

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Optimización en el proceso de quemado de bambú dentro del sector artesanal
PROYECTO DE GRADO

LUIS FERNANDO AROCHA DAVILA
CARNET 11119-09

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2016
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Optimización en el proceso de quemado de bambú dentro del sector artesanal

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO

POR
LUIS FERNANDO AROCHA DAVILA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE DISEÑADOR INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, ABRIL DE 2016
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

DECANO: MGTR. CRISTIAN AUGUSTO VELA AQUINO
VICEDECANO: MGTR. ROBERTO DE JESUS SOLARES MENDEZ
SECRETARIA: MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JUAN PABLO SZARATA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

LIC. MONICA PATRICIA ANDRADE RECINOS

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

LIC. CARLOS ALBERTO LORENZI MELCHOR
LIC. DOUGLAS OMAR RAMIREZ GOMEZ
LIC. GLORIA CAROLINA ESCOBAR GUILLÉN



Universidad
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

Facultad de Arquitectura y Diseño

Departamento de Diseño Industrial

Teléfono: (502) 24 262626 ext. 2773

Fax: 2474

Campus Central, Vista Hermosa III, Zona 16

Guatemala, Ciudad. 01016

mpandrade@url.edu.gt

Guatemala, 26 febrero 2016

Señores

Miembros del Consejo de Facultad
Facultad de Arquitectura y Diseño
Universidad Rafael Landívar

Estimados Señores:

Me dirijo a ustedes para informarles que el Proyecto de Diseño titulado "**Optimización en el proceso de quemado de bambú dentro del sector artesanal**", elaborado por el estudiante **Luis Fernando Arocha Dávila** con número de carnet **1111909**, ha sido concluido satisfactoriamente y puede ser considerado para la PRESENTACION DEL PROYECTO DE DISEÑO.

Atentamente,

MA. Lic. Mónica Andrade
Asesor



Universidad
Rafael Landívar
Tradicón Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO
No. 03453-2016

Orden de Impresión


De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante LUIS FERNANDO AROCHA DAVILA, Carnet 11119-09 en la carrera LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0340-2016 de fecha 30 de marzo de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

Optimización en el proceso de quemado de bambú dentro del sector artesanal

Previo a conferírsele el título de DISEÑADOR INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, al día 1 del mes de abril del año 2016.




MGTR. ALICE MARÍA BECKER ÁVILA, SECRETARIA
ARQUITECTURA Y DISEÑO
Universidad Rafael Landívar

Agradecimientos

A mis abuelos

René y Haydeé, por haberme enseñado todo lo que sé, dado todo lo que tengo, dejarme seguir mis sueños y nunca permitir que me conformara o rindiera en momentos de desesperación. Sin ustedes no sería la persona que soy hoy.

A mi familia

Mi madre, Judith; mi hermano, Diego; mis tíos René, Juan Carlos, Ligia, Manuel y Marco; por haber contribuido (a su manera) en este y todos mis proyectos desde el inicio. Gracias por soportar mi desorden, pedidos de ayuda, gritos, momentos de histeria y ataques de euforia, por darme consejos, regaños y su cariño incondicional toda mi vida.

A mis amigos

Mariana Olivero, Pamela Gaitán, Daniel Herrera y Cristina García, por soportar mi carácter y quererme a pesar de el, brindarme su ayuda y tiempo cada vez que lo necesité, escucharme, estar conmigo en momentos difíciles y abrir mis ojos a la realidad cuando es necesario.

Índice

- Introducción.....	1	2.6. Análisis de soluciones existentes.....	49
- Tema, subtema y caso.....	2	2.7. Análisis prospectivo.....	60
- Delimitación gráfica.....	3		
1. Bambú.....	4	3. Diseño industrial.....	66
1.1. Bambú en Guatemala.....	6	3.1. Diseño para el desarrollo.....	66
1.2. Especies de bambú en Guatemala.....	8	3.1.1. Innovación en el sector artesanal.....	67
1.3. Aplicaciones y usos.....	9	3.2. Tecnología apropiada.....	69
1.4. Proceso de transformación.....	14	3.3. Utilización de colores y simbología industrial.....	70
1.5. Curado de bambú.....	17	3.4. Seguridad industrial.....	74
1.6. Métodos de curado.....	18	3.5. Estudio antropométrico.....	78
1.7. Quemado de bambú.....	21	3.6. Ergonomía.....	80
		3.7. Máquinas y mecanismos.....	88
2. Brief de diseño.....	27	3.8. Materiales.....	94
2.1. Perfil del consumidor.....	27	4. Conceptualización.....	99
2.2. Análisis de situación actual, casos de estudio:		4.1. Planteamiento del problema.....	99
2.2.1. Ing. Emilio Melgar.....	28	4.1.1. Enunciado del problema.....	99
2.3. Perfil del usuario.....	46	4.1.2. Variables y constante.....	100
2.4. Necesidad.....	47	4.1.3. Objetivo general y específicos.....	100
2.5. Análisis retrospectivo.....	48	4.1.4. Requerimientos y parámetros.....	101
		4.2. Concepto de diseño.....	103
		4.3. Proceso de diseño.....	105

4.3.1. Evaluación de sistemas.....	106
4.4. Propuestas de diseño.....	113
4.5. Pruebas de sistema de quemado.....	122
4.5.1. Primera prueba de quemado.....	122
4.5.2. Segunda prueba de quemado.....	133
4.6. Evaluación de propuestas.....	152
4.7. Matriz de evaluación.....	152
4.8. Evolución de propuesta.....	158
5. Materialización.....	168
5.1. Modelo de solución.....	168
5.2. Manual de uso.....	193
5.3. Planos constructivos.....	207
5.4. Proceso de producción.....	249
5.5. Costos.....	260
5.6. Manual de armado.....	267
6. Guía de validación.....	288
7. Conclusiones y recomendaciones.....	345
8. Bibliografía.....	346
9. Glosario.....	348

Resumen Ejecutivo

El gremio artesanal guatemalteco, en su mayoría, vive en situaciones de pobreza y pobreza extrema. Por lo que la adquisición de herramientas y maquinaria adecuada no es viable económicamente para este sector. El desarrollo de soluciones a partir del contexto económico, cultural y educativo es una tendencia que actualmente se encuentra en auge mundialmente, debido a que suelen adaptarse de mejor forma a las necesidades reales de los productores locales.

Este proyecto presenta el desarrollo de una solución cuyo propósito es optimizar el proceso manual/artesanal de quemado de bambú, adaptándose al contexto del sector artesanal nacional que lo utiliza como materia prima. Con la intención de elevar la calidad de los productos que fabrican, su competitividad en el mercado, la calidad de vida de los artesanos y mejorar las condiciones del proceso.

El diseño propuesto brinda mejores condiciones, físicas y tecnológicas, para la aplicación de quemado de bambú. Este nuevo sistema es capaz de triplicar la capacidad productiva de

cualquier tipo de taller que aplique el proceso de quemado, disminuyó las ineficiencias y problemas de seguridad, incrementa la calidad del resultado final, ha mejorado las condiciones ergonómicas del procedimiento de forma verídica, como se muestra en este documento.

Introducción

Guatemala es un país que cuenta con una gran diversidad de climas, lo cual la hace un lugar idílico para el cultivo de diversos tipos de plantaciones. Tal es el caso del bambú, una planta que ofrece diversos beneficios a las comunidades, suelos y ecosistemas guatemaltecos. Este cultivo ha ido ganando popularidad dentro de la sociedad guatemalteca, por lo que su uso dentro la artesanía tradicional y demás aplicaciones, se ha ido incrementando y diversificando desde su introducción.

Aún, con lo noble que puede ser esta materia prima, su proceso de transformación no es sencillo si no se cuenta con las herramientas o maquinaria adecuada. Debe recordarse que muchas comunidades artesanales viven en situaciones de pobreza o pobreza extrema, por lo que adquirir este tipo de tecnología no es viable económicamente para la mayoría de microempresarios cuya fuente de ingresos depende de esta materia, siendo necesario el desarrollo de tecnología apropiada para este sector y así mejorar la calidad y valor final de los productos que se desarrollan en el país, buscando que las comunidades pueden alcanzar un nivel de vida sostenible.

El diseño de maquinaria y/o herramientas a partir del contexto económico, educativo y cultural es una tendencia que actualmente se encuentra en auge alrededor del mundo, y en especial Latinoamérica, ya que se requiere de una inversión menor para obtenerlas y mantenerlas en comparación con la maquinaria de tipo industrial que se utiliza en la mayoría de países desarrollados; además, suelen ser soluciones que se adaptan de mejor forma a las necesidades reales de los productores locales.

Este documento presenta un análisis que busca desarrollar una solución que se adapte al contexto del sector artesanal nacional que utiliza el bambú como materia prima y aplica el quemado del mismo dentro de su producción. Con lo anterior se busca cumplir con los siguientes objetivos: mejorar las condiciones del proceso, la calidad de vida de los artesanos, la de sus productos y por último, aumentar la competitividad de dicho sector dentro del ámbito nacional e internacional brindándoles la tecnología que necesitan.

Tema:

Diseño para el desarrollo

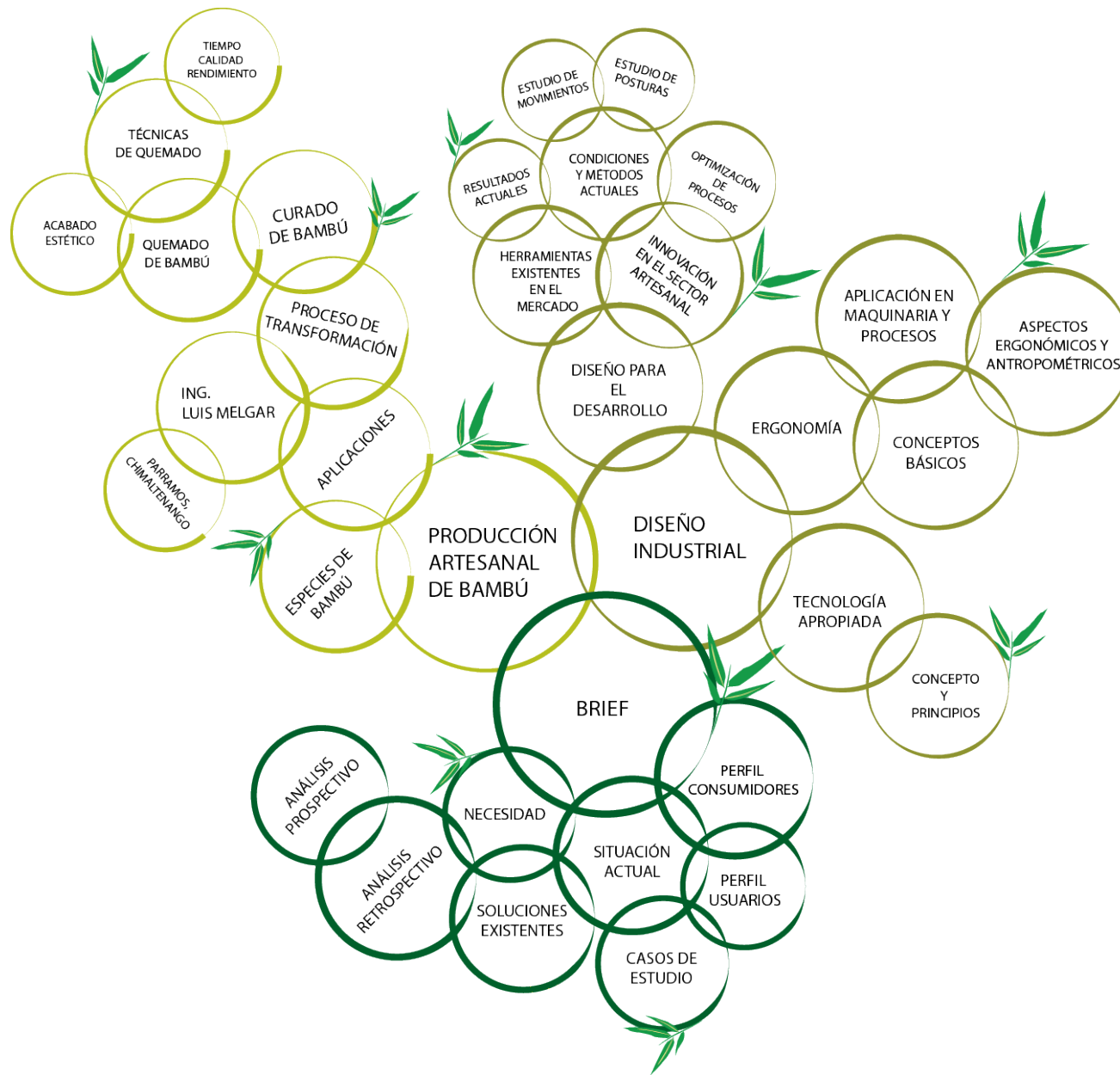
Subtema:

Optimización en el proceso de quemado de bambú

Caso:

Sector artesanal guatemalteco

Delimitación gráfica



1. Bambú

Según el Diccionario de la Real Academia Española define la palabra bambú como:

Planta de la familia de las Gramíneas, originaria de la India, con tallo leñoso que llega a más de 20 m de altura... Las cañas, aunque ligeras, son muy resistentes, y se emplean en la construcción de casas y en la fabricación de muebles, armas, instrumentos, vasijas y otros objetos;... los nudos proporcionan una especie de azúcar, y los brotes tiernos son comestibles. (DRAE, 2014)



Imagen 1. Cultivo de bambú. **Fuente:** <http://civilgeeks.com/2011/12/07/la-guadua-acero-vegetal-y-prodigio-de-la-naturaleza/>. **Fecha de recuperación:** 19/2/2014

El bambú es una planta de tallos leñosos, cilíndricos, huecos y muy resistentes de fibras longitudinales que van desde la cepa hasta la copa, de fácil reproducción, gran dispersión y alta velocidad de crecimiento, llegando a crecer hasta 40 cm. diarios. Existen más de 600 especies de bambúes que van desde los 15 cm. de altura hasta los 40 metros, los cuáles pueden alcanzarlos en menos de dos meses, dependiendo de la especie.

En un estudio realizado por Luis Botero Cortés, denominado, *Manual de Industrialización del bambú* (2004), asegura que también existe una especie nativa de América la cuál ha “sido utilizada por distintos grupos indígenas desde épocas prehispánicas”.

El autor antes citado, afirma que las mejores condiciones geográficas para el crecimiento y cultivo del bambú son las zonas tropicales desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros de altitud; sin embargo, este cultivo se adapta a diferentes condiciones ecológicas y ambientales. No obstante, su crecimiento y desarrollo no siempre son iguales en todos los

sitios, por lo que se puede hablar de calidad de sitios buenos, regulares y malos para el desarrollo de la planta.

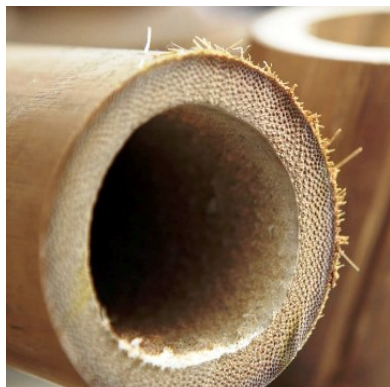


Imagen 2. Caña de bambú seca.
Fuente:<http://www.bambumex.org/paginas/que%20es%20el%20bambu.htm>. **Fecha de recuperación:** 19/2/2014

Mario Álvarez del Valle en su *Propuesta de mobiliario en bambú, para el mejoramiento del entorno de comunidades marginales de la Ciudad de Guatemala* (2009), expone que el bambú ofrece una excelente alternativa a la madera, ecológica y sostenible, cuyo consumo generalizado reduciría la sobreexplotación

de los bosques y la deforestación ya que su explotación es más limpia que la de los bosques madereros.

Según datos de la Misión Técnica Agrícola de la República de China (Taiwán), en Guatemala el bambú es capaz de procesar 12 toneladas de bióxido de carbono (CO₂), siendo más eficiente que la mayoría de especies tropicales. Además produce cuatro veces más oxígeno que la mayoría de plantas y

mejora la fijación del nitrógeno, fósforo, potasio, sílice y calcio en los suelos. Por su forma y velocidad de crecimiento permite cubrir grandes extensiones de tierra deforestada (por causas naturales o depredación) en un periodo de 8 años aproximadamente, reintegrando material orgánico (tallos y hojas muertas), regulando el caudal hídrico, reduce la erosión y ayuda a la biodiversidad devolviendo la fertilidad al suelo.

- **Beneficios del uso del bambú**

Además de los numerosos beneficios ambientales que ofrece el bambú como planta, el cultivo y uso del bambú como materia prima trae consigo los siguientes beneficios:

- Es un recurso renovable que crece rápidamente comparado con otros árboles.
- Se siembra una sola vez, se cosecha al quinto año y a partir de ese punto se tiene una cosecha anual.
- Material liviano, fácil de tratar, almacenar y transportar.
- Puede combinarse con materiales convencionales como el concreto, vidrio, metal, otras maderas, fibras naturales, etc.

- No se quiebra al curvarse.
- Es ideal para la construcción en zonas sísmicas. En caso de colapsar el daño es mínimo por ser ligero, por lo que la reconstrucción es económica, fácil y rápida.
- Ideal para construcción de viviendas, escuelas y puentes, entre otros.
- Puede transformarse con herramientas manuales o de nivel industrial.
- Conserva los suelos y recursos hídricos del terreno.

Debido a la versatilidad de beneficios que presenta como material de construcción, el bambú responde perfectamente a la necesidad de preservar el medio ambiente y reducir su deterioro y poder satisfacer las necesidades de la humanidad. Por lo cual, en el pasado y actualmente el bambú ha sido ampliamente utilizado alrededor del mundo cobrando un mayor auge las últimas décadas.

1.1. Bambú en Guatemala

La posición geográfica del país y condiciones ambientales lo convierten en un buen sitio para el cultivo de distintas especies de bambú. Motivo por el cuál desde

1999 se ha promovido la construcción de viviendas, escuelas, muebles y artesanías a partir de este material, contando con el apoyo del Gobierno de Guatemala e instituciones como la Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Presidente, INTECAP¹ y la Misión Técnica Agrícola de la República de China.



Imagen 3. Mapa de Guatemala con los departamentos donde crece con mayor facilidad el bambú. **Fuente:** Mario Álvarez, *Diseño de mobiliario urbano en bambú* (2009).

¹ Instituto Técnico de Capacitación y Productividad

En un esfuerzo conjunto para lograr mejores beneficios ha sido China, a través de la antes citada institución y el Ministerio de Agricultura, quienes se han dado a la tarea de fundar el Centro Educativo del Bambú (parque educativo) en el municipio de Coyuta, Escuintla (imagen 4), con el propósito de mostrar las distintas especies existentes en el país, así como las diversas aplicaciones que se le puede dar como materia prima. Dicho proyecto tiene como objetivo principal, incentivar y mejorar el cultivo del bambú, así como los productos y construcciones que se realizan a partir de este, ya que se cree que el desuso en el que ha caído se debe a la falta de conocimiento acerca de técnicas apropiadas para su cultivo, cosecha, utilización en construcción y protección contra la lluvia e insectos, así lo afirma el Ing. Lin, experto en construcción de viviendas y productos de bambú.

Las plantaciones de bambú en el país se concentran en su mayoría en los departamentos costeros y cálidos, debido a que crecen más rápido en comparación de los sembradíos de otras regiones del país. Los departamentos más importantes son: Retalhuleu, Petén, Sololá, Zacapa y Escuintla, en este último se encuentra el vivero de bambú

mas grande del mundo en el municipio de Masagua, “con una producción de 500 a 700 mil plantas al año” (Álvarez, 2009, p. 27).

El bambú puede ayudar a combatir los niveles de pobreza y falta de empleo en el país, ya que representa una fuente directa o alterna de ingresos para las diversas comunidades (del área rural principalmente), aumentando el desarrollo económico local mediante la utilización de una materia prima de bajo costo para la elaboración de productos con valor agregado.



Imagen 4. Fotografía del Centro Educativo del Bambú. **Fuente:** <http://bambu.gt/centro-educativo-del-bambu>. **Fecha de recuperación:** 19/2/2014

1.2 Especies de bambú existentes en Guatemala

En la siguiente tabla, se presentan las especies de bambú que se cultivan y utilizan en Guatemala en diversos ámbitos.

