



**PROPUESTA DE DISEÑO DE MÁQUINA TEJEDORA PARA  
HILADOS ARTESANALES DE HENEQUÉN.**

**TESIS**

PARA OBTENER EL GRADO DE  
**MAESTRO EN MANUFACTURA AVANZADA**

PRESENTA

**ING. JOSÉ TÉLLEZ ESTRADA.**

ASESORES:

**M. en I. VICTOR SAMUEL VILCHIS BRAVO.**

**DRA. MARÍA LISSETH FLORES CEDILLO.**

SAN LUIS POTOSÍ, S.L.P., MARZO 2017.

## AGRADECIMIENTOS.

A Dios, por darme una vida con salud y tener un plan perfecto para mi vida.

A mi esposa Claudia Sabrina, porque estar a su lado me hace feliz y por compartir conmigo este importante proyecto de crecimiento profesional.

A mis hijos José y Pablo, que son un pedacito de mi vida y que han sido una motivación para llevar a término este proyecto.

A mis padres: Doña Rosario y Don José, quienes incontables veces escucharon mi propuesta y aportaron con sus conocimientos y experiencia elementos clave en el desarrollo de este trabajo.

A mis asesores: Víctor Samuel Vilchis Bravo quien hizo valiosas aportaciones en las revisiones de este documento, y a María Lisseth Flores Cedillo que no solo me ha asesorado en este proyecto desde su inicio sino que también me ha brindado su amistad desinteresada a lo largo de muchos años.

Al Sr. Antonio de Jesús Armendáriz Guzmán propietario de "Artesanías San Antonio", quien además de compartir sus conocimientos y experiencia, me abrió las puertas de su empresa para lograr que este proyecto llegara a término en los tiempos y formas inicialmente planteados.

# ÍNDICE.

GLOSARIO.....	vi
Capítulo 1 . INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.6 HIPÓTESIS.....	4
Capítulo 2 MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 EL HENEQUÉN.....	5
2.2 FIBRAS TEXTILES.....	6
2.2.1 La fibra de henequén.....	9
2.3 ELABORACIÓN DE ARTESANIAS DE HENEQUÉN.....	9
2.3.1 Corchado o entorchado.....	10
2.3.2 Costurado.....	10
2.3.3 Trenzado.....	11
2.3.4 Hilado.....	12
2.3.5 Otras técnicas.....	14
2.4 TELARES.....	14
2.4.1 Bastidores.....	15
2.4.2 Verticales.....	17
2.4.3 Horizontales.....	17
2.4.3.1 De piso.....	18
2.4.3.2 De mesa.....	19
2.4.4 Funcionamiento del telar artesanal.....	20
2.5 TEJIDO PLANO.....	21
2.6 ARTESANIAS SAN ANTONIO.....	22
Capítulo 3 . PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.1 TELAR ARTESANAL ACTUAL.....	25
3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	30
3.2.1 Entrevista con dirigentes de la empresa.....	31

3.2.2	Toma de tiempos en campo.....	33
3.3	DIBUJOS ACTUALES.....	35
3.4	ALTERNATIVAS DE DISEÑO.....	37
3.4.1	Artículo seleccionado.....	38
3.4.2	Requerimientos del usuario.....	38
3.4.3	Requerimientos adicionales.....	39
3.4.4	Diagrama de operaciones.....	39
3.4.4.1	Tensar-enrollar.....	40
3.4.4.2	Alternar urdimbre.....	42
3.4.4.3	Peinar.....	44
3.4.4.4	Desmontar.....	45
3.4.5	Lluvia de ideas.....	45
3.4.6	Exigencias mínimas.....	51
3.4.7	Análisis de propuestas.....	53
3.4.7.1	Tensar-enrollar.....	53
3.4.7.2	Alternar urdimbre.....	54
3.4.7.3	Peinar.....	55
3.4.7.4	Desmontar.....	55
3.4.7.4.1	Retirar plegador.....	56
3.4.7.4.2	Desmontar tela terminada.....	57
3.5	PROPUESTA DE DISEÑO.....	60
3.5.1	Requerimientos de diseño.....	61
3.5.1.1	Estructura.....	61
3.5.1.2	Pedales.....	62
3.5.1.3	Batidora con peine.....	67
3.5.1.4	Compuerta y rodamientos.....	72
3.5.1.5	Plegador.....	77
3.6	DIBUJOS DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.....	81
Capítulo 4 . RESULTADOS.....		85
4.1	PRESENTACIÓN.....	85
4.1.1	ESTRUCTURA.....	85
4.1.2	PEDALES.....	86
4.1.3	BATIDORA CON PEINE.....	86
4.1.4	COMPUERTA Y RODAMIENTOS.....	87

4.1.5	PLEGADOR.....	87
4.2	ANÁLISIS NUMÉRICO.....	88
	CONCLUSIONES.....	90
	RECOMENDACIONES.....	92
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
	INDICE DE TABLAS.....	95
	INDICE DE DIBUJOS.....	96
	INDICE DE ILUSTRACIONES.....	97
	ANEXOS.....	98

## GLOSARIO.

**Abrasión.-** Acción y efecto de raer o desgastar por fricción.

**Anilina.-** Producto utilizado como colorante.

**Artesanía.-** Se le llama a la obra de los artesanos, quienes son personas que ejercitan un arte u oficio meramente mecánico, o bien que hacen por su cuenta objetos de uso doméstico imprimiéndoles un sello personal a diferencia del obrero fabril.

**Asa.-** Parte que sobresale del cuerpo de una bolsa, vasija, cesta, bandeja, etc., generalmente de forma curva o de anillo y sirve para asir el objeto a que pertenece.

**Autóctono.-** Que ha nacido o se ha originado en el mismo lugar donde se encuentra.

**Calada.-** tejido construido a base de urdimbre y trama.

**Cárcola.-** premidera, listón del telar que sirve de pedal.

**Carmenar.-** Desenredar, desenmarañar y limpiar el cabello, la lana o la seda (1).

**Cuerda.-** Conjunto de hilos entrelazados que forman un solo cuerpo largo y flexible que sirve para atar, suspender pesos, etc.

**Desfibrar.-** Extraer las fibras de un material.

**Empatar.-** Enlazar un cabo con otro.

**Enjullo.-** Madero por lo común cilíndrico colocado horizontalmente en los telares de paños y lienzos, en el cual se va arrollando el pie o urdimbre (1).

**Escarmenar.-** Desenredar el cabello. Carmenar la lana o la seda (1).

**Fatiga.-** Molestia ocasionada por un esfuerzo más o menos prolongado o por otras causas, y que en ocasiones produce alteraciones físicas.

**Fibra.-** Cada uno de los filamentos que entran en la composición de los tejidos orgánicos vegetales o animales.

**Flamabilidad.-** Porcentaje que se le asigna a un material respecto a la característica que tiene de quemarse o prenderse mientras está expuesto a llamas (2).

**Frotar.**- Pasar muchas veces algo sobre otra cosa con más o menos fuerza.

**Hilado.**- Porción de henequén, lino, cáñamo, seda, lana, algodón, etc., reducida a hilo.

**Inflamabilidad.**- Característica de los hidrocarburos que indica la mayor o menor facilidad con que éstos se auto-encienden bajo el efecto de presiones y temperaturas elevadas (3).

**Lanzadera.**- Pieza cerámica en forma de barco con una canilla dentro que usan los tejedores para tramar (1).

**Lizo.**- Cada uno de los hilos en que los tejedores dividen la seda o estambre para que pase la lanzadera con la trama.

**Lustre.**- Brillo de las cosas tersas o bruñidas.

**Máquina.**- Conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra más adecuada, o para producir un efecto determinado.

**Mástil.**- Cada uno de los palos derechos que sirven para sostener algo como una tienda de campaña, una bandera, una cama, un coche, etc.

**Mecate.**- Cordel o cuerda hecha de cabuya, cáñamo, pita, crin de caballo o un material similar.

**Obturar.**- Tapar o cerrar una abertura o conducto introduciendo o aplicando un cuerpo.

**Polea.**- Mecanismo que consiste en una rueda giratoria de borde acanalado por el que se desliza una cuerda o cadena y que sirve para mover o levantar cosas pesadas.

**Polín.**- Trozo de madera prismático que sirve para levantar fardos en los almacenes y aislarlos del suelo.

**Resiliencia.**- capacidad de un material de absorber la energía sin experimentar ningún tipo de daño permanente.

**Ruana.**- Tejido de lana, manta.

**Rústico, ca.**- tosco, poco trabajado, sin pulimentar.

**Teñir.**- Dar cierto color a una cosa encima del que tenía.

**Terso.**- Liso, sin arrugas.

**Textil.**- Dicho de una materia: capaz de reducirse a hilos y ser tejida.

**Trama.**- Conjunto de hilos que cruzados y enlazados con los de la urdimbre forman una tela.

**Tramero.**- Adaptación de la lanzadera en la cual el hilo se enreda por fuera debido al gran volumen que ocupa, su nombre deriva del hecho que lleva el hilo para la trama.

**Trinquete.**- Dispositivo que permite la rotación de un árbol en un determinado sentido y le impide girar en sentido contrario. Está constituido por una rueda de dientes con un flanco recto y otro curvo y una uña que al girar sobre un eje permite avanzar al diente (3).

**Urdimbre.**- Conjunto de hilos que se colocan en el telar paralelamente unos a otros para formar una tela (1).

**Viadera.**- Pieza de madera que en los telares antiguos servía para colgar los lizos y gobernar el tejido subiendo o bajando a impulso de la cárcola (1).



# **CAPÍTULO 1 . INTRODUCCIÓN.**

## **1.1 ANTECEDENTES.**

Para desarrollar el actual proyecto de tesis para la obtención de grado se ha considerado como punto de partida la observancia del entorno económico y social de la comunidad de Villa de Zaragoza, S.L.P. con el propósito de identificar alguna problemática que requiera la intervención de un reducido equipo de trabajo de investigación y que tras formular las hipótesis adecuadas, permita generar alternativas de solución que aporten respuestas factibles a la problemática planteada.

El Municipio de Villa de Zaragoza se ubica a 44.6 Km. de la Capital del estado de San Luis Potosí y cuenta con poco más de 26,200 habitantes (4).

En este Municipio es en donde se encuentra una pequeña empresa familiar denominada "Artesanías de San Antonio", en la cual el proceso de preparación del henequén para su conformación como una fibra útil que posea la consistencia adecuada para elaborar diversos productos artesanales se realiza con maquinaria rudimentaria y con pocas condiciones de seguridad. Por ser una empresa artesanal, en todos los procesos interviene la fuerza humana y los recursos materiales y económicos con los que cuentan estos artesanos son sumamente limitados; además es muy importante señalar que del total de artesanos hay un porcentaje importante que son trabajadores de la tercera edad y los procesos requieren la aplicación de mucho esfuerzo físico trabajando con posturas incómodas durante largas jornadas, siendo esta la razón principal que motiva elaborar una propuesta para utilizar algún tipo de maquinaria más ligera y funcional.

Como resultado de esta observación surge la propuesta de aportar conocimientos específicos a un grupo de personas que busca obtener un sustento económico a través de la fabricación y venta de artesanías, y que de manera paralela desean preservar la continuidad de este oficio heredando la tradición a generaciones futuras.

Aceptar esta propuesta resultará en apoyar a la empresa familiar Artesanías San Antonio que ha permanecido por dos generaciones, en una comunidad en donde el sustento económico no otorga muchas alternativas.

Un punto relevante que impulsa este trabajo es que toda producción artesanal no es una actividad aislada y el proceso de producción que involucra el uso de recursos naturales utilizados como materias primas conlleva efectos en el medio ambiente y en varias ocasiones también en la salud de los productores.

## 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

Los telares manuales actualmente utilizados en esta pequeña empresa artesanal están elaboradas muy rústicamente como se aprecia en la Ilustración 1.1, con restos de materiales metálicos y de madera, sujeciones hechas con alambres, cables de plástico y de ixtle, así como poleas metálicas y de madera con ejes adaptados con clavos, maderas o pedazos de metal.



Ilustración 1.1. Vista general de un telar manual actual.

Todo esto resulta en un proceso poco eficiente y que genera un cansancio prematuro en el artesano; es por esto que se propondrá un diseño adecuado de este telar manual que esté hecho de materiales comerciales convenientes a la necesidad específica que

tiene cada uno de los elementos que lo conforman; que resulte funcional para que mejore las condiciones laborales de los artesanos evitando la fatiga rápida y posibles lesiones que pueden ser ocasionadas por malas posturas o por operar el telar en las condiciones descritas poco funcionales (elementos muy pesados en su funcionamiento), mejorando en consecuencia tanto su calidad de vida como su productividad laboral.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN.**

La empresa familiar Artesanías San Antonio genera actualmente un total de 22 empleos directos por lo que si se mejora uno de los procesos de producción como es el tejido manual, la calidad de vida de los trabajadores y la productividad de la empresa serán en consecuencia mejorados y de esta forma se puede asegurar la permanencia de los productos dentro del mercado y por consiguiente la posición de esta empresa local como fabricante de artesanías.

Así el beneficio directo será para los artesanos de esta empresa y puesto que se trata de elaboración de artesanías lo cual es ante todo un arte que se transmite de una generación a otra, un beneficio que recibirá de manera directa será la preservación de las artesanías de este material textil de esta localidad del país, y con este sustento los artesanos han hecho énfasis en que los telares que utilizan no sean modificados para evitar que se pierda la esencia de elaboración artesanal de sus productos.

### **1.4 OBJETIVO GENERAL.**

Proponer un nuevo diseño de un telar manual funcional para hilados artesanales de henequén, lo cual permita llevar a cabo operaciones de manera ágil y práctica con un menor esfuerzo del artesano.

## **1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

Para alcanzar el objetivo general, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- 1) Conocer las características generales de los hilos artesanales de henequén.
- 2) Realizar un estudio de los tiempos y movimientos que actualmente se ejecutan para realizar el tejido.
- 3) Obtener las dimensiones de todos los componentes del telar manual actualmente utilizado especificando los materiales de los cuales está hecho.
- 4) Generar una lluvia de ideas que plasme diversas alternativas para mejorar las funciones que se ejecutan en el telar.
- 5) Seleccionar de entre los materiales y elementos comerciales los que le permitan a la tejedora manual la funcionalidad necesaria.
- 6) Proponer el diseño de un telar manual funcional con las dimensiones requeridas para el proceso.

## **1.6 HIPÓTESIS.**

Diseñar un telar funcional con materiales comerciales y con aditamentos de fácil manejo comparados contra los que actualmente tiene el diseño se estima que disminuirá la fatiga de los artesanos, lo que se considera que se verá reflejado en una reducción del 10 % en los tiempos de fabricación de las telas.

## **CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO.**

### **2.1 EL HENEQUÉN.**

El henequén (*Agave fourcroydes*) se cultiva desde hace siglos en la península de Yucatán y el Oriente de México. Su siembra está vinculada a las costumbres y tradiciones del campesino. Desde antes de la conquista española los mayas cosecharon y trabajaron con la fibra del henequén de manera rudimentaria, aplicándolo en sus actividades de construcción de templos y edificios que son característicos de esta cultura (5).

Antiguamente existían siete variedades cultivadas de henequén en Yucatán, sin embargo actualmente solo existen tres:

- 1) Sac ki (henequén blanco).
- 2) Yaax ki (henequén verde).
- 3) Kitam ki (henequén jabalí).

El cultivo del henequén blanco ha sido el más difundido en las plantaciones por la calidad de su fibra; el henequén verde básicamente se emplea para la fabricación de mezcal y el henequén jabalí posee fibras más suaves y es preferido en el uso textil.

Actualmente la fibra del henequén se usa para la fabricación de sacos, mecates, cuerdas para barcos y otros productos. También llamado fibra de sisal igualmente se utiliza para hacer artesanías como alfombras, tapices, tapetes para pared y hamacas, entre los más destacados. Además con el henequén pueden elaborarse bebidas alcohólicas muy tóxicas por su elevado grado de alcohol como el mezcal y el tequila. El cultivo se desarrolla en forma natural ya que no usan fertilizantes ni pesticidas durante su ciclo vegetativo. Después de una larga espera de ocho o nueve años la planta llega a su madurez. La cosecha es manual: se cortan las pencas y de ellas se extrae la fibra.

El henequén es una planta resistente a la sequía, a plagas y enfermedades, cuyas hojas crecen desde el suelo grandes, lanceoladas y carnosas de color blanco-azulado o blanco-grisáceo, con espinas en su borde de casi 2 cm muy agudas y finas. Todas las

hojas terminan en el ápice en una aguja fina de unos 5 cm de longitud. Florece una sola vez en su vida en un tallo de 8 a 10 m. Su ciclo de crecimiento es de 8 a 15 años. Su cultivo se hace en plantíos tal como se muestra en la Ilustración 2.1.



Ilustración 2.1. Plantío de henequén.

Requiere un clima cálido-seco que oscile alrededor de los 20 °C, sin precipitaciones pluviales superiores a los 1,200 mm anuales, ni largos periodos de sequía. La altitud, preferentemente a 1,500 msnm (metros sobre el nivel del mar). Las condiciones de la tierra, favorablemente suelo volcánico, arcilloso, permeable y abundante en elementos derivados del basalto y riqueza en hierro.

En resumen y en términos generales puede decirse que el henequén es una planta resistente que no requiere gran atención por lo que su producción no es costosa, además de poder ser aprovechada integralmente debido a sus múltiples usos.

## **2.2 FIBRAS TEXTILES.**

Las fibras textiles deben cumplir con ciertas propiedades específicas para poder ser hilables y por lo tanto tejidas. Estas propiedades están determinadas por la naturaleza de la estructura externa, su composición química y la naturaleza de su estructura interna.

Debido a lo anterior las fibras textiles y de acuerdo a su origen se pueden clasificar en dos grupos:

- 1) Naturales.
- 2) Manufacturadas.

Las fibras naturales son aquellas cuya estructura y composición química se encuentran en la naturaleza; y considerando que el henequén es una fibra natural serán sólo las fibras naturales las que se analicen en el presente trabajo, mismas que se dividen en:

- a) Vegetales: base celulosa.
  - i. Semilla: Algodón.
  - ii. Tallo: Lino, yute, cáñamo.
  - iii. Hoja: Maguey, henequén.
  - iv. Fruto: coco.
- b) Animales: Base proteínica.
  - i. Vellón: Lana
  - ii. Pelos: Vicuña, mohair, alpaca, llama.
  - iii. Filamentos: Seda.
- c) Minerales.
  - i. Amianto, asbesto, crisolita.

La fibra, para que pueda ser considerada como fibra textil, debe reunir ciertas propiedades y características dentro de las cuales las más importantes son:

- 1) Resistencia o tenacidad.- Es la oposición que ejerce la fibra a dejarse romper. Es una de las propiedades más importantes ya que de ella depende la resistencia de los hilos y por ende de los tejidos.
- 2) Elongación.- Es el estiramiento expresado en porcentaje que sufre una fibra al ser sometida a una fuerza de tracción, sin llegar al punto de rotura.
- 3) Elasticidad.- Es la recuperación que posee una fibra después de haber sido sometida a una deformación.
- 4) Fricción.- Es la propiedad que tienen las fibras de estar juntas y no deslizarse entre sí, permitiendo así la composición de sus filamentos y la buena formación de los hilos.

- 5) Resiliencia.- Es la capacidad que tienen las fibras de recuperar su estado inicial después de haber sido sometidas a una compresión.
- 6) Longitud.- Es la distancia que hay entre ambos extremos de la fibra. Es muy importante porque a mayor sea ésta se pueden lograr fibras de mayor firmeza, lo que proporciona más resistencia al hilo elaborado con ellas.
- 7) Diámetro y finura.- Es la medida del grueso de la fibra. Cabe anotar que cuando se hace referencia a la finura de una fibra o de un hilo se está hablando de su delgadez.
- 8) Flamabilidad.- Característica que tiene la fibra de quemarse o prenderse cuando está expuesto a llamas, necesario que sea muy baja para ciertas aplicaciones.
- 9) Lustre.- Es el brillo que tiene una tela lisa que la hace agradable a la vista.

El grosor de las fibras naturales se puede medir en micras obteniéndose valores aproximados debido a que las fibras no son propiamente redondas y son muy irregulares en sentido longitudinal. De las fibras naturales que son utilizadas industrialmente para la fabricación de telas, se señalan en la Tabla 2-1 algunos grosores y longitudes:

Tabla 2-1. Grosores de fibras naturales industrializadas (6), (7).

FIBRA	GROSOR (micras)	LARGO (milímetros)
Algodón	1 a 22	10 a 65
Seda	10 a 13	500,000 a 1'500,000
Lino	12 a 16	≤ 900
Yute	17 a 20	1,000 a 4,000
Lana	16 a 50	35 a 350
Henequén	200 a 400	≤ 1,000

Se puede observar que la fibra de henequén es extremadamente gruesa comparada con otras fibras textiles comúnmente conocidas.



### **2.2.1 La fibra de henequén.**

Esta fibra se considera de color brillante y de un blanco cremoso. Es una fibra basta, dura e inadecuada para textiles o telas. Pero es fuerte, durable y alargable. No absorbe humedad fácilmente, resiste el deterioro del agua salada y tiene una textura superficial fina que acepta una amplia gama de teñidos. Demasiado burdo para el vestido y la tapicería, pero muy aceptada en la elaboración de artesanías.

### **2.3 ELABORACIÓN DE ARTESANIAS DE HENEQUÉN.**

Para elaborar artesanías de henequén se conocen varias técnicas, pero el desfibrado de las pencas es indispensable para que la fibra pueda ser utilizada. Desde tiempos prehispánicos los mayas supieron extraer de la penca del agave la fibra resistente que les sirvió para diversos usos. Los mayas desfibraban las hojas de esta planta autóctona con procedimientos primitivos: empleaban el tonkos o *pakché*, un ligero instrumento que consiste en la combinación de dos maderos resistentes con el que raspaban la hoja logrando extraer una fibra de color crema de consistencia dura y resistente. Con este filamento llamado en idioma maya *sos-ki* (henequén desfibrado) o *sosquil*, fabricaban y tejían una gran variedad de objetos de uso personal: hacían cordeles y sogas de muchos calibres, mecapales (en maya *tab*) bolsas o morrales llamados sibucanes o sabucanes, jabucos (en maya *pawó*) y esteras para sus lechos. En la actualidad el proceso de la desfibración de la penca del henequén es rápido y eficiente gracias a la invención de modernas máquinas desfibradoras, por lo cual actualmente ya casi no se desfibra de manera tradicional. Actualmente casi todos los artesanos compran hilo de henequén en desfibradoras de cooperativas.

### **2.3.1 Corchado o entorchado.**

Una de las principales técnicas y la más tradicional para elaborar objetos es el corchado o entorchado, técnica de torcido con la que se fabrican hamacas. Se lleva a cabo cuando la dura fibra del henequén está húmeda, se comienza el proceso de torcido obteniendo una fibra suave y fina. Precisamente de henequén corchado fueron las primeras hamacas que se elaboraron. Se muestran algunas en la Ilustración 2.2.



Ilustración 2.2. Hamacas de henequén corchado.

### **2.3.2 Costurado.**

Otra de las técnicas con que se trabaja la fibra de henequén es el costurado. Una vez que se han lavado y peinado las fibras del henequén, se amarran a partir de un centro utilizando gancho o aguja de tejer y se forman piezas con forma circular. Con esta técnica se producen floreros, portavasos, tortilleros, cestos, alhajeros, etc., se muestra el costurado en la Ilustración 2.3.



Ilustración 2.3. Artesanía hecha con técnica de costurado.

### 2.3.3 Trenzado.

Una técnica antigua también, es el trenzado. Esta se usa para elaborar bandas de diferentes anchos como la de la Ilustración 2.4.



Ilustración 2.4. Bandas de henequén trenzado.

Su elaboración puede ser manual o automática. Es claro que la que es manual conserva el valor de artesanía. Las bandas se comercializan como artículo para el aseo personal

a manera de estropajo, ofreciendo como característica ser exfoliante por la fibra natural del que está hecho.

### **2.3.4 Hilado.**

La técnica de hilado, que puede ser manual o automática, es una técnica que requiere previamente un peinado o escarmenado de la fibra de henequén. A esta técnica se le llama hilado porque como resultado del proceso se obtienen hilos, que son como mecates muy delgados, los cuales son utilizados para elaborar las telas que se emplearán en la confección de las artesanías. Esta técnica consiste en añadir fibras de henequén que se unen mediante un torcido principal para posteriormente unir dos de esos hilos en un torcido secundario y de esta manera formar un mecate muy delgado. Es ineludible señalar que el hilado manual tal como se muestra en la Ilustración 2.5 conserva un gran valor artesanal debido a que cada artesano imprime su sello personal en las características del hilo que se obtiene, básicamente en su grosor, lo que resulta en que un hilo no tiene el mismo grosor en toda su longitud y en consecuencia al ser utilizado con otra serie de hilos para elaborar las artesanías da el toque individual en cada uno de los productos confeccionados.



Ilustración 2.5. Artesano hilando.

Los hilos obtenidos son utilizados en telares para obtener las telas como las que se muestran en la Ilustración 2.6 mismas que son hechas en la empresa "Artesanías San Antonio", quienes tienen diseños exclusivos por algunas combinaciones de colores.



Ilustración 2.6. Telas fabricadas en Artesanías San Antonio.

Por último, las telas son utilizadas por otros artesanos para hacer bolsas, manteles, y un sinnúmero de artesanías, de acuerdo a las modas que adaptan a sus diseños según se los demande el mercado en el cual desplazan sus productos. En la Ilustración 2.7 se muestran algunas de las bolsas fabricadas en la empresa "Artesanías San Antonio".



Ilustración 2.7. Bolsas fabricadas en Artesanías San Antonio (8).



### 2.3.5 Otras técnicas.

Técnicas más modernas permiten la elaboración de objetos en los que se confeccionan flores con hilo de henequén como las que se muestran en la Ilustración 2.8. También la utilización del gancho y las agujas de tejer se usan para crear otras vistosas artesanías.



Ilustración 2.8. Flores hechas con hilos de henequén.

En los últimos tiempos los artesanos se encuentran en transición de una economía de autoconsumo a una economía comercial cada vez más extendida, por lo que se puede decir que la industria de artefactos de henequén se ha perfeccionado tanto que ya se manufactura multitud de objetos artísticos, sombreros para damas, bolsas de mano, pantuflas, cigarreras, monederos, tapetes, carpetas con motivos artísticos en llamativos colores y otros objetos estéticamente raros y resultantes de una paciente labor muy estimados por los turistas extranjeros.

## 2.4 TELARES.

El Telar es un aparato construido con madera, metal o ambos que puede ser artesanal o industrial. El propósito de esta máquina es hacer tejidos en grandes volúmenes con hilo u otras fibras a través de una operación que consiste en el entrelazado de dos juegos de

hilos: la urdimbre y la trama. El telar artesanal es una de las máquinas más antiguas que se conocen y ha perdurado hasta nuestros días casi con el mismo formato. Los telares artesanales se clasifican en tres grandes familias:

- 1) Bastidores.
- 2) Verticales.
- 3) Horizontales.

Las personas que trabajan con tejido en telar han conservado las tradiciones de entrelazar el hilo desde las épocas prehispánicas. Y puesto que el tema a desarrollar en el presente documento es en referencia exclusivamente a lo artesanal se analizarán los telares artesanales.

#### **2.4.1 Bastidores.**

Son todos aquellos marcos de madera o plástico circulares, cuadrados, rectangulares, triangulares y hexagonales con medida menor a 0.50 x 0.70 m para hacer tejidos.

Los bastidores circulares como el que se muestra en la Ilustración 2.9 se utilizan preferentemente en la elaboración de gorros, calcetines, mangas de sweater y adornos entre otras artesanías.

