: 8

7.- Equipo que coloca sobre la tarima (Descripción detallada):
Batería.
5 Pedestales.
Bajo.
Bajo sexto.
6 monitores de piso.
2 Lámparas (ocasionalmente).

8.- Número de personas que suben a la tarima durante el evento:
6 personas.

9.- Describa que herramientas usa para armar y desarmar la tarima:
Martillo.
Barreta.

10.- Peso que coloca sobre la tarima (personas y equipo)
500 kg. Aproximadamente.

11.- Según su experiencia ¿Cómo calificaría los siguientes aspectos de la tarima que usa?

Durabilidad (vida útil): Buena.

Resistencia a la carga: Buena.

Materiales: Regulares.

Facilidad de armado y desarmado: Regular.

12.- Describa la mejor característica de la tarima que usa:
Barata y funcional.

13.- Describa el defecto más claro de la tarima que usa:
Demasiado pesada.

Tarima del grupo Obsession Musical

Lugar: Huajuapán de León, Oax.

Nombre: Gerzain Maldonado Reyes

Grupo/sonido/empresa: Grupo Obsession Musical

Fecha: 19/Enero/2007

E-mail/teléfono: gerza_maldo@hotmail.com

Puesto/cargo/función: Socio

1.- ¿Qué tipo de tarima usa? (marca, sistema, material)
Tarima de dos niveles.

2.- Su tarima fue construida en:
Usted mismo lo construyó: sí.

3.- Escriba las dimensiones de la tarima itinerante que usa:

1.-Alto: 60 cm, Ancho: 122 cm, Largo: 170 cm.

2.-Alto: 60 cm, Ancho: 122 cm, Largo: 300 cm.

4.- ¿Qué tiempo tarda en?

Armar la tarima: 1 hora, Desarmar la tarima: 1/2 hora.

5.- ¿En qué vehículo transporta la tarima?

Modelo/Marca/Capacidad: Modelo 86/DINA/8 Ton.

Medidas de la caja: Ancho: 2.40 m, Alto: 2.40 m, Largo: 6.90 m.

6.- Escriba el número de personas necesarias para:

Descargar la tarima: 2, Armar la tarima: 2-4, Cargar la tarima: 2-4.

7.- Equipo que coloca sobre la tarima (Descripción detallada):

Par de monitores Eminence 120 kg.

Teclados KORG N364-m1 20 kg.

Bajo Ibáñez 10 kg.

Percusiones Roland 5 kg.

Batería Roland 20 kg.

2 Acordeones Horner 10 kg.

Atriles para micrófonos 20 kg.

8.- Número de personas que suben a la tarima durante el evento

7 personas.

9.-Describa que herramientas usa para armar y desarmar la tarima:

Pinzas mecánicas.

Martillo.

10.- Peso que coloca sobre la tarima (personas y equipo)

635 kg.

11.- Según su experiencia ¿Cómo calificaría los siguientes aspectos de la tarima que usa?

Durabilidad (vida útil): Regular.

Resistencia a la carga: Mala.

Materiales: Regulares.

Facilidad de armado y desarmado: Regular.

12.- Describa la mejor característica de la tarima que usa:

Manipulación.

13.- Describa el defecto más claro de la tarima que usa:

Estabilidad.

Tarima del municipio de Huajuapán

Lugar: Huajuapán de León, Oaxaca.

Nombre: Mario Antonio Hernández

Grupo/sonido/empresa: Municipio de Huajuapán de León

Fecha: 7/Dic/2006

E-mail/teléfono:

Puesto/cargo/función: Supervisor de obra

1.- ¿Qué tipo de tarima usa? (marca, sistema, material)

Polines y triplay de madera y duelas.

2.- Su tarima fue construida en:

Usted mismo lo construyó: sí.

3.- Escriba las dimensiones de la tarima itinerante que usa:

1.-Alto: 60 cm, Ancho: 122 cm, Largo: 244 cm.

4.- ¿Qué tiempo tarda en?

Armar la tarima: 1 hora, Desarmar la tarima: 35 min.

5.- ¿En qué vehículo transporta la tarima?

Modelo/Marca/Capacidad: Camioneta Nissan de $\frac{3}{4}$ tons.

Medidas de la caja: Ancho: 2.5 m, Alto: 1.2 m, Largo: 3 m.

6.- Escriba el número de personas necesarias para:
Descargar la tarima: 4, Armar la tarima: 3, Cargar la tarima: 4.

7.- Equipo que coloca sobre la tarima (Descripción detallada):
Equipo de sonido.

8.- Número de personas que suben a la tarima durante el evento:
10 personas.

9.-Describa que herramientas usa para armar y desarmar la tarima:
Martillo.
Cerrote.
Pinzas.
Flexo metro para medir.

10.- Peso que coloca sobre la tarima (personas y equipo)
250 kg.

11.- Según su experiencia ¿Cómo calificaría los siguientes aspectos de la tarima que usa?

Durabilidad (vida útil): Regular.
Resistencia a la carga: Regular.
Materiales: Regulares.
Facilidad de armado y desarmado: Buena.

12.- Describa la mejor característica de la tarima que usa:
Dura más.

13.- Describa el defecto más claro de la tarima que usa:
Ninguno.

Tarima del atrio de la catedral

Lugar: Huajuapán de León, Oax.

Nombre: Roberto Guzmán

Grupo/sonido/empresa: Hermandad del Señor de los Corazones

Fecha: 20/Abril/2007

E-mail/teléfono:

Puesto/cargo/función: Presidente

1.- ¿Qué tipo de tarima usa? (marca, sistema, material)
Escenario para eventos culturales.

2.- Su tarima fue construida en:
Taller local.

3.- Escriba las dimensiones de la tarima itinerante que usa:

1.-Alto: 60 cm, Ancho: 122 cm, Largo: 244 cm.

4.- ¿Qué tiempo tarda en?

Armar la tarima: 1 día completo (escenario completo).

Desarmar la tarima: 2 horas.

5.- ¿En qué vehículo transporta la tarima?

Modelo/Marca/Capacidad: Camioneta de 3 ton.

Varía, pues el vehículo es prestado.

6.- Escriba el número de personas necesarias para:

Descargar la tarima: 5-20 min, Armar la tarima: 5-20 min, Cargar la tarima: 5-20 min.

7.- Equipo que coloca sobre la tarima (Descripción detallada):

Varía según evento:

Bailables: nada, solo las personas.

Grupos: instrumentos.

Misa: Altar, sillas.

8.- Número de personas que suben a la tarima durante el evento
Variable.

9.-Describa que herramientas usa para armar y desarmar la tarima:

Llaves $\frac{3}{4}$ " y $1 \frac{1}{2}$ ".

Desarmador.

10.- Peso que coloca sobre la tarima (personas y equipo)
Variable.

11.- Según su experiencia ¿Cómo calificaría los siguientes aspectos de la tarima que usa?

Durabilidad (vida útil): Buena.

Resistencia a la carga: Buena.

Materiales: Buena.

Facilidad de armado y desarmado: Buena.

12.- Describa la mejor característica de la tarima que usa:
Reforzada. El material del que está hecha.

13.- Describa el defecto más claro de la tarima que usa:
Peso.