Especie	Tipo de Rizoma	Características	Uso
<i>Dendrocaiumus Asper</i> (Nativa de India, Birmania y Tailandia)	Paquimorfo	Altura tallo: 20 a 39 mts Diámetro: 20 a 30 cms Pared tubular: 0.5 a 2 cms Entrenudos: 30 a 45 cms	Construcción de viviendas, puentes, cercas, conducción de agua, mobiliario artesanal e industrias. Apto para laminados, revestimientos, artículos comprimidos. le favorece su rápido crecimiento de nudos. (Aprox. 10-15 nudos en 20 días).
<i>Bambusa Oldhamii</i>	Paquimorfo	Altura tallo: en zigzag de 6 a 12 mts Diámetro: 3 a 12 cms Pared tubular: 0.4 a 1.2 cms Entrenudos: 20 a 35 cms (verdes).	Es la mejor especie y su fibra es comestible, ya que es dulce y fina. Se utiliza también para la elaboración de papel.
<i>Guadua Angustifolia</i> (Nativa de México hasta Argentina. Ref. <i>Annals of Missouri Botanical Garden</i> , 1992).	Paquimorfo	Altura tallo: 25 mts Diámetro: 2 a 10 cms Pared tubular: gruesa Entrenudos: 12 a 40 cms	Material de muy buena calidad y amplio uso en la construcción de viviendas, muebles, artesanías, tejido, papel, brote comestible. Su período de cosecha es más lento que otras especies.
<i>Bambusa Nigra</i>	Paquimorfo	Altura tallo: 10 a 20 mts Diámetro: 10 cms Entrenudos: 10 a 45 cms	Artesanías, jardinería, mobiliario y también es comestible. Se caracteriza por tener su propio color oscuro o quemado, que le da un acabado único final.
<i>Bambusa Dolichoclada</i>	Paquimorfo	Altura tallo: 6 a 20 mts Diámetro: 4 a 10 cms Pared tubular: 0.5 a 1.2 cms Entrenudos: 20 a 45 cms Nudo: 1 a 3 mm Caña color verde	Utilización para andamios, rancherías y tutores en agricultura, tejido, artesanías y muebles.
<i>Phyllostachys Aurea</i>	Leptomorfo	Cañas cortas Altura tallo: 3 a 7 mts Diámetro: 2 a 5 cms Pared tubular: 4 a 8 mm Entrenudos: 4 a 30 cms	Sus cañas son las más cortas de todas. Primera especie que se introdujo satisfactoriamente en Guatemala. Fabricación de artesanías, construcciones pequeñas, tenderos de ropa, cañas de pescar, cercas, jaulas. Es usada también en forma ornamental y como barrera natural para romper viento. este tipo de bambú posee su brillo o aceite natural, dándole un acabado único final.
<i>Bambusa Textilis</i> (Nativa del Sur de China)	Paquimorfo	Altura tallo: 12 mts Diámetro: 10 cms Entrenudos: 45 a 50 cms Crece en forma de zigzag	Principales para el uso de tejido artesanal, fabricación de mobiliario y cortinas para ventanas, cercos y jardinería.
<i>Gigantochloa Verticillata</i>	Paquimorfo	Altura tallo: 25 mts Diámetro: 10 cms Pared tubular: 1 a 2 cms Entrenudos: Largos	Fabricación de muebles, artesanías, tejido y para refuerzo en construcciones con cemento.
<i>Dendrocalamus Latiflorus</i>	Paquimorfo	Caña limpia Altura tallo: 20 mts Diámetro: 20 cms Pared tubular: 0.5 a 3 cms Entrenudos: 20 a 70 cms	Comestible en forma fresca como brotes secos o enlatados. Caña utilizada para la elaboración de remos, muebles, papel y construcción. Sus hojas se utilizan para elaboración de licores o también en la elaboración de tamales chinos.

Especie	Tipo de Rizoma	Características	Uso
<i>Bambusa Vulgaris</i>	Paquimorfo	Altura tallo: 10 a 20 mts Diámetro: 5 a 15 cms Entrenudos: 20 a 40 cms Nudos abultados	Conocido convencionalmente por su color amarillo. Material resistente que se usa para construcción, muebles, tejidos y elaboración de papel.
<i>Bambusa Vulgaris var. strataa</i>	Paquimorfo	Altura tallo: 10 a 20 mts Diámetro: 5 a 15 cms Entrenudos: 20 a 40 cms Nudos abultados	Posee las mismas características que <i>Bambusa vulgaris</i> a diferencia que las cañas y las ramas son amarillas con rayas verdes.
<i>Bambusa Vulgaris schraeder cv</i>	Paquimorfo	Altura tallo: 3 a 5 mts Diámetro: 3 a 8 cms Entrenudos: 10 a 15 cms	Posee forma curva conocida vulgarmente "pansa de burro". Es utilizado en jardinería para ornamentos, para hacer bonsái o en artesanías.
<i>Bambusa Ventricosa</i>	Paquimorfo	Altura tallo: 10 mts Diámetro: 5 cms Entrenudos: 25 a 50 cms	Crece en forma de zigzag y tiene una curva conocida vulgarmente como "pansa de burro". Se usa en jardinería para hacer bonsái y sus cañas tienen formas raras que son útiles para adornos o artesanías. Cuando se hacen bonsái las cañas pueden medir hasta 1 metro y su diámetro de 5 mm a 2 cms.
<i>Phyllostachys Nigra</i>	Leptomorfo	Altura tallo: 1 a 7.5 mts Diámetro: 3 cm Entrenudos: 4 a 30 cms Cada nudo tiene 2 ramas y la caña a los 3 años se vuelve café oscuro	Se usa en jardinería y especialmente para bonsái ya que por ser bastante particular y único sus precios pueden ser más elevados.
<i>Dendrocalamus strictus</i>	Paquimorfo	Altura tallo: 6 a 15 mts Diámetro: 3 a 6 cms Pared tubular: puede ser sólida o de paredes gruesas. Entrenudos: 15 a 50 cms (con muchas ramas).	Construcción de viviendas, mobiliario, artesanías y también puede ser comestible.
<i>Phyllostachys bambusoides (nuda)</i>	Leptomorfo	Altura tallo: 6 a 20 mts Diámetro: 3 a 15 cms Entrenudos: 20 a 30 cms	Confección de mobiliario, cañas de pescar y artesanías.
<i>Bambusa Edulis</i>	Paquimorfo	Altura tallo: 6 a 20 mts Ligeramente en zigzag Diámetro: 3 a 12 cms Pared tubular: 1 a 2 cms Entrenudos: 15 a 50 cms	Artesanías y muebles.
<i>Gigantochloa Apus</i> (Nativa de Indonesia)	Paquimorfo	Altura tallo: 10 a 20 mts Diámetro: 5 a 10 cms Entrenudos: 45 a 65 cms Sus cañas presentan abundante vellosidad.	Puede utilizarse para construcción de viviendas, puentes, artesanías y mobiliario.

Tabla 1. Especies de bambú disponibles en Guatemala. **Fuente:** Misión Técnica Agrícola de la República de China (Taiwán) en Guatemala, *Elaboración de muebles de bambú (s/f)*.

1.3 Aplicaciones y usos del bambú

Según Botero Cortés (2004), el bambú es una de las plantas más útiles del mundo y podría suplir las necesidades básicas del hombre. Los ámbitos donde ha sido mayor la aplicación de este son: construcción, mobiliario, cestería, artesanías, papel, alimento y como recurso natural para la conservación de ecosistemas.

Cada especie de bambú posee diferentes usos según sus propiedades, así como las diversas aplicaciones que se le pueden dar a cada una de sus partes según las técnicas aplicadas en cada país y cultura, esto se da respetando sus propios modos de uso y forma de trabajarlo, aunque este último no difiere mucho alrededor del mundo. La única diferencia es que en ciertos países, como China, se procesa de manera más industrial, mientras que en países menos desarrollados se sigue trabajando de manera artesanal y/o empírica.

En la actualidad las construcciones, artesanías y productos elaborados con bambú son objeto de gran demanda en el mercado local y global, pudiendo encontrar en el mercado local objetos que van desde incensarios, instrumentos y objetos

decorativos, hasta recubrimientos de pared, planchas laminadas y productos de diseño contemporáneo. A continuación, se presenta una clasificación del uso de bambú por temas (Tabla 2) y seguido ejemplos de aplicaciones arquitectónicas y utilitarias del bambú.

<i>Clasificación por Tema</i>	<i>Sub temas</i>
<i>Arte</i>	<i>Arreglos Florales. Escultura. Música. Danza. Pintura. Artesanía.</i>
<i>Tecnología</i>	<i>Elevación y conducción agua. Tratamiento aguas negras. Biodigestores. Material para medios de transporte. Aviación. Puentes. Edificaciones. Andamios y soportes. Medicina y Odontología. Papel. Fibras y Textiles. Alimentos. Bebidas y otros. Artefactos para minusválidos.</i>
<i>Desarrollo físico y recreación</i>	<i>Gimnasia. Deportes. Juegos. Ejercicios de bomberos. Cometas y papalotes.</i>
<i>Cultura y religión</i>	<i>Escritura en bambú. Filatelia. Religión.</i>
<i>Violencia y muerte</i>	<i>Guerra. Fétretos. Protestas.</i>
<i>Costumbristas o vernáculos</i>	<i>Pipas y sombreros. Pesca artesanal. Apoyo a agricultura y vida rural.</i>

Tabla 2. Tabla del *International Network for Bamboo and Rattan*, donde clasifican los usos del bambú por tema. **Fuente:** <http://www.inbar.int/knowledge/bamboo-and-rattan-faqs/>. Fecha de recuperación: 5/2/2014

- Aplicaciones arquitectónicas



Imagen 5. Módulo de la cocina de la casa de Benjamín García. **Fuente:** <http://www.peruarki.com/casa-de-bambu-ecologica-en-el-bosque-para-admirar-la-luna-por-el-arquitecto-saxe-benjamin-garcia/>. **Fecha de recuperación:** 19/2/2014



Imagen 7. Puente Carder en Armenia. **Fuente:** <http://tierrabambu.blogspot.com/2009/12/bambu-acero-vegetal.html>. **Fecha de recuperación:** 19/2/2014



Imagen 6. Iglesia construida con bambú en Colombia. **Fuente:** <http://tierrabambu.blogspot.com/2009/12/bambu-acero-vegetal.html>. **Fecha de recuperación:** 19/2/2014



Imagen 8. Interior de domo fabricado con bambú. **Fuente:** <http://quierounacasaecologica.blogspot.com/2010/05/productos-pavimentos.html>. **Fecha de recuperación:** 19/2/2014



Imagen 9. Estructura de domo de bambú. **Fuente:** <http://inhabitat.com/mushroom-shaped-bamboo-pavilions-sprout-on-a-saigon-river-peninsula/> **Fecha de recuperación:** 12/2/2014



Imagen 11. Kiosco fabricado de bambú. **Fuente:** <http://guaduatech.blogspot.com/2008/06/bamboo-kiosk-tikis-and-pavillons.html> **Fecha de recuperación:** 12/2/2014

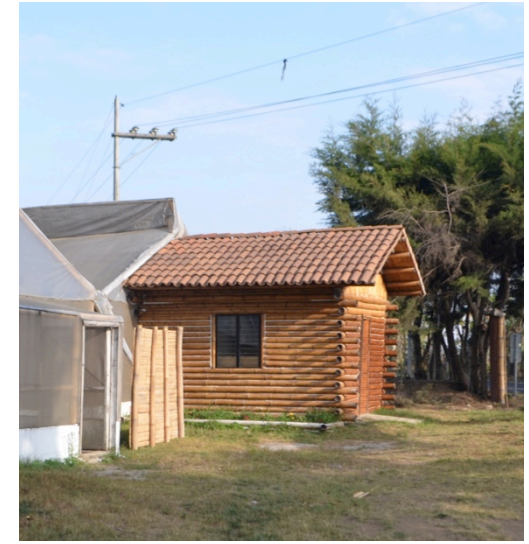


Imagen 13. Oficina fabricada de bambú. **Fuente:** propia



Imagen 10. Detalle interior de rancho de bambú. **Fuente:** <http://www.guadubamboo.com/construction/> **Fecha de recuperación:** 12/2/2014



Imagen 12. Columna de bambú. **Fuente:** <http://www.domusweb.it/en/architecture/2010/12/12/the-green-school.html> **Fecha de recuperación:** 12/2/2014



Imagen 14. Detalle interior del techo, oficina de bambú. **Fuente:** propia

- **Productos y artesanías**



Imagen 15. Llaveros de bambú quemado. **Fuente:** D'BAMBÚ



Imagen 17. Lámpara de bambú y cuero. **Fuente:** Alejandro Castellanos.



Imagen 16. Mobiliario artesanal. **Fuente:** Oscar Quan



Imagen 18. Protector para celular. **Fuente:** Oscar Quan



Imagen 19. Estuche para computadora. **Fuente:** Laura Archila



Imagen 20. Bolso Gucci con detalles de bambú. **Fuente:** <http://www.gucci.com/cn-en/styles/254884EJ50G7011> **Fecha de recuperación:** 10/08/2015



Imagen 22. Recubrimiento para pared, producto de Guambú. **Fuente:** http://www.deguate.com/artman/publish/gestion_articulos/encadenamiento-empresarial-de-bambu-recibe-certificacion-de-carbono-neutral.shtml. **Fecha de recuperación:** 1/03/2014



Imagen 24. Barra de bambú. **Fuente:** D'Bambú



Imagen 21. Bicicleta con partes de bambú. **Fuente:** <http://www.mujer1310.com/articulos/ocio/2013/04/bicicletas-de-bambu-una-alternativa-verde.php>. **Fecha de recuperación:** 1/03/2014



Imagen 23. Anillo Gucci. **Fuente:** http://www.gucci.com/cn-en/category/f/silver__other_jewelry **Fecha de recuperación:** 10/08/2015

1.4 Proceso de transformación

A continuación, se describen los pasos por los que debe pasar el bambú para ser utilizado como materia prima para la producción de edificaciones y objetos.

- Selección de material

La mejor época para cosechar el bambú es entre diciembre y abril, después de la temporada de invierno, ya que el bambú debe de perder toda la humedad que absorbe durante las lluvias. Ya que si se recolecta durante ese periodo el bambú tiende a descomponerse más rápido y las piezas construidas con este tienen a aflojarse una vez que pierde el agua retenida. (Lin, 2005)

Para la construcción de viviendas y fabricación de muebles y objetos se recomienda utilizar bambú que tenga más de 4 años de crecimiento, ya que mientras más antigua sea la vara es de mejor calidad. Las siguientes son algunas de las características que deben de tener las varas de bambú para ser cosechadas:

- Ser rectas.
- No deben de tener perforaciones longitudinales.
- No deben tener rajaduras superficiales.
- Poseer un color verde oscuro uniforme, idealmente libre de manchas y decoloraciones. El tono de verde puede variar según cada especie, incluso ser de otro color.

• Bambú apto para cosechar



Imagen 25. Varas de bambú recolectadas. **Fuente:** <http://blog.cariloha.com/2012/03/page/2/> **Fecha de recuperación:** 13/03/2015

• Bambú no apto para cosechar



Imagen 26. Varas de bambú que presentan enfermedades. **Fuente:** 1) <http://mrbamboo.com.au/care/24-troubleshooting> 2) <http://www.bamboocraft.net/bamboo/showphoto.php?photo=1012> **Fecha de recuperación:** 13/03/2015

- Corte

Una vez seleccionadas las varas que poseen las características que se requieren y comprobado su estado físico, son cortadas por encima del primer nudo inferior para luego cortarse en las dimensiones requeridas.

Esto se realiza utilizando un machete, serrucho manual o sierra mecánica.



Imagen 27. Corte de bambú con sierra eléctrica. **Fuente:** <http://www.guaduabamboo.com/cosechar-el-bambu.html>. **Fecha de recuperación:** 19/2/2014



Imagen 28. Corte de bambú con cuchilla de estrella. **Fuente:** Oscar Quan

El rajado también es otro tipo de corte el cual se utiliza para producir tablillas de bambú (imagen 28), se obtienen utilizando una cuchilla de estrella o un banco con dos sierras paralelas.

- Lavado

Después de cortadas, se recomienda lavar las varas de bambú para remover suciedad que posean superficialmente. Puede realizarse de dos maneras: 1) Utilizando un paño humedecido que se frota contra el bambú; 2) Sumergiendo el bambú en agua limpia o utilizando una manguera de jardín. La única especie que se sugiere no lavar es la Makinoi, “ya que contiene un aceite natural; después de quemarlo se limpia con un paño seco y toma un brillo muy natural.” (Ing. Lin, Fabricación de muebles en bambú, p. 9).

- Blanqueado

Este es un proceso químico mediante el cuál se aclara la superficie del bambú, sumergiéndolo en peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), sustancia que le otorga un color “beige claro” y una superficie homogénea como resultado del baño. Este paso en su mayoría se aplica en la producción de tablillas para formar laminados, las producciones artesanales tienden a obviarlo.

- Secado

El bambú debe secarse hasta obtener una humedad menor al 15%, estabilizando sus dimensiones y haciéndolo más fácil de trabajar. Este se almacena en un lugar seco, ventilado y con sombra de forma horizontal; aplicando diesel con una brocha en ambos extremos para evitar que pueda ser atacado por algún insecto, ya que estos no son capaces de penetrar la cáscara del bambú solo lo hacen por los cortes.

Si el bambú es cortado en época lluviosa, este se debe lavar,



Imagen 29. Cañas de bambú apiladas para su secado. **Fuente:** <http://www.guadua-bamboo.com/secado-de-bambu.html>. **Fecha de recuperación:** 19/2/2014

quemar y luego poner al sol durante una semana para poder obtener varas de buena calidad (imagen 29). Otra forma de secar el bambú es utilizando hornos para madera, en promedio se tarda 3 días en secar de esta forma aunque varía según el contenido de humedad.

- Enderezado o doblado

Ya sea para corregir las varas o darles forma, este se realiza utilizando un banco para enderezado y doblado (imagen 30), el cual posee un alambre en un extremo por el cual se introduce la vara calentándola y presionando en la parte que se quiere enderezar o doblar, la cual debe estar por fuera del alambre al alcanzar la forma deseada se fija la forma con un paño mojado.

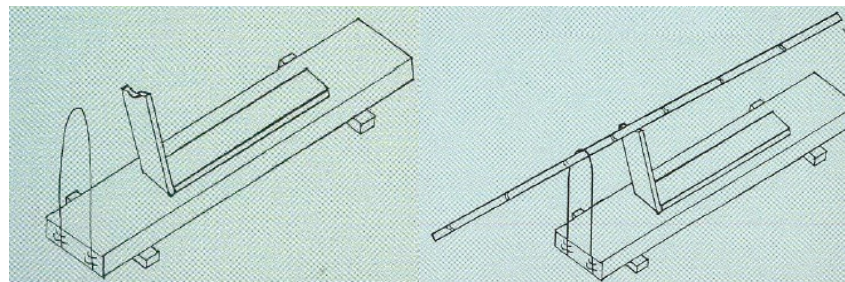


Imagen 30. Banco para doblado de bambú y como se utiliza. **Fuente:** Fabricación de muebles en bambú, Ing. Lin.

- Cepillado y lijado

Se aplica después del secado para darle las dimensiones finales a las piezas de bambú, utilizando papel de lija y una lijadora eléctrica. Usualmente se hace para obtener tablillas, las cuales ya pueden ser trabajadas con los mismos procesos que la madera. Las varas también pueden lijarse para remover la cáscara, imperfecciones y dejar la madera vista.

- Otros

Para realizar cortes o perforaciones en las varas de bambú así como otros procesos se necesitan las siguientes herramientas:

- Taladro y brocas para madera
- Mazo
- Hacha para bambú
- Sierra
- Gubias
- Cuchillo de punta
- Cuchillo ancho



Imagen 31. Herramientas que se utilizan para trabajar el bambú.

Fuente: Oscar Quan

- Raspador
- Metro
- Tanque de gas y soplete

1.5 Curado de bambú

Ya que es un material orgánico, el bambú debe tratarse para mejorar sus propiedades físicas y conservar en buen estado, ya que en su estado natural es propenso a los hongos, descomponerse por el clima y el sol o ser atacado por insectos como las polillas o *Dinoderus minutus*, “escarabajo de bambú”. Esto se debe a los altos contenidos de almidones y agua en la savia del bambú, siendo una fuente de alimento nutritiva para ese tipo de plagas; por lo que retirar el exceso de estas sustancias es necesario para alargar su tiempo de vida.

Para lograrlo existen varios métodos y formas de tratarlo, lo cual depende del acabado que quiera obtenerse, finalidad de la pieza, su forma y los recursos, maquinaria o herramientas con las que se cuentan; a continuación se presentan los procesos anteriormente mencionados.