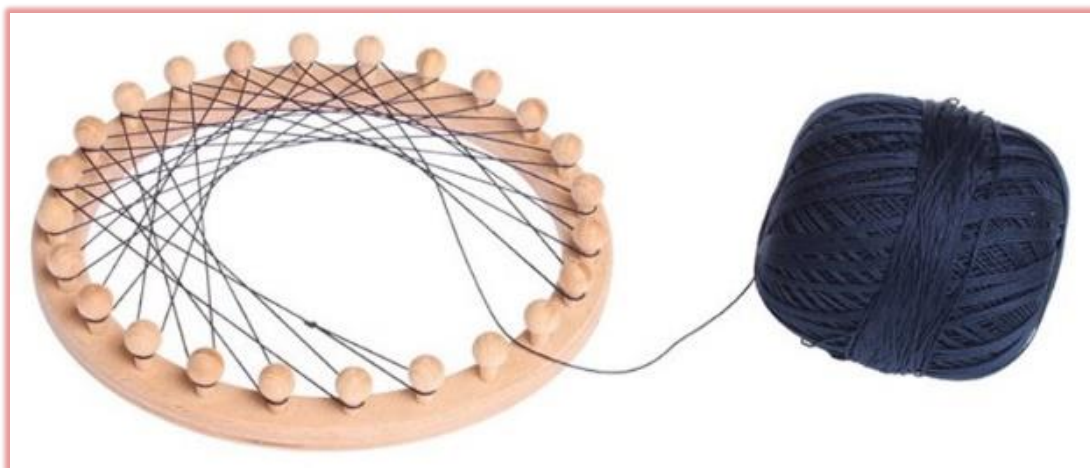


Ilustración 2.9. Bastidor circular.

Los bastidores cuadrados como el que se muestra en la Ilustración 2.10 son utilizados para elaborar precisamente un tejido cuadrado de tamaño específico que puede utilizarse para forros de cojines o como cuadros para armar alguna cobija grande integrada por varios cuadros de diferentes arreglos de colores y un mismo tamaño específico.



Ilustración 2.10. Bastidor cuadrado ajustable.

Los bastidores rectangulares son muy utilizados para elaborar bufandas. Un ejemplo se muestra en la Ilustración 2.11.



Ilustración 2.11. Bastidor rectangular con accesorio.



Los bastidores triangulares y hexagonales, al igual que los cuadrados sirven para elaborar tejidos con esas formas y darles un uso específico; normalmente armar una prenda de vestir que evidencie de manera natural las formas geométricas.

### **2.4.2 Verticales.**

Los telares verticales de los cuales se muestra un ejemplo en la Ilustración 2.12 son rectángulos de madera que se sostienen verticalmente sobre una base y que en ocasiones tienen una tabla insertada en sus vigas verticales a manera de asiento para el artesano. Se utilizan principalmente para fabricar tapices, tapetes y cojines en tejido anudado.



Ilustración 2.12. Telar vertical (9).

### **2.4.3 Horizontales.**

Por último los telares horizontales son máquinas con una estructura de palos y marcos de madera que contienen las agujas o mallas por donde pasan cientos y/o miles de hilos

para tejer la tela principalmente para sacos, chales, cobijas y ruanas. Su nombre se deriva de que el tejido se ubica en posición horizontal.

De este telar existen dos tipos: de piso y de mesa los cuales se describen a continuación.

### **2.4.3.1 De piso.**

Tratándose de una empresa aún y cuando sea de tipo artesanal, se necesita velocidad y cantidad en la producción de la tela; en este caso es indispensable contar con una buena capacidad de enrollado y pedales. Los telares de piso tienen variantes que se pueden utilizar para todo, desde el tejido a mano hasta el industrial ya que cuenta con mejores controles de tensión y avance por lo cual estos telares permiten un mayor rendimiento durante el tejido. Este tipo de telar es muy utilizado en empresas con altos volúmenes de producción que los ubican a manera de líneas de producción sin consumo energético y fácil manejo. Un claro ejemplo son los telares de la cooperativa Teixidors, en Terrassa, Barcelona, España, que se muestran en la Ilustración 2.13, en donde se da trabajo a 44 personas, 32 de ellas con discapacidad (10).



Ilustración 2.13. Telares de la cooperativa Teixidors.

En la línea de telares artesanales la gran mayoría están hechos de madera debido a la facilidad y economía con que son fabricados; algunos telares son completamente desarmables ya que los artesanos los trasladan y arman a ferias, exposiciones y eventos de promoción. Aunque el principio de funcionamiento es el mismo, una de las

características notables de estos telares es que son fabricados de acuerdo a las necesidades del producto a elaborar como por ejemplo lo ancho del telar y la capacidad del plegador, por lo que son encontrados en muy diversos tamaños y con diferentes tipos de adaptaciones mecánicas como cadenas, manivelas y pedales.

#### **2.4.3.2 De mesa.**

Los llamados telares “de mesa” no son más que un telar horizontal pequeño que se coloca sobre una mesa para trabajar o en el mejor de los casos una persona sentada se lo pone sobre las piernas y de ser necesario apoyado sobre una mesa frente al artesano. Con ellos se puede crear una gran cantidad de los mismos tejidos que con el telar de piso y presentan variaciones similares pero la tela es creada en una escala mucho más pequeña. Los telares de mesa como el que se muestra en la Ilustración 2.14 son preferidos por su portabilidad y son ideales para quienes desean aprender a tejer, y no pueden o no quieren pagar por un telar de piso completo, o bien no disponen de mucho espacio.



Ilustración 2.14. Telar de mesa (11).

## 2.4.4 Funcionamiento del telar artesanal.

Un telar de lanzadera se muestra en la Ilustración 2.15 y consta de: el enjullo que consiste en un tambor donde van enrollados los hilos de la urdimbre y de donde salen paralelos; el guía-hilos que tensa adecuadamente los hilos de la urdimbre; el cruzamiento que es un mecanismo constituido por dos varillas que dividen los hilos en dos grupos para preparar la calada; las viaderas que son bastidores con movimiento vertical alternativo, en los que unos hilos de acero o lizos toman los hilos de la urdimbre y forman la calada, posición en la que unos hilos suben y otros bajan.

Los telares disponen además de: un peine cuyo movimiento de vaivén empuja cada pasada del hilo de la trama; el botón que es una tabla sobre la que se desliza la lanzadera en su movimiento de vaivén; y el plegador que es un cilindro en el que se enrolla el tejido terminado.

1. Marco de madera
2. Asiento para el tejedor
3. Enjullo de la urdimbre
4. Hilos de urdimbre
5. Guía de hilos
6. Varillas
7. Viadera
8. Lizo, también llamado "el ojo"
9. Lanzadera con hilo de trama
10. Calada
11. Tela completada
12. Haz de pecho
13. Batidora con peine de rejilla
14. Ajuste de batidora
15. Botón
16. Pedales
17. Plegador

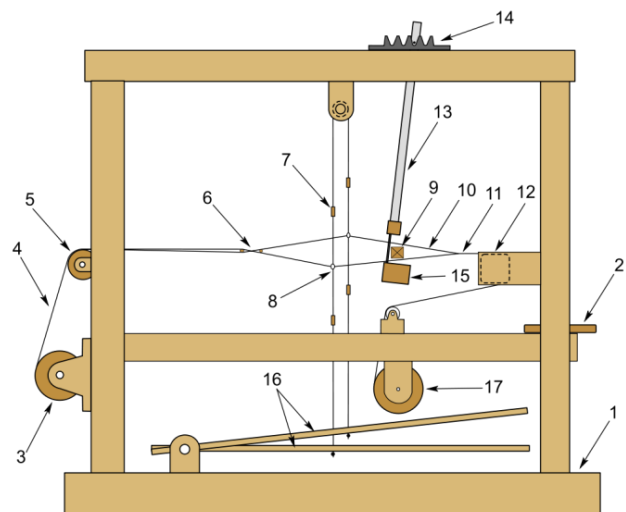


Ilustración 2.15. Representación de un telar (12).

El artesano que teje debe mantener los pies sobre los pedales del telar asegurando que la tela este bien apretada para poder tejer. Primero con el pie derecho se baja el pedal derecho y al mismo tiempo se tira la lanzadera del lado derecho hacia el lado izquierdo después se jala la batidora con peine, para que no regrese la tramada; después de la misma forma se baja el pedal izquierdo con el pie izquierdo y se tira la lanzadera del lado

izquierdo, es decir con la mano izquierda para esto se debe tener cuidado para no reventar hebras o que la lanzadera salga por otro lado, en caso de que esto ocurra se debe regresar la lanzadera al lado que corresponda y empezar de nuevo; además se recomienda que al jalar la batidora con peine sea mediante un jalón fuerte para que el corte salga bien comprimido con los hilos de urdimbre y de trama entrecruzados alternadamente.

Un punto importante a señalar es que en la Ilustración 2.15 se muestra el plegador, pero no se muestra el elemento que lo acciona. Esto se debe a que pueden adaptarse diferentes mecanismos que accionen el plegador, hecho que ocurre de acuerdo a las necesidades de cada empresa.

El tipo de telar artesanal que utiliza la empresa Artesanías San Antonio se puede incluir en los de tipo horizontal de piso.

## **2.5 TEJIDO PLANO.**

Las telas llevarán a cabo una acción con la cual se desempeñarán según el tipo de tejido con el cual estén hechas. El tejido plano o tafetán es el más simple de los ligamentos en la industria textil (13). Es aquel tejido cuya estructura está formada por una serie de hilos longitudinales (urdimbre) entrecruzados con otra serie de hilos transversales (trama) y que en su forma más común es rígida al estiramiento tanto vertical como horizontal. Las telas tejidas con este ligamento son las más rígidas o menos plegables pero son las más estables dimensionalmente. Tiene como características una alta retención de partículas y muy baja resistencia a la obturación.

Las primeras telas fueron planas construidas por telares de lanzadera tal cual se utilizan actualmente en las comunidades de nuestro país para la elaboración de telas hechas con hilos de henequén.

El esquema de arreglo de los hilos en el tejido plano se muestra en la Ilustración 2.16 en donde en color rojo se han esquematizado los hilos de la trama para distinguirlos de los hilos de la urdimbre.

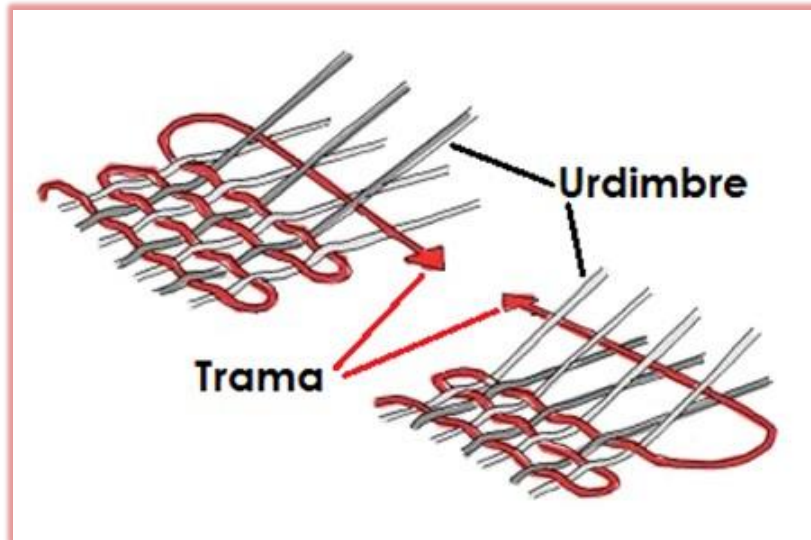


Ilustración 2.16. Esquema de hilos de urdimbre y trama.

## 2.6 ARTESANIAS SAN ANTONIO.

El proceso de fabricación que se sigue en la empresa Artesanías San Antonio se muestra a manera de diagrama de flujo detallado en la Ilustración 2.17.



Ilustración 2.17. Diagrama de flujo general.

Este proceso inicia con la compra de la materia prima, la cual es "peinada" manualmente en una escarmenadora. Una vez peinada la fibra se hacen los hilos



también de manera manual; los hilos son teñidos con los colores requeridos para pasar al proceso de tejido, el cual se lleva a cabo en telares horizontales totalmente manuales con los que se obtienen rollos de tela con diferentes anchos y a partir de estas telas son fabricadas las artesanías a través del último proceso manual para finalmente ser comercializadas.

Analizando el anterior diagrama de flujo general, se puede establecer que la fabricación de artesanías se compone de 5 procesos manuales que se muestran en la Ilustración 2.18 y posteriormente se describen.



Ilustración 2.18. Diagrama de flujo de procesos de "Artesanías San Antonio".

- 1) Escarmenado.- Esta es la preparación inicial donde se desenredan los hilos del henequén de un manojo a la vez, golpeando dicho manojo repetidas veces sobre un arreglo de picos metálicos.
- 2) Hilado.- En este proceso se entrelazan manualmente los hilos de henequén utilizando como técnica el torcido.
- 3) Teñido.- En este proceso los hilos son teñidos de los colores que se requieren introduciéndolos en recipientes con anilina base agua por periodos predeterminados, para posteriormente secarlos al aire libre.
- 4) Tejido.- Este proceso y con apoyo de un telar horizontal manual se arman los tejidos que pueden ser de diversos anchos, en esta operación es en la cual se realiza el esfuerzo físico más extenuante con manos y piernas simultáneamente.
- 5) Costura.- Esta puede considerarse como el último proceso de fabricación y es en donde de manera manual se da forma a los tejidos para obtener las artesanías que serán comercializadas, las cuales son de formas y tamaños muy variados.

El presente trabajo se centra en el cuarto proceso, es decir en el tejido. Este proceso como ya se indicó, se lleva a cabo manualmente en un telar horizontal que es accionado totalmente por el artesano.

En esta empresa artesanal los telares con los que se cuentan están fabricados de una manera totalmente rústica, con madera, alambre recocido, poleas de madera sujetadas y accionadas por mecates o cables plásticos con ejes de madera o clavos adaptados. La mayoría de los materiales son de baja calidad, desechos e inclusive reparaciones que en ocasiones alteran el diseño original. En la Ilustración 2.19, se muestra un telar junto a un artesano para identificar más fácilmente tanto sus dimensiones relativas como lo rústico de los telares.



Ilustración 2.19. Telar y artesano.



## CAPÍTULO 3 . PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN.

### 3.1 TELAR ARTESANAL ACTUAL.

Para iniciar el estudio de los telares con los que actualmente se trabaja en la empresa “Artesanías San Antonio” y tomando como referencia la Ilustración 2.15 en donde se muestra la Representación de un telar. Se señalarán ahora los componentes en una serie de fotografías, y en donde se requiera se harán notar los detalles de los componentes.

Comenzando con la Ilustración 3.1 en esta se aprecia claramente las dimensiones relativas del telar comparadas con un artesano, además se indican algunos componentes.

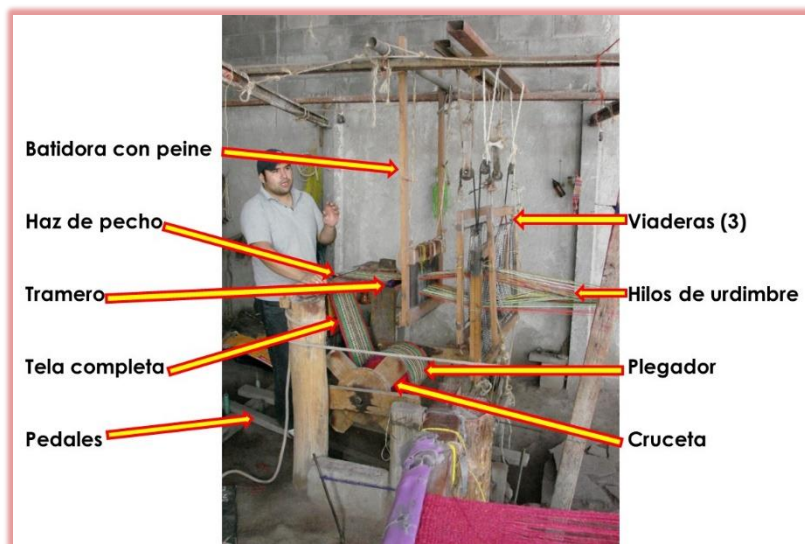


Ilustración 3.1. Componentes del telar.

Los componentes señalados son: batidora de peine la cual sirve para “apretar” el tejido; haz de pecho que no es más que un soporte en donde el artesano se apoya; tramero en donde se enrolla el hilo que forma la trama; tela completa que es la tela que se ha elaborado y está terminada; pedales que son utilizados para dar el movimiento en el eje vertical a las viaderas; plegador que es donde se enrolla la tela completa y que es accionado por el artesano quien empuja con el pie la cruceta de su extremo derecho para girarla y provocar que la tela se enrolle, asegurado por un trinquete; hilos de

urdimbre que son los hilos que alimentan el telar y cuya cantidad define el ancho de la tela completa, por la naturaleza de este tejido y las costumbres de los artesanos, estos hilos son desplegados en toda su longitud formando una especie de haz; por último en esta ilustración se muestran las viaderas que en este caso son 3.

En la Ilustración 3.2, se muestra al artesano trabajando en un telar y la manera en que se apoya en la parte llamada “haz de pecho” el cual tiene la función de dar el cambio de dirección necesario a la tela terminada para dirigirla al plegador, pero también sirve como un apoyo para el artesano.



Ilustración 3.2. Detalle del haz de pecho.

Se aprecia en la fotografía que el artesano utiliza un trapo con el cubre la tela terminada por una parte para no ensuciarla, pero también para disminuir el rozamiento con la piel que se deriva de lo rústico de la tela.

En la Ilustración 3.3 se puede apreciar fácilmente el tamaño y forma del tramero, que en este caso sostiene con su mano derecha, y mismos que se deben básicamente al grosor de los hilos de henequén y como ya se señaló anteriormente aquí se enreda el hilo de la trama. Esta forma y tamaño implica que el artesano requiere de un gran espacio hacia ambos lados del telar para realizar los movimientos de “lanzar” y “jalar” dicho tramero en cada calada.



Ilustración 3.3. Detalle comparativo del tramero.

En la Ilustración 3.4 se muestran a detalle las viaderas que no son otra cosa sino marcos de madera ensamblados en los que se insertan, antes del ensamble, travesaños metálicos, superior e inferior los cuales sirven para sujetar los lizos y permitirles su desplazamiento transversal.

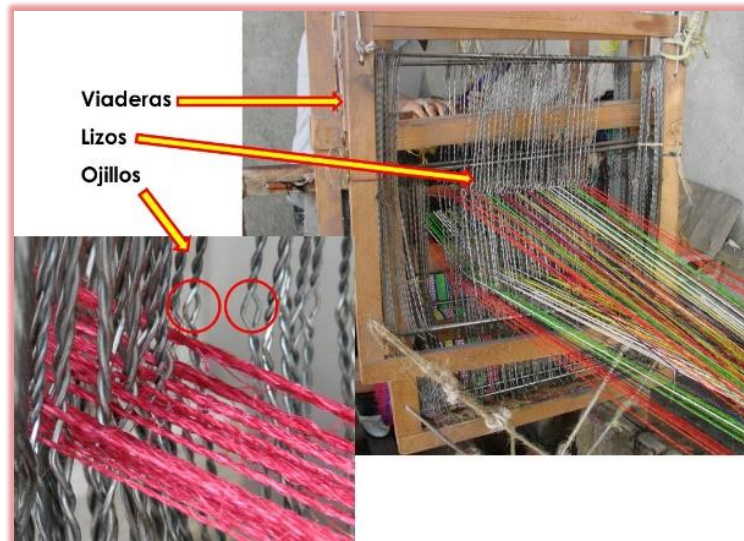


Ilustración 3.4. Detalle de viaderas, lizos y ojillos.

Los lizos son las guías para cada uno de los hilos que formarán el tejido, en este caso los lizos están hechos de un par de alambres recocidos que se unen a través de un torcido, formando un par trenzado. A efecto de "guiar" cada uno de los hilos al centro de cada par trenzado se deja una abertura, en este caso en forma de romboide, por donde se

hace pasar el hilo. Se aprecia entonces un par trenzado para cada uno de los hilos que forman la urdimbre.

Los telares se componen al menos de dos viaderas. En cada una de las viaderas se coloca alternadamente cada uno de los hilos que dan el ancho total a la tela completa. El movimiento vertical de las viaderas obtenido por los pedales hace que mientras una viadera suba la otra baje generándose así la abertura a través de la cual pasa la lanzadera. Estas viaderas están sujetas en su parte superior por un sistema de poleas y en la parte inferior de manera indirecta por los pedales. Cada viadera cuenta con aproximadamente 60 lizos.

En la Ilustración 3.5 se aprecia la manera en que las viaderas están sujetas al bastidor del telar. Del bastidor a su parte superior de la viadera a través de un rústico sistema de poleas, las cuales han sido adaptadas, reparadas y cambiadas en repetidas ocasiones por el desgaste natural de los materiales. Ocasionalmente se han añadido poleas de madera de diferentes tamaños y formas o bien poleas metálicas de diferentes tamaños; estas poleas son accionadas por mecates o cuerdas de diferentes calibres porque en cuanto se rompe la polea o la cuerda son reemplazados sin conservar un estándar. En su parte inferior las viaderas están sujetas por mecates a un brazo de palanca que se encuentra apoyado en un extremo del bastidor, este brazo de palanca es accionado directamente por los pedales transmitiendo así el movimiento lineal a las viaderas.



Ilustración 3.5. Detalle de sujeción de las viaderas.

En la Ilustración 3.6 se muestran los pedales. Un punto importante a señalar es la cavidad que se ha hecho debajo del telar para que los pedales puedan bajar en su extremo libre y dar el movimiento lineal necesario a las viaderas.

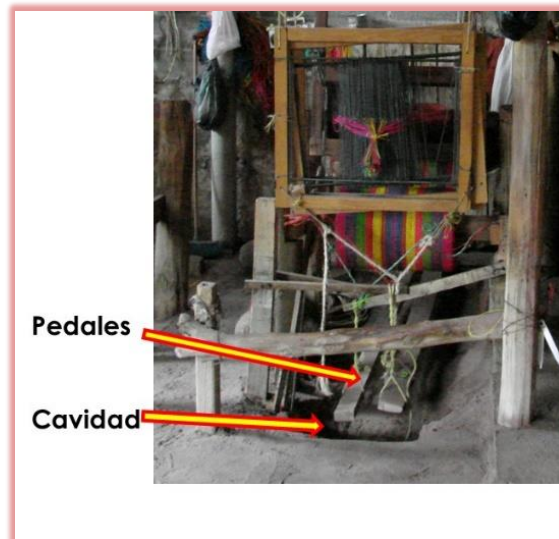


Ilustración 3.6. Detalle de ubicación de los pedales.

Por último, en la Ilustración 3.7 se muestra el detalle del peine.

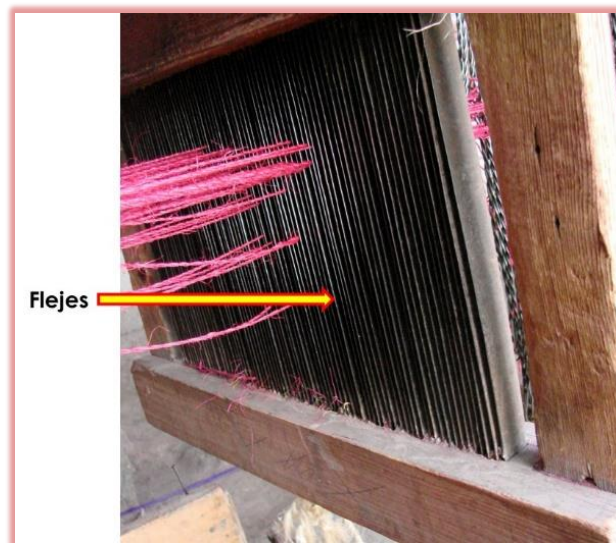


Ilustración 3.7. Detalle del arreglo de los flejes del peine.

Su función es “apretar” el tejido final y puesto que los hilos de henequén son gruesos en relación a otras fibras de acuerdo a la Tabla 2-1, el peine debe tener un peso adecuado para que el artesano no requiera imprimir demasiada fuerza al jalarlo. Los peines utilizados en esta empresa artesanal están hechos de un marco de madera, los cuales



contienen flejes acerados de 0.001 m de espesor en arreglo vertical. Entre un fleje y otro pasa uno o varios de los hilos de la urdimbre.

### **3.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.**

Para conocer las demandas básicas de los interesados en el desarrollo del proyecto fue necesario llevar a cabo visitas de campo para la observación y toma de datos, pero además también de manera necesaria conocer los puntos de vista tanto de los dirigentes de la empresa como de los artesanos.

Puesto que la información a recopilar es diversa y con el propósito de no hacer cansado o repetitivo el momento en el que se solicita, se estructuraron diversos cuestionarios cada uno de los cuales con objetivos bien definidos y que a continuación se enlistan:

- 1) Obtener información detallada acerca de los productos que se fabrican, los tiempos ocupados por los artesanos y pagos al artesano en las diferentes etapas de elaboración de productos.
- 2) Obtener información detallada acerca de los productos líderes de ventas, los tiempos, costos en las diferentes etapas de elaboración, así como conocer los volúmenes de venta, las formas y canales de comercialización.
- 3) Determinar los tiempos promedio para la elaboración de telas.

Cada uno de estos objetivos se planteó en una encuesta para ser aplicada en una entrevista a cada una de las personas o grupos de personas previamente determinadas. Estos cuestionarios fueron elaborados y aplicados en diferentes momentos.

Es importante señalar que la empresa ha solicitado no mostrar algunos detalles de la información recabada, autorizando sólo la estrictamente necesaria para desarrollar el trabajo.

### 3.2.1 Entrevista con dirigentes de la empresa.

Para conocer los tiempos estándar que los artesanos emplean en los telares para la fabricación de las diferentes telas se llevó a cabo una entrevista con el responsable de la empresa. El propósito que tiene es conocer las cantidades de material que se requiere fabricar en los telares, y con esta información generar un plan maestro de producción.

El viernes 18 de marzo de 2016 se tuvo una entrevista con el Sr. Antonio de Jesús Armendáriz Guzmán, responsable general de la empresa "Artesanías San Antonio". En la Ilustración 3.8 se muestra la dinámica de esta entrevista.



Ilustración 3.8. Entrevista con el Sr. Antonio de Jesús Armendáriz Guzmán.

Se elaboró el cuestionario que se muestra en el Anexo A con la finalidad de obtener información muy específica tal como largos y anchos de las telas fabricadas así como la cantidad de hilos que requiere cada una de ellas.

La empresa identifica cada uno de los tipos de telas que se fabrican de acuerdo a su ancho en centímetros. Estas identificaciones se muestran en la Tabla 3-1. Esta información es relevante ya que como se describirá más adelante el tiempo de fabricación varía según el ancho de la tela.

Tabla 3-1. Telas fabricadas en los telares.

ID DE TELA	ANCHO DEL ROLLO (m)	LARGO DEL ROLLO (m)
ROLLO DE 6	0.06	32
ROLLO DE 15	0.15	32
ROLLO DE 20	0.20	32
ROLLO DE 30	0.30	32
ROLLO DE 35	0.35	32
ROLLO DE 40	0.40	32
ROLLO DE 45	0.45	32
ROLLO DE 50	0.50	32

Como puede apreciarse, son solo 8 diferentes telas fabricadas en los telares y todas tienen un largo de 32 metros.

Posteriormente se entrevistó a la Srta. María Rita Armendáriz Guzmán quien es la responsable de la comercialización de los productos de la empresa. Utilizando parte de los datos recabados en la primera entrevista, específicamente los anchos de las telas, se elaboró el cuestionario que se muestra en el Anexo B con la finalidad de obtener información específicamente relacionada a los costos de productos y ventas de empresa. La información obtenida se ordenó y clasificó para obtener datos concretos como la cantidad que se requiere de cada uno de los anchos de tela para fabricar los productos líderes.

A partir de las ventas semanales, es posible determinar la cantidad de rollos de cada ancho de tela que se deben tejer. La relevancia de este dato se basa en que a partir del mismo se determinará el total de horas que los telares de la empresa deben estar en operación. En la Tabla 3-2 se muestra el resumen de materias primas en rollos de tela a fabricar.



Tabla 3-2. Rollos de tela a fabricar semanalmente.

ID DE TELA	ANCHO DEL ROLLO (m)	ROLLOS DE TELA A FABRICAR
ROLLO DE 6	0.06	-
ROLLO DE 15	0.15	31
ROLLO DE 20	0.20	2
ROLLO DE 30	0.30	7
ROLLO DE 35	0.35	5
ROLLO DE 40	0.40	8
ROLLO DE 45	0.45	7
ROLLO DE 50	0.50	7

Esta tabla puede considerarse como el plan maestro de producción semanal de la empresa.

### 3.2.2 Toma de tiempos en campo.

Aún y cuando el responsable de la empresa ha facilitado los tiempos de fabricación de cada tipo de tela, es necesario para esta investigación la toma de tiempos. Para llevar a cabo los estudios de tiempos y movimientos se diseñó una tabla de datos para recopilar la información necesaria para determinar los tiempos, dicha tabla se muestra en el Anexo C. En la Ilustración 3.9 se aprecia la toma de tiempos durante el proceso de tejido.



Ilustración 3.9. Toma de tiempos.