1.6 Métodos de curado

- Carbonizado



Imagen 32. Carbonizador. **Fuente:** <http://www.bambooindustry.com/blog/carbonized-bamboo-flooring.html>. **Fecha de recuperación:** 30/1/2014

Para este proceso se utiliza un autoclave que trata el bambú a base de un sistema de alta presión (3kg/cm^2) y vapor ($130\text{-}150$ grados C) por un periodo de 1 a 2 horas, lo cuál hace que oscurezca su color y pierda todo el material orgánico que posee obteniendo un material

resistente a las plagas, hongos y humedad.

Sin embargo, el proceso tiende a debilitar las fibras de la madera por lo que es necesario darle un tiempo de secado para que este recobre su rigidez, ya que según Bonnie Grant en el artículo *¿Cuál es la diferencia entre el bambú caramelizado y carbonizado?* (s/f), estas tienden a debilitarse entre un 20% a

30%, lo cuál provoca que los pisos oscuros no sean muy adecuados para áreas de mucho tránsito.

- Ahumado

Este consiste en curar el bambú a base de humo dentro de un horno a una temperatura de $50\text{-}60$ grados centígrados, para lo cual se pueden utilizar las mismas hojas y ramas de la planta. Las desventajas de este método es que las varas o piezas ahumadas conservan el olor a quemado y que pueden presentarse fisuras que lo hacen vulnerable al ataque de insectos. (Álvarez, 2009)



Imagen 33. Horno para ahumar bambú. **Fuente:** <http://www.conbam.info/pagesES/basics.html>. **Fecha de recuperación:** 21/01/2014

– Inmersión en agua

En este proceso se sumergen las varas dentro de un estanque con agua por un tiempo de 4 a 12 semanas, lo que produce que los azúcares se fermenten y abandonen la caña; es uno de los tratamientos más antiguos y utilizados en Asia. (Álvarez, 2009)



Imagen 34. Piscina de inmersión. **Fuente:** <http://www.conbam.info/pagesES/basics.html> .
Fecha de recuperación: 1/03/2014

– Inmersión en bórax

El procedimiento es similar al de inmersión, con la diferencia que se incluye el borato de sodio (bórax) y ácido bórico como preservantes en el agua por un lapso de 24 horas,

de acuerdo a este proceso, en un estudio realizado por la Misión de Taiwán en Guatemala, lo describe como un proceso costoso, dañino para la salud, el ambiente y de eficacia temporal.

Alexis González en *Tratamiento del bambú* (2010) señala que antes de sumergir el bambú deben perforarse los anillos interiores utilizando una vara metálica con un extremo puntiagudo, causando el mínimo daño posible, para mejorar la penetración de la solución en las fibras de las varas. Posteriormente se apilan de forma vertical para escurrir el exceso de agua y sequen a la brevedad.



Imagen 35. Tanque de inmersión de la finca El Morón, con varas escurriendo. **Fuente:** propia

- Aplicación de diesel

El diesel es un derivado del petróleo el cual puede ser utilizado como insecticida, este tratamiento se recomienda por su bajo costo, provocando que los xilófagos ya no puedan penetrar o abandonen el bambú con una única aplicación.

Para esto se puede utilizar una bomba de fumigación, una jeringa o una brocha, dependiendo de la presentación del bambú. Para tratar las cañas se puede utilizar una bomba de fumigación para el exterior, mientras que para tratar el interior se debe perforar con un taladro cada sección de estas e inyectar un promedio de 5 cc. en cada una, ya sea usando una jeringa o una botella plástica con la tapa agujerada.

La brocha se utiliza para curar tablillas o aplicar en pequeñas partes donde se detectan polillas u otras plagas, así como en los extremos donde se han cortado las cañas antes de poner a secar; esto debido a que solo por estos cortes o rajaduras en la cáscara, es por donde pueden penetrar la madera causando su deterioro.



Imagen 36. 1- Herramientas para aplicación de diesel 2- Aplicación con brocha 3- Aplicación con botella plástica. **Fuente:** *Tratamiento de material con diesel para la construcción con bambú*, Misión Técnica de Taiwan en Guatemala.

1.7 Quemado de bambú

Este se aplica posterior a que los tallos han sido cortados de la mata y lavados. Entre las ventajas de usar este proceso están que hace a el bambú menos propenso a ataques de insectos, mejora su nivel de resistencia física e impermeabiliza su superficie, utilizarlo como acabado estético y/o una forma de secado. Puede aplicarse por medio de hornos industriales (eléctricos o de gas) o métodos artesanales de fuego directo.



Imagen 37. Herramientas para quemar bambú. **Fuente:** *Fabricación de muebles en bambú*, Ing. Shyh-Shiun Lin

La forma artesanal o manual de realizarlo, es mediante la aplicación de llama directa con un soplete, el cual se alimenta de un cilindro de gas propano o de un depósito portátil adherido al mismo. Después de

cierto tiempo, la superficie se torna más oscura obteniendo de esta forma un acabado estético interesante.

Para lograr los resultados deseados en el proceso de quemado se deben seguir los siguientes pasos:

1. Perforar los nudos centrales del bambú con una varilla o broca (dependiendo del diámetro del bambú). Este procedimiento se puede realizar por el interior de la vara o taladrando por la superficie cada sección, con el fin de evitar que explote al aplicar la llama (imagen 38).



Imagen 38. 1- Perforación con taladro
2-Perforación de anillos centrales. **Fuente:** propia

2. Aplicar la llama directa girando el bambú para quemar de manera uniforme la vara, observando como a medida que se aplica el fuego, la tonalidad se va oscureciendo (imagen 39). El tono final depende de la intensidad y tiempo que este se queme.



Imagen 39. Trabajadores quemando bambú **Fuente:** propia

3. Después de aplicar el quemado se limpia la superficie con un paño humedecido con diesel, eliminando los almidones que quedan en la superficie, dar brillo a la vara y volverlo resistente a plagas. Es de libre aplicación dependiendo de cada taller.

Una vez quemado el bambú puede quedar de la siguientes maneras (imagen 40):



Imagen 40. Diversos tipos quemado **Fuente:** propia



Imagen 40. Comparación de calidad de quemado. **Fuente:** propia

La calidad del quemado se juzga analizando que tan parejo ha quedado a lo largo de toda la vara, esto es individualmente, en grupo se determina juzgando si el tono es igual o lo más parecido posible entre todas. Mientras menos manchas de distintas tonalidades a la que se deseada obtener tenga el bambú será considerado de mejor calidad su quemado, como se puede observar en la imagen 40, donde la imagen inferior presenta un quemado más homogéneo que el de la superior.

Dentro de los factores que influyen para obtener un quemado de buena calidad se encuentran:

- Un ambiente de trabajo adecuado para aplicar el quemado.
- Grado de habilidad de quién lo aplica.
- Largo, diámetro y peso de la vara de bambú, mientras más larga y pesada, es más difícil de conseguir un buen quemado.
- Humedad que contiene el bambú, mientras más seco esté es más probable que al quemarlo quede manchado.



Imagen 41. Comparación de calidad de acabados. **Fuente:** propia

Visualmente, el quemado ofrece al bambú un acabado más atractivo en comparación con otros que se le aplican. Por ejemplo el tintado por medio de brocha, wipe o pistola, ya que este no penetra más allá de su cáscara por lo que quedan las marcas de las hebras de la brocha o goteo por exceso de tinte y la forma circular del bambú, problemas que el quemado no presenta (imagen 41). Además, una vara quemada tiene un precio de venta mayor en comparación con una sin acabado o tintada, al igual que los productos fabricados con el.

– Efectos físicos del quemado

Los expertos difieren en cuanto a las mejoras que este proceso tiene sobre la fibra del bambú a corto y largo plazo, esto debido a factores como: escasa literatura al respecto, condiciones climáticas del lugar, porcentaje de humedad de la vara, especie y modo de quema, siendo así difícil determinar un listado de valores concretos (tiempo, temperatura, velocidad, distancia), para tomar como referencia.

De acuerdo a lo expuesto con respecto a este tema Wolfram Schott, en su estudio denominado *Bamboo in the Laboratory. A few observations on heat-treating of bamboo for rod making purposes* (2006), analiza los cambios físicos y mecánicos que sufre el bambú al ser tratado con calor, describiendo varias pruebas que realizó variando la temperatura e intervalos en los cuales exponía las piezas utilizando un horno eléctrico.

En la primera prueba, Schott, introduce dieciséis piezas iguales dentro de un horno a una temperatura de 200 grados centígrados. Seguidamente al paso de dos minutos la primera pieza es extraída, posterior a cuatro minutos se extrae la segunda pieza, y así sucesivamente. Desde la muestra número seis (12 minutos) comienza a notarse un cambio en la coloración de la pieza, lo cual indica el principio de la deshidratación del bambú (imagen 42). La última muestra estuvo 32 minutos dentro del horno obteniendo el tono más oscuro de la prueba, aunque no detalla después de cuanto tiempo la superficie comienza a tornarse negra, con esta temperatura, si indica resultados con temperaturas mayores y menores.

Con una temperatura de 175° grados centígrados con los mismos intervalos de dos minutos hasta llegar a los veintiséis minutos, no se presentó ningún cambio en tonalidad incluso después de una hora (muestra 175-14, imagen 43). A los 225 grados centígrados comienza a oscurecer luego de seis minutos. Mientras que a 250 grados centígrados la superficie se vuelve negra tras cuatro minutos y entre los ocho y diez minutos comienza a humear. (Schott, 2006)



Imagen 42. Resultados de primera prueba de horneado. **Fuente:** Bamboo in the laboratory, Wolfram Schott



Imagen 43. Resultados de segunda prueba de horneado. **Fuente:** Bamboo in the laboratory, Wolfram Schott

De acuerdo al estudio anterior Schott, sitúa entre el rango de los 180 – 200 grados centígrados como la temperatura ideal para hornear el bambú sin estropear las propiedades del material. Cabe recalcar que el mismo autor aclara que jamás ha tratado el bambú con llama directa, sin embargo concluye que:

El tratamiento térmico con llama directa destruirá la superficie del bambú sin ninguna garantía que el calor haya llegado a las fibras interiores o en que grado. No hay ningún control sobre los resultados, solo tanteo en el mejor de los casos. Algunos utilizan primero un horno para remover la humedad, seguido por la aplicación de llama directa por razones cosméticas.

(Schott, 2006, p. 20)

En cuanto a mejoras en el material tras su tratamiento, determina:

- El quemado reduce el diámetro de las varas permanentemente, provocando que absorba menos agua al estar expuesto a la intemperie (lo cual es un efecto

natural del bambú, ya que se acondiciona el nivel de humedad del ambiente).

- Dentro de los límites adecuados, aumenta la resistencia a la tensión y flexibilidad de este.
- No hay criterio unificado acerca de las mejores temperaturas y tiempos para quemar el bambú ya sea en horno o con llama directa, ya que tiende a variar según el criterio y tecnología de cada fabricante o productor.

2. Brief de diseño

2.1 Perfil del consumidor

En su gran mayoría, la venta de maquinaria especializada para bambú esta dirigida a empresas que cuentan con producciones constantes y de gran magnitud; sin embargo, en Guatemala son muy pocas las instituciones y/o el público que pueden tener acceso o les sea viable el poder adquirir este tipo de tecnología.

Por tanto, el grupo objetivo abarca el siguiente listado:

- Productores artesanales
- Micro y medianas empresas (artesanales)
- Cooperativas artesanales
- Misiones de ayuda internacional
- Diseñadores
- Emprendedores



Imagen 72. Gráfica de grupo objetivo. Fuente: propia.

2.2. Análisis de situación actual

Para la elaboración de este análisis ha sido estudiado el proceso de aplicación de quemado dentro de la línea de producción de una empresa artesanal dedicada a la producción de edificaciones y productos de bambú.

A continuación se presenta la información y análisis de la situación actual del quemado.

2.2.1 Caso de estudio: Ing. Luis Emilio Melgar Pineda

- Perfil

El señor Melgar es un ingeniero agrónomo que junto al también agrónomo Edgar España tienen más de 15 años de experiencia utilizando el bambú como materia prima y la siembra de verduras en Chimaltenango.

Información de contacto

Dirección: Finca El Morrón, Parramos, Chimaltenango.

Teléfono: 5589-9623

Correo electrónico: melgaremilio@gmail.com



Imagen 44. Finca El Morrón, Chimaltenango. **Fuente:** Propia

Especies de bambú que utilizan



Imagen 45. *Guadua angustifolia*. **Fuente:** <http://www.bamboocostarica.com/Materia-Prima2.html> **Fecha de recuperación:** 6/12/2014



Imagen 46. *Dendrocalamus Asper* **Fuente:** <http://www.bamboocostarica.com/Materia-Prima.html> **Fecha de recuperación:** 6/12/2014



Imagen 47. *Gigantochloa Verticillata*. **Fuente:** <http://www.bambooweb.info/bb/viewtopic.php?f=11&t=5885> **Fecha de recuperación:** 6/12/2014



Imagen 48. *Phyllostachys Aurea*. **Fuente:** <http://www.onlineplantguide.com/Plant-Details/1963/> **Fecha de recuperación:** 6/12/2014

Productos

Los señores Melgar y España se dedican a la producción de edificios y objetos artesanales, los productos que ofrecen son los siguientes:

- Muelles
- Ranchos
- Kioscos
- Pérgolas
- Invernaderos
- Cabañas
- Techos
- Tejados
- Puertas
- Mesas
- Sillas, sillones y sofás
- Maceteros



Imagen 49. Macetero de bambú. **Fuente:** propia



Imagen 50. Kiosco y bancas de bambú. **Fuente:** propia



Imagen 52. Rancho de bambú. **Fuente:** propia



Imagen 51. Mesa hexagonal y sillas de bambú. **Fuente:** propia



Imagen 53. Detalle interior de rancho de bambú. **Fuente:** propia

Dimensión del área de producción

- N/D

Áreas en las que se divide la producción

No existen áreas definidas, ya que se trabaja en el espacio que se encuentre libre o sea el adecuado para cada tarea, dependiendo principalmente del largo de las varas; sin embargo, se identifican las siguientes:

- Almacenaje
- Tratamiento
- Secado
- Quemado
- Producción
- Acabado

Capacidad instalada

Las herramientas y maquinaria con la que cuenta son:

- Martillos
- Prensas
- Mazos
- Gubias
- Formones
- Hachuelas
- Sierras manuales y eléctricas
- Barrenos
- Sopletes
- Cepillos metálicos

Capacidad productiva

Puede variar según la cantidad de pedidos que se tengan ya sean de objetos o construcciones.

- Cantidad de varas utilizadas en promedio por mes:
200 varas, 6 metros de largo.

Procesos de transformación

1. Tratamiento

Es el primer proceso por el que pasan todas las varas de bambú luego de llegar a la finca. Para esto es necesario perforar todos los anillos interiores de cada vara, se realiza empujando una varilla metálica por un extremo de la caña hasta que perforar el último anillo (imagen 54); luego son sumergidas en un estanque lleno con una solución de ácido bórico y agua por un periodo de 3 a 5 horas (imagen 55); por último, se extraen del tanque y colocadas a secar en apoyadores que se encuentran continuos al tanque (imagen 56).



Imagen 54. Perforación de anillos internos. **Fuente:** propia



Imagen 55. Tanque de inmersión. **Fuente:** propia



Imagen 56. Área de secado. **Fuente:** propia

2. Lijado

Puede ser de dos maneras; la primera, se aplica utilizando un cepillo metálico con el cual se remueven las imperfecciones de los anillos, solo se aplica esta si la vara será utilizada para edificaciones; la segunda, utiliza papel de lija con el cual se remueve la cáscara del bambú, se utiliza ocasionalmente en objetos y muebles luego de aplicar la primera.



Imagen 58. Anillos después de lijado. **Fuente:** propia



Imagen 57. Varas de bambú antes de aplicar el lijado. **Fuente:** propia



Imagen 59. Vara de bambú con anillos y cáscara lijada **Fuente:** propia

3. Producción

En esta etapa, la varas de bambú son modificadas con herramientas y maquinaria simple para ajustarlas a su propósito final. Cuando se trata de la producción de accesorios y mobiliario esto se realiza en la finca; por el contrario, cuando serán utilizadas para edificaciones esto se realiza en el lugar de construcción.

5. Acabado

Es aplicado luego de que las varas han sido quemadas y ya poseen su forma final. En esta fase, primero se les aplica un tinte con coloración similar al tono de quemado utilizando una brocha, esto con el fin de uniformar la superficie. Por último, se recubren con barniz mate o brillante para sellar los poros del bambú.



Imagen 60. 1- Detalle de unión en kiosko, vara con tinte y barniz. 2-Detalle de varas con quemado claro, tinte y barniz. 3- Detalle de varas quemadas recubiertas solo con barniz. **Fuente:** propia

4. Quemado

QUEMADO DE BAMBÚ	
TIPO:	MANUAL
OPERARIOS CAPACITADOS:	5
TIEMPOS:	<ul style="list-style-type: none">• VARAS ENTRE 6 A 8 METROS: 1 HORA 30 MINUTOS (PROMEDIO)• VARAS QUEMADAS AL DÍA (PROMEDIO): 6 A 8 VARAS.• QUEMADO DE 150 VARAS DE BAMBÚ DE 6 METROS: 15 DÍAS.
HERRAMIENTAS:	<ul style="list-style-type: none">• SOPLETE DE GAS PROPANO• ENCEDEDOR
FUENTE DE ENERGÍA:	GAS PROPANO, CILINDRO DE CIEN LIBRAS, DURA UN MES APROXIMADAMENTE.

Tabla 3. Descripción breve del quemado de bambú. **Fuente:** Elaboración propia



Imagen 61. Herramientas utilizadas para aplicar el quemado. **Fuente:** Elaboración propia

- **Descripción de proceso:**

Debido a que producen principalmente edificaciones y no artesanías, utilizan generalmente varas de 2 a 8 metros de largo y de 4 a 6 pulgadas. La mayoría de cañas que utilizan aún se encuentran verdes, prolongando el tiempo de aplicación del quemado.

En este caso no se cuenta con un área específica de quemado, por lo que suele hacerse lo más cerca posible al tanque de inmersión para así facilitar el traslado de cada vara del espacio de secado a donde será quemado. Por lo regular colocan las cañas que serán quemadas debajo de un rancho sin paredes y con piso de concreto que se encuentra en la entrada de la finca, con el propósito de evitar que se ensucien y tengan que limpiarse antes de ser quemadas.

Una vez apiladas, el trabajador asignado a la tarea comienza el quemado de cada una de ellas. A continuación se describe el proceso paso a paso.

- **Paso No. 1: Acomodado de la vara**

Primero, se apoya la caña a quemar en el extremo de otra que sale de la pila de bambú haciendo más sencillo para el poder girarla al momento de la quema.



Imagen 62. 1- Rancho donde se aplica el quemado. 2- Forma en la que se apoya la vara para su quemado. **Fuente:** propia

- Paso No. 2: Ignición de soplete

Segundo, el operario enciende el soplete utilizando un encendedor o fósforos, para lograrlo la persona debe agacharse debido a que el viento puede dificultar la tarea; luego, procede a graduar la intensidad del soplete según el tono que se desea obtener. El soplete tiende a apagarse con ráfagas fuertes de viento, por lo que debe volver a encenderse esporádicamente durante el quemado de toda la caña atrasando el proceso.



Imagen 63. 1- Detalle de operador utilizando fósforos para encender el soplete. 2- Postura que se adopta para encender el soplete. **Fuente:** propia.

- Paso No. 3: Aplicación de llama directa

Tercero, comienza el quemado de la vara tratando de mantener la misma distancia y ritmo de quemado durante todo

el proceso. La persona gira la vara con la mano que le queda libre para así poder quemar ambos lados de la misma, el punto de apoyo con la otra caña facilita esta acción; sin embargo, se dificulta a medida que se avanza en el quemado siendo el punto más crítico cuando se llega a la mitad de esta debido a que el peso del bambú deja de descansar sobre el que se apoya, lo cual desgasta físicamente al operario.



Imagen 64. Secuencia de rotado de caña de bambú. **Fuente:** propia.

Durante el proceso de quemado de una vara se identifican tres posturas que son adoptadas por el operario:

- a) Erguido
- b) Inclinado
- c) En cuclillas

Seguidamente se presenta un análisis y observaciones de cada una de ellas, para el estudio de las fotografías se utilizaron cuatro colores para indicar los siguientes aspectos:

- **Verde:** postura neutra / positivo
- **Rojo:** postura forzada / negativo
- **Amarillo:** postura intermedia
- **Naranja:** campo de visión

a) Posición No. 1: Erguido



Descripción:

Primera posición que toma el operario, permanece de esta forma hasta pasada la mitad de la vara.

Tiempo: periodo aproximado de 45 - 50 minutos

Observaciones:

- La inclinación de la cabeza, el torso y la muñeca se encuentran dentro del rango aceptable.
- La posición de la manguera podría hacer al operario tropezar.
- El operario algunas veces se inclina un poco más para corroborar la calidad del quemado.

Imagen 65. Trabajador aplicando el quemado parado. **Fuente:** propia.

b) Posición No. 2: Inclinado



Descripción:

Segunda y mas corta posición que toma el operario, este se inclina entre un rango de 45 a 60 grados .

Tiempo: periodo de 15 - 20 min. máximo

Observaciones:

- El operario debe de inclinarse para tener mejor visibilidad de la superficie.
- Luego de 20 min., la espalda comienza a molestarle, ya que se sobre esfuerza.
- Durante el periodo que opta por esta postura el trabajador se yergue por pequeños intervalos para descansar la espalda, alejando la vista del bambú.

Imagen 66. Trabajador aplicando el quemado inclinado. **Fuente:** propia.

c) Posición No. 3: En cuclillas



Descripción:

Tercera posición que adopta el operario al llegar al último segmento de la vara, el cual se encuentra mas pegado al nivel del suelo.

Tiempo: periodo de 15 - 20 min.

Observaciones:

- El operario debe de tomar esta posición para tener mejor visibilidad de la superficie.
- Al encontrarse la vara más baja, esta posición le causa menos fatiga en comparación con la *posición No.2 - Inclinado*, contribuyendo a reducir los dolores de espalda posteriores al horario de trabajo.
- En este punto del quemado se torna más difícil girar la vara para continuar su quemado.
- La mala colocación de las piernas en esta posición hace que el peso del cuerpo se recargue más en una pierna que en otra sin permitir que ninguna de las dos descanse.

Imagen 67. Trabajador aplicando el quemado en cuclillas y variaciones de la misma pose. **Fuente:** propia.

- **Resultados actuales**

Una vara correctamente quemada presenta una superficie de tono uniforme y con el mínimo rastro de quemaduras; si bien es posible obtener este tipo de calidad con el proceso actual, el trabajador debe de contar con mucha habilidad y experiencia para conseguirlo, lo cual varía entre los cinco trabajadores quienes aplican el quemado. Mientras menos experiencia tenga el trabajador mayor cantidad de quemaduras (manchas) presentará la vara, disminuyendo así el valor económico y estético del acabado; sin embargo, hay clientes quienes por gusto personal piden que las varas estén saturadas de quemaduras, el cual llaman acabado “moteado”, en este caso no importa que tan oscuras o separadas estén las quemaduras, más adelante se presentan ejemplos de ello.

Por lo general se utilizan de 150 a 200 varas para la elaboración de la mayoría de edificaciones que se construyen, siendo la misma cantidad que debe ser quemada. Actualmente se necesitan de 15 días (en promedio) para lograrlo. En este periodo los trabajadores rotan de turno por lo que el lote no mantiene la misma

TIEMPOS DE QUEMADO DE BAMBÚ	
VARA DE 6 A 8 METROS:	1 HORA - 1 HORA 30 MINUTOS (PROMEDIO)
JORNADA DE TRABAJO:	10 HORAS
VARAS QUEMADAS POR JORNADA:	DE 6 A 8 VARAS (PROMEDIO)
QUEMADO DE 150-200 VARAS :	15 DÍAS (PROMEDIO)

Tabla 4. Tiempos de quemado de bambú. **Fuente:** Elaboración propia

calidad y tonalidad de quemado aunque se trata de mantener lo más uniforme posible. En una jornada de trabajo de aproximadamente 10 horas los trabajadores queman entre 6 a 8 varas por turno, sin embargo, algunas veces es necesario trabajar en turnos dobles (día y noche) para terminar en 15 días o menos (Tabla 4). Cabe resaltar que la condición física de cada uno de los trabajadores también afecta directamente en la cantidad de varas que pueden quemar en una jornada lo que ocasiona retrasos en el proceso, el tiempo de entrega de los pedidos y restringe su capacidad productiva mensual.

Se observa que aún cuando el trabajador con mayor habilidad aplica el quemado, la superficie del bambú nunca queda uniforme ya que el resultado final depende en este proceso en un 100% del talento humano, al igual que cualquier otro proceso artesanal en los cuales cada pieza es única. Es por esto que se aplica una capa de tinte luego de que las varas han sido quemadas, con el fin de homogenizar su superficie; sin embargo el resultado final no convence del todo a los operarios y clientes por igual, exceptuando los clientes que solicitan el acabado “moteado”. A continuación se presentan las distintas calidades de quemado que obtienen con el método actual.



Imagen 68. 1- Vara con quemado regular sin barniz aplicado. **Fuente:** propia.

En las imágenes que se observan en este apartado, las varas presentan un quemado de calidad regular, en la imagen 68 las varas se encuentran únicamente quemadas mientras que en la imagen 69 se les ha aplicado una capa de barniz el cual ayuda a disimular los errores del proceso (manchas) que puedan presentar.



Imagen 69. Varas con quemado regular y barniz aplicado. **Fuente:** propia.



Imagen 70. Varas de bambú quemadas recubiertas con tinte y barniz. **Fuente:** propia

Además de la aplicación de barniz, en algunas ocasiones se aplica tinte de tono similar al quemado disimulando aún más las manchas que presenten las varas; sin embargo, es notorio que esta ha sido aplicado al bambú ya que quedan marcadas las hebras de la brocha con la que se aplica el tinte (imagen 70), lo cual le puede restar vistosidad al bambú.

En la imagen 71 se pueden observar dos ejemplos de un acabado con exceso de manchas de quemado, estas se pueden



Imagen 71. 1- Varas con mala calidad de quemado 2- Varas con acabado “moteado”. **Fuente:** propia.

clasificar como un quemado de mala calidad, usualmente aplicado por alguien con poca experiencia en el proceso (aprendiz), o como varas con acabado moteado aplicado en el cual las manchas serían intencionales. Para este último, en un primer momento se quema la vara en su totalidad y luego se vuelve a quemar aleatoriamente para obtener el efecto “moteado”.

Observaciones:

- Positivas:
 - Hay suficiente luz en el área de trabajo, lo que evita forzar la vista.
 - La llama del soplete no se cruza con la manguera de alimentación.
 - La ventilación es suficiente para evitar accidentes causados por fugas, además el área de trabajo se mantiene fresca durante el día.

- Negativas:
 - Se utilizan tres posturas distintas en promedio (parado, inclinado y en cuclillas) para quemar una sola vara, aumentando así la fatiga del operario durante el proceso.
 - No se utiliza ningún equipo de protección.
 - El soplete se extingue constantemente en días ventosos, atrasando el trabajo y dificultando el encendido del este.
 - No existe una paleta definida de tonos de quemado, ni un criterio establecido acerca del acabado moteado, simplemente se repite el resultado de la primera vara quemada.
 - La llama del soplete es muy intensa para la superficie del bambú, operarios lo señalan como uno de los motivos principales por los cuales no logran obtener un quemado parejo.

- **Problemas de seguridad**

A continuación se presentan las faltas de seguridad documentadas durante el proceso de quemado.



- **Manos descubiertas**

Ninguno de los trabajadores utilizan guantes durante el proceso siendo vulnerables a quemaduras causadas por el soplete o la superficie del bambú, por la cual el calor se expande al quemarlo. De igual manera, el agarre que tiene el operario con la mano descubierta para rotar el bambú no es el ideal ya que por ser lisa su superficie algunas veces este se resbala.



- **Manguera corta y tanque no asegurado.**

La manguera de alimentación del soplete es demasiado corta lo que limita la movilidad del operario, de igual manera halar muy fuerte de ella podría causar que el tanque de gas propano (no asegurado al suelo) cayera y provocando un accidente de gran magnitud.



- **Apoyo inseguro de vara en proceso de quemado**

Utilizar una de las cañas apiladas como apoyo para la vara en turno de quemado es inestable debido a que la forma cilíndrica de estas causa oscilamiento entre ellas, lo cual se agudiza si el peso de la vara recostada no esta equilibrado. Lo que podría causar un accidente o lastimar al trabajador.

Gráfico 1. Descripción de problemas de seguridad en el proceso de quemado. **Fuente:** propia.

2.3 Perfil del usuario

Teniendo en cuenta que el bambú puede ser trabajado en cualquier parte del país y que en este caso se busca mejorar el método de quemado y su calidad, se considera como usuario específico a los operarios encargados de aplicarlo dentro de cada taller.

PERFIL GENERAL		
SEXO	EDAD	ETNIA
<ul style="list-style-type: none"> - Masculino - Femenino 	<ul style="list-style-type: none"> - 18 a 65 años 	<ul style="list-style-type: none"> - Maya - Xinka - Ladina - Garífuna
POBLACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hombres: 48.9% ▪ Mujeres: 51.1% ▪ 18 a 65 años: 6, 586, 473 millones de personas ▪ 45 % de la población ▪ Analfabetismo: 23.1% (población total) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rural: 51.5% ▪ Urbana: 48.5% 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Indígena: 40% ▪ No indígena: 60%

Tabla 5. Tabla con características generales del grupo objetivo. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** basados en el estudio *Caracterización, Republica de Guatemala*, INE (2,011)

- Tabla de segmentación

SEGMENTACIÓN	VARIABLES
GEOGRÁFICA	<ul style="list-style-type: none"> - País: Guatemala - Región: Rural - Metropolitana
DEMOGRÁFICA	<ul style="list-style-type: none"> - Ingresos: Q 2,280.00 - Q 11,900.00 - Ocupación: Profesionales, trabajadores y/o estudiantes. - Nivel de estudios: Secundaria, universitarios y/o técnicos. - Estado civil: Soltero/casado - Estrato social: D1 (bajo) – C1 (medio-bajo)
PSICOGRÁFICA	<p>Se sienten afectados por el alto costo de vida en el país, sus principales gastos son alimentos, pago de servicios, transporte y vivienda. Los altos índices de violencia también influyen en su vida; sin embargo, mantienen una actitud positiva acerca del futuro. La mayoría se encuentran casados o unidos y son padres de familia. Perciben el trabajo como base de su sustento pero no se sienten realizados o contentos con el.</p>

Tabla 6. Tabla de segmentación de usuario. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** basados en información recopilada por UNIMER Centroamérica (2,008)

2.4 Necesidad

Al conservarse la mayoría de procesos productivos de transformación del bambú sin maquinaria especializada, es importante dotar al gremio artesanal y semi-industrializado de herramientas y/o maquinaria simple (tecnología apropiada) que facilite y ayude a trabajar este material. Además debe considerarse, que son pocas las personas o empresas que tienen acceso a maquinaria de tipo industrial, cuando más de la mitad de la población vive en condiciones de pobreza.

Por esta razón es necesario el desarrollo de soluciones que logren adaptarse a la realidad social, económica y tecnológica de Guatemala, que permita a quienes trabajan o desean trabajar con bambú, obtener más y mejores resultados que ayuden a destacar el producto guatemalteco dentro y fuera del país.

Existen diversas circunstancias que hacen difícil la eficacia del proceso, entre las cuales se pueden citar:

- Uso del soplete a mano alzada, haciendo el trabajo desgastante y difícil para muchos de los artesanos.

- Peso excesivo de las herramientas utilizadas en el proceso.
- Posturas forzadas que se emplean para aplicar la llama y que al realizarlas de forma incorrecta afectan el resultado.
- Tiempo necesario de aplicación de la llama.
- Volumen y peso del material.

Dado los diversos factores que se han mencionado resulta indispensable la creación de un sistema que brinde seguridad, eficacia, efectividad y estandarización al quemado de bambú. Así lo afirman Anabella Azurdia y Daniel Galvez, productores artesanales de bambú:

“Estamos interesados desde hace algún tiempo en mejorar el tema del quemado, porque es una necesidad real y porque nos ayudaría a mejorar nuestra competitividad.”

2.5 Análisis retrospectivo

A continuación, se muestra una línea de tiempo sobre el uso, manejo, herramientas utilizadas y aplicaciones del bambú desde la antigüedad hasta el presente.

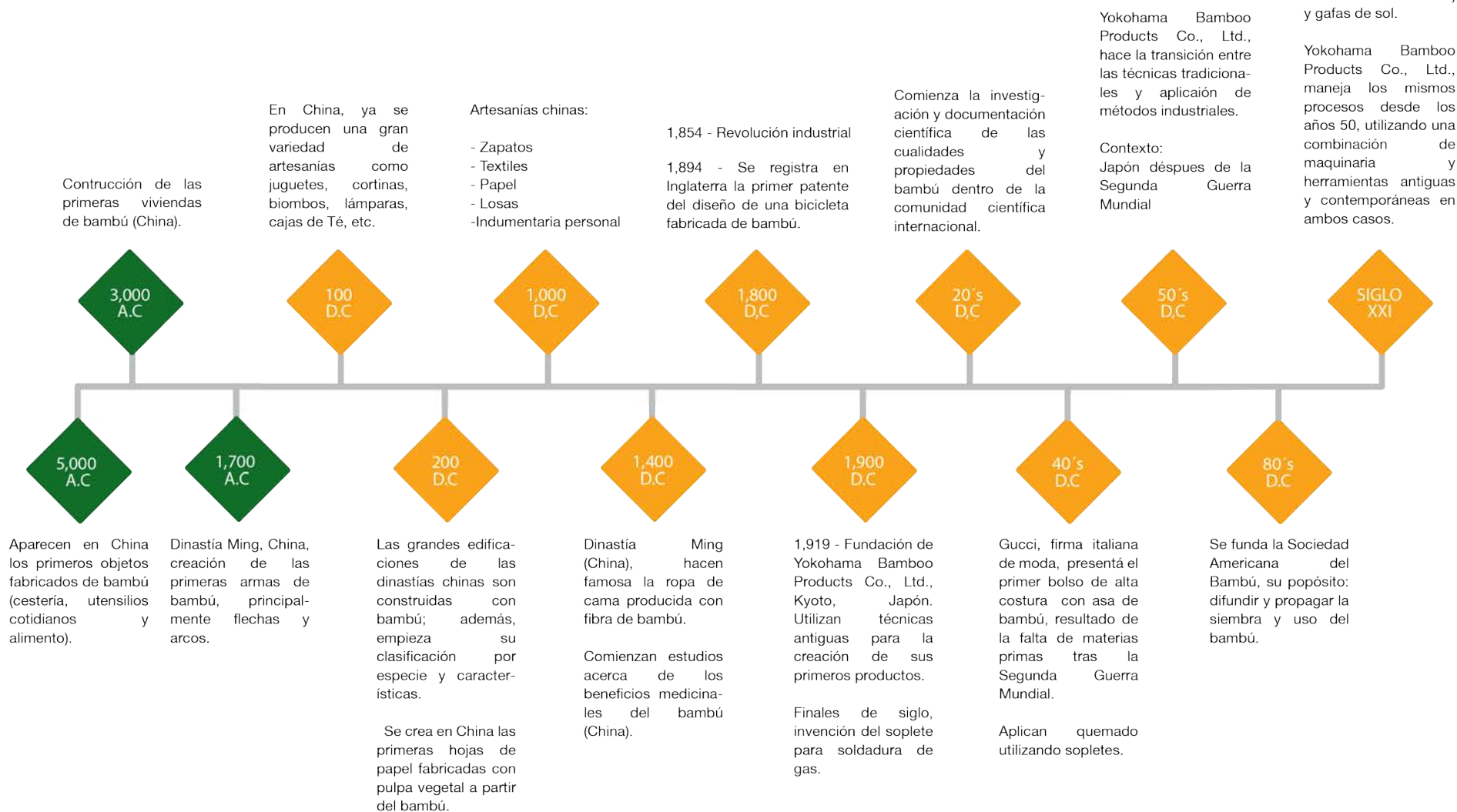


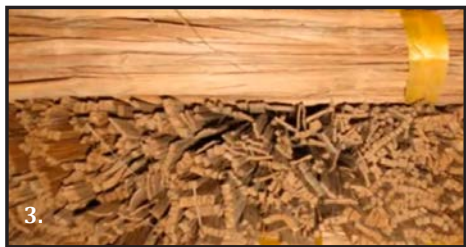
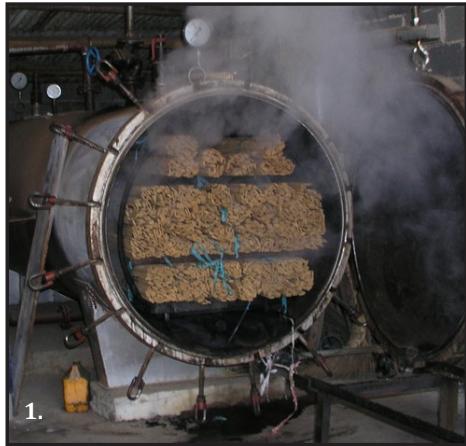
Gráfico 2. Línea de tiempo del uso, manejo y aplicaciones del bambú. **Fuente:** elaboración propia.

La línea de tiempo presentada permite conocer la historia del bambú a lo largo del desarrollo de las distintas culturas y civilizaciones alrededor del tiempo remontándose hasta la época antigua. No obstante, el punto más importante de esta pequeña cronología es mostrar que las técnicas y herramientas para trabajar el bambú se han mantenido a través del tiempo, ya sea por tradición o por falta de desarrollo de mejores opciones. Si bien las culturas asiáticas son la excepción a lo dicho anteriormente, muchos siguen manteniendo las técnicas arcaicas por el inmenso arraigo que tienen por sus tradiciones; asimismo, mucha de la tecnología avanzada desarrollada y disponible en estas culturas se encuentra fuera del alcance de la mayoría de artesanos alrededor del mundo, razón por la cual siguen optando por técnicas tradicionales y herramientas simples.

2.6 Análisis de soluciones existentes

A continuación se presenta el análisis de soluciones existentes en el mercado y que son utilizadas actualmente para tratar el bambú con llama directa o calor, presentando una breve descripción y enlistando las ventajas y desventajas que posee cada una de ellas, para poder tomarlo en cuenta al momento de generar una solución.

- *Carbonizadora de bambú*, proceso de carbonización.



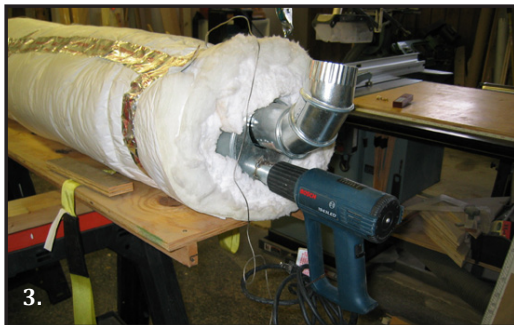
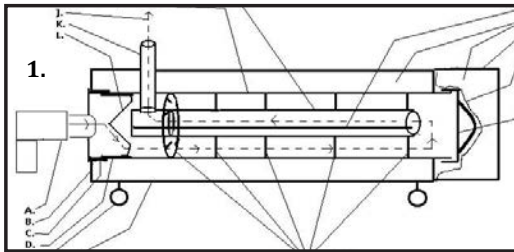
Descripción y características.

- Autoclave: proceso de vaporización a base de altas temperaturas, humedad y presión.
- Tiempo de carbonizado: 1.5 - 4 horas (Dependiendo del tono deseado y de la capacidad y temperatura del tanque)
- Temperatura de agua (rango): 130° - 300°C
- Presión (recámara): 3kg / cm² (Valor puede variar según la dimensión del tanque)
- Fuente de energía / recursos: electricidad - agua
- Precio: \$ 20,000.00 - Q 155,000.00 / sin impuestos y gastos de envío (Estimado)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Acabados uniformes. • Control de tonalidad final. • Puede carbonizar gran cantidad de tablillas o cañas de bambú al mismo tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso debilita la madera en un 20 - 30% • Superficie del material se vuelve mas vulnerable a rayones. • Alto consumo de energía eléctrica y agua potable. • Alto costo de inversión. • No disponible localmente. • Pensado para producciones industriales.

Imagen 73. 1- Carbonizadora de bambú **2-** Colocación de tablillas de bambú dentro de la carbonizadora **3-** Tablillas carbonizadas
Fuente: <http://www.bambooindustry.com/blog/carbonized-bamboo-flooring.html> **Fecha de recuperación:** 1/03/2014

- *Horno de pistola de aire caliente.*



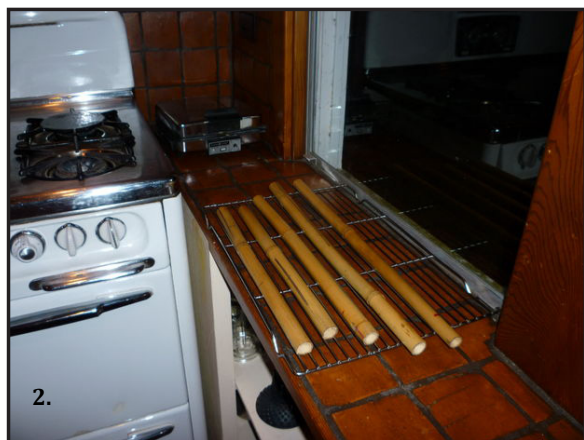
Descripción y características.