Como es fácil de entender el ritmo de trabajo de cada uno de los artesanos es diferente, por lo que para cada artesano es distinto el tiempo en el que prepara el telar y fabrica la tela. Por esta razón se decidió llevar a cabo diversas tomas de tiempo en diferentes fechas, y con la información recabada se establecieron tiempos promedios, esto con el propósito de partir de una base de medición que permita hacer las comparaciones necesarias. Los tiempos promedio de fabricación por cada tipo de tela se muestran en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3. Tiempos de fabricación promedio en minutos por tipo de tela.

ID DE TELA	ANCHO DEL ROLLO (m)	TIEMPO DE FABRICACIÓN (min)
ROLLO DE 6	0.06	245
ROLLO DE 15	0.15	245
ROLLO DE 20	0.20	282
ROLLO DE 30	0.30	302
ROLLO DE 35	0.35	338
ROLLO DE 40	0.40	356
ROLLO DE 45	0.45	378
ROLLO DE 50	0.50	405

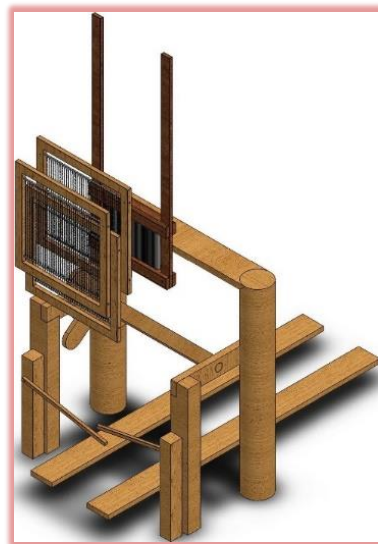
Estos tiempos no incluyen la preparación del telar ni el retiro del rollo del telar puesto que este estudio, como ya se ha señalado, está centrado en los tiempos que los artesanos requieren estar operando los telares.

### 3.3 DIBUJOS ACTUALES.

A continuación se presentarán los dibujos de los telares tal y como actualmente se encuentran en la empresa, y en donde se considere necesario se mostrarán adicionalmente algunos detalles. Todos los dibujos están hechos en *Solid Works 2016* debido a la versatilidad que ofrece este *software* y a su sencillez de manejo.

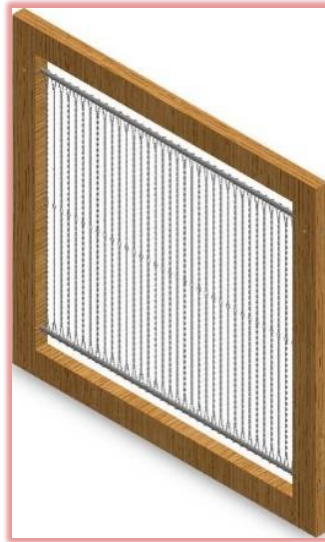
Para realizar estos dibujos se tomaron todas las medidas necesarias de los telares que hay en la empresa. Además se han definido los materiales en el *software*, por lo que los colores y apariencias que se muestran son derivadas de la manera en que dicho programa las representa.

En el Dibujo 3.1 se muestra un isométrico del telar actual. La razón por la que no se ha dibujado el sistema de poleas es debido a la falta de uniformidad que tienen estos elementos en los telares actuales.



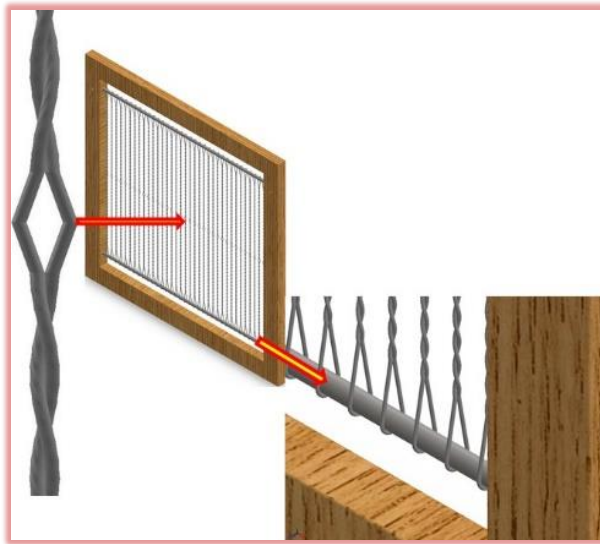
Dibujo 3.1. Telar actual.

En el Dibujo 3.2 se muestra un isométrico de la viadera.



Dibujos 3.2. Viadera.

En el Dibujo 3.3 se muestra un detalle de la viadera.

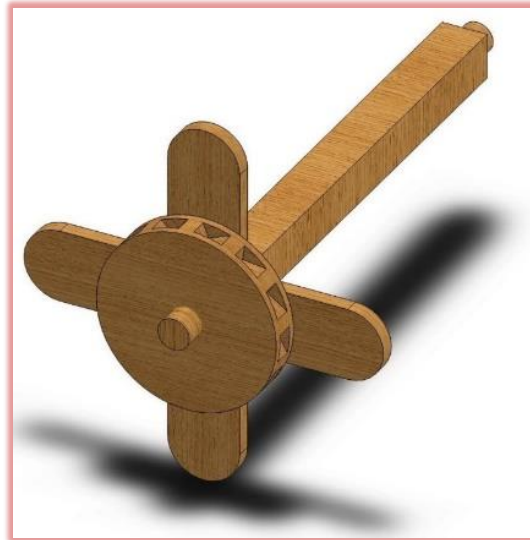


Dibujo 3.3. Detalle del ojo del lizo y la sujeción inferior.

Puede apreciarse la manera en que está hecha la sujeción de los lizos al travesaño. Los travesaños tanto inferior como superior son de redondo de 3/8" en acero ASTM A-36 de 0.00953 m de diámetro y los lizos están hechos de alambre recocido calibre 16.

En el Dibujo 3.4 se muestra un dibujo isométrico del plegador, el cual consta de un barrote cuadrado de madera en el que se enreda la tela y mediante la cruceta el artesano le da giros parciales con el fin de enrollar la tela que está fabricando; el trinquete incorporado permite darle tensión al enredado de la tela sin que se desenrolle.

Este componente tiene una función muy importante ya que una vez que el artesano termina de fabricar toda la longitud de la tela debe desenrollarla para retirarla y una vez hecho esto, volverla a enrollar como producto terminado; todo esto la mayoría de las veces con ayuda de otro artesano.



Dibujo 3.4. Plegador.

### **3.4 ALTERNATIVAS DE DISEÑO.**

El punto más relevante de este trabajo es elaborar la propuesta de diseño del telar. Para llegar a dicha propuesta se realizará un minucioso análisis de la información que se ha recabado a través de las muchas visitas documentadas que se han hecho a la empresa desde el pasado 23 de junio del 2015; cabe mencionar que se señala esta fecha porque es a partir de la misma, que se obtuvo autorización por parte de los responsables de la empresa para recabar la información pertinente a la investigación que se lleva a cabo. En cada una de estas visitas se ha recabado evidencia muy diversa que comprende fotografías, vídeos, apuntes, notas de campo y entrevistas con responsables y con artesanos. El señalado análisis se ejecutará con una secuencia que lleve de manera ordena a la propuesta de diseño.

### **3.4.1 Artículo seleccionado.**

El telar utilizado en esta empresa artesanal se toma como referencia para elaborar la propuesta de diseño que cumpla con los objetivos establecidos.

El telar que se toma de referencia corresponde al horizontal de piso, de acuerdo a la clasificación hecha en la sección 2.4 en su apartado 2.4.3.1.

### **3.4.2 Requerimientos del usuario.**

Además de preguntar a los artesanos y a los responsables de la empresa alguna opinión de mejora en los telares, se tuvieron muchas horas de observación durante las visitas a través de las cuales se pudo obtener lo que puede llamarse voz del cliente y con base en todo esto a continuación se enlistan las propuestas de mejora que consideran los operadores:

- 1) Para tensar-enrollar:
  - a) Uniformizar el sistema de poleas y mecates.
  - b) Disminuir el desgaste del eje del plegador-cruceta.
- 2) Para alternar la urdimbre:
  - a) Que las viaderas sean desmontables.
  - b) Que se puedan intercambiar los lizos.
  - c) Reducir el desgaste de los ojillos de los lizos.
  - d) Disminuir la fatiga que produce accionar los pedales.
- 3) Para peinar:
  - a) Evitar que se aflojen las láminas del peine.
  - b) Mejorar el peso de la batidora con peine para facilitar el golpe.
  - c) Disminuir la fatiga del accionamiento del peine.
- 4) Para desmontar:
  - a) Que se pueda sacar la tela sin desenrollarla cuando se acaba de tejer.

### **3.4.3 Requerimientos adicionales.**

Los responsables de la empresa han hecho énfasis en algunos puntos que solicitan sean respetados:

- 1) Que el telar debe permanecer totalmente dependiente de las habilidades del artesano; es decir que no desean que haya motores de ninguna clase debido a que los trabajadores han expresado abiertamente que el trabajo artesanal debe continuarse según la tradición, sin motores o adecuaciones que los desplacen ya sea parcial o totalmente.
- 2) Que se utilicen las mismas estructuras actuales de manera que se conserven los espacios que ya han sido definidos por la empresa.

### **3.4.4 Diagrama de operaciones.**

Para el proceso de tejido se han identificado cuatro operaciones. La primera operación es la de tensor-enrollar, se define como dual porque cuando el artesano tensa los hilos de la urdimbre al mismo tiempo enrolla la tela terminada; la segunda operación es la de alternar la urdimbre para pasar el hilo de la trama; la tercera operación es la de peinar para apretar la trama y la cuarta y última es la de desmontar el rollo terminado.

Estas operaciones se representan en el diagrama de la Ilustración 3.10, en donde la fuente de energía son los pies y manos del artesano.

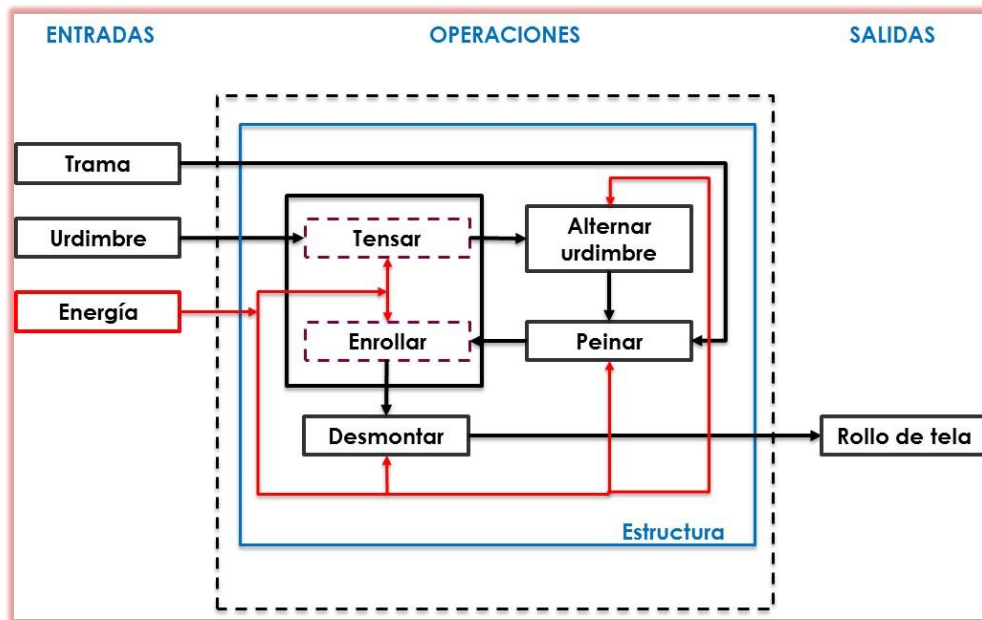


Ilustración 3.10. Diagrama de operaciones.

#### 3.4.4.1 Tensar-enrollar.

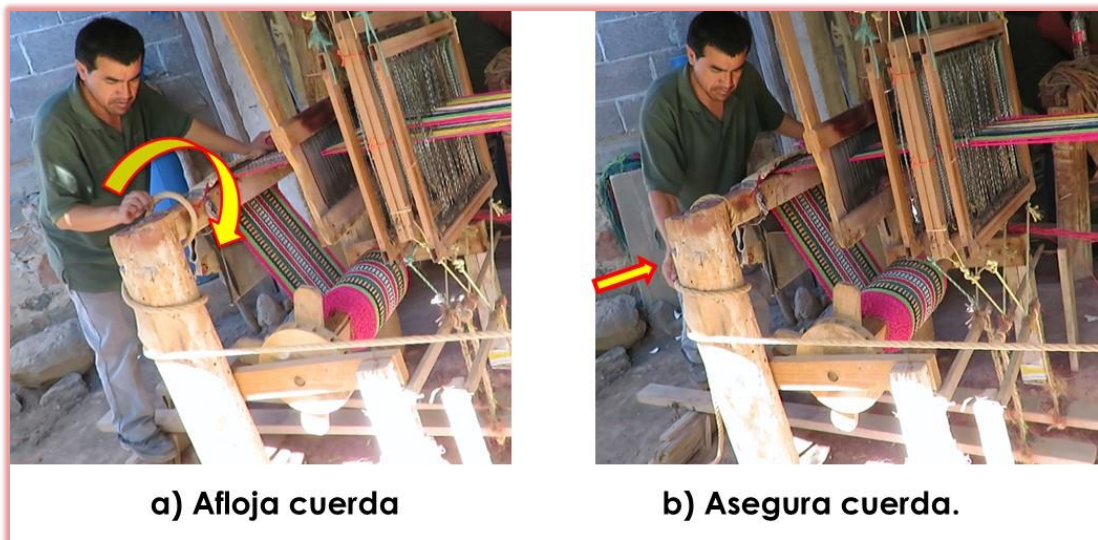
Esta operación consiste por una parte en que los hilos de la urdimbre son extendidos en toda su longitud y amarrados en uno de sus extremos todos juntos a una cuerda. El sistema tiene un mástil a una distancia suficiente cuya función es permitir el retorno de los hilos extendidos de tal forma que el extremo libre de la cuerda se sujeta en el telar. El mástil se muestra en la Ilustración 3.11.





Ilustración 3.11. Mástil para urdimbre.

En su otro extremo estos hilos de la urdimbre son dirigidos hacia la zona de formación de tejido en el telar y una vez hecha la tela, el tejido es enrollado por la rotación que da el artesano al plegador que no es otra cosa que un eje cuyo diseño y ubicación en el telar permite que el artesano proporcione el giro empujando con el pie una cruceta unida en uno de sus extremos. Para mantener la tensión en los hilos antes de girar el plegador primero se afloja la cuerda para liberar una pequeña distancia y enseguida volverla a sujetar, este primer paso se muestra en la Ilustración 3.12.



**a) Afloja cuerda**

**b) Asegura cuerda.**

Ilustración 3.12. Aflojar y asegurar cuerda.

Una vez que se ha aflojado la cuerda y quitado tensión a los hilos, se gira con el pie la cruceta del plegador hasta que nuevamente queden tensos los hilos y al mismo tiempo un pequeño tramo de la tela terminada se enrolla en el plegador, el trinquete que forma parte del plegador mantiene la tensión, esta parte se muestra en la Ilustración 3.13.

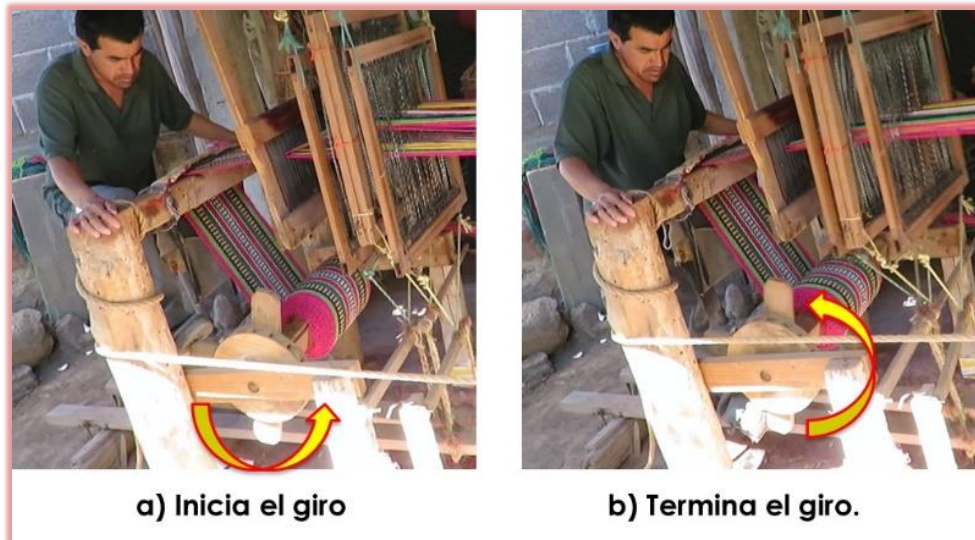


Ilustración 3.13. Tensar-enrollar.

#### 3.4.4.2 Alternar urdimbre.

Esta operación se lleva a cabo para formar el tejido calada a calada y consiste en abrir paso al hilo de la trama entre la mitad de los hilos de la urdimbre en la parte superior y la otra mitad en la parte inferior, para después alternar los hilos de la urdimbre y retornar el hilo de la trama hacia el otro lado. Estos movimientos son accionados por los pedales, tal como se muestra en la Ilustración 3.14.

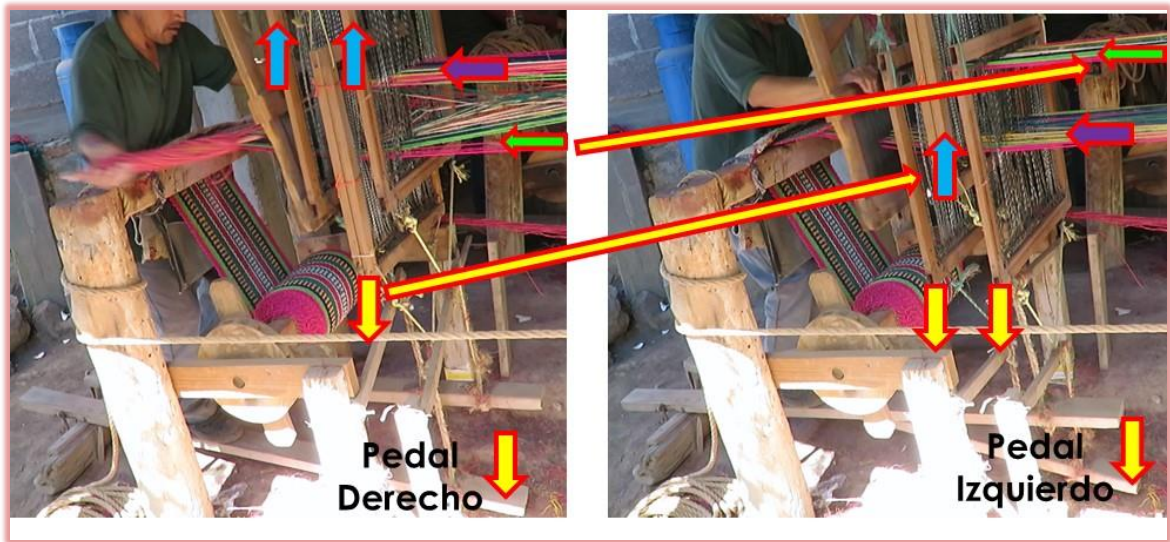


Ilustración 3.14. Alternar urdimbre.

Los pedales dan el movimiento lineal de arriba hacia abajo a las viaderas, y éstas darán el movimiento alternativo a la urdimbre de la siguiente manera: primero con el pie derecho se baja el pedal derecho, este movimiento hace que la urdimbre cambie de posición, los hilos que están arriba se van hacia abajo y los que están abajo se van hacia arriba, en este punto se forma una calada; al mismo tiempo se tira manualmente el tramero del lado derecho hacia el lado izquierdo, cuando llega al extremo izquierdo se da un jalón al tramero para tensar el hilo de la trama y enseguida se jala el peine para apretar la trama que formará la próxima calada. En el siguiente movimiento se baja el pedal izquierdo con el pie izquierdo este movimiento hace que la urdimbre se alterne nuevamente de la manera en que se ha indicado anteriormente, formándose otra calada mientras que ahora se tira el tramero del lado izquierdo con la mano izquierda hacia el lado derecho, al llegar al extremo derecho se da nuevamente un jalón al tramero para tensar el hilo de la trama y se vuelve a jalar una vez más el peine para apretar la trama que formará la siguiente calada.

Este movimiento que va alternando la urdimbre se repite todo el tiempo formando una calada tras otra hasta completar el tejido en toda la longitud de la urdimbre.

### 3.4.4.3 Peinar.

Para esta operación se cuenta con un marco de madera que al interior tiene una hilera de láminas llamado peine, que después de cada paso del tramero y por acción del artesano golpea al hilo de la trama contra la calada anterior con el propósito de apretar el tejido. El artesano hace el golpeo con el peine de manera alternada con la mano izquierda o la derecha, dependiendo de en qué mano tenga el tramero en ese momento, tal como se muestra en la Ilustración 3.15.



Ilustración 3.15. Peinado.

El peine está colgado de la estructura del telar a través de un barrote en cada lado del mismo, a este conjunto se le suele llamar batidora con peine mismo que se muestra en la Ilustración 3.16. Para apretar los hilos de la trama la batidora con peine que inicialmente se encuentra en posición vertical es jalada por el artesano en cada calada y para que pueda ser funcional dicho golpe el conjunto batidora con peine debe tener un peso adecuado para que no represente demasiado esfuerzo al artesano; además una vez que golpea la tela el conjunto batidora con peine es soltado por el artesano y debe regresar a su posición original sin que esto le represente esfuerzo, razón por lo que es importante la manera en que se suspenda el conjunto de la estructura superior.





Ilustración 3.16. Batidora con peine.

#### **3.4.4.4 Desmontar.**

Esta operación es la última porque la tela terminada queda enrollada en el plegador y para entregarla es necesario desmontarla. Como ya se ha mencionado la tela terminada queda enrollada en el plegador, por lo que para que el artesano entregue su trabajo debe desenrollar la tela terminada al mismo tiempo que vuelve a hacer un nuevo rollo totalmente libre. Es importante señalar que recurre a otro artesano como apoyo para evitar que la tela terminada se ensucie.

#### **3.4.5 Lluvia de ideas.**

Se presentan ahora todas las propuestas que se han recopilado en las diversas entrevistas con los responsables de la empresa y los artesanos, así como ideas derivadas de estas conversaciones y de mesas de trabajo que se han sostenido con diferentes personas que apoyan el proyecto.

Las propuestas se identificarán con dos caracteres que son un número y una letra. El número será un consecutivo que indica la cantidad de propuestas para una misma operación, y la letra identificará de qué operación se trata de acuerdo a la Tabla 3-4.

Tabla 3-4. Nomenclatura de identificación de propuestas.

LETRA	OPERACIÓN
T	Tensar-enrollar
U	Alternar urdimbre
P	Peinar
R	Retirar plegador
D	Desmontar tela terminada

Tabla 3-5. Propuestas para tensar enrollar.

1T		Colocar cada hilo de la urdimbre en un carrete, el conjunto de carretes se deberá situar frente al telar para guiar los hilos y que puedan ser tensados de manera individual o en conjunto.
2T		Amarrar todos los hilos de la urdimbre en uno de sus extremos, y este extremo amarrado a una cuerda que se enrolle en un solo carrete colocado frente al telar. Se dará la tensión a los hilos a través del carrete.

Tabla 3-6. Propuestas para alternar urdimbre.



<p>1U</p>		<p>Puesto que los pedales son una palanca de primer grado cambiar su punto de apoyo a la parte media inferior para dar mayor distancia al brazo de palanca. Debido a que actualmente el punto de apoyo es un extremo, al pisar el pedal en ese extremo en el otro extremo baja y jala una cuerda que da el movimiento lineal hacia abajo a las viaderas. Y puesto que con esta propuesta al pisar el pedal en un extremo el otro extremo subirá será necesario colocar una polea fija debajo del extremo que sube para que jale una cuerda hacia arriba y a través de la polea fija se dé el jalón hacia abajo a la viadera.</p>
<p>2U</p>		<p>Mantener el telar en su estado actual uniformizando los tipos y medidas de poleas y cuerdas utilizadas para dar el movimiento lineal a las viaderas.</p>

Tabla 3-7. Propuestas para peinar.

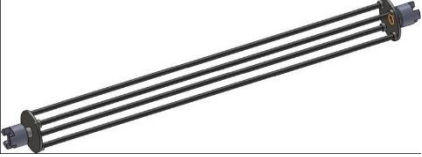



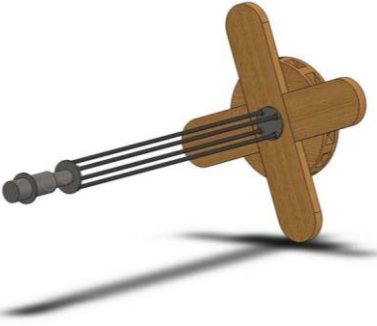
<p>1P</p>		<p>Colgar la batidora con peine de la estructura superior del telar utilizando un sistema de rodamientos que elimine la fricción de los elementos de sujeción que actualmente se utilizan para que se reduzca el esfuerzo del tirón y se facilite el retorno a su posición original. Esta propuesta requiere cambiar los actuales postes verticales de madera que sostienen el peine por postes metálicos con un ajuste en las dimensiones de los travesaños horizontales.</p>
<p>2P</p>		<p>Colgar la batidora con peine de la estructura superior del telar utilizando un arreglo de grilletes que elimine la fricción de los elementos de sujeción que actualmente se utilizan para que se reduzca el esfuerzo del tirón y se facilite el retorno a su posición original. Esta propuesta como la anterior requiere cambiar los actuales postes verticales de madera que sostienen el peine por postes metálicos con un ajuste en las dimensiones de los travesaños horizontales.</p>



Tabla 3-8- Propuestas para retirar plegador.

<p>1R</p>		<p>Adaptar un sistema que conste de un soporte con rodamientos en chumaceras en cada extremo. Una de ellas llevará acoplado a través de un eje el trinquete para tensar y posteriormente un acoplamiento mecánico. La otra chumacera estará fija a una compuerta y llevará acoplado a través de un eje un acoplamiento mecánico que se verá encontrado al acoplamiento del trinquete. El plegador se desmontará al abrir la compuerta y se montará con facilidad nuevamente.</p>
<p>2R</p>		<p>Hacer una modificación al sistema de apoyo del plegador actual en el extremo opuesto al trinquete agregando bisagras en un extremo del travesaño de manera que funcione como compuerta. Así al abrir la compuerta se podrá retirar el plegador completo para después de retirar la tela terminada del plegador volver a montar el plegador y cerrar la compuerta con facilidad.</p>
<p>3R</p>		<p>Conservando el telar como actualmente se encuentra operando, agregar un sistema retráctil en el eje-plegador ubicado en el extremo opuesto al trinquete utilizando un sistema de resorte de compresión para reducir la longitud del eje-plegador y desmontarlo primero de ese extremo y ya libre retirarlo con facilidad. Una vez que se extraiga la tela terminada volver a montar el eje de la misma manera en que se desmontó.</p>

Tabla 3-9. Propuestas para desmontar tela terminada.

1D		<p>Fabricar un eje plegador hecho con redondos metálicos, ensamblado tiene el diámetro exterior base para plegar. Para retirar el rollo de tela se retira una tapa lateral que libera uno de los redondos disminuyendo el diámetro del centro y permite a la tela deslizarse hacia el extremo libre. En cada extremo tiene un acoplamiento mecánico para desmontar y montar del telar con facilidad.</p>
2D		<p>Fabricar un cilindro sólido partido en dos transversalmente con una pendiente para que ensamblado tenga el diámetro de trabajo y para liberar la tela deslizar las dos mitades en sentidos opuestos hacia afuera. En cada extremo tiene un acoplamiento mecánico para retirarlo y colocarlo en el telar fácilmente.</p>
3D		<p>Fabricar un cilindro sólido con un cuñero a todo lo largo con una profundidad con cierta pendiente y una cuña que sobresalga del cilindro la misma distancia a todo lo largo, para liberar la tela deslizar la cuña hacia el extremo con mayor pendiente interior, y solamente volver a colocar la cuña para trabajar. En cada extremo tiene un acoplamiento mecánico para montar y desmontar con facilidad.</p>
4D		<p>Modificar el actual plegador de manera que se pueda retirar completo del telar y para extraer la tela tenga una parte que se pueda desacoplar y permita la salida del rollo completo por un extremo. Para trabajar se ensambla nuevamente y se coloca en el telar con bastante facilidad.</p>
5D		<p>Modificar el actual plegador de manera que se pueda retirar completamente del telar utilizando un extremo retráctil que funcione con un resorte interno. Para extraer la tela tendrá una tapa en el extremo retráctil que se pueda desacoplar fácilmente y permita la salida del rollo completo por ese extremo. Para trabajar se ensambla nuevamente y se coloca en el telar con bastante facilidad utilizando nuevamente el extremo retráctil.</p>

### 3.4.6 Exigencias mínimas.

Es importante establecer las exigencias mínimas para discriminar las propuestas que no son viables. A continuación se enlistan estas exigencias mínimas con base tanto en los requerimientos señalados anteriormente, como en los objetivos que se han planteado en este trabajo:

- 1) No agregar actividades al artesano.
- 2) No incrementar los tiempos de fabricación.
- 3) No agregar consumibles para la producción.
- 4) No incrementar el esfuerzo físico del artesano.
- 5) No agregar motores o dispositivos que reemplacen parcial o totalmente al artesano en las operaciones que ejecuta.
- 6) Mantener la funcionalidad del telar tal como se tiene actualmente.

Tabla 3-10. Cumplimiento de exigencias mínimas.

PROPUESTA	OBSERVACIONES	CUMPLE
1T	El artesano tendría que enrollar cada hilo de manera individual en un carrete y colocarlo para su tensado individual, esto agrega actividades al artesano que tomarían tiempo adicional a la fabricación de la tela.	NO
2T	En esta propuesta se requeriría un mecanismo que permitiera tensar de manera individual cada hilo o bien un mecanismo que tensara todo el carrete, además el artesano tendría que tender todos los hilos para después enrollarlos juntos cuidando que no se enredaran entre sí y esta sería una actividad adicional que incrementaría el tiempo que actualmente solo toma tenderlos.	NO
1U	La operación de los pedales por parte del artesano sería prácticamente como hasta ahora, sin embargo el nuevo arreglo disminuiría el esfuerzo físico.	SI
2U	No habría cambios sustanciales a los sistemas ni a las operaciones.	SI
1P	Aún y cuando se sustituyan los actuales postes verticales y se modifiquen las dimensiones de los travesaños la operación de la batidora con peine no tendría ningún cambio, sin embargo	SI

	la modificación al sistema de fijación sí lograría disminuir el esfuerzo físico del artesano debido a que se eliminarían las fricciones del actual sistema de fijación.	
2P	Como en el caso anterior, la operación de la batidora con peine no tendría ningún cambio, sin embargo la modificación al sistema de fijación sí lograría disminuir el esfuerzo físico del artesano debido a que se eliminarían las fricciones del actual sistema de fijación.	SI
1R	Esta sería una actividad adicional, sin embargo busca dejar fuera la actividad de desenrollar-enrollar la tela terminada en el plegador lo cual reduciría el tiempo de fabricación sin incremento de esfuerzo físico.	SI
2R	Esta sería una actividad adicional, sin embargo busca eliminar la actividad de desenrollar-enrollar la tela terminada en el plegador para reducir el tiempo de fabricación sin incremento de esfuerzo físico.	SI
3R	Esta sería una actividad adicional sencilla que busca quitar la actividad de desenrollar-enrollar la tela terminada en el plegador para conseguir una reducción de tiempo de fabricación sin incremento de esfuerzo físico.	SI
1D	El desmontar el eje plegador y retirar la tapa lateral serían actividades adicionales muy cortas, sin embargo se eliminaría el desenrollar-enrollar la tela que representaría una disminución de tiempo en la fabricación y además esta actividad la podría llevar a cabo un artesano ajeno a la fabricación de la tela.	SI
2D	El desmontar este eje plegador y deslizarlo para retirarlo son actividades adicionales cortas, sin embargo también esta propuesta elimina el desenrollar-enrollar la tela que representaría una disminución de tiempo en la fabricación.	SI
3D	El desmontar el eje plegador y retirar la cuña serían actividades adicionales, sin embargo con esta propuesta también se eliminaría el desenrollar-enrollar la tela que resultaría en una disminución de tiempo en la fabricación.	SI
4D	El desmontar todo el plegador y retirar la tapa lateral serían actividades adicionales, sin embargo esta propuesta también permite la eliminación de desenrollar-enrollar la tela que igualmente resulta en una disminución de tiempo en la fabricación y además esta actividad también la podría llevar a cabo un solo artesano.	SI
5D	El desmontar todo el plegador y retirar la tapa lateral serían actividades adicionales, sin embargo esta propuesta también permite la eliminación de desenrollar-enrollar la tela que	SI

	igualmente resulta en una disminución de tiempo en la fabricación.	
--	--	--

### 3.4.7 Análisis de propuestas.

Ahora se realizará un análisis comparativo para evaluar las alternativas factibles que se tienen para cada operación y de esta manera seleccionar la alternativa óptima. Buscando la manera más sencilla para evaluar, se ha establecido un sistema de evaluación directo que entregue resultados inmediatos debidamente justificados. Estos valores se muestran en la Tabla 3-11.

Tabla 3-11. Ponderaciones para evaluaciones.

VALOR ASIGNADO	INTERPRETACIÓN
1	MAL, PEOR VALOR
2	REGULAR, VALOR INTERMEDIO
3	MUY BUENO, MEJOR VALOR

Una vez asignadas las ponderaciones, la sumatoria más alta será la alternativa óptima. Así mismo se dará una justificación acerca de los diferentes valores asignados.

#### 3.4.7.1 Tensar-enrollar.

Como ya se señaló anteriormente las dos propuestas iniciales que se tenían para esta operación no cumplen con las exigencias mínimas, razón por la que han sido discriminadas. Lo que significa que para esta operación no se realizará ninguna propuesta de diseño.

### 3.4.7.2 Alternar urdimbre.

Las propuestas factibles para esta operación y su evaluación se muestran en la Tabla 3-12.

Tabla 3-12. Evaluación de alternativas para operación alternar urdimbre.

PROPUESTA	Funcionalidad	Facilidad de operación	Disminuye esfuerzo	Disminuye tiempos	Área de maniobra	Requiere cambios	Requiere mínimo de mantenimiento	TOTAL
1U	3	3	3	2	3	1	2	17
2U	3	3	1	2	1	3	2	15

Ambas propuestas mantienen la funcionalidad del telar. La propuesta 1U disminuye el esfuerzo requerido comparado contra lo que se requiere en la propuesta 2U, esto es fácil de determinar si se considera la Ecuación 1 (14):

$$\text{Ecuación 1} \quad W = F \cdot s$$

W= Trabajo en Joule, es el esfuerzo aplicado para obtener un movimiento, se usa esta literal para diferenciar del torque.

F= Fuerza en Newton es la causa capaz de cambiar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

s= desplazamiento recorrido en metros.

Siendo que en la propuesta 1U se incrementa la distancia del brazo de palanca, por lo tanto se requiere menos fuerza para realizar el mismo trabajo. La propuesta 1U requiere un área de maniobra menor ya que para operar los pedales el brazo de palanca está hacia adelante, el caso contrario se tiene en la propuesta 2U. La propuesta 1U requiere cambios en el telar, contra la propuesta 2U que representa la alternativa de no modificar el telar.

En función del resultado mostrado en la Tabla 3-12, la propuesta óptima es la 1U.

### 3.4.7.3 Peinar.

Las propuestas factibles para esta operación y su evaluación se muestran en la Tabla 3-13.

Tabla 3-13. Evaluación de alternativas de la operación peinar.

PROPUESTA	Funcionalidad	Facilidad de operación	Disminuye esfuerzo	Disminuye tiempos	Durabilidad	Requiere cambios	Requiere mínimo de mantenimiento	TOTAL
1P	3	3	3	2	3	1	3	18
2P	3	3	3	2	1	1	1	14

Ambas propuestas mantienen la funcionalidad del telar, son fáciles de operar y disminuyen el esfuerzo del artesano. Se ha analizado la durabilidad ya que la propuesta 1P incluye baleros y la 2P incluye grilletes: Dado el trabajo que realizarán estos mecanismos, comparativamente los baleros tienen una durabilidad mucho mayor que los grilletes; debido a eso se le da un mayor peso a la propuesta 1P. Los baleros sugeridos en la propuesta 1P son libres de mantenimiento es por esto que se ha dado el valor mayor en este rubro; los grilletes que se han sugerido en la propuesta 2P debido a la función que realizarán presentarán mucho desgaste lo que se traduce en cambios por lo que se ha dado el valor más bajo en el referido a mantenimiento.

En función del resultado mostrado en la Tabla 3-13, la propuesta óptima es la 1P.

### 3.4.7.4 Desmontar.

La operación de desmontar debido a su propia naturaleza se ha dividido en dos partes, cada una de las cuales se evalúa de forma independiente, para posteriormente analizarlas en conjunto.

### 3.4.7.4.1 Retirar plegador.

Es evidente que la idea es que la tela terminada se pueda desmontar enrollada sin la acción de desenrollar y volver a enrollar; por lo tanto la primera parte de esta operación consiste precisamente en retirar el elemento en donde se enrolla la tela cuando se está haciendo el tejido, por los que las propuestas factibles para esta parte de la operación y su evaluación se muestran en la Tabla 3-14.

Tabla 3-14. Evaluación de alternativas para retirar plegador.

PROPUESTA	Funcionalidad	Facilidad de operación	Disminuye esfuerzo	Disminuye tiempos	Área de maniobra	Personal requerido	Requiere cambios	Requiere mínimo de mantenimiento	TOTAL
1R	3	2	2	3	1	3	1	2	17
2R	3	2	2	3	1	3	1	2	17
3R	3	1	2	3	3	3	3	2	20

Las tres propuestas mantienen la funcionalidad del telar. Respecto a la facilidad de operación a la propuesta 3R se le ha dado un menor valor puesto que el operar el retráctil requiere de un esfuerzo adicional que no requieren las propuestas 1R y 2R. El área de maniobra que requieren las propuestas 1R y 2R es mayor debido a que para retirar el plegador es necesario abrir una compuerta la cual requiere el espacio de apertura, por eso estas propuestas han obtenido un puntaje menor comparado con la propuesta 3R. Aquí se ha evaluado el personal requerido y en las 3 propuestas se ha asignado el valor más alto debido a que una sola persona podría realizar esta parte de la operación, contra la operación actual en donde se lleva a cabo entre dos personas. Las propuestas 1R y 2R requieren cambios en el telar por lo tanto se les ha asignado un puntaje menor contra la propuesta 3R que no requiere cambios en el telar.

Con esto se concluye el análisis de esta etapa de la operación. Sin embargo aún y cuando ya se obtuvieron resultados no es posible elegir la solución óptima puesto que es necesario evaluar la segunda etapa de esta operación.



### 3.4.7.4.2 Desmontar tela terminada.

La segunda parte de esta operación es precisamente desmontar la tela del plegador sin desenrollarla. En esta parte se presenta una dependencia hacia la anterior, por lo tanto en la evaluación de estas propuestas se indicará dicha dependencia cuando así se requiera. Estas propuestas factibles para esta parte de la operación y su evaluación se muestran en la Tabla 3-16. Para elaborar dicha tabla se requiere considerar los pesos de los dispositivos de cada una de las propuestas. Esto obedece a que uno de los puntos a evaluar es si la propuesta disminuye el esfuerzo del artesano, esfuerzo que tiene una correlación inversa al peso del dispositivo. Estos pesos se muestran en la Tabla 3-15.

Tabla 3-15. Pesos de los dispositivos implementados para desmontar la tela terminada.

PROPUESTA	Peso del dispositivo (Kg)
1D	2.48
2D	27.20
3D	19.20
4D	6.43
5D	7.74

Con base en la *Tabla 3-15* se han asignado los valores a la columna de la *Tabla 3-16* que evalúa si disminuye el esfuerzo, dando el mejor valor al menor peso, el peor valor al peso mayor y asignando el valor intermedio a los pesos que encuentran entre el mayor y menor. Se muestra a continuación la *Tabla 3-16*.

Tabla 3-16. Evaluación de alternativas para desmontar la tela terminada.

PROPUESTA	Propuesta complementaria	Facilidad de operación	Disminuye esfuerzo	Disminuye tiempos	Viabilidad técnica	Personal requerido	Requiere mínimo de mantenimiento	TOTAL
1D	1R	3	3	3	3	3	2	17
2D	1R	1	1	3	1	1	2	9
3D	1R	1	2	3	2	1	2	11
4D	2R	3	2	3	1	2	1	12
5D	3R	3	2	3	1	2	1	12

La facilidad de operación de las propuestas se ha evaluado considerando únicamente el desmontaje de las piezas para retirar la tela. En el caso de la propuesta 1D sólo se requiere retirar una tapa lateral para liberar una pieza metálica que permita extraer la tela para posteriormente volver a colocar la pieza metálica y asegurar todo con la tapa; la propuesta 2D requiere deslizar metal sobre metal a lo largo de toda su longitud para una vez liberado el rollo de tela volver a ensamblar metal sobre metal por lo cual se da el valor más bajo; igualmente evaluada con el valor más bajo la propuesta 3D que requiere deslizar una cuña metálica a lo largo de toda su longitud, para que al retirar la tela se vuelva a montar la cuña; para la propuesta 4D se ha dado el valor más alto puesto que solo requiere retirar una tapa lateral para liberar la tapa metálica que liberará la tela enrollada y ensamblar para que vuelva a trabajar; a la propuesta 5D también se ha dado el valor más alto porque es muy sencillo retirar una tapa metálica para extraer la tela y volverla a colocar para continuar trabajando.

No se deja fuera el punto donde se evalúa la disminución de tiempos debido a que es relevante evaluar este punto. Sin embargo, se ha asignado el mejor valor a todas las propuestas ya que cualquiera de ellas disminuye el tiempo contra el sistema actual y ante la imposibilidad para determinar con cuál de los dispositivos se requiere menos tiempo.

En la viabilidad técnica se ha asignado el mejor valor a la propuesta 1D, ya que la construcción de este dispositivo es mucho más fácil, seguido en complejidad por la propuesta 3D; por último el valor más bajo a las propuesta 2D y 4D y 5D, ya que la 4D requiere realizar un ensamblado de madera con metal al igual que la 5D porque

requiere el uso de un resorte de compresión como transmisión de torque y los resortes de torsión no están diseñados para compresión.

En relación al punto de personal requerido que se evalúa en la *Tabla 3-16*, a la propuesta 1D se le ha asignado el mejor valor ya que considerando el peso total del conjunto dispositivo-tela enrollada es posible que un solo operador realice la maniobra de extracción de la tela; a las propuestas 2D y 3D se les ha asignado el valor más bajo ya que debido al peso que suma el dispositivo al rollo de tela se requiere de dos personas para extraer la tela y en el caso de las propuestas 4D y 5D se ha asignado el valor intermedio puesto que muy seguramente con los rollos más anchos de tela terminada se requiera de dos personas para hacer el trabajo.

En la misma *Tabla 3-16*, en el punto de mantenimiento se ha asignado un valor intermedio a las propuestas 1D, 2D y 3D ya que por la naturaleza de los dispositivos requieran un mínimo de mantenimiento, no así a la propuesta 4D que se ha dado el peor valor debido a que el eje de apoyo se conserva de madera lo que genera mucho desgaste al igual que la propuesta 5D porque el componente del retráctil que se propone es totalmente metálico lo que ocasionaría mucho desgaste en su contraparte de madera.

Concluido este análisis, ahora sólo es necesario evaluar las dos partes, lo cual se plasma en la *Tabla 3-17*.

Tabla 3-17. Evaluación de la operación de desmontar.

PROPUESTA	Funciona por sí sola	Puntaje obtenido	Propuesta complementaria	Puntaje de propuesta complementaria	PUNTAJE TOTAL
1R	NO	17	1D	17	34
			2D	9	26
			3D	11	28
2R	NO	17	4D	12	29
3R	NO	20	5D	12	32

En función del resultado que se muestra en la *Tabla 3-17*, la propuesta óptima es la 1R complementada con la propuesta 1D.

### 3.5 PROPUESTA DE DISEÑO.

Una vez evaluadas todas las propuestas disponibles, lo que sigue es dar forma a la propuesta de diseño en conjunto considerando todas las alternativas seleccionadas y las necesarias que implique ejecutarlas.

La propuesta de diseño abarcará los siguientes componentes:

- 1) Fabricar una estructura superior adecuada que permita rigidez y estabilidad a todos los elementos que se apoyan o suspenden de ella.
- 2) Cambiar el punto de apoyo de los pedales a la parte media inferior o cercana a ella para dar mayor distancia al brazo de palanca, y a través de una polea fija debajo del pedal hacer que cuando el pedal suba jale una cuerda que de movimiento lineal hacia abajo a las viaderas.
- 3) Colgar la batidora con peine de la estructura superior del telar utilizando un sistema de rodamientos que elimine la fricción de los elementos de sujeción para que se reduzca el esfuerzo del tirón y se facilite el retorno a su posición original. Esta propuesta requiere cambiar los actuales postes verticales de madera que sostienen el peine por postes metálicos con un ajuste en las dimensiones de los travesaños horizontales.
- 4) Adaptar un sistema que conste de un soporte con rodamientos alojados, de las llamadas chumaceras, en cada extremo del plegador. Una chumacera llevará acoplado a través de un eje el trinquete para tensar y posteriormente un acoplamiento mecánico. La otra chumacera estará fija a una compuerta y llevará acoplado a través de un eje un acoplamiento mecánico que se verá encontrado al anterior. El plegador se desmontará al abrir la compuerta que se une a la estructura con bisagras.
- 5) Fabricar un plegador hecho con redondos metálicos. Ensamblado tiene el diámetro exterior base para plegar. Para retirar el rollo de tela se retira una tapa lateral que libera uno de los redondos disminuyendo el diámetro del centro y permite a la tela deslizarse hacia el extremo libre. En cada extremo tiene un acoplamiento mecánico para desmontar y montar del telar con facilidad.

### 3.5.1 Requerimientos de diseño.

Ahora se describirá cada uno de los componentes que comprende la propuesta de diseño especificando materiales, propiedades y características de los mismos.

#### 3.5.1.1 Estructura.

La estructura superior metálica se fabricará de perfil tubular rectangular (PTR) comercial de 2" x 2" en calibre 14; éste es un cuadrado de 0.0508 m por lado exterior, su espesor es de 0.0019 m, en acero estructural ASTM (*American Society for Testing and Materials*) A-36, cuyas propiedades mecánicas se muestran en la Tabla 3-18. La dimensión que se ha seleccionado servirá para dar mayor solidez y rigidez a la estructura tanto por su peso como por su volumen, además la resistencia mecánica que ofrece para cargar los elementos que se requieren para la operación del telar.

Tabla 3-18. Propiedades mecánicas promedio del acero estructural ASTM A-36 (15).

Densidad de masa $\rho$	7,850 Kg/m <sup>3</sup>
Módulo de elasticidad $E$	200 G Pa
Módulo de rigidez $G$	75 G Pa
Resistencia a la cedencia $\sigma_y$	250 G Pa
Resistencia última $\sigma_u$	400 G Pa
% de elongación en probeta de 50 mm	30 %
Razón de Poisson $\nu$	0.32
Coefficiente de expansión térmica $\alpha$	12 x 10 <sup>-6</sup> / °C

En el Dibujo 3.5 se muestra la estructura propuesta, misma que se fijará al piso a base de tornillos con taquete expansor de 3/8", uno en cada poste. Para las dimensiones de esta estructura es muy importante considerar que el artesano para realizar el movimiento con el tramero debe tener el espacio totalmente libre hacia los lados, por lo que esta

estructura otorga suficiente espacio a los lados para todos sus movimientos, y hacia arriba se conserva la altura actual a la que se tienen los improvisados travesaños de los que se suspende tanto la batidora con peine como las poleas que dan el movimiento lineal a las viaderas, dichas dimensiones propuestas son las siguientes: 2.5 m de altura, 2.1 m de largo y 1.24 m de ancho.



Dibujo 3.5. Estructura del telar.

### 3.5.1.2 Pedales.

Para cambiar el punto de apoyo que tienen los pedales actuales cuya longitud es de 1.20 m al punto medio, se comienza con determinar el trabajo actual, para lo cual se empleará la Ecuación 1.

Considerando 70 Kg como la masa promedio de una persona, se calcula primero la fuerza en Newton's con la Ecuación 2 (14):

$$\text{Ecuación 2} \quad F = m \cdot g$$

F= Fuerza en Newton es la causa capaz de cambiar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

m= masa en Kilogramos es la cantidad de materia de un cuerpo.

g= Gravedad [9.81 m/s<sup>2</sup>] es la fuerza constante que ejerce la tierra sobre los cuerpos.

$$F = 70 \text{ Kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 686.7 \text{ N}$$

En el telar actual, la distancia del punto medio del pie al punto de pivoteo es de 0.45 m, dicha distancia es un brazo de palanca, con lo que se determina el trabajo que realiza actualmente el artesano:

$$W = (686.7 \text{ N})(0.45 \text{ m}) = 309 \text{ J}$$

Ahora bien, la propuesta implica emplear el mismo pedal de 1.20 m ubicando el punto de pivoteo a la mitad de su longitud que equivale a 0.55 m delante del punto medio del pie, así si se busca realizar el mismo trabajo de 309 J, se calcula la fuerza requerida despejando la Fuerza de la Ecuación 1, y obteniendo la Ecuación 3:

$$\text{Ecuación 3} \quad F = \frac{W}{s} = \frac{309 \text{ J}}{0.55 \text{ m}} = 561.85 \text{ N}$$

F= Fuerza en Newton es la causa capaz de cambiar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

W= Trabajo en Joule, es el esfuerzo aplicado para obtener un movimiento, se usa esta literal para diferenciar del torque.

s= desplazamiento recorrido en metros.

Esta es una fuerza 18.2 % menor comparada con la requerida en el diseño actual con el arreglo de pedales que se tiene. De esta manera se comprueba que implementando el arreglo propuesto se puede disminuir el esfuerzo requerido por el artesano.

De manera adicional el arreglo propuesto se basa en fijar cada pedal en un eje que hará su pivoteo a base de baleros, lo que agrega las ventajas contra el pivoteo actual de madera contra madera.

Para iniciar se debe tener en cuenta que un ancho de pedales funcional debe permitir apoyar todo el pie, y aunque en los telares de la empresa este ancho no es regular en todos, si hay algunos en los cuales se tiene un ancho de 0.15 m, por lo que se tomará este valor para la propuesta, con una distancia entre sus centros de 0.40 m.

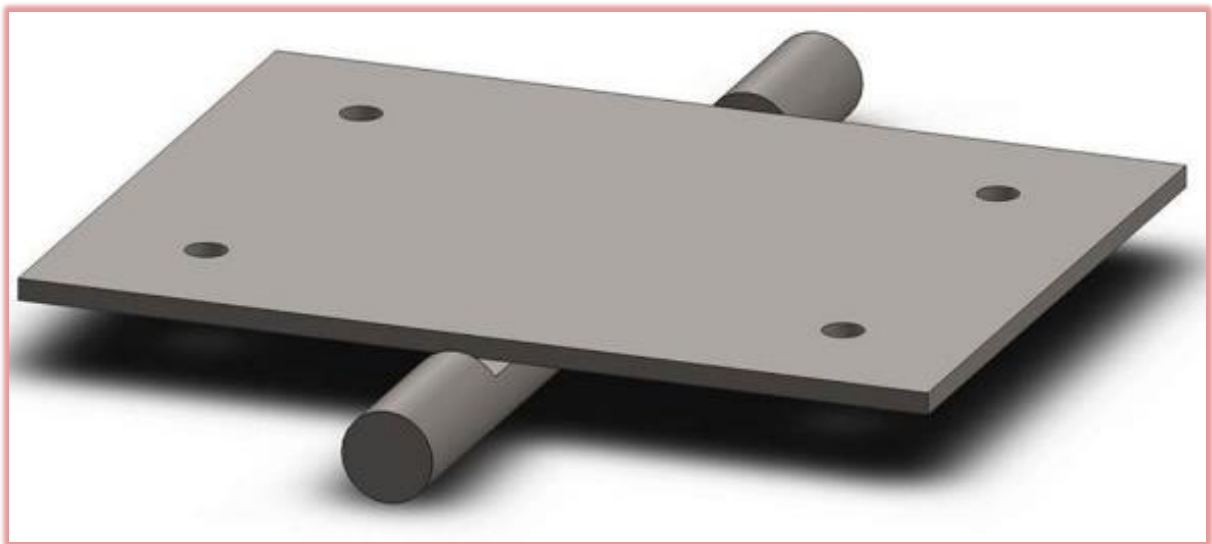
Como siguiente paso, se requiere usar una flecha de material comercial y diámetro que facilite la localización del conjunto balero-chumacera. Se considerará un diámetro de 0.020 m y el material redondo de acero estructural ASTM A-36, ya que este acero es el más comercial y permite también elegir un conjunto balero y chumacera de amplia

existencia en el mercado. Las fichas técnicas se muestran en el anexo F para la chumacera, y en el anexo G para el balero.

De acuerdo a la ficha técnica, para la longitud de la flecha debe considerarse que se requieren de 0.031 m para el balero, y dar una tolerancia 0.020 m para cada lado del pedal, así se tiene que:

$$0.15 \text{ m} + (0.031 \text{ m} \times 2) + (0.020 \text{ m} \times 2) = 0.252 \text{ m}$$

En números cerrados, la longitud de cada flecha se establece en 0.25 m. El pedal no se puede dejar solo apoyado en el eje, por lo cual a la flecha se le hará un maquinado en una parte de su longitud para alojar una placa de 3/16" de acero ASTM A-36. Las dimensiones de esta placa serán de 0.20 m x 0.15 m con un espesor de 0.0047625 m, y precisamente el maquinado en la flecha será de 0.0047625 m. De esta manera se tiene un área de contacto mucho mayor entre la flecha y la placa y se soldará de manera centrada en su longitud, esto se muestra en el Dibujo 3.6.

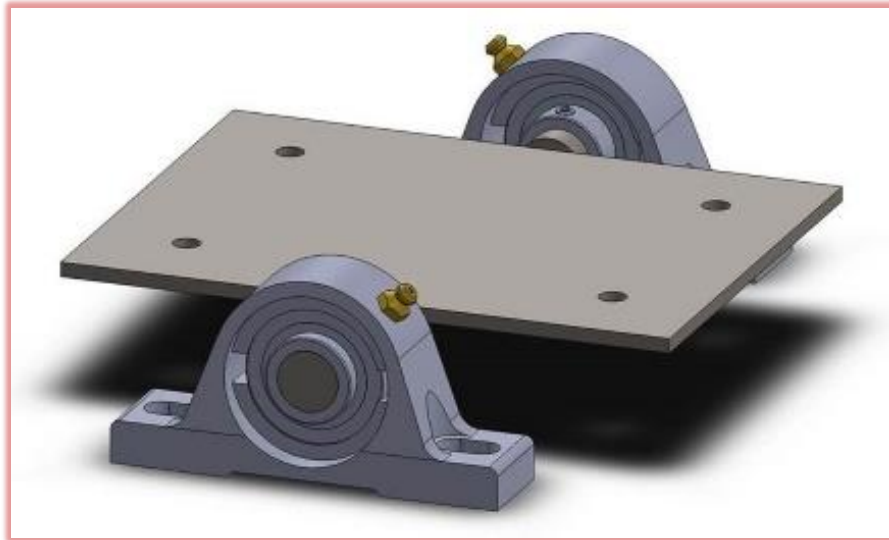


Dibujo 3.6. Flecha con placa soldada.

Se puede ver que se han hecho cuatro barrenos para la sujeción del pedal con tornillos de 8 mm.

Ahora esta flecha con su placa soldada de alojará en un balero con su correspondiente chumacera en cada uno de sus extremos. Este sub-ensamblaje se muestra en el Dibujo 3.7.





Dibujo 3.7. Flecha montada en chumaceras.

En este punto es importante señalar que la altura que se tiene de la base de las chumaceras a la cara superior de la placa es de 0.0433 m. En la empresa los pedales actualmente están apoyados en un polín de madera de 0.10 m de altura, por lo tanto es necesario dar más altura, lo que se logra en los siguientes pasos del ensamble.

El siguiente paso es fijar este conjunto en una placa de 3/16" de acero estructural ASTM A-36, cuyas dimensiones son de 0.275 m x 0.145 m y 0.0047625 m de espesor, con dos tornillos de 10 mm para cada chumacera.