- Horno de flujo de aire caliente.
- Tiempo de horneado: 2 - 4 horas (Dependiendo del tono deseado y temperatura del horno)
- Temperatura de horno (rango): 65° - 95°C
- Fuente de energía / recursos: electricidad
- Precio: \$ 895.00 / Q 6,936.25 (Estimado)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Acabados uniformes. • Control de tonalidad final. • El calor que emite la pistola daña menos la superficie del bambú comparado con la llama de un soplete de gas propano. • Fabricado con materiales que pueden adquirirse en ferreterías y distribuidoras especializadas • Bajo consumo de electricidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema poco eficiente para el horneado de cañas de grandes dimensiones (diámetro y largo). • Solo puede quemarse una o pocas cañas al mismo tiempo. • Si el horno no está bien fabricado reduce el bambú a cenizas. • Los materiales que se requieren para fabricarlos son costosos.

Imagen 74. 1-Diagrama del mecanismo de un horno de pistola caliente 3- Fotografía de horno de pistola caliente **Fuente:** http://www.bamboorodmaking.com/html/mayer-_barry_oven.html 2- Fotografía de horno metálico de pistola caliente **Fuente:** http://www.purepiscator.com/articles/malcolm/article_malcolm_mkiv_diary2.aspx **Fecha de recuperación:** 1/03/2014

- Quemado en horno casero.



Descripción y características.

- Horno de estufa casera.
- Tiempo de horneado: 40 min. - 1.5 hrs. (Dependiendo del tono deseado y temperatura del horno) (Rotar piezas cada 10 min.)
- Temperatura de horno (rango): 200° - 350°F
- Fuente de energía / recursos: electricidad - gas propano
- Precio: Q 1,500.00 - Q 7,500.00 (Rango de precios)

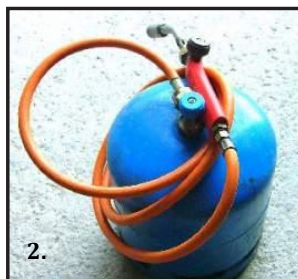
VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es la forma más segura, accesible, rápida y económica de quemar bambú. 	<ul style="list-style-type: none"> • El tamaño de las piezas que pueden quemarse esta limitado. • Solo puede quemarse una o pocas cañas al mismo tiempo. • Las piezas deben rotarse constantemente lo que hace que el horno pierda calor. • No se obtiene un acabo uniforme facilmente.

Imagen 75. 1- Estufa eléctrica **Fuente:** http://www.proyectoswhirlpool.com/detalle.php?id=304&id_categoria=19&marca=KitchenAid&id_subcategoria=&busca= **2-** Varas de bambú horneadas con estufa de gas. **Fuente:** <https://bambooelectric.wordpress.com>
Fecha de recuperación: 1/03/2014

- *Soplete de gas propano, proceso manual de quemado.*



1.



2.



3.

Descripción y características.

- Soplete conectado a cilindro de gas propano o con tanque portátil de gas.
- Tiempo de quemado: 15 .min - 4 horas aprox. (Dependiendo del tono deseado, intensidad de la llama y medidas de la caña)
- Temperatura de llama (rango): 200° - 900°C
- Fuente de energía / recursos: gas propano (O cualquier otro gas combustible) (Conectado a un cilindro o tanque portátil)
- Precio: Q 155.00 - Q 750.00 (Solo el soplete, sin cilindro de gas incluido) (Rango)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Rápido y económico • Piezas de bajo costo. • Ocupa poco espacio. • Bajo costo de producción. • Un tanque de gas de 100 lbs. puede durar hasta meses dependiendo del tamaño (largo y diámetro) y cantidad de cañas que se queman durante el período de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas con el control de tonalidad final. • Sistema poco eficiente para el quemado de cañas de grandes dimensiones (diámetro y largo). • Solo puede quemarse una caña a la vez. • Resultado final depende del talento humano (no estándar). • Proceso largo y tedioso. • Peligro de accidentes y/o heridas. • Es más difícil obtener buenos resultados con cañas secas.

Imagen 76. 1- Mujer aplicando quemado de bambú manualmente. **Fuente:** <http://pindorama.ning.com/photo/queimando-bambu>
2- Soplete de gas propano con tanque. **3-** Soplete de gas con tanque portátil. **Fuente:** <http://www.areatecnologia.com/tipos-de-soldadura.html> **Fecha de recuperación:** 1/03/2014

- *Pistola de calor, proceso manual de quemado.*



Imagen 77. Pistola industrial de aire caliente.
Fuente:http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-487940414-ghg-630-dce-pistola-de-aire-caliente-2300w-profesional-bosch-_JM

Descripción y características.

- Pistola de aire caliente eléctrica.
- Tiempo de horneado: 25 min. - 4 horas aprox. (Dependiendo del tono deseado, intensidad de la llama y medidas de la caña)
- Temperatura de aire (rango): 65° - 595°F
- Fuente de energía / recursos: electricidad
- Precio: Q 525.00 - Q 1,800.00

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Control de tonalidad final. • El calor que emite la pistola daña menos la superficie del bambú comparado con la llama de un soplete de gas propano. • Menos peligroso que el soplete de gas propano. • Más fácil de controlar el acabado final. 	<ul style="list-style-type: none"> • El quemado es más lento comparado con el soplete de propano. • Consumo de energía de la pistola. • Sistema poco eficiente para el quemado de cañas de grandes dimensiones (diámetro y largo). • Solo puede quemarse una caña a la vez. • Resultado final depende del talento humano (no estándar). • Proceso largo y tedioso.

- Quemador improvisado de bambú, manual de quemado.



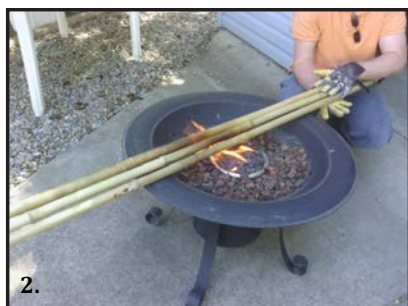
Descripción y características.

- Estructura de apoyo fabricada con bambú y tubo metálico, con soplete de propano sujetado mediante un tarro (pedazo de bambú) en un extremo. Al introducir la caña al tubo, esta entra en contacto con la llama.
- Fuente de energía / recursos: gas propano (O cualquier otro gas combustible) (Conectado a un cilindro o tanque portátil)
- Temperatura de quemado (rango): 200° - 900°C
- Fuente de energía / recursos: gas propano (O cualquier otro gas combustible) (Conectado a un cilindro o tanque portátil)
- Precio: N/D

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • La distancia siempre es la misma entre la caña y el soplete. • Hace que el proceso manual sea más fácil, cómodo y rápido (que sin un apoyo). • Puede carbonizar gran cantidad de tablillas o cañas de bambú al mismo tiempo. • Piezas de bajo costo. • Ocupa poco espacio. • Bajo costo de producción. • Alto rendimiento del gas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas con el control de tonalidad final. • Sistema poco eficiente para el quemado de cañas de grandes dimensiones (diámetro y largo). • Proceso largo y tedioso. • Solo puede quemarse una caña a la vez. • Acabo final es difícil de controlar. • Peligro de accidentes y/o heridas. • Es más difícil obtener buenos resultados con cañas secas.

Imagen 78. 1-2 Hombre quemando bambú utilizando un quemador improvisado. **Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=DDF8y6jw6xl> **Fecha de recuperación:** 1/03/2014

- *Quemado improvisado de bambú*, proceso manual de quemado.



Descripción y características.

- Hoguera de propano (disponibles en distintos diámetros) quema la caña con llama directa.
- Tiempo de carbonizado: 25 min. - 4 horas (Dependiendo del tono deseado y de la capacidad y temperatura del tanque)
- Temperatura de llama (rango): 150° - 400°C
- Fuente de energía / recursos: gas propano.
- Precio: Q 1,500.00 - Q 2,400.00

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Alto rendimiento de gas propano. • Sistema de quemado seguro. • Cumple con el cometido de quemar las cañas de bambú. • Pueden quemarse varias cañas al mismo tiempo dependiendo del tamaño. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas con el control de tonalidad final. • Sistema poco eficiente para el quemado de cañas de cualquier tamaño (diámetro y largo). • El acabo final es disparejo. • Proceso largo y tedioso. • Peligro de accidentes y/o heridas. • Es difícil obtener buenos resultados con cañas secas. • No es un sistema adecuado para el proceso de quemado de bambú.

Imagen 79. 1-2 Hombre quemando bambú utilizando un quemador de gas propano. **Fuente:** <http://beakerhead.blogspot.com/2013/07/heat-treating-bamboo.html> 3- Quemador industrial de gas propano **Fuente:** <http://industrialgascocinasltda.es.tl/Estufas-Industriales.htm> **Fecha de recuperación:** 1/03/2014

- *Quemadores cilindricos*, manual de quemado.



Descripción y características.

- Quemadores fabricados con tubos con distintos tipos de perforaciones, llama directa.
- Fuente de energía / recursos: gas propano (O cualquier otro gas combustible) (Conectado a un cilindro o tanque portátil)
- Temperatura de llama (rango): 200° - 900°C
- Fuente de energía / recursos: gas propano (O cualquier otro gas combustible) (Conectado a un cilindro o tanque portátil)
- Precio: N/D

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • La distancia siempre es la misma entre la caña y el quemador. • Hace que el proceso manual sea más fácil, cómodo y rápido (que sin un apoyo) • Piezas de bajo costo. • Ocupa poco espacio. • Bajo costo de producción. • Alto rendimiento del gas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas con el control de tonalidad final. • Sistema poco eficiente para el quemado de cañas de grandes dimensiones (diámetro y largo). • Proceso largo y tedioso. • Solo puede quemarse una caña a la vez. • Acabo final es difícil de controlar. • Es más difícil obtener buenos resultados con cañas secas.

Imagen 80. 1-2 Hombre quemando bambú utilizando quemadores cilíndricos de gas propano para la fabricación de cañas de pesca. **Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=ncYP2AuyXps> **Fecha de recuperación:** 1/03/2014

- *Soplete sujetado a banco*, proceso manual de quemado.



Descripción y características.

- El soplete es sujetado por una prensa que se encuentra anclada al banco de trabajo, con este tipo de sistema el taller de Gucci quema las asas de bambú que utiliza para su algunos de sus bolsos.
- Fuente de energía / recursos: gas propano (Conectado a un cilindro)
- Temperatura de llama (rango): 200° - 900°C
- Fuente de energía / recursos: gas propano (O cualquier otro gas combustible) (Conectado a un cilindro o tanque portátil)
- Precio: N/D

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es más sencillo mantener la pieza de bambú a la misma distancia de la llama. • Piezas de bajo costo. • Ocupa poco espacio. • Bajo costo de producción. • Alto rendimiento del gas. • La caña posee dos piezas de metal para evitar que el operario sufra quemaduras al sujetar la asa mientras la quema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas con la uniformidad de la tonalidad final. • Sistema poco eficiente para el quemado de cañas de grandes dimensiones (diámetro y largo). • Proceso largo y tedioso. • Solo puede quemarse un asa a la vez. • Es difícil obtener acabados uniforme con bambú seco.

Imagen 81. 1-2 Hombre quemando bambú manualmente en el taller de Gucci utilizando un soplete de gas sujetado con un banco. **Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=2NbhkdjiWj0> **Fecha de recuperación:** 1/03/2014

- *Soplete sujetado a mesa*, proceso manual de quemado.



Descripción y características.

- El soplete es sujetado por una prensa que se encuentra anclada al banco de trabajo, también utilizado por Gucci para quemar las piezas que utilizan para la caja de un modelo de reloj para dama.
- Fuente de energía / recursos: gas propano (Conectado a un cilindro)
- Temperatura de llama (rango): 200° - 900°C
- Fuente de energía / recursos: gas propano (O cualquier otro gas combustible) (Conectado a un cilindro o tanque portátil)
- Precio: N/D

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es más sencillo mantener la pieza de bambú a la misma distancia de la llama. • Piezas de bajo costo. • Ocupa poco espacio. • Bajo costo de producción. • Alto rendimiento del gas. • El quemador incluye base que lo sujeta a la mesa de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas con la uniformidad de la tonalidad final. • Sistema poco eficiente para el quemado de cañas de grandes dimensiones (diámetro y largo). • Proceso largo y tedioso. • Solo puede quemarse una pieza a la vez. • Es difícil obtener acabados uniforme con bambú seco. • La pieza ya quemado debe someterse a otro proceso para conseguir una superficie uniforme.

Imagen 82. 1-2 Hombre quemando bambú manualmente en el taller de Gucci utilizando un quemador de gas sujeto a la mesa. **Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=Z5M2iTE-s8E> **Fecha de recuperación:** 1/03/2014

Las soluciones existentes expuestas, presentan los siguientes problemas:

- Alto costo
- Viabilidad para producciones industriales
- Dificultad de fabricación
- Quemado disparateo
- Sistemas poco seguros
- No es posible quemar varas de bambú de largos o diámetros muy grandes
- Vuelven el proceso lento y cansado para quien lo aplica

De manera que es necesario generar propuestas que ofrezcan soluciones a dichos problemas ya que es un proceso importante por los beneficios físicos que tiene sobre el bambú y el valor agregado que le da.

2.7 Análisis prospectivo

En esta sección, se examina el curso que está tomando el diseño de tecnologías locales en países en vías de desarrollo, y que probablemente marcará el camino a seguir durante los próximos años en las distintas industrias artesanales y semi-industrializadas.

A continuación se presentan algunas propuestas que han sido desarrolladas en la actualidad en diversas industrias.

- *Sembradora “La Juanita”*, sembradora de siete surcos con abonador.
Fabricante: Ricardo Cesar Pérez



Imagen 83. Sembradora La Juanita fabricada por Ricardo C. Pérez. **Fuente:** Máquinas y herramientas para la agricultura familiar, INTA (2,011)

• Descripción

El Sr. Pérez creó esta máquina con el fin de facilitar la siembra de cebolla, desarrollada para su uso personal, el diseño original fue modificado hasta llegar el modelo actual se adapta a la necesidades de los pequeños productores agrícolas.

• Características

- Capacidad: 6 kg de semillas y 30 kg de abono.
- Capacidad de trabajo: 1/2 hectárea por hora.
- Tracción: animal o mecánica.
- Dimensiones: - Alto/ancho: 1.20 m x 1.20 m - Peso: 150 kg

- VENTAJAS PRODUCTIVAS

- Poco mantenimiento requerido, lubricación de piezas solamente.
- Solo necesita de un operador, ideal en las labores agrícolas.
- Siembra uniforme = mejor rendimiento de los recursos.
- La cantidad de semillas, abono y profundidad de sembrado es adaptable.

- VENTAJAS ECONÓMICAS

- Siembra y fertiliza en un solo paso restando un paso al sembrado.
- Accesible para los pequeños productores que no pueden acceder a equipos avanzados.
- Mejor rendimiento = mayor rentabilidad

• Máquina descobajadora de uva.

Fabricante: Juan Coronel



• Descripción

Es utilizado en el proceso de vinos caseros, su función es separar el racimo del fruto ya que este debe de ser removido antes del proceso de estrujado (triturado) y así evitar que contamine el sabor del vino y/o aumente su acidez.

La máquina esta formada por un tubo rotatorio con paletas soldadas a lo largo de su eje formando una hélice, la cual gira dentro de un cilindro plástico con perforaciones en su cara inferior. Las uvas son empujadas al interior del tubo con la ayuda de las paletas, las cuales a su vez presionan los frutos contra el tubo obligandolos a salir despedidos por las perforaciones del ducto. Esta máquina actualmente se encuentra en desarrollo.

- VENTAJAS PRODUCTIVAS

- Permite realizar el trabajo de forma manual y más rápida a la habitual.

- VENTAJAS ECONÓMICAS

- Ahorro en mano de obra.

Imagen 84. 1-2 Descobajadora de uva, fabricada por Juan Coronel. **Fuente:** Máquinas y herramientas para la agricultura familiar, INTA (2,011)

• Aerogenerador Montaraz

Fabricante: Eólica Argentina SRL



Imagen 85. Aerogenerador Montaraz, fabricante Eólica Argentina SRL. **Fuente:** Máquinas y herramientas para la agricultura familiar, INTA (2,011)

• Descripción

Este es un generador eólico aplicable a iluminación, equipos de uso doméstico, motores pequeños y bombas de agua. Estos han sido diseñados para funcionar tanto en áreas de vientos escasos como de vientos intensos.

• Características

- Aerogenerador trifásico de 3 a 5 aspas, según la zona.
- Compatible con cualquier electrodoméstico.
- Sistema modular.
- Componentes fáciles de conseguir en cualquier venta de accesorios eléctricos.
- Usuarios: familias, pequeñas comunidades, instituciones educativas, unidades de servicios, comunidades aisladas, etc.
- Capaces de generar: 750W, 1,500W y 3,000 W

- VENTAJAS

- Energía limpia/verde
- Bajo costo de mantenimiento
- Sistema autónomo
- Manejo simple
- Durabilidad
- Bajo costo de inversión

- *Máquina afieltradora semi-industrial.*

Fabricante: Centro de Diseño Industrial de INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial)



- **Descripción**

El desarrollo de esta propuesta permitió la creación de la *Unidad demostrativa de afieltrado*, la cual brinda soporte técnico a emprendedores que desean producir fieltro en las diferentes regiones productoras de lana en Argentina. Este proceso busca aprovechar los desperdicios obtenidos al peinar la lana mediante la creación de fieltro, el cual es un paño cuya principal característica es que para su fabricación no se teje, se produce aplicando vapor y presión a varias capas de lana o pelo de distintos animales. Es utilizado para crear calzado, alfombras y sombreros, por nombrar algunos.

- **VENTAJAS PRODUCTIVAS**

- Automatización de etapas repetitivas en el afieltrado de lana.
- Mantiene la esencia artesanal del proceso.
- Pueden utilizarse distintas materias primas, ampliando las posibilidades del material.



Imagen 86. 1-2 Máquina afieltradora semi-industrial.

Fuente: Máquinas y herramientas para la agricultura familiar, INTA (2,011)

Cada vez son más las instituciones y personas que se interesan por desarrollar tecnología y herramientas “propias”, adecuándolas a sus necesidades específicas y contexto, sin depender de profesionales ni de instituciones públicas o privadas ya sea para producirlas, utilizarlas o repararlas. Además, los beneficios económicos y (los más importantes) ecológicos son evidentes en cada una de las propuestas analizadas, todas estas herramientas y/o maquinaria muestran que son “ecológicamente sensatas, socialmente justas y económicamente factibles” para los productores medianos, pequeños y artesanales de las diversas industrias alrededor del mundo.

Este tipo de soluciones creativas marcan el camino para el desarrollo de tecnologías que puedan estar al alcance de la mayor parte de la población, las cuales no cuentan con los recursos económicos necesarios o que viven en lugares remotos, dificultando el acceso a la tecnología “tradicional”, que en su mayoría es producido en un puñado de países industrializados.

3. Diseño industrial

3.1 Diseño para el desarrollo

De acuerdo al experto, Victor Margolin en *Las políticas de lo artificial. Ensayos y Estudios sobre Diseño*. Traducción por Gabriela Ubaldini (2005), lo describe como:

...una actividad productiva que intenta desarrollar el capital humano y social al mismo tiempo que productos y procesos provechosos...es una actividad profesional y económica, por eso no se debe enmarcar en el mundo de la caridad... sino que debe ser vista como una contribución profesional que ha de tenerse en cuenta en el desarrollo económico local.

Asimismo, Iván Castro en *Diseño Industrial y artesanía*, (s/f), argumenta que los diseñadores industriales alrededor del mundo deben de estar conscientes del rol que juegan en el proceso de modernización de la tecnología del sector productivo de su nación, promoviendo la innovación en procesos y productos a través de sus diseño. Según el autor (refiriéndose a Colombia pero aplicable para el resto de Latinoamérica): “No estamos en condiciones de competir a

partir de la tecnología con los países... debemos encontrar otras posibilidades de producción para competir en los mercados internacionales.” (Iván Castro, s/f, p. 30)

El sector artesanal y la artesanía, son una parte importante en la productividad de cualquier país en vía de desarrollo. En los últimos años, los artesanos guatemaltecos han sufrido problemas debido a la falta de organización, altos índices de pobreza, analfabetismo y un mercado globalizado y altamente competitivo, creando un efecto de estancamiento productivo en las diversas industrias artesanales del país.