Finalmente para dar soporte a los dos pedales y la distancia requerida entre centros, así como, también establecer la altura de trabajo del punto de apoyo para su fácil desplazamiento, un par de sub-ensambles como el mostrado en el Dibujo 3.7 se fijarán a través de la placa base soldada a un par de PTR de 1" x 2" calibre 14. Sus dimensiones serán de 0.0254 m x 0.0508 m con un espesor de 0.0019 m y una longitud de 0.70 m, cerrados en ambos extremos con el mismo material.

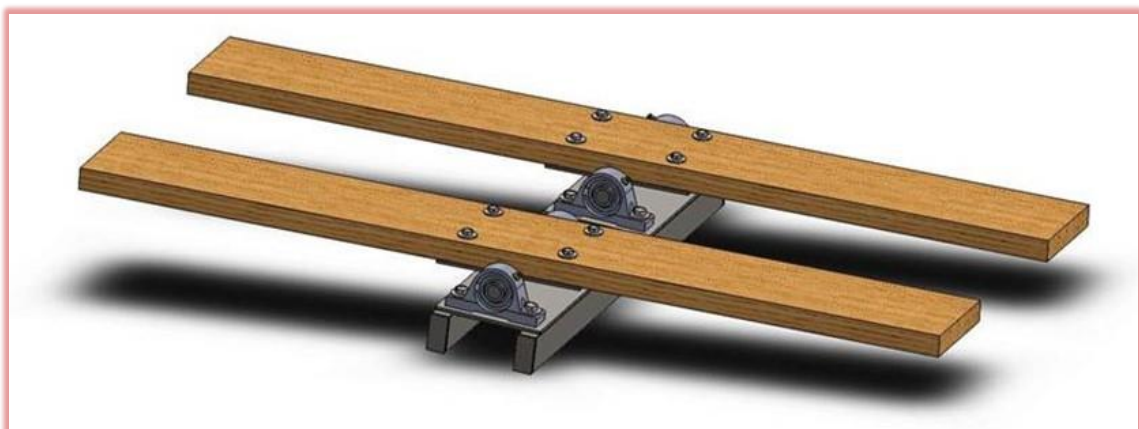
Este nuevo sub-ensamble se muestra en el Dibujo 3.8.



Dibujo 3.8. Base para pedales.

La altura que se ha obtenido del piso a la cara de la placa en donde se apoyarán los pedales es de 0.09887 m que en números cerrados es igual a la que se tenía con el polín de madera. Con esto se tiene una carrera disponible de 0.20 m y puesto que los pedales se desplazan en sentido opuestos se tiene una separación de 0.40 m en las viaderas, espacio suficiente para que pase el tramero sin problemas. La carrera de los pedales se puede limitar con la cuerda disponible o con un tope.

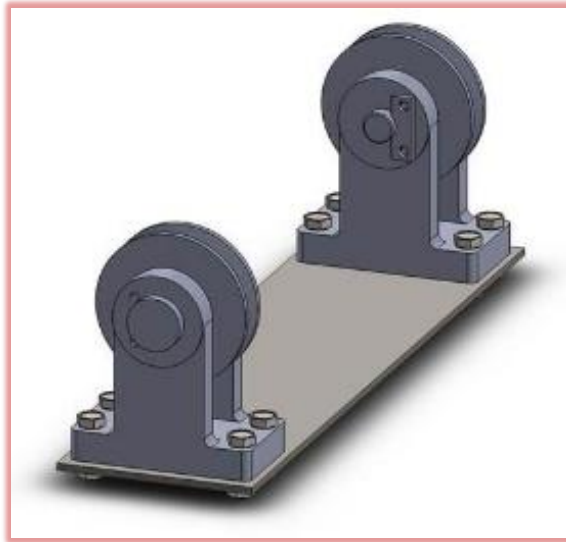
Por último solo se requiere fijar los pedales que tienen una altura de 0.030 m a su base y centrados longitudinalmente. Este sub-ensamblaje final se muestra en el Dibujo 3.9.



Dibujo 3.9. Sub-ensamble de los pedales.

Es importante señalar que, como ya se mencionó, para lograr el efecto deseado en las viaderas se necesita una polea en el piso para cada pedal, un arreglo en donde un par

de poleas metálicas se fijan con tornillos a una placa metálica de 3/16" en acero estructural ASTM A-36, misma que estará fija al piso dando una distancia entre sus centros de 0.40 m. La polea propuesta es de 0.065 m de diámetro con una distancia de piso a eje de 0.070 m. Este sub-ensamble se muestra en el Dibujo 3.10.



Dibujo 3.10. Sub-ensamble para las poleas de piso complemento a los pedales.

La ubicación de este arreglo de poleas se hará en la pequeña cavidad que se ha señalado en la Ilustración 3.6 y de esta manera se indicará en el ensamble general.

### **3.5.1.3 Batidora con peine.**

La fijación que actualmente se utiliza en la batidora con peine permite que este dispositivo se mueva en varias direcciones, es decir normal y transversal al artesano y de forma no uniforme por lo que si el artesano no da el tirón justo de la parte media corre el riesgo de que el peine realice una trayectoria inadecuada, porque de un extremo llega primero que del otro extremo, lo que ocasiona que el tejido esté apretado de manera irregular. Sin embargo, el movimiento de la batidora debe ser únicamente en un eje normal al artesano, con el propósito de que “peine” la urdimbre de forma uniforme a todo lo ancho de la tela que se está fabricando.

Por lo tanto la propuesta consiste básicamente en utilizar un sistema con un balero simple de cada lado para suspender de la estructura la batidora de manera que se logre el movimiento requerido ya señalado y se permita el fácil retorno a su posición original, es decir que una vez que se tiene una estructura rígida se eliminarán los amarres con mecates con los que actualmente se suspende la batidora con peine. En este punto puede surgir duda de por qué no emplear un buje en lugar de un balero; la respuesta es que en esta propuesta se utilizará, como se indicará más adelante, un balero comercial de fácil adquisición lo que da una ventaja contra la posible alternativa de un buje en donde se tendría que determinar tanto el material como las medidas y en caso de no encontrarse uno funcionalmente adecuado al diseño que se presenta, considerar la fabricación bajo un diseño específico.

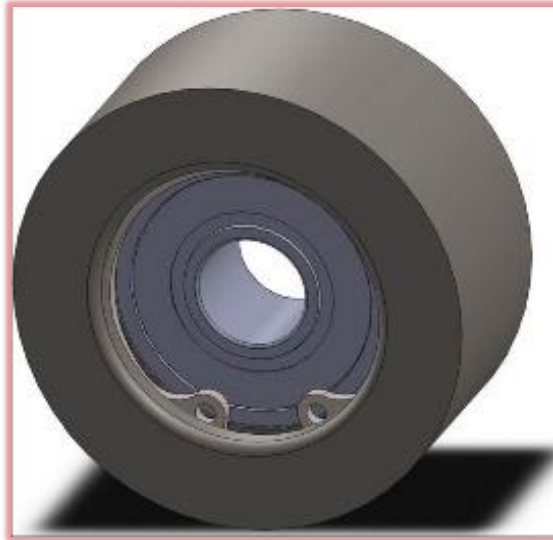
Como primer punto se determina el peso del actual conjunto de la batidora con peine, el cual es de aproximadamente 12 Kg. Este peso tendrá que ser colgado utilizando dos baleros. Se eligió un rodamiento de bolas de simple hilera con raíl profundo y jaula de un catálogo nacional comercial, cuyas características proporcionadas por el fabricante se muestran en la Tabla 3-19. Todos los datos del catálogo se muestran en anexo E.

Tabla 3-19. Características del balero seleccionado.

<b>Marca</b>	SKF
<b>Referencia</b>	63000-2RS1
<b>Φ int</b>	10 mm
<b>Φ ext</b>	26 mm
<b>Anchura</b>	26 mm
<b>Capacidad de carga dinámica</b>	4.6 KN
<b>Capacidad de carga estática</b>	2 KN
<b>Masa</b>	0.025 Kg
<b>Velocidad límite</b>	19,000 rpm

Para fijar este balero se fabricará una pequeña caja de balero maquinada en redondo de acero ASTM A-36 con dimensiones de 0.042 m de diámetro exterior por 0.020 m de ancho, además se fabricará la caja de manera que el balero pueda ser montado con

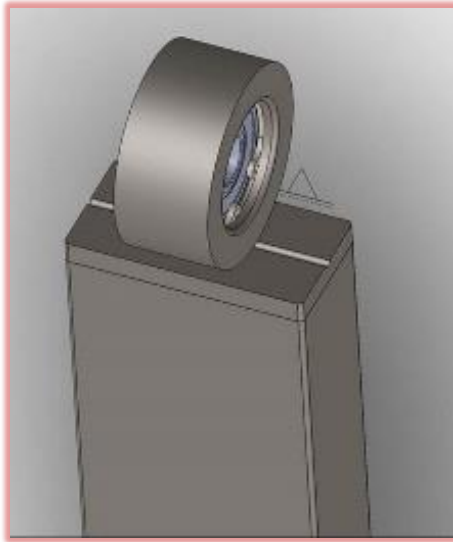
mazo. Una vez alojado se asegurará utilizando un seguro interior tipo omega de cada lado para lo cual se hará el maquinado correspondiente de acuerdo a la especificación del seguro, quedando el sub-ensamble como se muestra en el Dibujo 3.11.



Dibujo 3.11. Balero asegurado en su alojamiento.

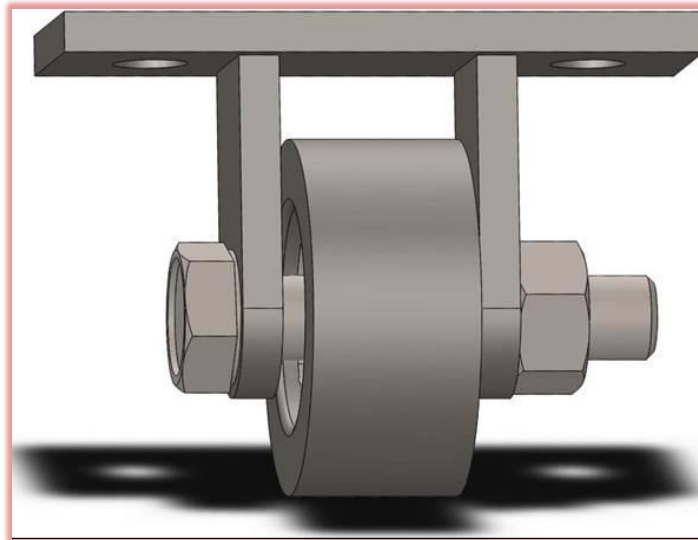
El material de la caja se ha seleccionado específicamente de acero ASTM A-36 para que sea soldado a cada uno de los dos postes a los cuales irá sujeto el peine para ser colgado.

Los postes de madera serán substituidos por PTR de 2" x 1" de acero ASTM A-36. Las dimensiones de este material que es un rectángulo son de 0.0508 m x 0.0254 m con una longitud de 1.4 m. Ambos extremos serán cerrados con el mismo material. En el extremo superior se soldará la caja de balero asegurando que las cajas que se soldarán a cada uno de los dos postes queden bien alineadas y en el otro extremo será atornillado el peine. Este punto es importante ya que resuelve una de las peticiones hechas por el usuario, ya que solicitaron que fuera desmontable el peine y no una estructura sólida. El detalle de la unión por soldadura del alojamiento del balero con el PTR se muestra en el Dibujo 3.12.



Dibujo 3.12. Unión de la caja balero al PTR.

La última parte de esta propuesta es la sujeción a la parte superior, lo cual se logra fabricando la pieza que tendrá dos puntos de apoyo para un tornillo de hombro de 10 mm, que es el diámetro interior del balero en el Dibujo 3.13 se muestra este sub-ensamble.

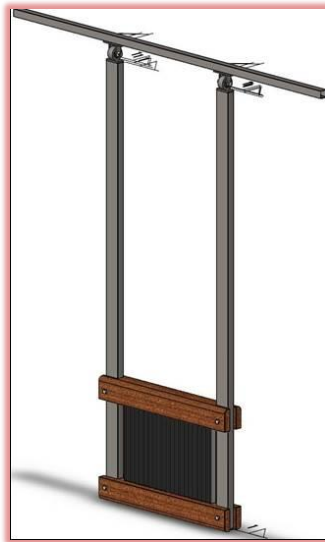


Dibujo 3.13. Sub-ensamble del balero colgante.

Esta pieza superior del sub-ensamble se fabricará de solera de 3/16" x 1", sus medidas son 0.0254 m x 0.076 m y un espesor de 0.00476 m de acero estructural ASTM A-36, con un par de barrenos para tornillos de 8 mm.

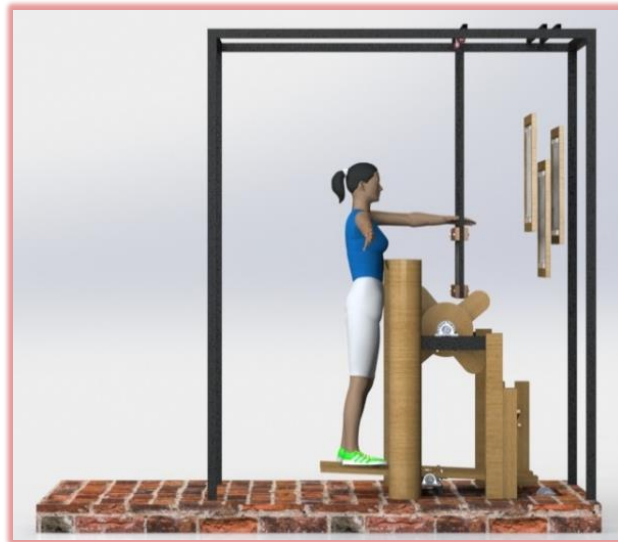
El peso del ensamble completo de la propuesta de batidora con peine es de 12.30 Kg, y comparando con el peso del ensamble anterior con postes de madera, el incremento

es de sólo un 2.5 %. El travesaño superior del cual se suspenderá este sub-ensamble se fabricará de PTR cuadrado de 1" de acero ASTM A-36 y cuyas dimensiones son de 0.0254 m x 0.0254 m y espesor de 0.0019 m con una longitud de 1.34 m. En relación al hecho de que se propone el travesaño de un tamaño menor que la estructura principal, se debe básicamente a que no se requiere un área de sección transversal muy grande porque dicho travesaño no será sujeto a grandes cargas, además se pretende diferenciar con su tamaño de la señalada estructura general. El sub-ensamble de la batidora con peine se muestra en el Dibujo 3.14, en este dibujo se muestra el travesaño para apoyar y fijar por la parte superior en la estructura. Para fijarlo se recomienda el uso de tornillos pasados de manera que pueda tener un ajuste cuando las necesidades de la empresa así lo requieran.



Dibujo 3.14. Sub-ensamble de batidora con peine.

La distancia propuesta del eje vertical de la batidora con peine al lado exterior del haz de pecho será de 0.42 m. Esta distancia define cada cuando se debe enrollar la tela, es por esto que dicha distancia debe ser la máxima posible. Y para comprobar la funcionalidad que se logra con la distancia propuesta en el Dibujo 3.15 se muestra una imagen renderizada en donde se aprecia que la ubicación de la batidora con peine es totalmente funcional tanto en el eje vertical como en el horizontal.



Dibujo 3.15. Ubicación de la batidora con peine.

#### 3.5.1.4 Compuerta y rodamientos.

Esta propuesta consiste en adaptar un sistema que conste de un soporte con rodamientos alojados de las llamadas chumaceras, en cada extremo, lo primero será seleccionar el ensamble chumacera-balero para conocer las dimensiones.

En la selección de un balero parte fundamental es el diámetro de la flecha requerida, y para comprobarlo mecánicamente se harán algunos sencillos cálculos.

Tomando la fuerza calculada con la Ecuación 2, se puede calcular el par de torsión ejercido por el artesano en la cruceta de acuerdo a la distancia del centro del eje al punto donde se aplica la fuerza que es de 0.30 m, utilizando la Ecuación 4 (15):

$$\text{Ecuación 4} \quad T = F \cdot d$$

T= Fuerza en Newton metro que aplicada en un punto crea un movimiento de rotación.

F= Fuerza en Newton es la causa capaz de cambiar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.

d= distancia del punto donde se aplica la fuerza al centro del eje de rotación del cuerpo en metros.

$$T = (686.7 \text{ N})(0.30 \text{ m}) = 206.01 \text{ N} \cdot \text{m}$$



Con este par de torsión se puede determinar el esfuerzo cortante de la flecha con la Ecuación 5 (15):

$$\text{Ecuación 5} \quad \tau = \frac{T \cdot c}{J}$$

T= Fuerza en Newton metro que aplicada en un punto crea un movimiento de rotación.

c= Radio de un eje circular en metros.

J= Momento polar de inercia en metros a la cuarta potencia.

El momento polar de inercia, el cual se calcula con la Ecuación 6 (15):

$$\text{Ecuación 6} \quad J = \frac{\pi \cdot c^4}{2}$$

c= Radio de un eje circular en metros.

$\pi$ = Constante universal.

En este momento se necesita tener el radio de la flecha, el cual debe ser totalmente comercial tanto para su obtención como para el balero que se seleccionará. Es así que se recurre nuevamente al redondo en acero estructural ASTM A-36 y se propone un diámetro de 0.020 m, y se procede entonces a calcular el momento polar de inercia:

$$J = \frac{\pi \cdot c^4}{2} = \frac{\pi \cdot (.01 \text{ m})^4}{2} = 1.5708 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

Por último con este valor se puede calcular el esfuerzo cortante, el cual no debe exceder el valor límite que se encuentra en la Tabla 3-18 el cual es de 75 GPa:

$$\tau = \frac{(206.01 \text{ N} \cdot \text{m}) \cdot (0.01 \text{ m})}{1.5708 \times 10^{-8} \text{ m}^4} = 131.15 \text{ MPa}$$

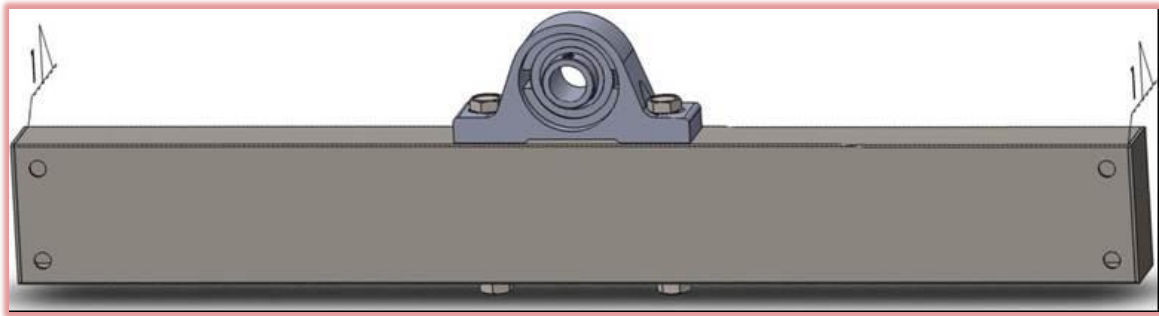
A manera de determinar cuál es el factor de seguridad en relación a estos dos valores, se puede hacer el siguiente cálculo:

$$\frac{75 \text{ GPa}}{131.15 \text{ MPa}} = 571.86$$

Obtenido este último valor que puede considerarse muy alto, se da por bueno el valor seleccionado de 0.020 m de diámetro de flecha y a partir de este se selecciona un conjunto balero y chumacera, la ficha técnica de la chumacera se muestra en anexo F y la del balero que se utilizará se muestran en el anexo G.

Dadas las dimensiones de la chumacera se utilizará para fijarla un PTR de 4" x 2" calibre 14. Esta selección se hace para evitar hacer trabajos de soldadura adicionales y que la compuerta sea robusta y consistente con la actual estructura del telar. Sus dimensiones son 0.10160 m x 0.05080 m con un espesor de 0.0019 m y 0.60 m de longitud en acero estructural ASTM A-36. Se taparán ambos extremos con el mismo material.

La chumacera se fijará con dos tornillos de 10 mm. En el Dibujo 3.16 se muestra el sub-ensamble.



Dibujo 3.16. Sub-ensamble chumacera balero.

Este ensamble sustituirá al actual travesaño de madera en el lado de la cruceta del plegador, y puede apreciarse que en los extremos se han hecho barrenos para tornillo de 8 mm.

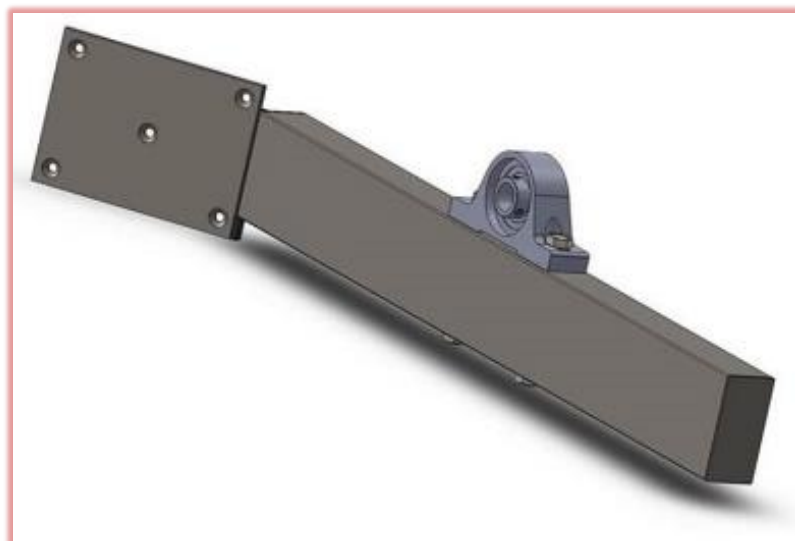
Para la chumacera-balero opuesta se tiene un ensamble igual a este. Sólo se modifica en el extremo en donde se ubicarán dos bisagras, sin omitir que no lleva barrenos para tornillos de sujeción.

Las bisagras que se utilizarán son de 0.040 m de acero estructural ASTM A-36 para ser soldadas y constan de tres piezas: inferior, perno y superior. Las inferiores se sueldan a la pared fija y las superiores a la parte que hará la apertura y cierre con el propósito de hacer un desensamble de manera fácil. En el Dibujo 3.17 se muestra la bisagra.



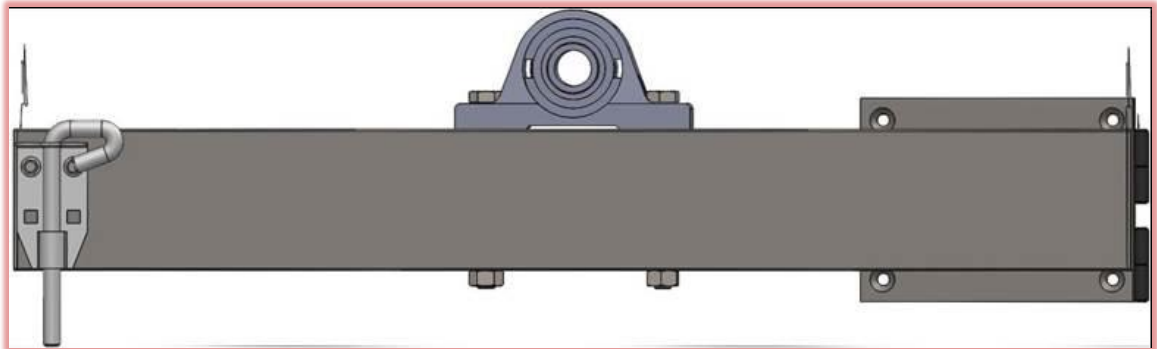
Dibujo 3.17. Bisagra.

Para fijar el ensamblaje se debe considerar la estructura actual de madera, por lo que se utilizará una placa de 3/16". Sus dimensiones son 0.149 m x 0.110 m con 0.0047625 m de espesor, a la cual se unirá la compuerta utilizando las bisagras. Aprovechando la estructura actual que permite el montaje, esta placa se fijará en un poste de madera utilizando tornillos para madera de 6 mm, por lo que a esta placa se le realizarán cinco barrenos con su correspondiente avellanado. En el Dibujo 3.18 se muestra el subensamble de la compuerta con la placa unido a través de las bisagras y parcialmente abierta.



Dibujo 3.18. Compuerta parcialmente abierta.

Por último para asegurar la compuerta cerrada se utilizará un pasador comercial soldado en el extremo opuesto a las bisagras. El sub-ensamble completo con la compuerta cerrada se muestra en el Dibujo 3.19.



Dibujo 3.19. Sub-ensamble de compuerta.

Para instalar esta compuerta es necesario hacer una adecuación en dos de los postes de la estructura actual de madera, dicha adecuación se muestra en la Ilustración 3.17, en donde se señala con flechas color azul el estado actual y con flechas en color verde las adecuaciones. El poste rectangular requiere únicamente una rotación de 180° sobre su eje vertical, en tanto que para el poste redondo y considerando que no se puede girar 180°, se requiere se haga un corte de 0.04 m tal como se muestra en la ilustración.

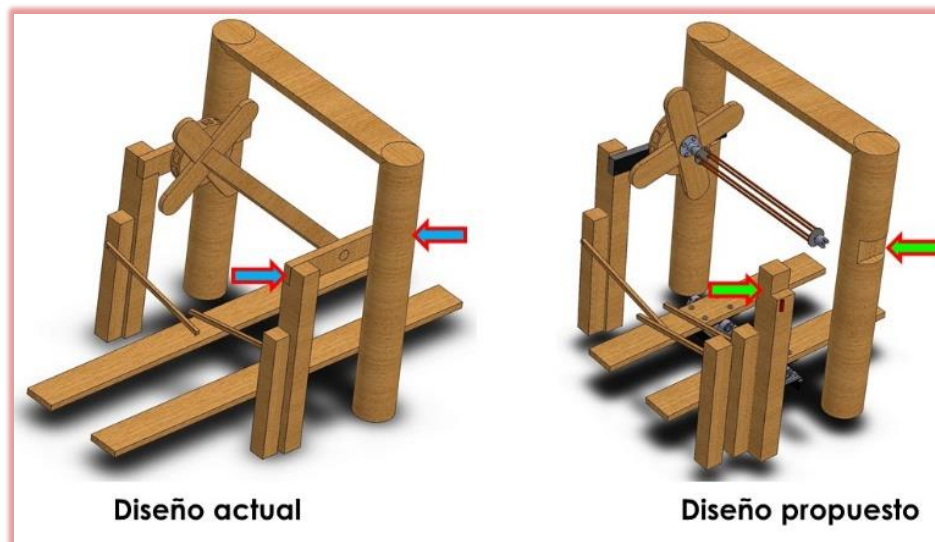


Ilustración 3.17. Adecuaciones necesarias en la estructura actual.

En el Dibujo 3.20 se muestra la compuerta instalada y abierta con las adecuaciones a la estructura actual.



Dibujo 3.20. Compuerta instalada.

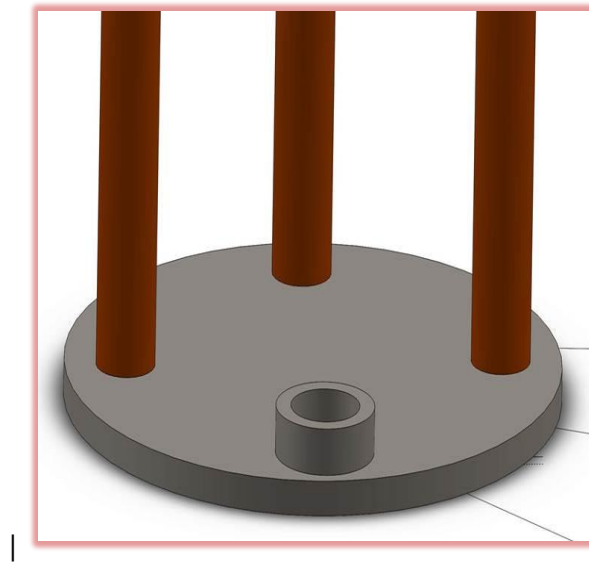
### 3.5.1.5 Plegador.

Esta propuesta consiste en fabricar un plegador desmontable del sistema que pueda reducir su área de sección transversal en la cual se enrolla la tela terminada.

Como se señaló anteriormente este subsistema funcionará con la compuerta abatible, sin embargo una vez que se haya retirado del telar debe permitir al artesano liberar el rollo de tela terminada por uno de sus extremos. Uno de los puntos que se debe señalar es el hecho de que la distancia interna entre las dos chumacera es de 1.028 m y en el arreglo original la distancia entre los dos travesaños que sostenían al plegador era de 0.88 m, esto se debe básicamente a la adecuación indicada en la Ilustración 3.17.