En un mismo orden de ideas, Fernández y Bonsiepe (2008), enlistan una serie de actitudes que han observado por parte de creativos y diseñadores frente a la realidad de los artesanos en América Latina, pasando desde el conservacionismo hasta el paternalismo afirman que la mejor forma de atacarla es con: “Una actitud de estímulo a la innovación para que los artesanos obtengan más autonomía y puedan mejorar sus, muchas veces, precarias bases de subsistencia. Esta actitud debe ir acompañada con la

participación activa de los productores artesanales.” (Fernández y Bonsiepe , 2008, p. 312)

De este tema se desprende la innovación en el sector artesanal, herramienta del diseño para el desarrollo que describe los pasos para intervenir de manera exitosa y certera dentro del sector, dicha estrategia se describe a continuación.

3.1.1 Innovación en el sector artesanal

Según, D.I Valeria Pintos Pérez en su ensayo *Métodos de mejora productiva e incorporación de diseño e innovación tecnológica* (2013), innovar es ver y buscar el cambio como una oportunidad, superando lo obsoleto e improductivo y llevar nuevas ideas a la práctica que sean útiles y concretas, asumiendo las responsabilidades y riesgos que esto conlleva; partiendo de ideas originales, nuevas y novedosas convertidas en un nuevo producto o proceso. Asimismo, ofrece mejoras en las “condiciones laborales (y en consecuencia de vida)..., estudiando el trabajo, analizando las tareas, las herramientas y modos de producción asociados” a cualquier actividad laboral.

La innovación en el sector artesanal, busca implementar la creatividad (y por consiguiente el diseño) como un motor de desarrollo que ayude a combatir y crear salidas a los problemas sociales que impiden y bloquean el desarrollo, ya que para que un pueblo pueda desarrollarse necesita hacer uso de esta capacidad. (Angélica Sático, *Creatividad como motor para el desarrollo*, 2007)

Es evidente, que en la mayoría de artesanos hay poca o casi ninguna preocupación por la relación-resultado o rentabilidad de su actividad, tal como lo plantea Jorge Luján en su libro *El artesano tradicional y su papel en la sociedad contemporánea*, donde los describe como fabricantes que siguen un ritmo y tiempo propio, que poco puede variar con el pasar del tiempo, lo cual justifica por el uso de sus manos y tecnología rudimentaria para fabricar sus productos, limitando así su capacidad de producción y el valor final de sus creaciones.

Respecto a esto, Pintos Pérez afirma que es necesario generar innovaciones tecnológicas en los procesos y herramientas que utilizan los artesanos, mediante el

desarrollo de nuevos métodos y productos que mejoren la terminación y acabado de la piezas lo cual influye directamente en la competitividad y calidad de las piezas.

Para lograrlo plantea dos vías:

- Por adquisición: maquinaria o conocimiento.
- Transferencia tecnológica:
 - Generación interna: producto de la investigación propia del taller.
 - Asistencia técnica externa: tecnología incorporada en forma de conocimiento externo al productor.
 - Transmisión cooperativa: obtención y transferencia de conocimiento por medio de intercambio o cooperación recíproca.

Los factores que se buscan mejorar a través de esta estrategia son:

- Trabajar de manera mas inteligente, no más dura.
- Optimizar todos los factores del proceso productivo.
- Aprovechar los recursos intervinientes.
- Control sobre los resultados.

En el mismo orden de ideas, Pintos Pérez enlista una serie de acciones necesarias para mejorar la productividad de los talleres, estas son:

- Estudio del método de fabricación, costos y utilidad.
- Control de la producción.
- Control de los materiales.
- Normalización de las piezas y/o acabados de los productos.
- Disposición eficiente del taller.
- Mejora de las condiciones de trabajo.
- Ajuste de las medidas de seguridad.

3.2 Tecnología apropiada

Por tecnología, se entiende: conjunto de instrumentos y procedimientos industriales (o no) de un determinado sector o producto, que permite al ser humano realizar una tarea o satisfacer una necesidad con mayor facilidad. (DRAE, 2014)

La tecnología apropiada, se caracteriza por estar adecuada a las condiciones locales, ser de bajo costo, fácil utilización por la población y su sostenibilidad. Asimismo, toma en cuenta los aspectos culturales, sociales, ambientales y económicos de la comunidad o comunidades a las que va dirigida, contribuyendo al desarrollo de las mismas. Como lo plantean, Pérez y Zabala en el artículo *Tecnología apropiada* (s/f), afirmando que “puede aportar beneficios a los pequeños campesinos y a otros sectores pobres, como el incremento de sus ingresos o el ahorro de tiempo”. (Pérez y Zabala, s/f, párr. 6)

Este tipo de tecnología, según Héctor Massuh en su trabajo *Acerca de las tecnologías apropiadas y apropiables para la vivienda popular* (s/f), puede ir desde lo artesanal y rudimentario, hasta lo industrial y mecanizado, ya que parte de

donde, para que y quien, contextualizando los recursos que se tienen a la mano para generar una solución integral a un problema específico.

Dentro del mismo artículo, Massuh plantea como características de las tecnologías apropiadas las siguientes:

- Debe ser respetuosa de la cultura donde se inserta.
- Ser de fácil aprendizaje favoreciendo su apropiabilidad.
- Emplear materiales regionales y herramientas de fácil obtención.
- Favorecer el desarrollo de las economías regionales.
- No debe prescindir de las tecnologías locales, sino interpretarlas, incorporarlas o enriquecerlas, no sustituirlas.

La Pontificia Universidad Católica de Perú en la publicación *Trabajando por el desarrollo rural del Perú*, le atribuye los siguientes elementos:

- Satisface una necesidad.
- Bajo costo de producción.
- Accesible al poblador.
- Contribuye a no dañar el medio ambiente.

- Pobladores se pueden apropiar de los conocimientos tecnológicos.

Eade y Williams en *The Oxfam Handbook of Development and Relief* (1995), concluyen que esta debe:

- Ser accesible (económicamente) para familias individuales o pequeños grupos artesanales.
- Poder ser comprendida, controlada y mantenida por la población sin un alto nivel de educación.
- Poder producirse en pequeños talleres.
- Ser adaptable a diferentes contextos socioculturales, lugares y circunstancias cambiantes.
- Requerir de poca inversión.

3.3 Utilización de colores y simbología industrial

La *Norma oficial para la utilización de colores en seguridad y su simbología* (1,981) de la República de Costa Rica, plantea que los colores son uno de los medios disponibles para poder crear un ambiente de trabajo agradable y cómodo. Mediante su aplicación práctica puede aumentarse la producción, mejorar la eficiencia de los trabajadores, reducir tiempos de respuesta y accidentes, razón por la que ha cobrado un gran auge en los ámbitos industriales y de tránsito. Los colores utilizados en este código para señalar riesgos físicos y objetos son:



- Rojo



- Amarillo



- Anaranjado

- **Significado y uso de los colores**

- **Aplicación**

Idealmente, los colores deberán de ser aplicados:

- A. En los objetos mismos
- B. En zonas laterales, franjas sobre las paredes, pisos, etc.;
indicando objetos u obstáculos de manera que contraste con
el pintado de la pared.



• **SIGNIFICADOS:**

- Peligro
- Alto inmediato
- Equipo contra incendios

• **ELEMENTOS EN LOS QUE SE UTILIZA:**

- Avisos de peligros específicos (alto voltaje, explosivos, etc.)
- Luces, banderas, barricadas, obstrucciones, excavaciones, etc.
- Recipientes de seguridad para almacenar materiales peligrosos.
- Dispositivos de paro inmediato, interruptores y botones de emergencia en máquinas, equipos y herramientas.

A M A R I L L O

- **SIGNIFICADOS:**
 - Precaución
 - Delimitar áreas de peligro
 - Llamar la atención en áreas importantes, es utilizando franjas alternadas de negro del mismo grosor.
- **ELEMENTOS EN LOS QUE SE UTILIZA:**
 - Letreros de precaución, riesgos físicos o prácticas inseguras.
 - Equipo en movimiento, manejo de materiales y equipo pesado de construcción.
 - Columnas, pilares, vigas bajas, partes de fajas transportadoras que se encuentran a baja altura, postes, etc.
 - Espacios libres, pasillos, barandales de protección, diferencias de alturas en los pisos, etc.

A N A R A N J A D O

- **SIGNIFICADOS:**
 - Partes peligrosas de maquinaria y equipo eléctrico.
- **ELEMENTOS EN LOS QUE SE UTILIZA:**
 - Parte interior de cajas eléctricas y de fusibles.
 - Interior de protectores de máquinas
 - Botones de arranque de seguridad
 - Partes expuestas de máquinas y equipos, tales como: poleas, engranajes, rodillos y dispositivos de corte.

- Simbología industrial

Todos los rótulos deben ser cuadrados con dimensiones mínimas de 10 x 10 cm y resistentes a la humedad; asimismo, deberán de ser colgados en un ángulo de 45° (en forma de diamante).



Imagen 87. Simbología industrial. **Fuente:** Norma oficial para la utilización de colores en seguridad y su simbología de la República de Costa Rica (1,981)

3.4 Seguridad industrial

Se denomina de esta forma al conjunto de conocimientos, acciones, reglamentos y leyes de prevención, protección y eliminación de riesgos derivados de la actividad industrial que puedan afectar a los trabajadores o el equipo que utilizan.

En Guatemala, esta se rige por el *Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo* (1958), desarrollado por el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), en el se establecen las normas de seguridad vigentes (y obligatorias) para los distintos tipos de industrias del país, como lo dicta en su primer artículo:

ARTICULO 1. El presente Reglamento tiene como objeto reglar las condiciones generales de higiene y seguridad en que deberán de ejecutar sus labores los trabajadores de patronos privados, del Estado, de las municipalidades y de las instituciones autónomas, con el fin de proteger su vida, su salud y su integridad corporal.

Al ser el quemado de bambú un proceso que involucra el uso de fuego directo y gases inflamables, es de suma importancia cumplir con las regulaciones de seguridad que se exigen en este tipo de procesos, los cuales se expondrán a continuación.

- ***Seguridad industrial: procesos que involucran la utilización de fuego.***

Actualmente el quemado de bambú se aplica utilizando un soldador autógeno y un cilindro de gas propano, herramientas y procesos que necesitan de las siguientes precauciones y condiciones obligatorias. Estas se basan en la utilización y cuidado del equipo, espacio físico, vestimenta requerida, equipo de extinción, botiquín y enfermería.

Para la elaboración de las siguiente tablas, se tomó como referencia las normas que se aplican a procesos y equipos de soldadura, ya que es el que se utiliza para aplicar el quemado de bambú.

ESPACIO FÍSICO

- Utilizar el equipo en lugares ventilados, natural o artificialmente, para evitar accidentes o intoxicaciones por hacer uso de gases inflamables y/o tóxicos.
- Contar con la iluminación adecuada, de preferencia natural, para la comodidad y seguridad de los trabajadores.
- Mantener el espacio de trabajo libre de obstáculos y basura que puedan causar tropiezos o caídas.
- El piso deberá de ser de material liso, no resbaladizo, homogéneo y susceptible de ser lavado.
- Al realizar tareas al aire libre, el trabajador debe de estar protegido contra las inclemencias de clima (polvo, lluvia, sol, etc.) proporcionándoles el equipo e instalaciones adecuadas para protegerse.

Tabla 7. Requerimientos del espacio físico Fuente: elaboración propia. Datos: *Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo* (1958)

EXTINCIÓN DE INCENDIOS

- Los locales deben disponer de agua y presión y de un número suficiente de tomas con las correspondientes mangueras con lanza.
- Debe de haber siempre, el número suficiente de extintores de incendios, repartidos convenientemente. La naturaleza del producto extintor deber ser apropiada a la clase de riesgo (tipo de fuego).
- Todo el material que se disponga para combatir el incendio debe mantenerse en perfecto estado de conservación y funcionamiento, lo cual deberá de comprobarse periódicamente.
- Debe darse a conocer al personal las instrucciones adecuadas sobre salvamento y actuación para el caso de producirse un incendio y deben de asignarse y aleccionarse aquellos trabajadores que hayan de actuar y manejar el material extintor.

Tabla 8. Requerimientos de equipo y medidas de extinción de incendios. Fuente: elaboración propia. Datos: *Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo* (1958)

USO DE EQUIPO

- Antes de comenzar a utilizar el equipo de quemado este deberá de ser revisado por el operario(s), en busca de posibles fugas, asegurar la conexión de la manguera de alimentación, válvulas, verificar cantidad de gas disponible, etc.
- Asegurar el cilindro al suelo para evitar que pueda ser arrastrado al tirar de la manguera de alimentación.
- Al encender el equipo, utilizar un encendedor que permita tener la mano lo más alejado posible de la llama (jamás utilizar fósforos o encendedores convencionales).
- Nunca sostener la antorcha en dirección a uno mismo, otra persona, objetos inflamables, al cilindro de gas, etc.
- Para apagar el equipo deberá de cerrarse la válvula del cilindro primero, para así dejar escapar el gas propano que queda en la manguera de alimentación.

Tabla 9. Recomendaciones para utilización de equipo. Fuente: elaboración propia. Datos: Manual de uso – Bluestar propane torch kit

MANTENIMIENTO

- Dejar enfriar la antorcha antes de transportarla o almacenarla.
- La manguera de alimentación deberá de ser revisada regularmente para asegurar que se encuentra en perfecto estado, al no utilizarse debe de ser almacenada en un lugar seco, fresco y fuera del alcance de la luz solar.
- Evitar lastimar la estructura de la antorcha, ya que puede comprometer el desempeño de la misma.
- Al almacenar la antorcha cubrirla para evitar que el polvo entre por la boquilla o las válvulas ya que puede provocar que la llama retroceda y causar un incidente (grave).

Tabla 10. Recomendaciones para el mantenimiento del equipo. Fuente: elaboración propia. Datos: Manual de uso – Bluestar propane torch kit

BOTIQUÍN Y ENFERMERÍA

- Todos los lugares de trabajo deben de tener convenientemente instalados un botiquín médico-quirúrgico provisto de todos los elementos indispensables para atender casos de urgencia, según la índole de trabajo, frecuencia y clases de riesgos y número de trabajadores.
- Estos botiquines deberán de estar a cargo de personal adiestrado.
- Cuando la importancia del lugar de trabajo o la peligrosidad del trabajo que en estos se realiza lo exija, debe disponerse de una enfermería atendida por el personal competente, para prestar los primeros auxilios a los trabajadores víctimas de accidentes de cualquier clase.
- Toda fábrica o taller que ocupe mujeres deberá de contar con una habilitación de reposo adecuada.

Tabla 11. Requerimientos de equipo de botiquín y enfermería. Fuente: elaboración propia. Datos: *Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo* (1958)

INDUMENTARIA

- Los patronos están obligados a proporcionar a los trabajadores la vestimenta y protección adecuada, según la clase de trabajo. En este caso es necesario que los operarios cuenten con:
 - Casco protector
 - Gafas protectoras
 - Guantes de cuero
 - Pantalón y camisa con protección retardante de fuego.
 - Botas de cuero con punta de acero.

Tabla 12. Requerimientos de indumentaria. Fuente: elaboración propia. Datos: *Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo* (1958)

3.5 Aspectos antropométricos

La antropometría “es la ciencia que toma, analiza y estudia las dimensiones del cuerpo humano... [Ya que se] requiere conocer las dimensiones humanas para definir las medidas que tendrán los objetos, espacio o situaciones que se diseñarán para que funcionen de manera óptima al corresponder directamente a las necesidades corporales de los futuros usuarios” (Flores 2,001, p. 65).

El grupo que se analiza en este caso, esta conformado por 15 adultos (hombres y mujeres) que encajan con el perfil de usuario descrito anteriormente (tabla No. 13), con el propósito de determinar las medidas necesarias que deberán de poseer el objeto a diseñar. Según la posible interacción de los usuarios con el mismo, se han tomado las dimensiones de las siguientes partes del cuerpo:

- Estatura
- Altura al codo
- Altura a la cadera
- Anchura palmar
- Espesor palmar
- Longitud de la mano
- Anchura de mano

Luego de obtener las medidas descritas, se procedió a realizar una comparación con los percentiles presentados en el estudio *Antropometría laboral del sector floricultor colombiano*, con el fin de comprobar la veracidad de los resultados obtenidos. Comparando ambos estudios se ha determinado que los valores de los percentiles varían en un rango de 2 a 5 centímetros, lo cual probablemente se deba a la diferencia de población entre ambos estudios.

A continuación se enlistan los percentiles que se utilizarán de cada parte del cuerpo estudiada, los cuales fueron determinados utilizando los recomendados en *Aplicaciones y percentiles recomendados para cada dimensión* (Flores 2,001, p. 77) :

- **Estatura:** percentil 95
- **Altura al codo:** percentil 5
- **Altura a la cadera:** percentil 95
- **Anchura palmar:** percentil 95
- **Espesor palmar:** percentil 95
- **Longitud de la mano:** percentil 5
- **Anchura de mano:** percentil 95

A continuación se presenta la tabla antropométrica del estudio realizado.

TABLA DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

	EDAD	ESTATURA	ALTURA AL CODO	ALTURA A LA CADERA	ANCHURA PALMAR	ESPESOR PALMAR	LONGITUD DE MANO	ANCHURA DE MANO
P ₉₅	24	176	120	91	8.9	3.6	18	10.8
	46	174	112	90	7.4	2.9	16.7	8.6
	39	174	118	90	7.8	3.7	16.6	8.7
P ₅₀	25	173	122	89	9.5	3.5	18	11.5
	33	173	111.5	88.5	7	2.6	15.5	8.2
	29	172.5	109	96	9.5	3	19	11
	26	162	108	90	7.8	3.6	17	9
	30	159.6	104.5	89.5	6.8	2.8	15.5	7.3
	35	158	108	88	7.6	3.5	16	8.8
	20	156.5	103.5	85	7.5	3.5	16.5	8.4
P ₅	47	156	105	88	8	3	18	10
	19	155	98	82	6.5	2.9	16	7.9
	33	154	101	82	8.5	2.8	17	9.5
	31	152	99	79	7.4	3.2	16.4	8.1
	26	145	93	73	7.5	3	15	8.3

Tabla 13. Tabla de medidas antropométricas. Fuente: elaboración propia.

MEDIDAS EN CENTÍMETROS

3.6 Ergonomía

Cecilia Flores, autora de *Ergonomía para el diseño* (2001), se refiere a este término como la disciplina científica que se enfoca en el estudio integral del hombre y su relación entre su ambiente laboral, maquinaria, procesos y objetos, prestando atención a las capacidades, limitaciones, comportamiento, necesidades, dimensiones y características físicas de la población mediante la aplicación de la información científica sobre el ser humano en problemas de diseño.

Para poder definir las medidas que deben tener los objetos o espacios que se diseñan, la ergonomía se apoya en la antropometría, disciplina que se encarga de analizar y estudiar las dimensiones del cuerpo humano, considerando las variaciones físicas que posee cada individuo y raza humana entre sí.

Estos factores aplicados correctamente contribuyen a mejorar las condiciones a proporcionar condiciones de trabajo adecuadas y por consiguiente ayudando a mejorar la calidad de vida, aumento de la producción, reducción de retrasos, accidentes y ausentismos por lesiones o heridas.

3.7.1 Conceptos básicos

Postura

Es la posición corporal que adopta una persona al realizar cualquier tipo de actividad durante un periodo de tiempo determinado. Una postura correcta es la que mantiene el cuerpo erguido y la columna recta, ayudando a tener una oxigenación adecuada y reducir las posibilidades de lesiones.

Postura forzada

Se refiere a las poses incorrectas en las que alguien posiciona uno o varios segmentos corporales, pasando de estar en una posición natural o de confort a una que pueda provocar daños físicos. Su opuesto es la postura neutra o correcta.

Movimiento

Acción de desplazar una o varias partes del cuerpo a una determinada posición respecto a un punto fijo, este se divide en tres planos que marcan la dirección que sigue cada parte del cuerpo durante su curso, son: el horizontal, sagital y frontal.

Esfuerzo

Acción energética del cuerpo al ejecutar un movimiento o acción.

Comodidad

Conjunto de acciones y medios necesarios para realizar una tarea a gusto y con un mínimo de cansancio. Fin último de la ergonomía.

Fatiga

Desgaste que provoca la realización de una actividad por un periodo de tiempo.

Percentil

Valor dentro del rango de mediciones corporales que indica el porcentaje de la población se encuentra por debajo de el. Usualmente se utilizan el percentil 5 y 95 ya que abarcan las dimensiones de la mayoría de personas.

3.7.2 Estudio de posturas neutras y forzadas

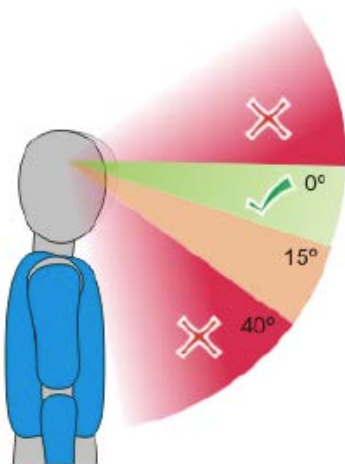
En este apartado se presenta un estudio realizado por la Universidad Politécnica de Cataluña llamado *Posturas de trabajo, recomendaciones ergonómicas* (2,011), en el cual se analizan las posturas y ángulos corporales correctos que deben mantener los operarios al realizar diversos tipos de tareas para conservar su integridad física así como un desempeño óptimo y evitar sobre-esfuerzos; de igual manera se presentan los ángulos y posturas incorrectas que deben de evitarse.

Estudio de posturas neutras y forzadas

- Segmento corporal:
 - Cabeza y cuello

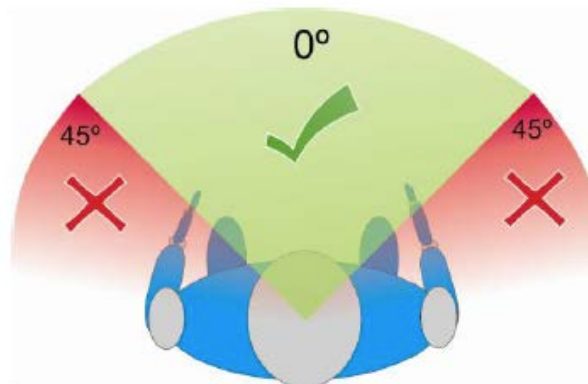
 FORZADA  NEUTRA

FLEXIONES Y EXTENSIONES



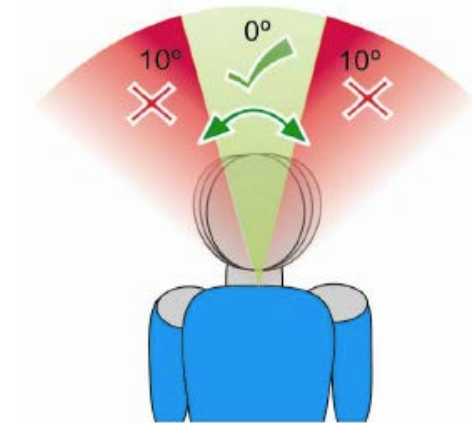
Flexión: inclinar la cabeza, hacia adelante
Extensión: inclinar la cabeza, hacia atrás

GIROS



En lugar de efectuar giros de cuello, mueve los pies en la dirección deseada o aprovecha el movimiento del cuerpo

INCLINACIONES



Procura ayudarte con el movimiento del cuerpo

Imagen 88. Posturas forzadas y neutras de la cabeza y el cuello. **Fuente:** Universidad Politécnica de Cataluña, *Posturas de trabajo, recomendaciones ergonómicas* (2,011).

Estudio de posturas neutras y forzadas

- Segmento corporal:
 - Cabeza y cuello

 FORZADA  NEUTRA

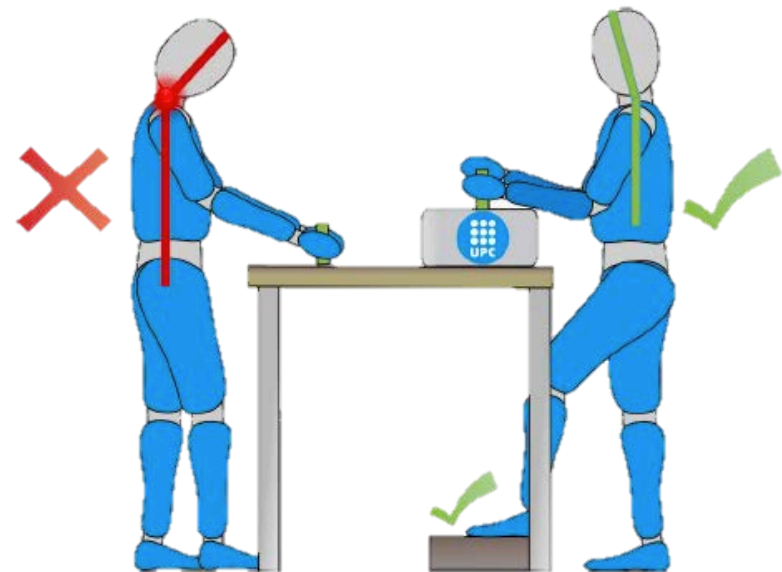
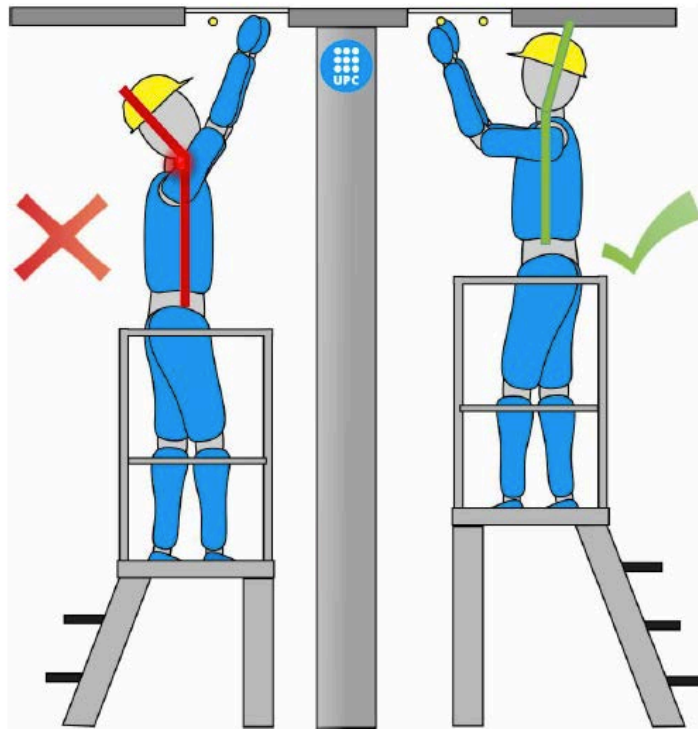


Imagen 89. Posturas forzadas y neutras de la cabeza y el cuello. **Fuente:** Universidad Politécnica de Cataluña, *Posturas de trabajo, recomendaciones ergonómicas* (2,011).

Estudio de posturas neutras y forzadas

- Segmento corporal:
 - Hombro y brazo

 **FORZADA**  **NEUTRA**

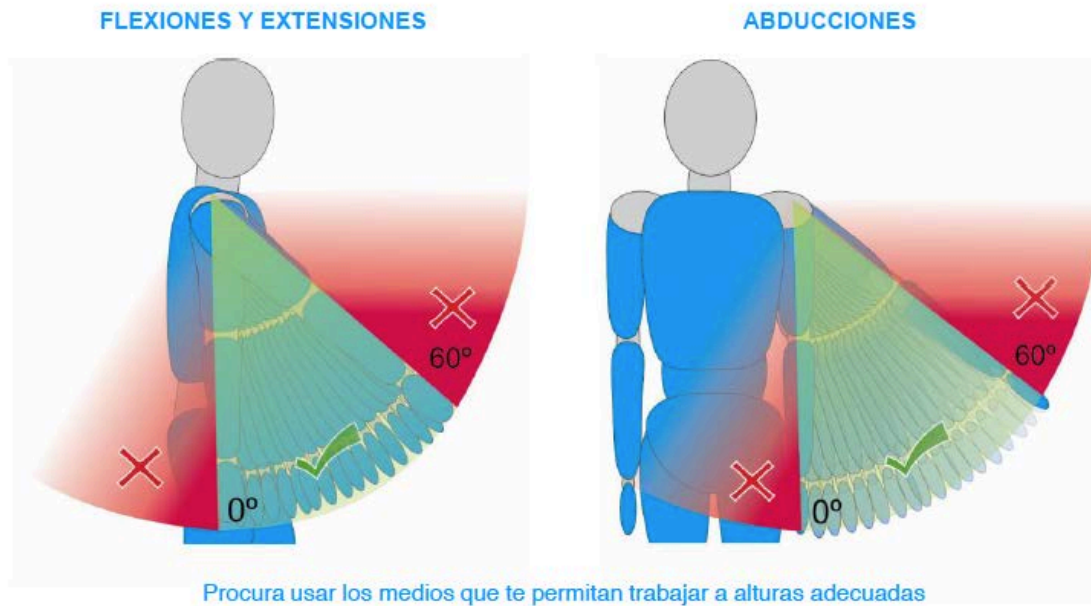

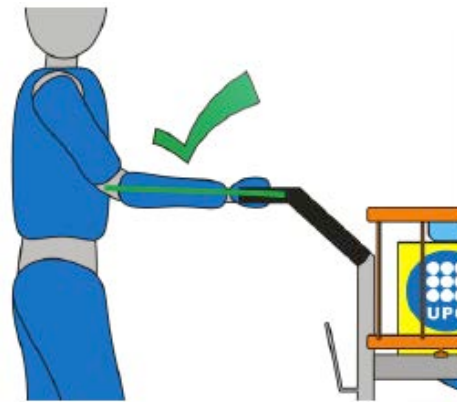
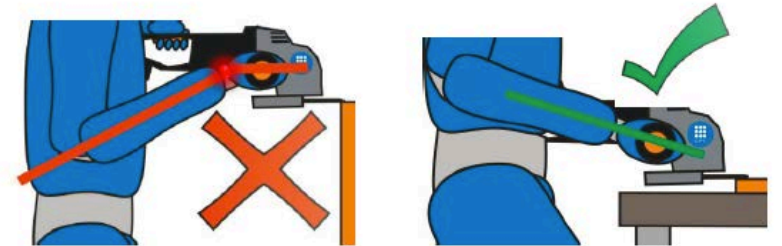
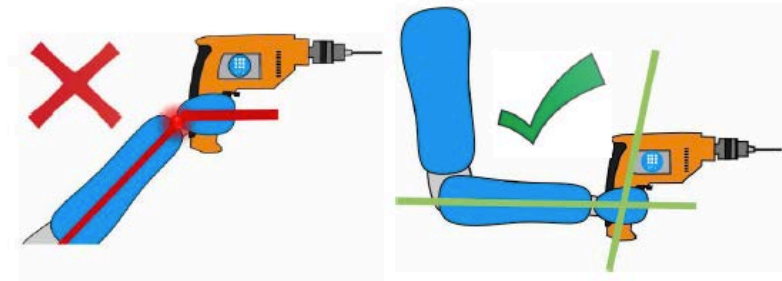
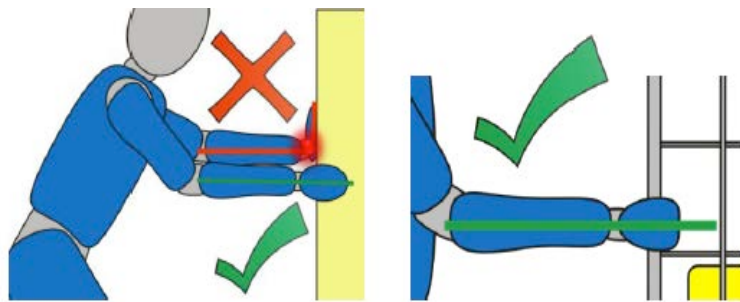


Imagen 90. Posturas forzadas y neutras del hombro y brazo. **Fuente:** Universidad Politécnica de Cataluña, *Posturas de trabajo, recomendaciones ergonómicas* (2,011).

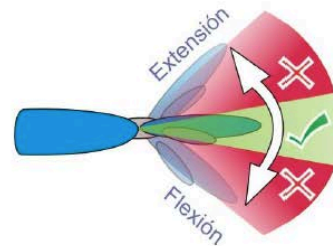
Estudio de posturas neutras y forzadas

- Segmento corporal:
 - Antebrazo, muñeca y mano

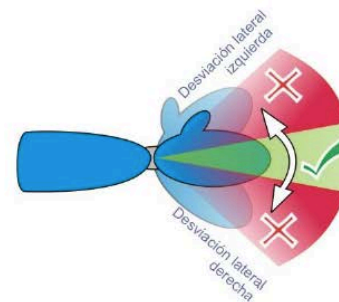
 FORZADA  NEUTRA



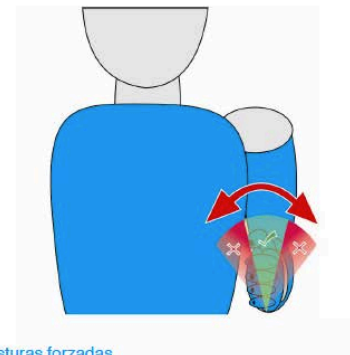
FLEXIONES Y EXTENSIONES DE MUÑECA



DESVIACIONES LATERALES DE MUÑECA



ROTACIONES DEL ANTEBRAZO



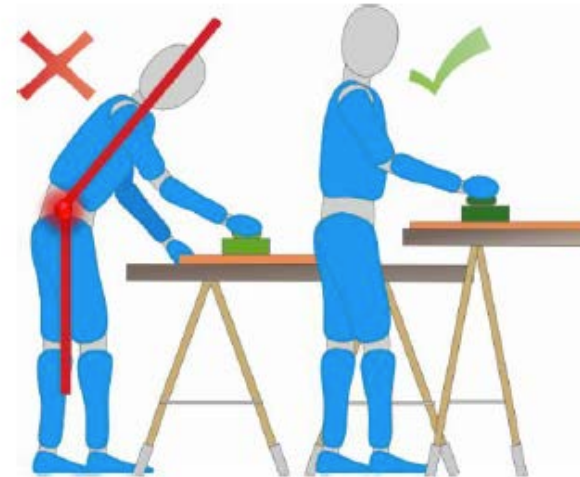
Se recomienda el uso de herramientas portátiles eléctricas con el fin de evitar posturas forzadas

Imagen 91. Posturas forzadas y neutras del antebrazo, muñeca y mano. **Fuente:** Universidad Politécnica de Cataluña, *Posturas de trabajo, recomendaciones ergonómicas* (2,011).

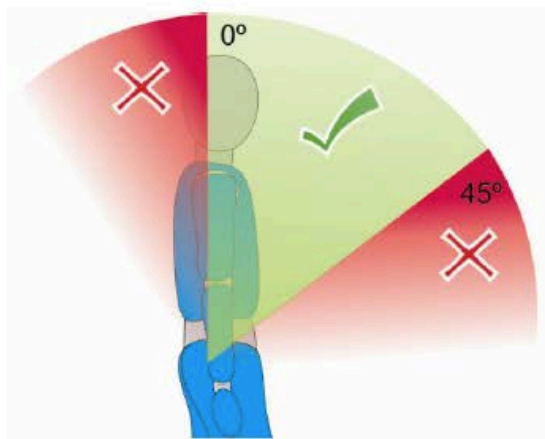
Estudio de posturas neutras y forzadas

- Segmento corporal:
 - Tronco

 **FORZADA**  **NEUTRA**

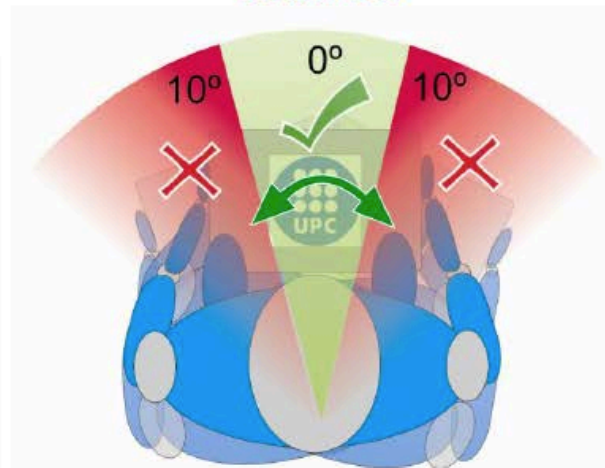


FLEXIONES Y EXTENSIONES



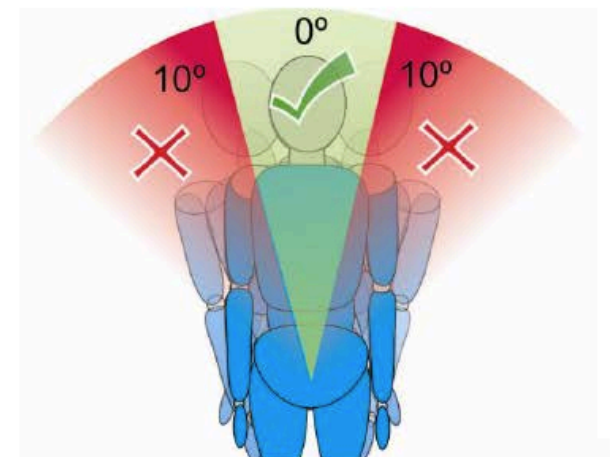
Flexiona las piernas cuando tengas que flexionar la espalda

ROTACIONES



Si tienes que girar, mueve el cuerpo entero y orienta los pies hacia el lugar donde se tenga que realizar la tarea

INCLINACIONES




Aprovecha los movimientos del cuerpo para evitar las inclinaciones

Imagen 92. Posturas forzadas y neutras del tronco. **Fuente:** Universidad Politécnica de Cataluña, *Posturas de trabajo, recomendaciones ergonómicas* (2,011).

Estudio de posturas neutras y forzadas

- Segmento corporal:
 - Tareas agachado/a

 **FORZADA**  **NEUTRA**

– Recomendaciones:

- Utilizar rodilleras o alfombra.
- Alternar pierna de apoyo.
- Utilizar medios que eviten tener que arrodillarse.

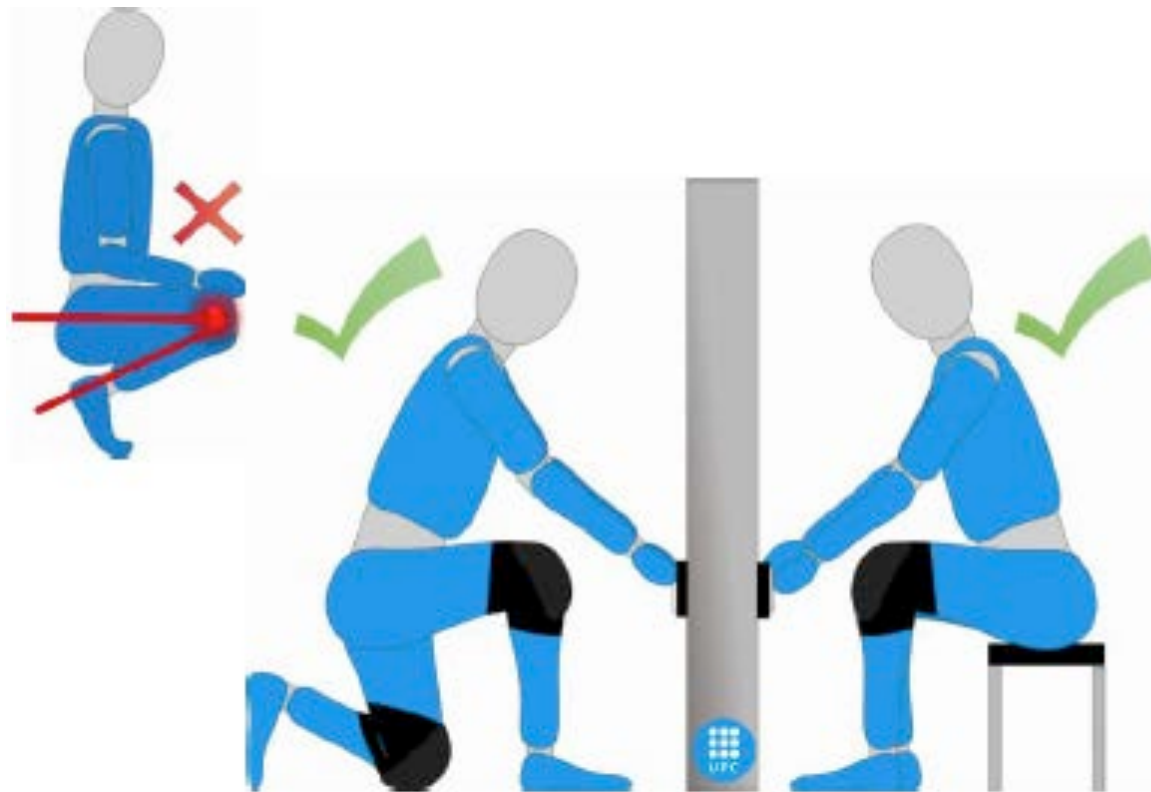


Imagen 93. Posturas forzadas y neutras al realizar tareas agachado/a. **Fuente:** Universidad Politécnica de Cataluña, *Posturas de trabajo, recomendaciones ergonómicas* (2,011).