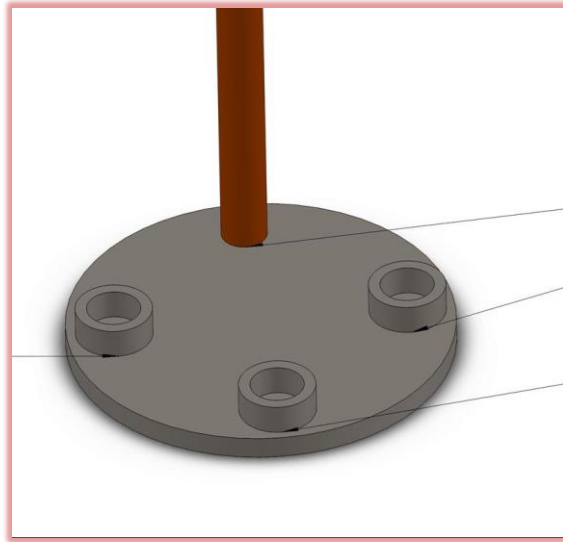
Para comenzar se fabricará el sistema que permita reducir el área de sección transversal útil del dispositivo en donde se sujeta el rollo de tela terminada y a la vez permita retirar la tela por un extremo, para lo cual se utilizarán dos placas circulares encontradas de 3/16" de acero estructural ASTM A-36. Sus dimensiones serán 0.080 m de diámetro y 0.00476 m de espesor. Se utilizarán también cuatro redondos metálicos de 3/8" de acero estructural ASTM A-36. Sus dimensiones son 0.00953 m de diámetro. La longitud de estos se determina en 0.72 m para que no se exceda la distancia señalada entre las dos chumaceras.

En un extremo una de las placas llevará soldados tres redondos fijos inscritos en un círculo de 0.0508 m, el cuarto redondo no irá soldado ya que cuando éste se retire se reducirá el área de sección transversal útil de este dispositivo que es donde se enrolla la tela terminada, lo que permitirá retirar el señalado rollo de tela. Para el redondo que está libre en esta placa se colocará una guía que le permita ensamblar con facilidad, esto se muestra en el Dibujo 3.21.



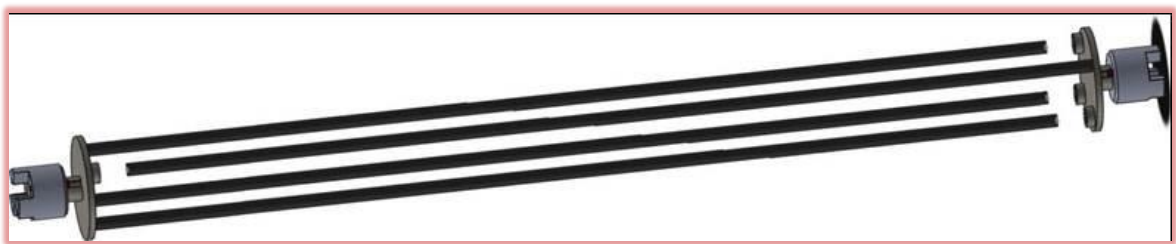
Dibujo 3.21. Placa con tres redondos soldados.

La otra placa que estará opuesta a la primera se muestra en el Dibujo 3.22 y llevará soldado un redondo y tres guías para facilitar el ensamblaje. Las guías tienen una profundidad de 0.0063 m, su función será facilitar el armado y evitar que se desarme con demasiada facilidad cuando esté trabajando.



Dibujo 3.22. Placa con un redondo soldado.

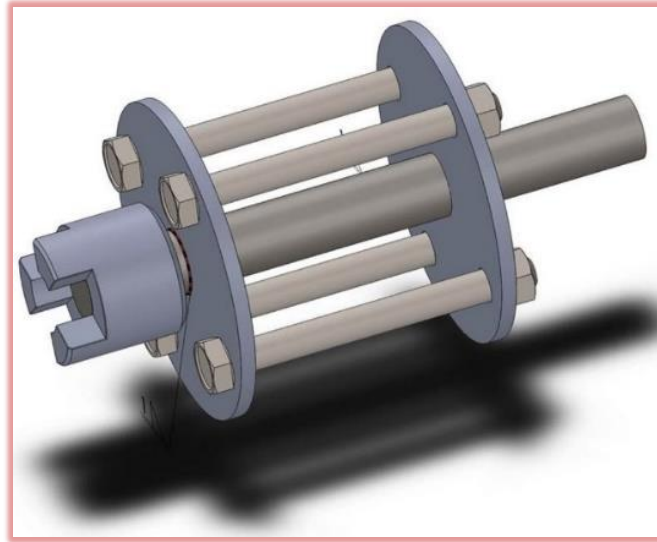
Lo que sigue ahora es unir estas dos partes y enseguida agregar en el lado exterior de cada placa un eje con un acoplamiento mecánico. Debido a que no se debe incrementar mucho la longitud de todo el conjunto, se elige un acoplamiento mecánico comercial de aluminio de 0.041 m de longitud. Para unir este acoplamiento a la placa se utilizará un eje de redondo de acero estructural ASTM A-36 de 0.019 m de diámetro y 0.04 m de longitud, con su correspondiente cuña, este sub-ensamble se muestra en el Dibujo 3.23.



Dibujo 3.23. Plegador desensamblado.

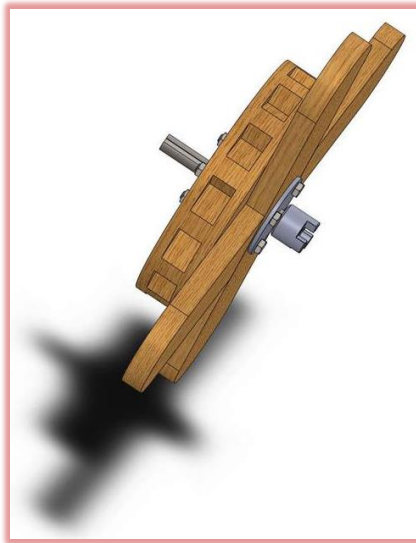
Lo siguiente es incluir el trinquete y su cruceta en el lugar que actualmente ocupan. Para lograr esto se hará un sub-ensamble utilizando dos placas redondas de 0.10 m de diámetro y 0.0047625 m de espesor de acero ASTM A-36 montadas en una flecha de 0.02 m de diámetro de acero estructural ASTM A-36, con una longitud de 0.18 m. Del lado de la cruceta se colocará un acoplamiento mecánico, y la placa redonda se soldará a la

flecha. Del lado del trinquete se colocará la otra placa y la flecha quedará libre para acoplarla a la chumacera. Ambas placas se unirán a través del conjunto trinquete y cruceta utilizando 4 tornillos de 10 mm. Este sub-ensamble se muestra en el Dibujo 3.24.



Dibujo 3.24. Sub-ensamble para integrar cruceta y trinquete.

Integrando la cruceta y trinquete el sub-ensamble completo se muestra en el Dibujo 3.25.



Dibujo 3.25. Sub-ensamble de trinquete y cruceta con eje metálico.

Para el extremo opuesto se utilizará un eje de 0.08 m de longitud y 0.02 m de diámetro de acero estructural ASTM A-36 con un acoplamiento mecánico igual al primero utilizado. El extremo libre de esta flecha será el que esté acoplado al balero en su chumacera. Este sub-ensamble se muestra en el Dibujo 3.26.



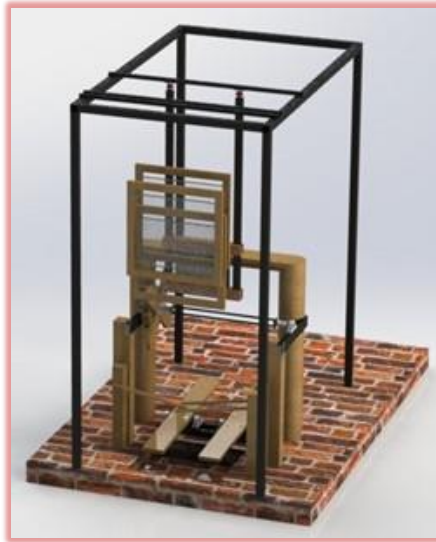


Dibujo 3.26. Sub-ensamble de eje plegador desmontable.

### 3.6 DIBUJOS DE LA PROPUESTA DE DISEÑO.

Una vez que se ha detallado cada una de las propuestas, es necesario hacer un ensamble completo de todas ellas en conjunto. A continuación se muestran algunos dibujos del ensamble completo desde diferentes ángulos donde se indicarán los detalles en referencia a las propuestas señaladas. Todos estos se presentarán renderizados. Cuando así se considere necesario se integrará un modelo humano para que se pueda apreciar de manera relativa las dimensiones que se han propuesto.

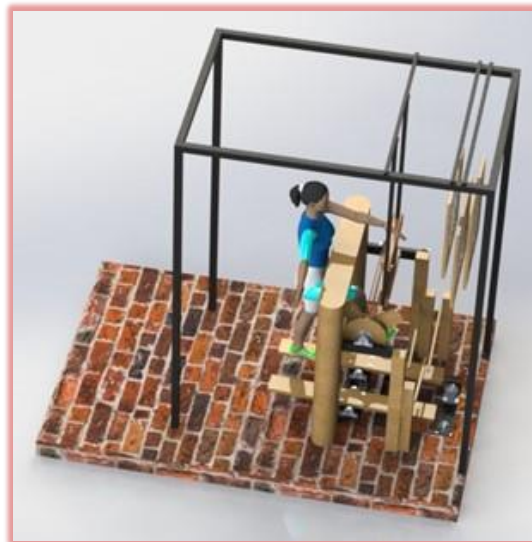
En el Dibujo 3.27 se muestra una imagen isométrica del telar con todos los cambios que representaría llevar a cabo la propuesta presentada en este trabajo.



Dibujo 3.27. Vista general de la propuesta de diseño.

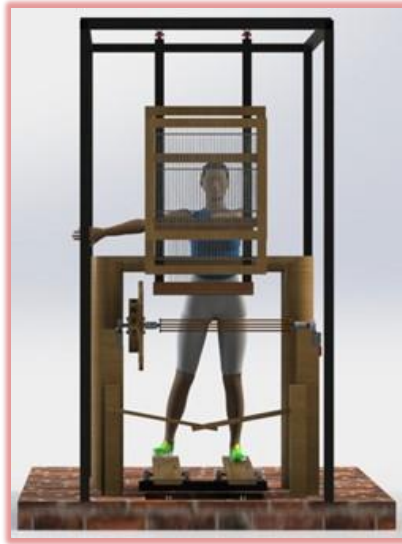
Como se señaló anteriormente la estructura rodea al telar y de ella se han suspendido tres travesaños, dos de ellos para colgar las poleas que dan el movimiento alternativo a las viaderas y el tercero para colgar la batidora con peine.

Un punto importante con respecto a la estructura es el espacio libre para que el artesano pueda realizar su trabajo sin estorbos de ninguna clase. En el Dibujo 3.28 se puede apreciar el espacio libre que otorga la estructura metálica al artesano, de manera que puede extender sus brazos con el tramero sin problemas.



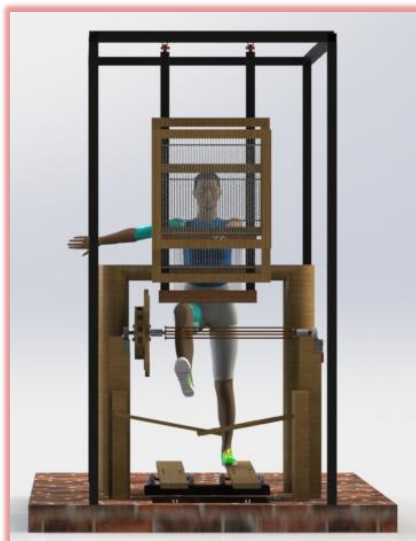
Dibujo 3.28. Vista izquierda en perspectiva.

En el Dibujo 3.29 se observa que los pedales están colocados a una distancia adecuada entre sus centros, de manera que el artesano puede apoyarse cómodamente.



Dibujo 3.29. Vista frontal.

Se debe tener en cuenta también que la cruceta del trinquete debe estar libre para su movimiento. En el Dibujo 3.30 se observa que la cruceta está al alcance del pie derecho del artesano, y además se puede girar libremente sin que le estorbe la estructura del telar.



Dibujo 3.30. Vista frontal con diferente posición del modelo humano.

En relación al sistema propuesto de una compuerta para extraer el plegador, en el Dibujo 3.31 se muestra la compuerta abierta. Las flechas que van a las chumaceras no

pueden salir, sin embargo es posible retirar la compuerta con la chumacera y la flecha acoplada gracias a los aditamentos de plástico que se colocan entre los dos coples llamados "arañas" y cuya función es compensar el desalineamiento axial y angular así como las vibraciones (16).



Dibujo 3.31. Detalle de compuerta abierta.

Como se ha observado en estos últimos dibujos, se aplicó pintura negra a todas las partes metálicas de acero estructural ASTM A-36, excepto a los redondos del plegador que se les ha aplicado un color siena; a las cajas de baleros de la batidora, las cuñas, las bisagras y a la contra del pasador de la compuerta se les aplicó color rojo. El resto de los elementos se ha dejado en su color natural.

## **CAPÍTULO 4 . RESULTADOS.**

### **4.1 PRESENTACIÓN.**

Lo que hasta este momento se ha presentado en este trabajo es una propuesta de diseño de un telar a partir de un telar rústico que ya existe.

Con el propósito de visualizar técnicamente los dibujos en el anexo D se muestran las cinco propuestas en un formato de dibujo con diferentes vistas y mostrando las medidas más relevantes. Los detalles de dichos dibujos permanecerán a resguardo por las razones que se han señalado en el apartado 3.2.

Los resultados de esta propuesta son los que a continuación se mencionan

#### **4.1.1 ESTRUCTURA.**

Fabricar e instalar una estructura metálica es en definitiva una alternativa para solucionar algunos de los problemas que actualmente se presentan en la empresa, tales como:

- 1) Fijar adecuadamente la batidora con peine a una distancia uniforme con los mecanismos adecuados para su óptimo funcionamiento.
- 2) Colgar de manera funcional las poleas que se utilizan para dar el movimiento a las viaderas.
- 3) Evitar arreglos a la estructura actual hecha con piezas que sufren un desgaste prematuro y que no son los adecuados para la operación a realizar, obteniendo con esto una mayor funcionalidad de los travesaños.
- 4) Tener la plena certeza de que esta estructura se puede cambiar de lugar cuando se requiera rediseñar su *layout*.
- 5) Los cambios que se están sugiriendo en el presente trabajo llevarán a lograr tener un mejor desempeño en la producción de telas, considerando que dichos

cambios reducen el esfuerzo en el operador y los tiempos de rehabilitación de los telares y además incrementan la funcionalidad de las operaciones durante la fabricación de la tela.

Esta propuesta se convierte ahora en una necesidad de implementación inmediata que permita las adecuaciones necesarias para que el artesano reduzca el esfuerzo al realizar su labor.

#### **4.1.2 PEDALES.**

Puesto que se ha demostrado ya que implementado el arreglo de los pedales que se propone reduce el esfuerzo del artesano en un 18.2 %, esta propuesta debe ser ejecutada ya que sus resultados están directamente alineados con la estimación de disminución de fatiga de los artesanos que se ha señalado en la hipótesis planteada en el presente trabajo.

#### **4.1.3 BATIDORA CON PEINE.**

Fabricar y adaptar al peine los largueros con baleros para ser colgados de un travesaño es definitivamente una alternativa para solucionar algunos problemas que actualmente se presentan con el diseño de fijación de este dispositivo, tales como:

- 1) Fijar adecuadamente la batidora con peine al travesaño superior evitando rupturas en los sistemas de fijación que actualmente se hacen a través de cuerdas.
- 2) Colocar a una distancia uniforme la batidora evitando desplazamientos irregulares derivados de un sistema de fijación actual inadecuados.
- 3) Disminuir el esfuerzo realizado por el artesano con un sistema que reduzca la fricción al momento de dar el jalón al peine.
- 4) Optimizar el retorno a su posición original de la batidora con peine en tiempo y forma adecuados.

Esta propuesta se debe considerar como indispensable de implementar ya que permite al artesano reducir el esfuerzo al realizar su labor.

#### **4.1.4 COMPUERTA Y RODAMIENTOS.**

Fabricar e instalar el sistema que permita la apertura de una compuerta lateral para retirar el plegador y poder extraer la tela terminada enrollada ayuda a solucionar algunos de los problemas que actualmente se presentan, tales como:

- 1) Evitar que en la operación desenrollar y enrollar la tela terminada del plegador se requiera de dos personas.
- 2) Reducir el tiempo que esta operación requiere actualmente.

Esta propuesta se convierte en consecuencia en una necesidad de implementación necesaria para reducir tanto la cantidad de mano de obra como el tiempo que actualmente se requiere en esta operación.

#### **4.1.5 PLEGADOR.**

Fabricar y adaptar un plegador que permita extraer la tela sin desenrollarla es ineludiblemente una alternativa para solucionar algunos problemas detectados, tales como:

- 1) Desenrollar la tela y después volverla a enrollar participando dos personas en la operación.
- 2) Evitar todo el tiempo que toma la operación de desenrollar y volver a enrollar.

Esta propuesta se debe considerar como indispensable de implementar ya que disminuye al artesano el tiempo total invertido en la fabricación de un rollo de tela y reduce la cantidad de mano de obra en esta parte de la operación.

## 4.2 ANÁLISIS NUMÉRICO.

Para determinar el valor numérico de la mejora, se toman los datos de la Tabla 3-2 y de la Tabla 3-3 y se determina el tiempo requerido en horas para lograr la producción semanal de tela. Estos resultados se presentan en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1. Tiempo de telares en horas para obtener la producción semanal requerida.

ID DE TELA	ANCHO DEL ROLLO (m)	TIEMPO DE FABRICACIÓN (min)	ROLLOS DE TELA A FABRICAR	TIEMPO REQUERIDO EN HORAS
ROLLO DE 6	0.06	245	-	-
ROLLO DE 15	0.15	245	31	126.6
ROLLO DE 20	0.20	282	2	9.4
ROLLO DE 30	0.30	302	7	35.2
ROLLO DE 35	0.35	338	5	28.2
ROLLO DE 40	0.40	356	8	47.5
ROLLO DE 45	0.45	378	7	44.1
ROLLO DE 50	0.50	405	7	47.3

Una sencilla multiplicación del tiempo de fabricación por rollo por la cantidad de rollos a fabricar arroja el resultado en la última columna de la Tabla 4-1 cuya sumatoria nos da un total de 338.3 horas.

Considerando 5 telares trabajando 6 días a la semana 10 horas diarias, se tiene el tiempo real disponible de acuerdo a la siguiente operación:

$$(5 \text{ telares}) \left(6 \frac{\text{días}}{\text{semana}}\right) \left(10 \frac{\text{horas}}{\text{día}}\right) = 300 \frac{\text{horas telar}}{\text{semana}}$$

El tiempo real requerido excede en un 11.32 % al tiempo disponible y ante la pregunta de cómo se logra la producción requerida, los encargados de la empresa han señalado que en ocasiones requieren comprar telas terminadas a otros artesanos para fabricar sus artesanías, procurando siempre comprar los colores lisos comunes.



Ante este resultado obtenido diseñar un telar funcional con materiales comerciales y aditamentos de fácil manejo comparados contra los que actualmente tiene el diseño disminuirá la fatiga de los artesanos lo que se verá reflejado en una reducción del 10 % en los tiempos de fabricación de las telas

Esta propuesta establece reducir los requerimientos de esfuerzos por parte de los artesanos con lo que se estima reducir el tiempo de fabricación en un 10 %; es decir que el nuevo tiempo sería el siguiente calculado:

$$338.3 \text{ horas} - (338.3 * 0.10) = 304.47 \text{ horas}$$

Este nuevo tiempo requerido para fabricar la demanda semanal sólo excede el 1.47 % a las horas disponibles.

En consecuencia la reducción en los tiempos de fabricación aporta un beneficio adicional que sería evitar la mayoría de las compras eventuales de rollos de tela a otros artesanos.

## CONCLUSIONES.

Partiendo del objetivo general planteado para este trabajo: "Proponer un nuevo diseño de un telar manual funcional para hilados artesanales de henequén, lo cual permita llevar a cabo operaciones de manera ágil y practica con un menor esfuerzo del artesano", y considerando lo que se ha presentado en el actual trabajo, se concluye que el objetivo general se ha alcanzado.

Evaluando cada uno de los objetivos específicos planteados y evaluados se tiene lo siguiente:

- 1) Conocer las características generales de los hilos artesanales de henequén.  
Se estudió su ubicación dentro del amplio espectro de las fibras textiles, se estudió también la manera en que se obtienen y se conocieron sus características dimensionales.  
Ante estos hechos se concluye que se este objetivo específico se alcanzó en su totalidad.
- 2) Realizar un estudio de los tiempos y movimientos que actualmente se ejecutan para realizar el tejido.  
La Tabla 3-3 muestra los Tiempos de fabricación promedio en minutos por tipo de tela.  
Con esta tabla se concluye que se este objetivo específico se alcanzó en su totalidad.
- 3) Obtener las dimensiones de todos los componentes del telar manual actualmente utilizado, especificando los materiales de los cuales está hecho.  
En el apartado 3.3 se mencionó que para hacer los dibujos se tomaron todas las medidas necesarias de los telares que hay en la empresa, y puesto que se han mostrado los dibujos señalados, se concluye que se este objetivo específico se alcanzó en su totalidad.
- 4) Considerando las indicaciones que el usuario y dueño de la empresa Artesanías San Antonio se generó una lluvia de ideas que plasmara diversas alternativas para mejorar las funciones que se ejecutan en el telar. En el apartado 3.4.5 se presentó

la lluvia de ideas generada con lo cual se concluye que se este objetivo específico se alcanzó en su totalidad.

- 5) Seleccionar de entre los materiales y elementos comerciales los que le permitan a la tejedora manual la funcionalidad necesaria.

La selección de materiales se ha hecho básicamente de los disponibles en la localidad, con lo que se concluye que este objetivo específico se alcanzó en su totalidad.

- 6) Proponer el diseño de un telar manual funcional con las dimensiones requeridas para el proceso.

En el apartado 3.6 se han mostrado los dibujos con un modelo humano en donde claramente se aprecian las medidas adecuadas y totalmente funcionales para el operador, con lo que se concluye que se este último objetivo específico se alcanzó en su totalidad.

En relación a la hipótesis propuesta: "Diseñar un telar funcional con materiales comerciales y con aditamentos de fácil manejo comparados contra los que actualmente tiene el diseño se estima que disminuirá la fatiga de los artesanos, lo que se considera que se verá reflejado en una reducción del 10 % en los tiempos de fabricación de las telas", no se puede dar el argumento final hasta en tanto no se implemente cabalmente la propuesta de diseño que ha sido presentada en el actual trabajo y se lleve a cabo un nuevo estudio de tiempos y movimientos que permita evaluarla.

Por último como resultado de este trabajo de investigación, se ha llegado a la conclusión de que los artesanos presentan una total resistencia a cambios sustanciales en sus telares que puedan poner el riesgo la clasificación artesanal de sus productos. Dicha conclusión se presenta bajo los argumentos con que los artesanos rechazaron de manera contundente algunas propuestas que les fueron mencionadas verbalmente y a las cuales no tuvieron la más mínima apertura. Por estas razones se decidió a acotar el presente trabajo a propuestas que no fueran en contra de esta voluntad expresada por los artesanos con la firme intención de hacerlas realidad.

## RECOMENDACIONES.

Para concluir el presente trabajo se hace a la empresa la recomendación de ejecutar la propuesta del nuevo diseño del telar y permitir medir los resultados obtenidos tanto en el análisis de tiempos y movimientos, así como la respuesta por parte de los artesanos en cuanto a la aceptación de los cambios realizados, su rechazo o bien expresar nuevas propuestas que le permitan facilitar su trabajo y reducir el esfuerzo físico, y continuar haciendo partícipes a quienes se han involucrado en este proyecto.

Adicionalmente y de manera paralela a la ejecución de la propuesta de diseño se recomienda que la empresa capacite a su personal en el mantenimiento de los dispositivos mecánicos tales como poleas, baleros y chumaceras con el propósito de que cuando se requiera cambiar cualquiera de los dispositivos señalados, la empresa sea autosuficiente y los cambios se hagan de manera expedita evitando retrasos en sus procesos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Española, Real Academia. Diccionario de la lengua española. *Diccionario de la lengua española. Edición del Tricentenario*. [En línea] Real Academia Española. [Citado el: 1 de Noviembre de 2015.] <http://dle.rae.es/?w=diccionario&o=h>.
2. Real Academia de Ingeniería. <http://www.raing.es/es>. [En línea] [Citado el: 03 de IV de 2016.] <http://diccionario.raing.es/es/lema/flamabilidad>.
3. Motor Giga. <http://motorgiga.com/>. [En línea] [Citado el: 03 de IV de 2016.] <http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/inflamabilidad-definicion-significado/gmx-niv15-con194454.htm>.
4. Inegi. Cuéntame. *Información por entidad*. [En línea] Inegi, 2010. [Citado el: 1 de XI de 2015.] <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/SLP/Poblacion/default.aspx?tema=ME&e=24>.
5. Sagarpa. Henequén. *Agave Americana*. [En línea] Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación., 2014. [Citado el: 1 de Noviembre de 2015.] <http://www.siap.gob.mx/henequen/>.
6. Salazar Garcia Alexis Duvan. <http://salazargarciaalexisduvan.es.tl/>. [En línea] [Citado el: 03 de IV de 2016.] <http://salazargarciaalexisduvan.es.tl/Fibras-e-hilos.htm>.
7. Descubra las fibras naturales. *Perfiles de 15 de las principales fibras de origen vegetal y animal*. [En línea] FAO.org, 2009. [Citado el: 16 de IV de 2016.] <http://www.fao.org/natural-fibres-2009/about/15-natural-fibres/es/>.
8. Antonio, Artesanías San. Facebook. [En línea] [Citado el: 19 de II de 2017.] <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=233550527022313&set=a.170405050003528.1073741828.100011021020133&type=3&theater>.
9. Telares artesanos. Telares artesanos. [En línea] Telares artesanos. [Citado el: 4 de III de 2016.] <http://www.telart.es/telares-manuales/telar-vertical>.
10. Portal de labores. Portaldelabores.com. [En línea] 2009-2015. [Citado el: 09 de III de 2016.] <http://www.portaldelabores.com/sector/articulos-de-prensa/20727-telares-de-teixidors-trabajan-gracias-a-32-discapacitados.html>.
11. Telares Modelarte. Telares Modelarte. [En línea] Telares Modelarte. [Citado el: 08 de III de 2016.] [http://www.tejiendotelares.com/?\\_escaped\\_fragment\\_=slideshow/ci4z](http://www.tejiendotelares.com/?_escaped_fragment_=slideshow/ci4z).
12. Bastian. Wikipedia. [En línea] 12 de XI de 2006. [Citado el: 03 de III de 2016.] <https://es.wikipedia.org/wiki/Telar>.
13. Ferotex, S.A. de C.V. Ferotex. [En línea] Ferotex, S.A. de C.V. [Citado el: 10 de III de 2016.] <http://www.ferotex.com/tipos-de-tejido.html>.
14. Hagen, Kirk D. *Introducción a la ingeniería*. 3. México : Pearson, 2009.
15. Hibbeler, Russell C. *Mecánica de materiales*. 8. México, D.F. : Pearson, 2011.
16. Control Hidraulico y Automatización. <http://www.coples.net/>. [En línea] 2014. [Citado el: 14 de VII de 2016.] <http://www.coples.net/catalogo.htm>.

17. Münch Galindo, Lourdes. *Métodos y técnicas de investigación*. 4. México, D.F. : Trillas, 2009.
18. Palomo Vadillo, María Teresa. *Liderazgo y motivación de equipos de trabajo*. 7. México, D.F. : Alfaomega, 2011.
19. NTN México. <http://www.ntnmexico.com/>. [En línea] 2009. [Citado el: 11 de VII de 2016.] <http://www.ntnmexico.com/catalogo/catalogos/Catalogo%20Aplicaciones%20para%20Alternadores%202016.pdf>.
20. Ferremayoreo de Occidente, SA de CV. <http://www.ferremayoreo.com.mx>. [En línea] [Citado el: 11 de VII de 2016.] <http://www.ferremayoreo.com.mx/listas/lin.pdf>.
21. Ferro de Occidente SA de CV. <http://ferroccsa.com.mx/>. [En línea] [Citado el: 16 de VII de 2016.] <http://www.ferroccsa.com.mx/images/tablas/PtrCalidadComercial.pdf>.
22. *Artesanías y recursos naturales*. Arroyo Irigoyen, Luz Elena y Terán Contreras, Silvia. Mérida, Yucatán, México : s.n., 2010, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán., págs. 365-367.

## INDICE DE TABLAS.

Tabla 2-1. Grosos de fibras naturales industrializadas (6), (7).....	8
Tabla 3-1. Telas fabricadas en los telares. ....	32
Tabla 3-2. Rollos de tela a fabricar semanalmente.....	33
Tabla 3-3. Tiempos de fabricación promedio en minutos por tipo de tela.....	34
Tabla 3-4. Nomenclatura de identificación de propuestas.....	46
Tabla 3-5. Propuestas para tensar enrollar.....	46
Tabla 3-6. Propuestas para alternar urdimbre.....	47
Tabla 3-7. Propuestas para peinar.....	48
Tabla 3-8- Propuestas para retirar plegador.....	49
Tabla 3-9. Propuestas para desmontar tela terminada. ....	50
Tabla 3-10. Cumplimiento de exigencias mínimas. ....	51
Tabla 3-11. Ponderaciones para evaluaciones.....	53
Tabla 3-12. Evaluación de alternativas para operación alternar urdimbre.....	54
Tabla 3-13. Evaluación de alternativas de la operación peinar. ....	55
Tabla 3-14. Evaluación de alternativas para retirar plegador. ....	56
Tabla 3-15. Pesos de los dispositivos implementados para desmontar la tela terminada. .....	57
Tabla 3-16. Evaluación de alternativas para desmontar la tela terminada. ....	58
Tabla 3-17. Evaluación de la operación de desmontar. ....	59
Tabla 3-18. Propiedades mecánicas promedio del acero estructural ASTM A-36 (15). ...	61
Tabla 3-19. Características del balero seleccionado.....	68
Tabla 4-1. Tiempo de telares en horas para obtener la producción semanal requerida.	88

## INDICE DE DIBUJOS.

Dibujo 3.1. Telar actual.....	35
Dibujo 3.2. Viadera.....	36
Dibujo 3.3. Detalle del ojo del lizo y la sujeción inferior. ....	36
Dibujo 3.4. Plegador.....	37
Dibujo 3.5. Estructura del telar.....	62
Dibujo 3.6. Flecha con placa soldada. ....	64
Dibujo 3.7. Flecha montada en chumaceras. ....	65
Dibujo 3.8. Base para pedales.....	66
Dibujo 3.9. Sub-ensamble de los pedales.....	66
Dibujo 3.10. Sub-ensamble para las poleas de piso complemento a los pedales. ....	67
Dibujo 3.11. Balero asegurado en su alojamiento. ....	69
Dibujo 3.12. Unión de la caja balero al PTR. ....	70
Dibujo 3.13. Sub-ensamble del balero colgante.....	70
Dibujo 3.14. Sub-ensamble de batidora con peine. ....	71
Dibujo 3.15. Ubicación de la batidora con peine. ....	72
Dibujo 3.16. Sub-ensamble chumacera balero.....	74
Dibujo 3.17. Bisagra. ....	75
Dibujo 3.18. Compuerta parcialmente abierta. ....	75
Dibujo 3.19. Sub-ensamble de compuerta. ....	76
Dibujo 3.20. Compuerta instalada.....	77
Dibujo 3.21. Placa con tres redondos soldados.....	78
Dibujo 3.22. Placa con un redondo soldado.....	79
Dibujo 3.23. Plegador desensamblado. ....	79
Dibujo 3.24. Sub-ensamble para integrar cruceta y trinquete.....	80
Dibujo 3.25. Sub-ensamble de trinquete y cruceta con eje metálico.....	80
Dibujo 3.26. Sub-ensamble de eje plegador desmontable. ....	81
Dibujo 3.27. Vista general de la propuesta de diseño.....	82
Dibujo 3.28. Vista izquierda en perspectiva.....	82
Dibujo 3.29. Vista frontal.....	83
Dibujo 3.30. Vista frontal con diferente posición del modelo humano. ....	83
Dibujo 3.31. Detalle de compuerta abierta.....	84



## INDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1.1. Vista general de un telar manual actual. ....	2
Ilustración 2.1. Plantío de henequén.....	6
Ilustración 2.2. Hamacas de henequén corchado. ....	10
Ilustración 2.3. Artesanía hecha con técnica de costurado.....	11
Ilustración 2.4. Bandas de henequén trenzado.....	11
Ilustración 2.5. Artesano hilando. ....	12
Ilustración 2.6. Telas fabricadas en Artesanías San Antonio. ....	13
Ilustración 2.7. Bolsas fabricadas en Artesanías San Antonio (8).....	13
Ilustración 2.8. Flores hechas con hilos de henequén.....	14
Ilustración 2.9. Bastidor circular.....	15
Ilustración 2.10. Bastidor cuadrado ajustable. ....	16
Ilustración 2.11. Bastidor rectangular con accesorio. ....	16
Ilustración 2.12. Telar vertical (9).....	17
Ilustración 2.13. Telares de la cooperativa Teixidors.....	18
Ilustración 2.14. Telar de mesa (11).....	19
Ilustración 2.15. Representación de un telar (12).....	20
Ilustración 2.16. Esquema de hilos de urdimbre y trama.....	22
Ilustración 2.17. Diagrama de flujo general. ....	22
Ilustración 2.18. Diagrama de flujo de procesos de "Artesanías San Antonio". ....	23
Ilustración 2.19. Telar y artesano.....	24
Ilustración 3.1. Componentes del telar.....	25
Ilustración 3.2. Detalle del haz de pecho.....	26
Ilustración 3.3. Detalle comparativo del tramero. ....	27
Ilustración 3.4. Detalle de viaderas, lizos y ojillos.....	27
Ilustración 3.5. Detalle de sujeción de las viaderas. ....	28
Ilustración 3.6. Detalle de ubicación de los pedales. ....	29
Ilustración 3.7. Detalle del arreglo de los flejes del peine.....	29
Ilustración 3.8. Entrevista con el Sr. Antonio de Jesús Armendáriz Guzmán.....	31
Ilustración 3.9. Toma de tiempos.....	34
Ilustración 3.10. Diagrama de operaciones.....	40
Ilustración 3.11. Mástil para urdimbre. ....	41
Ilustración 3.12. Aflojar y asegurar cuerda. ....	41
Ilustración 3.13. Tensar-enrollar. ....	42
Ilustración 3.14. Alternar urdimbre. ....	43
Ilustración 3.15. Peinado. ....	44
Ilustración 3.16. Batidora con peine.....	45
Ilustración 3.17. Adecuaciones necesarias en la estructura actual.....	76

ANEXOS.

## Anexo A. Entrevista con responsable de producción.

### CUESTIONARIO PARA CONOCER PRODUCTOS, TIEMPOS Y COSTOS.

**Objetivo.** Obtener información detallada acerca de los productos que se fabrican, los tiempos ocupados por los artesanos y pagos al artesano en las diferentes etapas de elaboración de productos.

1. Nombre completo del responsable de la empresa.
2. ¿Cuáles y cómo son las jornadas laborales de la empresa?
3. ¿Cuánto personal labora en la empresa?
4. Medidas de las principales telas, hilos que ocupan, tiempo y costo de m. de o.

ID de tela	Ancho	Largo	Hilos de largo	Hilos de entramado	Tiempo en telar	Pago al artesano (por rollo)

5. Rendimiento de material en greña (pacas):

Peso/paca	\$/ Kg	Duración (días)	Hilos fabricados

6. ¿Cuánto material se escarmena por artesano y cuál es el costo de m. de o.?

Periodo	Hilos que se fabrican	Peso aproximado	Pago por escarmenado (especificar)
1 día			
1 semana			

7. ¿Cuántos hilos se elaboran por artesano y cuál es el costo de m. de o.?

Periodo	Hilos (Cantidad)	Peso aproximado	Pago por hilo (o cantidad)
1 día			
1 semana			

8. Cantidad de anilina requerida para el teñido de los hilos, tiempos y costos.

Color	Cantidad de anilina	Costo \$	Hilos teñidos	Tiempo de inmersión	Tiempo de secado	Pago a teñidor

## Anexo B. Entrevista con responsable de ventas.

### CUESTIONARIO PARA CONOCER PRODUCTOS LÍDERES, COSTOS Y VENTAS.

**Objetivo.** Obtener información detallada acerca de los productos líderes de ventas, los tiempos, costos en las diferentes etapas de elaboración, así como conocer los volúmenes de venta, las formas y canales de comercialización.

1. Nombre completo del responsable de ventas.

2. ¿Cuáles son los productos líderes en ventas, su tiempo y su costo?

Producto:	Material 1 y cantidad utilizada	Material 2 y cantidad utilizada	Otros materiales y cantidad utilizada	Tiempo de elaboración por pieza	Venta en piezas semanal	Pago a artesano por pieza

3. ¿Quiénes son los clientes de sus principales productos y dónde se ubican?

PRODUCTO	NOMBRE	PRECIO/ VENTA	CLIENTE	UBICACIÓN

4. ¿Cuáles son sus principales formas de venta?

5. ¿Cuáles son sus principales canales de comercialización?, y ¿Realizan algún tipo de mercadotecnia?

6. ¿Qué característica diferencia a su empresa de las otras similares?

7. ¿Cuál es el valor agregado que un cliente obtiene en sus productos?

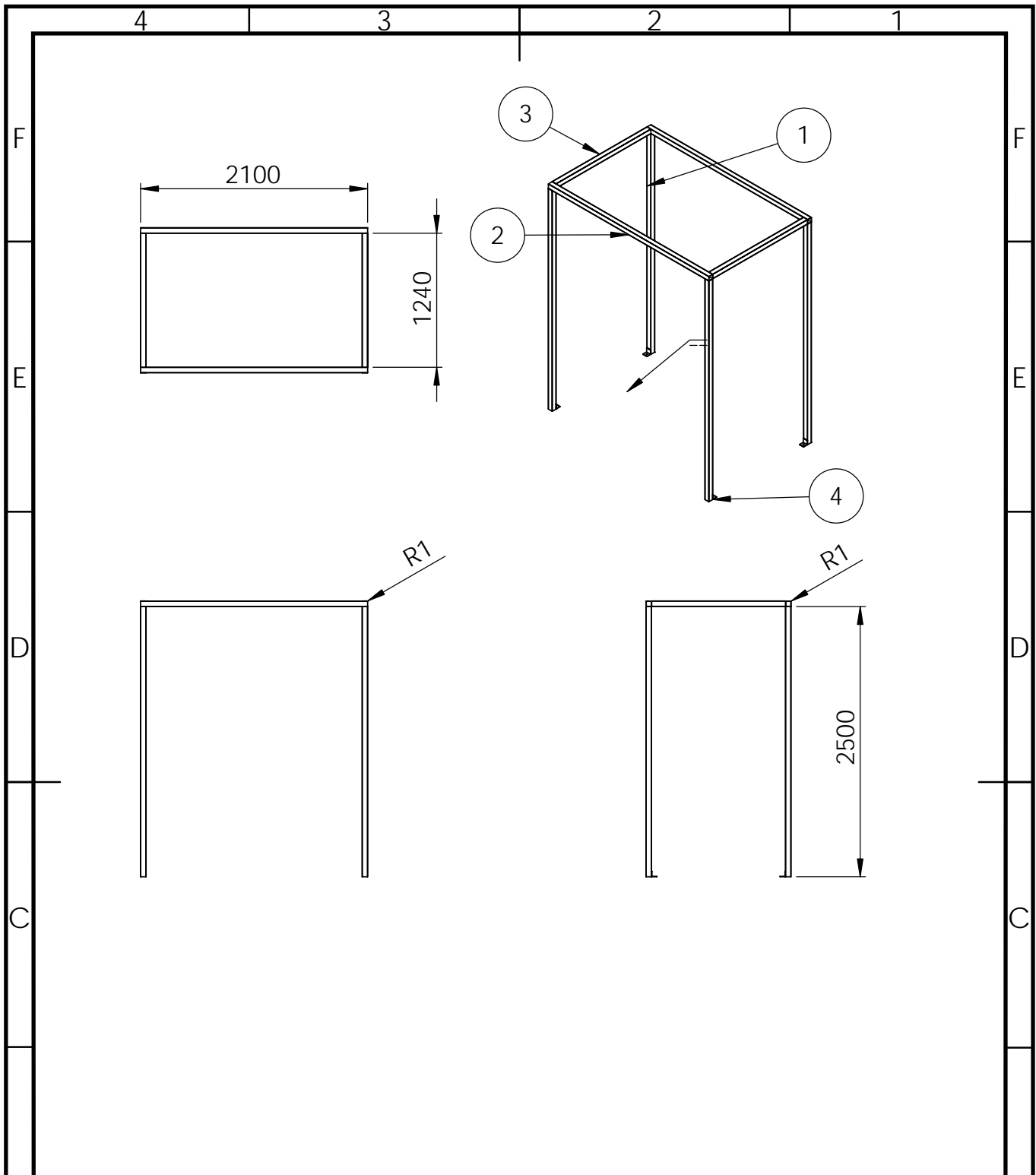
## Anexo C. Toma de tiempo en los telares.

### FORMATO PARA CONOCER TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.

**Objetivo.** Determinar los tiempos promedio para la elaboración de telas.

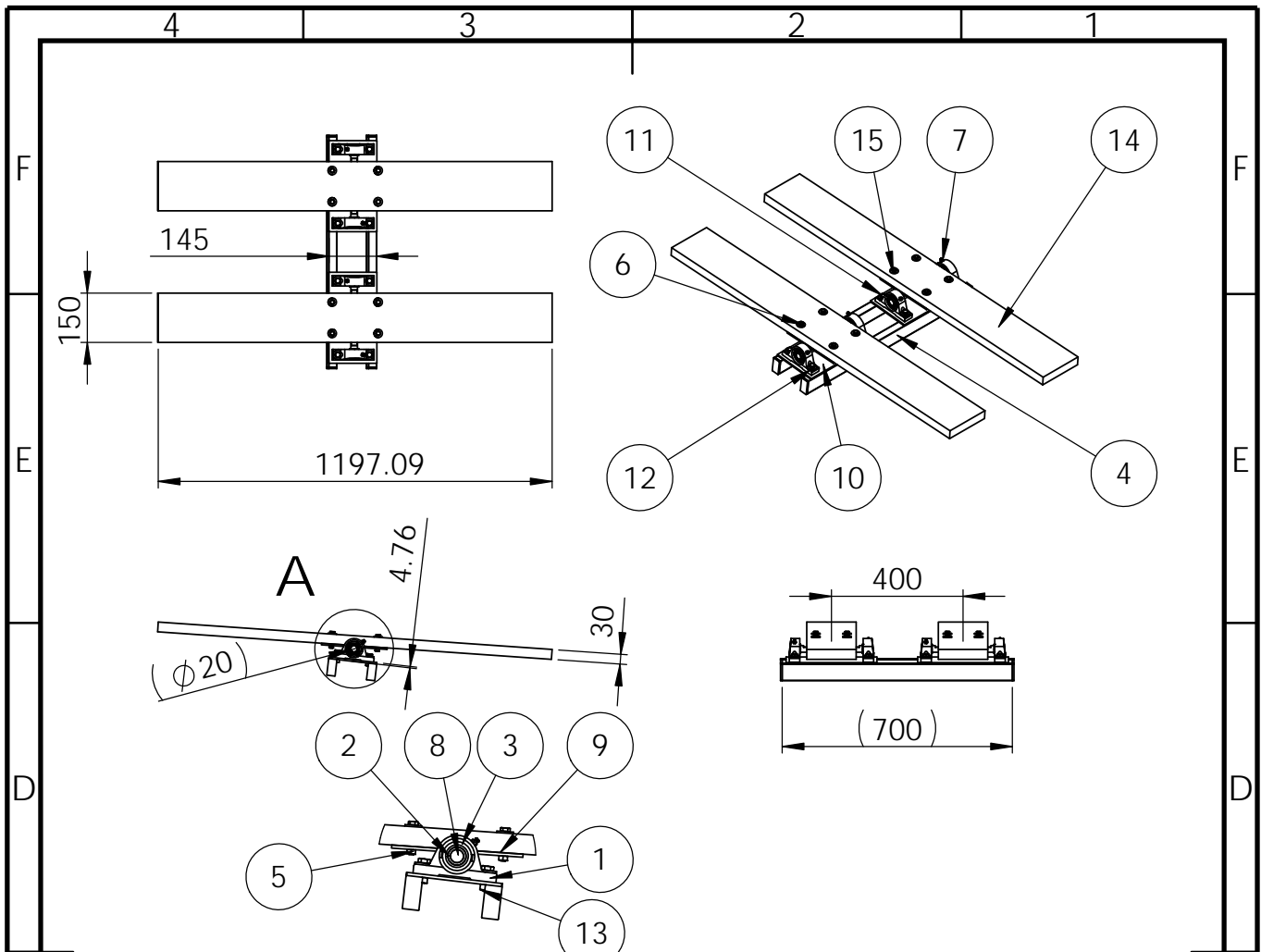
INVESTIGADOR:			
ID DE TELA:			
ARTESANO:			
OBSERVACIÓN No:	1		2
OPERACIÓN:	TIEMPO:	OPERACIÓN:	TIEMPO:
Tiempo de observación:		Tiempo de observación:	
Longitud de tela tejida (centímetros):		Longitud de tela tejida (centímetros):	
¿Cuánto tarda en preparar un tramero?		Interrupciones (por orden de aparición):	
¿Cuántos tramos necesita para esta tela?			
¿Cuánto tarda en preparar los hilos?			
Interrupciones (por orden de aparición):			
¿Qué mejora o cambio haría en el telar para hacer su trabajo más fácil?			

Anexo D.



N° DE ELEMENTO	N° DE PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
4		4	ÁNGULO DE 2" x 2" x 50.8 mm long.
3		2	PTR 2" x 2" x 1,240 mm long.
2		2	PTR 2" x 2" x 2,100 mm long.
1		4	PTR 2" x 2" x 2,500 mm long.

ACOTACIONES EN MILIMETROS.		ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS.		EMPRESA: ARTESANIAS SAN ANTONIO.		NO CAMBIE LA ESCALA	
NOMBRE		FECHA:		REV 1:		TÍTULO:	
DIBUJO: JOSÉ TELLEZ		03/09/16				Sub ensamble Bastidor de telar.	
VERIFICO: LISSETH FLORES		30/09/16					
REVISÓ: VICTOR VILCHIS		13/10/16					
APROBO: VICTOR VILCHIS							
MATERIAL:				N.º DE DIBUJO		A4	
PTR 2" x 2"				JTE-SE01-02			
PESO:				ESCALA: 1:50		HOJA 1 DE 1	



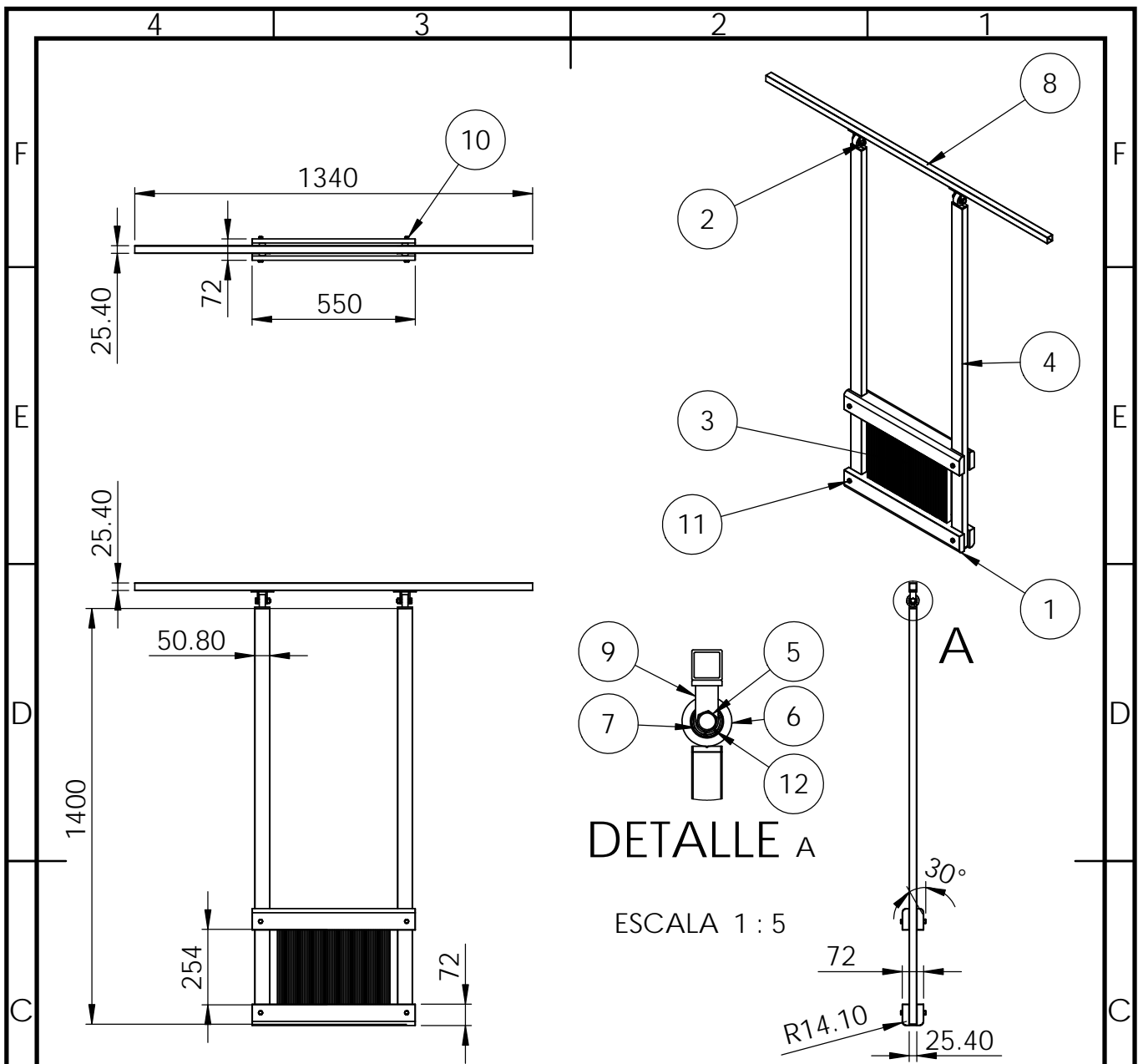
**DETALLE A**  
ESCALA 1 : 10

15		16	Rondana plana 8 mm
14		2	Barrote de madera 30 x 150 x 1,197 mm long
13		8	Tuerca hexagonal M10
12		8	Rondana plana 10 mm
11		8	Tornillo hexagonal M10 x 1.5 x 30 mm long.
10		2	Placa 3/16" de 145 x 274.6 mm
9		2	Placa 3/16" de 200 x 150 mm
8		2	Eje Diametro 20 mm x 250 mm long.
7		4	Grasera M8 recta
6		8	Tornillo hexagonal M8 x 1.25 x 45 mm long.
5		8	Tuerca hexagonal M8
4		2	PIR 1" x 2" x 700 mm long.
3	SY 20 TF	4	Soporte de balero
2	YAR 204-2F	4	Balero con prisioneros
1	SY 504 M	4	Chumacera
N° DE ELEMENTO	N° DE PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN

ACOTACIONES EN MILIMETROS. ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS. EMPRESA: ARTESANÍAS SAN ANTONIO. NO CAMBIE LA ESCALA

NOMBRE		FECHA:		CONTROL DE CAMBIOS:		TÍTULO:	
DIBUJO:	JOSE TELLEZ	03/09/16	REV 1:			Sub ensamble pedales del telar	
VERIFICO:	LISSETH FLORES	30/09/16					
REVISO:	VICTOR VILCHIS	13/10/16	20/10/16				
APROBO:	VICTOR VILCHIS						
MATERIAL:						N.º DE DIBUJO	
						JTE-SE02-02	
PESO:						ESCALA:1:20	
						HOJA 1 DE 1	

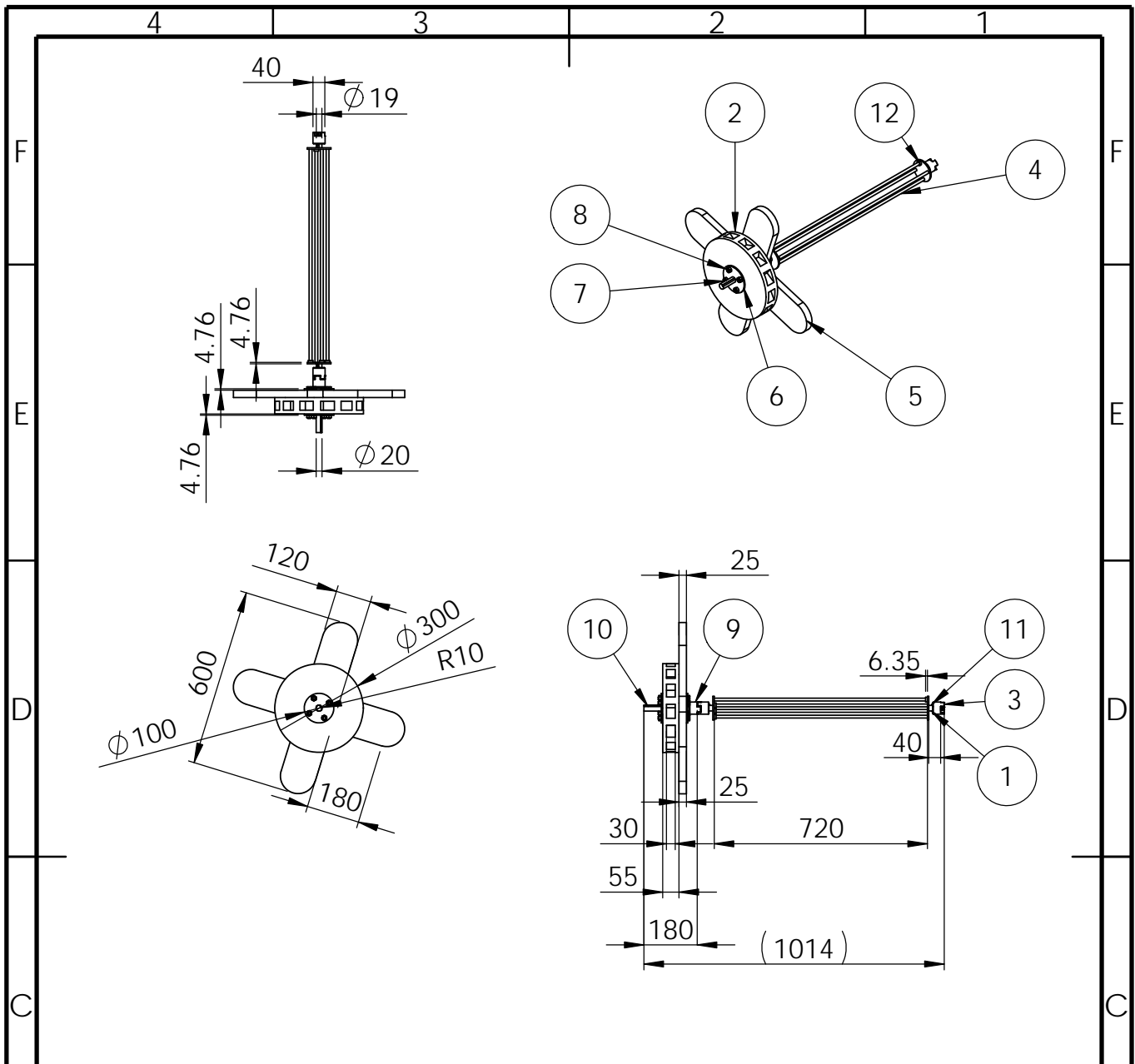




12	HO-102	4	Anillo de carcasa ensamblaje interno
11		4	Tornillo hexagonal M8 x 1.52 x 80 mm long.
10		4	Tuerca hexagonal M8 x 1.25
9		2	Soporte para balero 3/16" con barreno de 10 mm
8		1	PTR 1" x 1" x 1340 mm long.
7	63000-2RS1	2	Balero
6		2	Caja de balero DE 42 x di 26 x 20 mm long.
5		2	Tornillo hexagonal M10 x 1.5 x 45 mm long.
4		2	PTR 1" x 2" x 1400 mm long.
3		64	Cinchos de 21 x 25 x 254 mm long.
2		2	Rosca hexagonal M10 x 1.5
1		2	Travesaño horizontal de madera 72 x 72 x 550 mm de long.
N° DE ELEMENTO	N° DE PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN

ACOTACIONES EN MILIMETROS. ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS. EMPRESA: ARTESANÍAS SAN ANTONIO. NO CAMBIE LA ESCALA

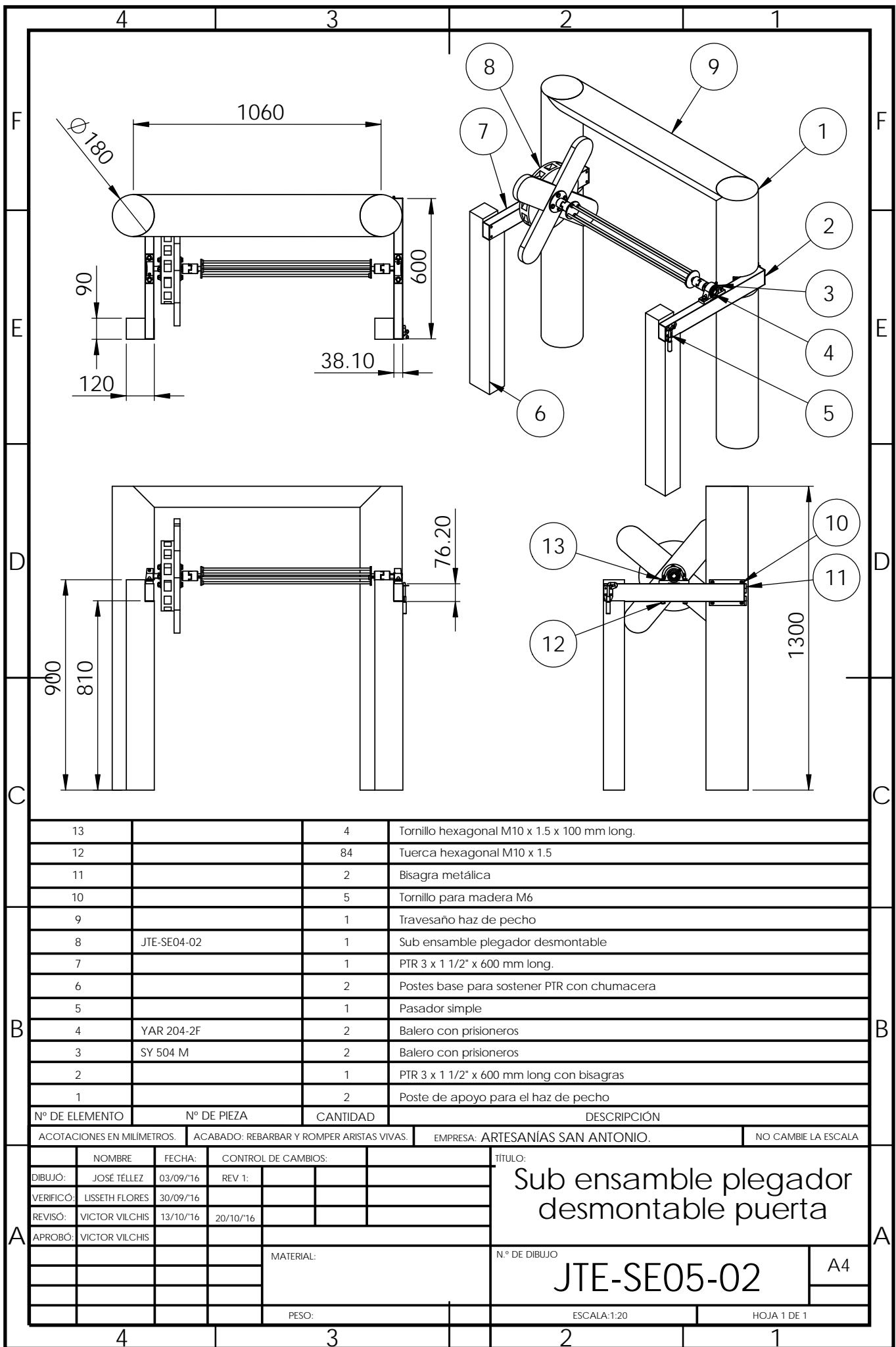
NOMBRE				FECHA:				CONTROL DE CAMBIOS:				TÍTULO:			
DIBUJO: JOSÉ TELLEZ				03/09/16				REV 1:				Sub ensamble batidora con peine			
VERIFICO: LISSETH FLORES				30/09/16											
REVISÓ: VICTOR VILCHIS				13/10/16				20/10/16							
APROBÓ: VICTOR VILCHIS															
MATERIAL:								N.º DE DIBUJO							
								JTE-SE03-02							
PESO:								ESCALA: 1:20							
								HOJA 1 DE 1							



N° DE ELEMENTO	N° DE PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
12		4	Guías para redondos
11		3	Cuña
10		1	Flecha D 20 mm x 180 mm long.
9		1	Cople para flecha de 20 mm
8		4	Tuerca hexagonal M10 x 1.5
7		4	Tornillo hexagonal M10 x 1.5 x 100 mm long
6		2	Placa de 3/16" para ensamble de trinquete cruceta
5		2	Pieza para cruceta
4		4	Redondo 3/8" x 720 mm long.
3		2	Cople para flecha de 19 mm
2		1	Barril de trinquete
1		2	Flecha D 19 mm x 80 mm long.

ACOTACIONES EN MILIMETROS. ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS. EMPRESA: ARTESANÍAS SAN ANTONIO. NO CAMBIE LA ESCALA

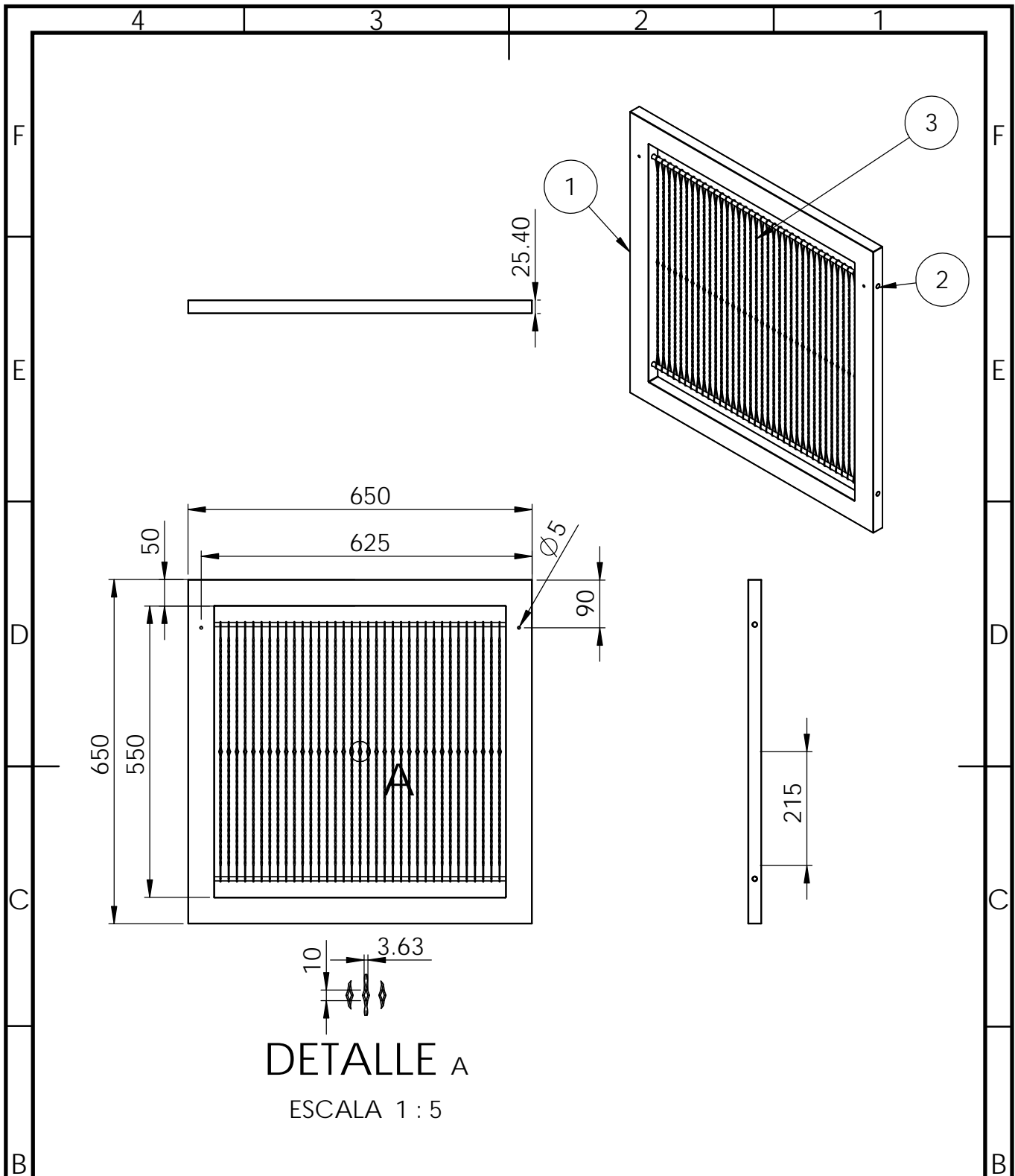
NOMBRE				FECHA:		CONTROL DE CAMBIOS:		TÍTULO:	
DIBUJO:	JOSE TELLEZ	03/09/16	REV 1:					Sub ensamblado plegador desmontable	
VERIFICO:	LISSETH FLORES	30/09/16							
REVISO:	VICTOR VILCHIS	13/10/16	20/10/16						
APROBO:	VICTOR VILCHIS								
MATERIAL:								N.º DE DIBUJO	
								JTE-SE04-02	
PESO:								ESCALA: 1:20	
								HOJA 1 DE 1	



13		4	Tornillo hexagonal M10 x 1.5 x 100 mm long.
12		84	Tuerca hexagonal M10 x 1.5
11		2	Bisagra metálica
10		5	Tornillo para madera M6
9		1	Travesaño haz de pecho
8	JTE-SE04-02	1	Sub ensamble plegador desmontable
7		1	PTR 3 x 1 1/2" x 600 mm long.
6		2	Postes base para sostener PTR con chumacera
5		1	Pasador simple
4	YAR 204-2F	2	Balero con prisioneros
3	SY 504 M	2	Balero con prisioneros
2		1	PTR 3 x 1 1/2" x 600 mm long con bisagras
1		2	Poste de apoyo para el haz de pecho
N° DE ELEMENTO	N° DE PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN

ACOTACIONES EN MILIMETROS. ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS. EMPRESA: ARTESANÍAS SAN ANTONIO. NO CAMBIE LA ESCALA

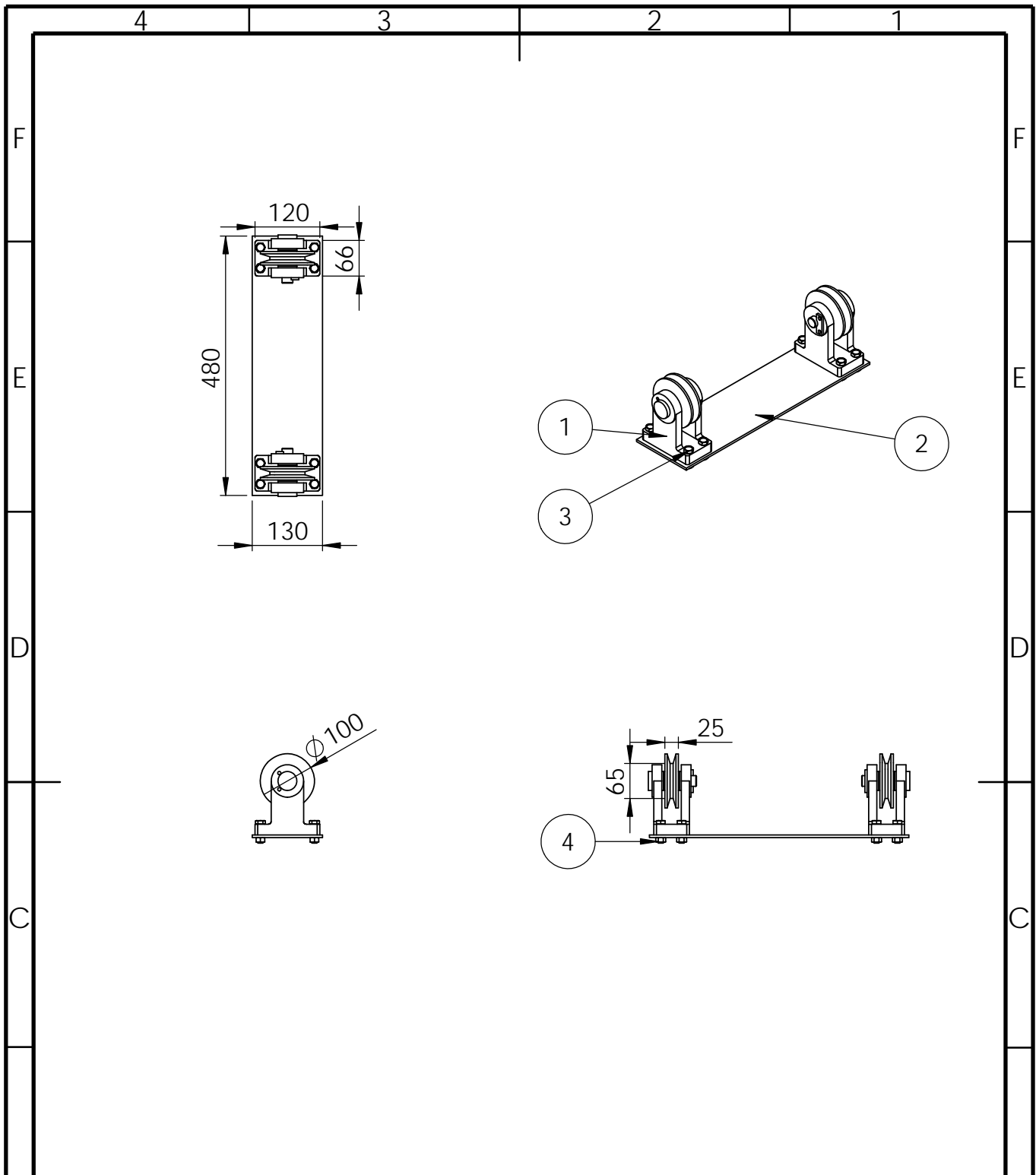
NOMBRE		FECHA:		CONTROL DE CAMBIOS:		TÍTULO:	
DIBUJO:	JOSE TELLEZ	03/09/16	REV 1:			Sub ensamble plegador desmontable puerta	
VERIFICO:	LISSETH FLORES	30/09/16					
REVISO:	VICTOR VILCHIS	13/10/16	20/10/16				
APROBO:	VICTOR VILCHIS						
MATERIAL:						N.º DE DIBUJO	
						JTE-SE05-02	
PESO:						ESCALA:1:20	
						HOJA 1 DE 1	



DETALLE A  
 ESCALA 1 : 5

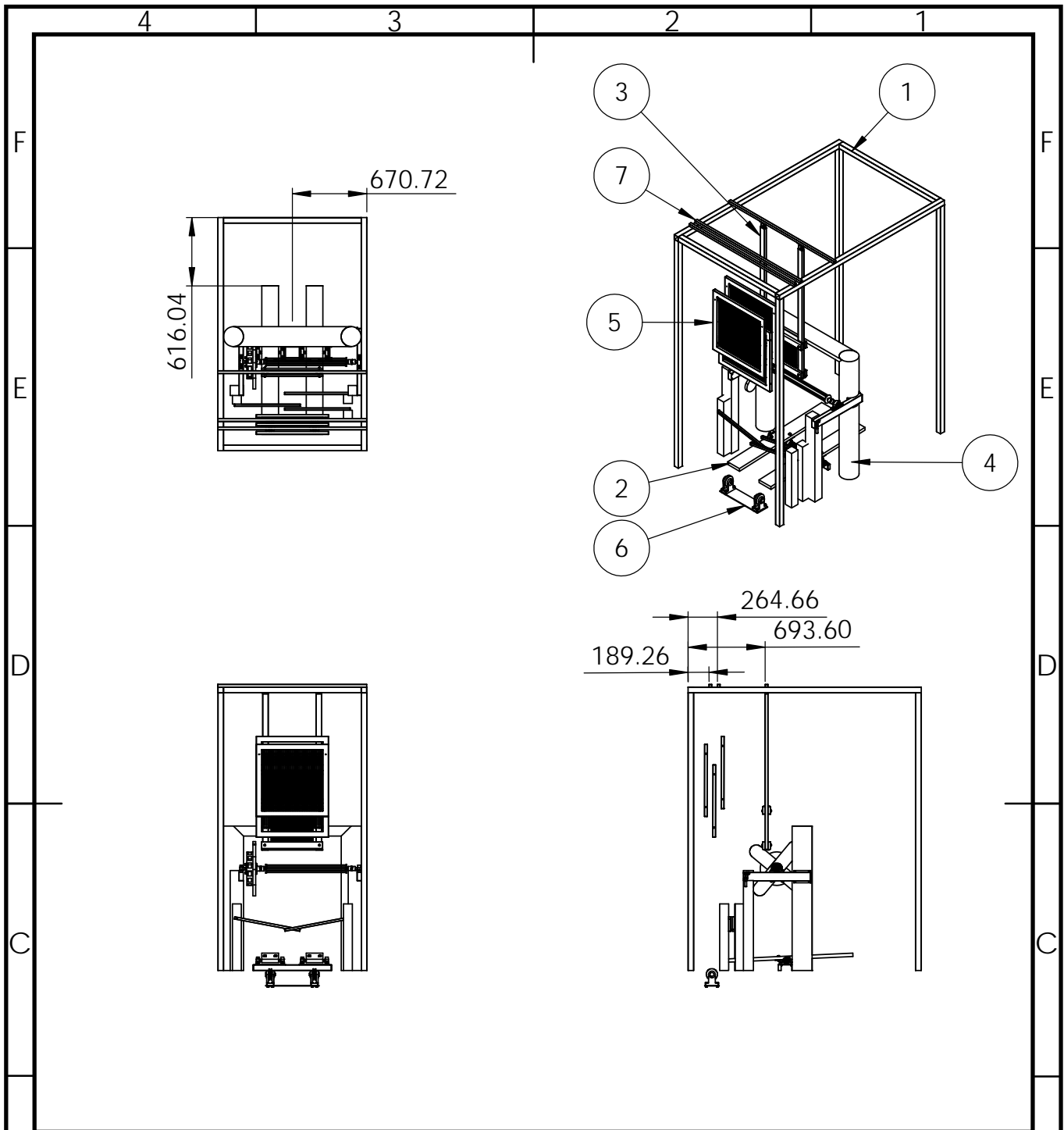
3		60	Lizos
2		2	Varillas
1		1	Marco
N° DE ELEMENTO	N° DE PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
ACOTACIONES EN MILIMETROS.		ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS.	EMPRESA: ARTESANÍAS SAN ANTONIO. NO CAMBIE LA ESCALA

NOMBRE				FECHA:		CONTROL DE CAMBIOS:		TÍTULO:	
DIBUJO:		JOSE TELLEZ		03/09/16		REV 1:		Sub ensamble caja de viaderas	
VERIFICO:		LISSETH FLORES		30/09/16					
REVISO:		VICTOR VILCHIS		13/10/16		20/10/16			
APROBO:		VICTOR VILCHIS							
MATERIAL:								N.º DE DIBUJO	
								JTE-SE06-02	
PESO:								ESCALA:1:10	
								HOJA 1 DE 1	



4		8	Tuerca hexagonal M10 x 1.5
3		8	Tornillo hexagonal M10 x 1.5 x 35 mm long.
2		1	Placa 3/16" 480 x 130 mm
1		2	Polea D 65 mm
N° DE ELEMENTO	N° DE PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
ACOTACIONES EN MILÍMETROS.		ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS.	EMPRESA: ARTESANÍAS SAN ANTONIO. NO CAMBIE LA ESCALA

NOMBRE		FECHA:		CONTROL DE CAMBIOS:		TÍTULO:	
DIBUJO:	JOSÉ TELLEZ	03/09/16	REV 1:			Sub ensamble par de poleas de piso	
VERIFICO:	LISSETH FLORES	30/09/16				N.º DE DIBUJO	
REVISÓ:	VICTOR VILCHIS	13/10/16	20/10/16			JTE-SE07-02	
APROBO:	VICTOR VILCHIS					A4	
MATERIAL:						ESCALA: 1:10	
PESO:						HOJA 1 DE 1	



7		2	PTR 1x1" x 1340 mm long.
6	JTE-SE07-02	1	Sub ensamble par de poleas de piso
5	JTE-SE06-02	3	Sub ensamble caja de viaderas
4	JTE-SE05-02	1	Sub ensamble plegador desmontable puerta
3	JTE-SE03-02	1	Sub ensamble batidora con peine
2	JTE-SE02-02	1	Sub ensamble pedales del telar
1	JTE-SE01-02	1	Sub ensamble bastidor de telar
N° DE ELEMENTO	N° DE PIEZA	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN

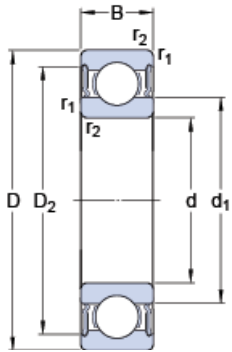
ACOTACIONES EN MILIMETROS. ACABADO: REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS. EMPRESA: ARTESANÍAS SAN ANTONIO. NO CAMBIE LA ESCALA

NOMBRE				FECHA:		CONTROL DE CAMBIOS:		TÍTULO:	
DIBUJO: JOSÉ TELLEZ				03/09/16		REV 1:		Ensamble general propuesta de telar	
VERIFICO: LISSETH FLORES				30/09/16					
REVISÓ: VICTOR VILCHIS				13/10/16		20/10/16			
APROBO: VICTOR VILCHIS									
MATERIAL:								N.º DE DIBUJO	
								JTE-EG01-02	
PESO:								ESCALA: 1:50	
								HOJA 1 DE 1	

Anexo E.

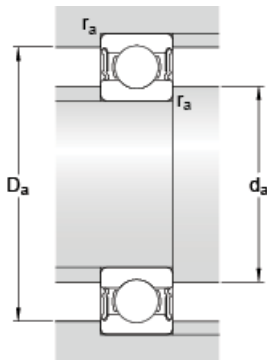
## 63000-2RS1

### Dimensiones



d	10	mm
D	26	mm
B	12	mm
d <sub>1</sub>	14.8	mm
D <sub>2</sub>	22.6	mm
r <sub>1,2</sub> min.	0.3	mm

### Dimensiones de los resaltes



d <sub>a</sub> min.	12	mm
d <sub>a</sub> max.	14.7	mm
D <sub>a</sub> max.	24	mm
r <sub>a</sub> max.	0.3	mm

### Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	4.6	kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	2	kN
Carga límite de fatiga	P <sub>u</sub>	0.083	kN
Velocidad límite		19000	r/min
Factor de cálculo	k <sub>r</sub>	0.025	
Factor de cálculo	f <sub>0</sub>	12	

### Masa

Rodamiento de masa	0.025	kg
--------------------	-------	----



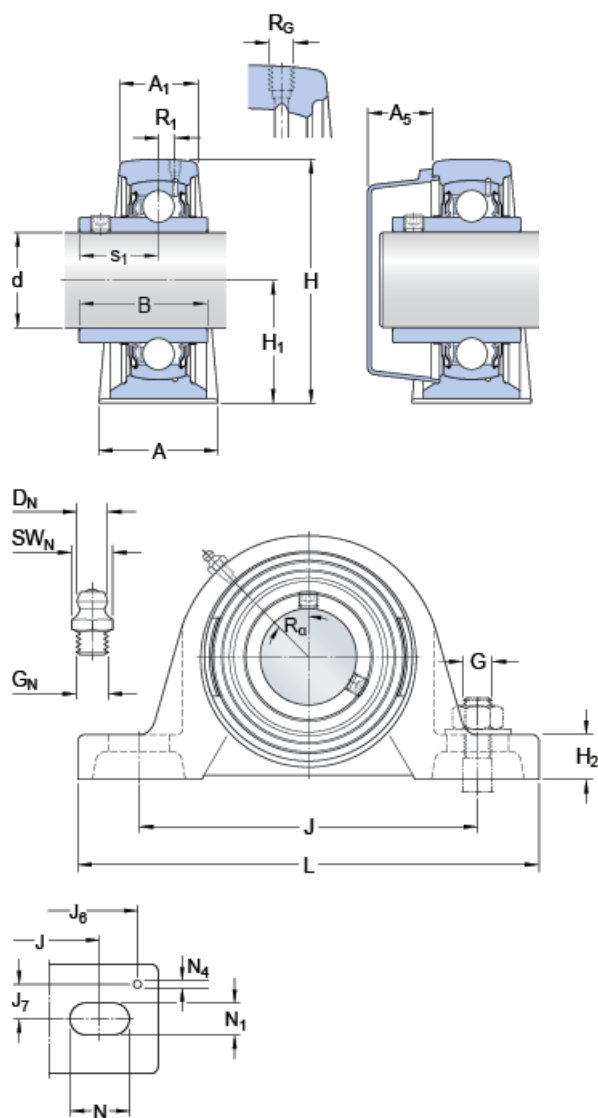
Anexo F.

# SY 20 TF

## Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	12.7	kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	6.6	kN
Carga límite de fatiga	P <sub>u</sub>	0.28	kN
Velocidad límite		8500	r/min

## Dimensiones



d	20	mm
A	32	mm
A <sub>1</sub>	21	mm
A <sub>5</sub>	18.5	mm
B	31	mm
H	64.5	mm
H <sub>1</sub>	33.3	mm
H <sub>2</sub>	14	mm
J	97	mm
J max.	106	mm
J min.	88	mm
L	127	mm
N	20.5	mm
N <sub>1</sub>	11.5	mm
s <sub>1</sub>	18.3	mm

### Orificio roscado

R <sub>G</sub>	1/4-28 UNF	
R <sub>1</sub>	2	mm
R	45	°

#### Boquilla engrasadora

D <sub>N</sub>	6.5	mm
SW	7	mm
N		
G <sub>N</sub>	1/4-28 SAE-LT	

#### Fijas de situación

J <sub>6</sub>	118	mm
J <sub>7</sub>	11.5	mm
N <sub>4</sub>	2	mm
G	10	mm
G	0.375	in

### Dimensiones principales

---

Material	Cast iron
----------	-----------

#### Calculation data

(with shaft tolerance h6)

#### Masa

---

Unidad de masa	0.55	kg
----------------	------	----

#### Información de montaje

---

Tamaño de llave hexagonal para prisionero	N	3	mm
Par de apriete recomendado para el prisionero		4	N·m

#### Productos correspondientes

---

Soporte	SY 504 M
---------	----------

Rodamiento

YAR 204-2F

**Productos adecuados**

---

Designación de tapa lateral adecuada

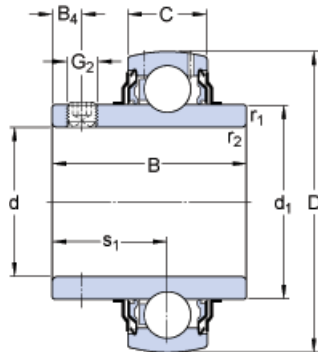
ECY 204

---

Anexo G.

## YAR 204-2F

### Dimensiones



d	20	mm
D	47	mm
B	31	mm
C	14	mm
d <sub>1</sub>	28.2	mm
B <sub>4</sub>	4.5	mm
r <sub>1,2</sub> min.	0.6	mm
s <sub>1</sub>	18.3	mm
G <sub>2</sub>	M6x0.75	

### Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	12.7	kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	6.6	kN
Carga límite de fatiga	P <sub>u</sub>	0.28	kN
Velocidad límite con tolerancia de eje h6		8500	r/min
Factor de cálculo	f <sub>0</sub>	13	

### Masa

Rodamiento de masa	0.14	kg
--------------------	------	----

### Información de montaje

Tamaño de llave hexagonal para prisionero	N	3	mm
Par de apriete recomendado para el prisionero		4	N·m

### Productos adecuados

Aro de asiento de caucho	RIS 204
--------------------------	---------