3.7 Máquinas y mecanismos

Según el Diccionario de la Real Academia Española define un sistema mecánico o máquina como:

1. f. Artificio para aprovechar, dirigir o regular la acción de una fuerza.
2. f. Conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra más adecuada, o para producir un efecto determinado.
3. f. Agregado de diversas partes ordenadas entre sí y dirigidas a la formación de un todo. (DRAE, 2014)

Estas pueden clasificarse en dos tipos, simples y compuestas. Una máquina simple es aquella que transforma una fuerza u movimiento en otro (tabla de máquinas simples), mientras que una máquina compuesta esta conformada por la combinación de dos o más maquinas simples.

Los componentes que pueden encontrarse presentes en la mayoría de máquinas son:

- **Estructura:** sirve de apoyo y protección para el resto de componentes.

- **Motor:** provee energía mecánica a partir de cualquier otra fuente.
- **Circuitos:** son los que transmiten la energía de un lugar a otro.
- **Circuitos de mando, regulación y control:** con ellos se controla el funcionamiento del sistema entero.
- **Mecanismos:** transmiten y transforman las fuerzas y los movimientos.
- **Actuadores:** transforman el movimiento en trabajo.

Un mecanismo se denomina como un conjunto de sistemas interconectados, cuyo propósito es: transformar una velocidad, fuerza, movimiento y/o tipo de energía en otro distinto; de la combinación de estos resulta un sistema mecánico. (IES Hervás Villalba, s.f.)

A continuación se presentan los distintos tipos de máquinas simples y mecanismos que pueden ser utilizados para la creación de sistemas mecánicos compuestos.

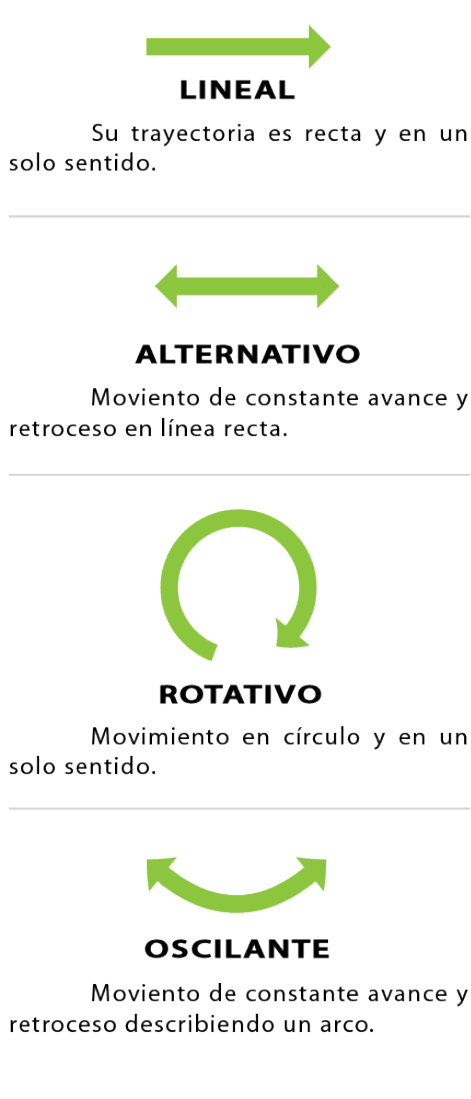


Gráfico 3. Tipos de movimiento. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** Máquinas, mecanismos y sistemas de poleas, Stolz y Toledo (2,011)

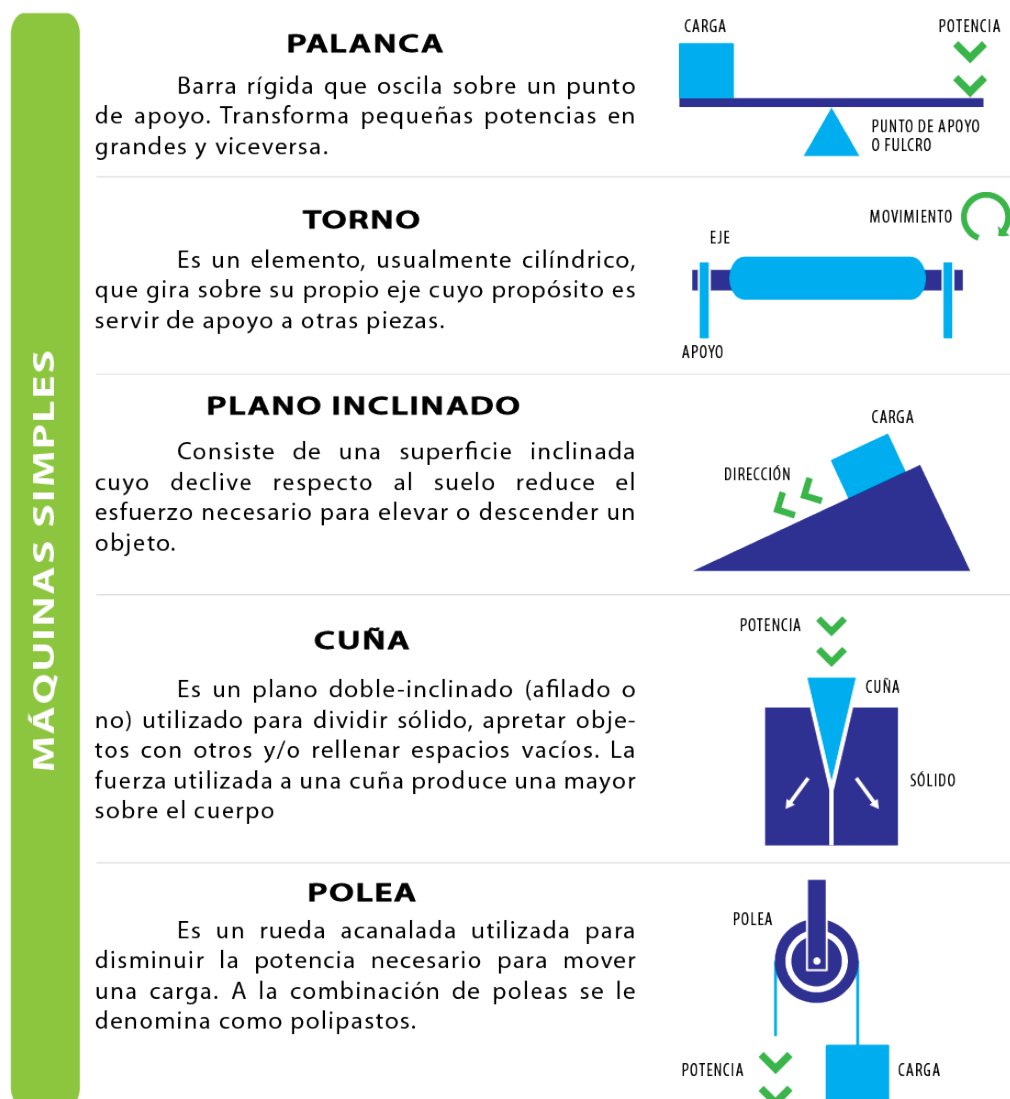


Gráfico 4. Tipos de máquina simple. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** Máquinas, mecanismos y sistemas de poleas, Stolz y Toledo (2,011)

Al combinar los diversos tipos de movimientos y máquinas simples para la creación de sistemas mecánicos (máquinas) estos se clasifican según su función o propósito dentro de las siguientes categorías:

Seguidamente se presenta la variedad de transformadores y transmisores de movimiento que pueden utilizarse en el desarrollo de maquinaria industrial.

TIPOS DE MECANISMOS

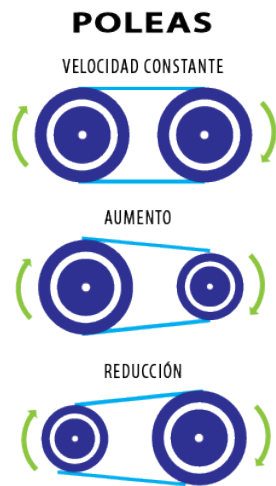
TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO

Transfieren la energía desde un punto del sistema a otro.

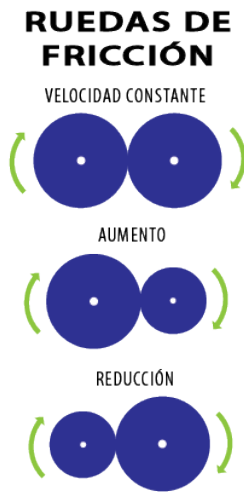
TRANSFORMACIÓN DE MOVIMIENTO

Modifica un tipo de movimiento en otro; de lineal a circular, a la inversa o circular en alternativo.

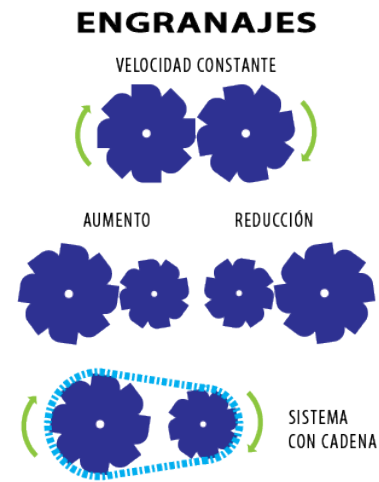
Gráfico 5. Clasificaciones de mecanismos. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** *Máquinas, mecanismos y sistemas de poleas*, Stolz y Toledo (2,011)



El movimiento o potencia es transferida de la polea conductora a la conducida por medio de una cuerda, faja o cable; según el diámetro de estas, distancia entre ellas y manera en la que se coloca la correa, se puede aumentar, mantener, disminuir e invertir el movimiento del sistema.



Conjunto de discos que transfieren el movimiento entre ellos por medio de contacto directo. El eje conductor gira en sentido contrario al conducido; al igual que el anterior se puede aumentar, mantener o disminuir la velocidad del sistema alterando el diámetro de las ruedas y su disposición.



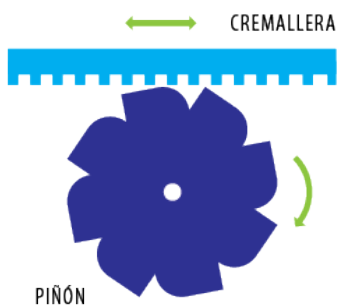
Grupo de ruedas dentadas que transmiten el movimiento entre ellas por contacto directo o por medio de una cadena. Cuando el movimiento es por contacto directo, el engranaje conectado a la potencia, gira en sentido contrario al que le sucede; al ser por medio de una cadena, estos giran en el mismo sentido.



Un tornillo sin fin, es una pieza cilíndrica que dispone de uno o más filetes hendidos de forma helicoidal. Al engranaje de dientes helicoidales, que deben de coincidir con el ángulo de los filetes del tornillo, se le denomina corona. Este sistema reduce la velocidad y aumenta la potencia.

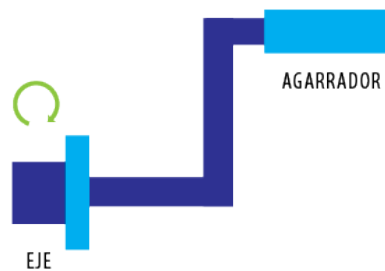
Gráfico 6. Descripción de tipos de mecanismos transmisores de movimiento. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** 1- *Máquinas, mecanismos y sistemas de poleas*, Stolz y Toledo (2,011) 2- *Elementos de máquinas y sistemas*, IES Villalba Hervás.

PIÑÓN - CREMALLERA



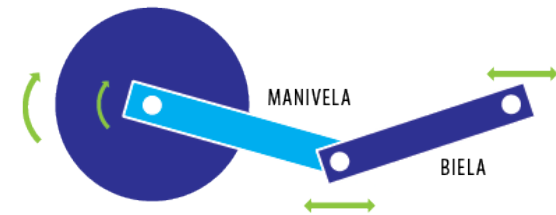
Este transforma el movimiento circular en rectilíneo por medio de un piñón (engranaje) y una banda dentada (cremallera), los dientes pueden ser rectos o helicoidales.

MANIVELA



Pieza, generalmente metálica, compuesta de dos ramas en ángulo recto, que se emplea para potenciar el eje de un sistema.

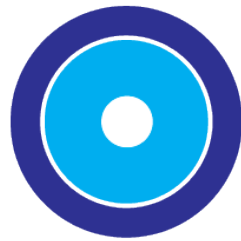
BIELA - MANIVELA



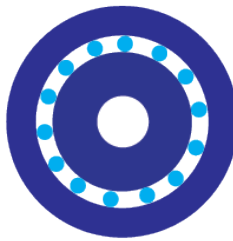
Movimiento de constante avance y retroceso en línea recta, el cual tranforma el movimiento circular en alternativo. Por lo general la manivela actúa como elemento motriz y la biela, como conducido.

Gráfico 7. Descripción de tipos de mecanismos transformadores de movimiento. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** *Elementos de máquinas y sistemas*, IES Villalba Hervás.

COJINETES Y RODAMIENTOS



COJINETE



RODAMIENTO

El cojinete es una pieza desmontable donde se apoya y gira el eje de una máquina, el cual permanece fijo al soporte y durante el giro del eje, roza con éste.

Un rodamiento, esta formado por dos cilindros concéntricos, uno fijo al soporte y otro al eje, unidos por medio de una corona de esferas que giran entre ambos.

RESORTES



COMPRESIÓN



EXTENSIÓN

Son elementos elásticos que se deforman por la acción temporal de una fuerza y que recupera su forma inicial cuando esta cesa, liberando la energía acumulada produciendo un trabajo.

Gráfico 8. Descripción de elementos complementarios para mecanismos. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** *Elementos de máquinas y sistemas*, IES Villalba Hervás.

3.8 Materiales

METALES

A causa de sus propiedades mecánicas, los metales son materiales ampliamente utilizados en la construcción de estructuras, refuerzos, revestimientos, fontanería, maquinaria y demás aplicaciones.

- Propiedades mecánicas de los metales:

PLASTICIDAD

Capacidad de deformación de un metal sin que llegue a romperse.

FRAGILIDAD

Propiedad que expresa falta de plasticidad y, por tanto, de tenacidad.

FLUENCIA

Propiedad de algunos metales de deformarse de manera lenta y espontánea.

DURABILIDAD

Resistencia a la intemperie, impermeables, sismo-resistentes, inmunes a degradación por rayos UV, asegurando un período de vida prolongado.

ELASTICIDAD

Capacidad para recuperar su forma al cesar la causa que lo ha deformado.

TENACIDAD

Resistencia a la rotura por esfuerzos que deforman el metal.

RESILIENCIA

Resistencia de un metal a su rotura por choque.

FATIGA

Desfallecimiento del metal ocasionado por cargas periódicas.

- Tipos de metales:

FERROSOS

Metales cuyo componente principal es el hierro. Ej: acero, hierro, magnetita.

NO FERROSOS

Aquellos en los cuales el hierro no forma parte de su composición química. Ej: aluminio, estaño, cinc.

En general, los metales pueden ser reciclados sin perder sus propiedades y calidad, ya que son capaces de recuperarlos de forma continua incluso tras varios ciclos de reciclaje, lo cual permite su uso constante en la misma u otra aplicación, a diferencia de la mayoría de materiales no metálicos.



Gráfico 9. Metales, propiedades y tipos. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** *Materiales para la construcción: Segundo capítulo: Metales (s/f).*

A continuación se exponen los diversos tipos de presentación en la que pueden encontrarse la mayoría de los metales en el mercado nacional.



LAMINADOS

Estos son planchas o chapas que varían de longitud y grosor, producidos por laminación en frío o caliente. Pueden ser totalmente lisas, perforadas o acanaladas.

PRODUCTOS LARGOS

Barras de distintos tipos de sección obtenidos por laminación en frío o caliente. Tipos: hembras, hexagonal, cuadrado, triangular, redondo y semi-circular.

PERFILES NORMALIZADOS

Utilizados generalmente en construcciones arquitectónicas e ingeniería civil, están disponibles en las siguientes formas: L, lados iguales; L, lados desiguales; I, angular; H, angular; U, angular; T, angular.

PERFILES

Obtenidos por laminación en caliente o frío, pueden tener costura o no (unión que forma el perfil); se encuentran disponibles en forma circular, cuadrada y rectangular y de diversos grosores y recubrimientos

Gráfico 10. Presentación comercial de los metales. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** *Materiales para la construcción: Segundo capítulo: Metales (s/f).*

Es una de las materias primas más importante y utilizadas en la fabricación de diversos tipos de mecanismos y construcciones, resulta de la combinación de látex y azufre mediante un proceso denominado vulcanización, en el cual ambos ingredientes se cocen juntos, otorgándole las siguientes características:

- Elasticidad
- Resistencia física
- Resistencia a cambios de temperatura
- Impermeabilidad a gases
- Resistencia a la abrasión, calor y química
- Baja ductibilidad
- Alto coeficiente de fricción en seco

Productos:

- Neumáticos
- Cintas transportadoras
- Tuberías
- Rodillos (maquinaria)
- Revestimientos

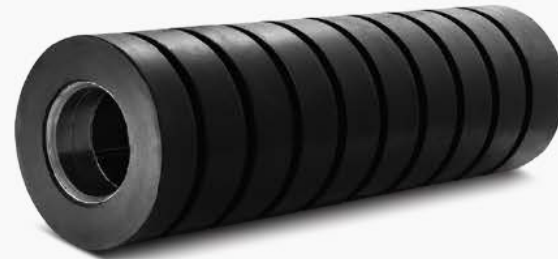


Gráfico 11. Propiedades y aplicaciones del caucho. **Fuente:** elaboración propia. **Datos Polímeros:** *Caucho, propiedades y aplicaciones*, Ing. Ruano (s/f).

Mediante los procesos metalúrgicos se obtienen productos fabricados con metales puros los cuales son vulnerables a la corrosión producida por agentes externos que entran en contacto con la superficie, resultando en una destrucción lenta y progresiva de estos.

Para evitar y retrasar este proceso natural del material, es necesario utilizar materiales que posean un tratamiento adecuado para resistir tales efectos y un recubrimiento final a base de pinturas, barnices, lacas, resinas sintéticas, etc., estas últimas actúan principalmente contra el agua y sus efectos.

GALVANIZADO

Se denomina a la protección del acero mediante su inmersión en un baño de cinc, este tipo de productos son ideales para productos que estarán expuestos a los efectos del clima y el agua.

PINTADO

Este tipo de recubrimientos no ofrecen una impermeabilidad total, pero sí oponen una gran resistencia a la penetración del agua, ayudando a reforzar tratamientos como el anterior y dando un mayor tiempo de vida útil al metal. Existen dos tipos de pintura que se utilizan: a) anticorrosivo, aplicado como fondo o único acabado final; y b) pintura sintética, que también actúa como una capa protectora y puede ser del color que se requiera.

Gráfico 12. Tipos de acabados y recubrimientos. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** *Materiales para la construcción: Segundo capítulo: Metales (s/f).*

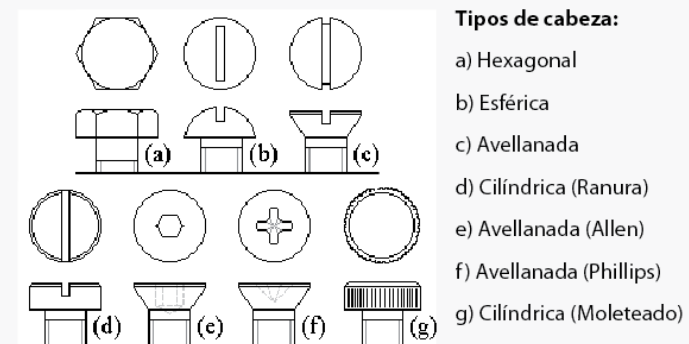
Cuando una pieza ha sido elaborada utilizando diversos procesos mecánicos, algunas veces por motivos de construcción es necesario unir sus extremos, lo cual se conoce como unión. Estas pueden ser desmontables, articuladas, provisionales o permanentes, según los propósitos requeridos.

UNIONES DESMONTABLES

Son aquellas que se realizan encajando las piezas entre sí por medio de elementos en los cuales uno de ellos es separable, estas se realizan empleando: perno y/o tornillos.

Un perno, esta constituido por una rosca de unión, una cabeza unida a un cilindro parcialmente roscado y una tuerca que ciñe a la rosca. Un tornillo consiste en el mismo mecanismo, teniendo como única diferencia que el cilindro de este se encuentra totalmente roscado.

En la imagen inferior se presentan algunos de los tipos de cabeza, de perno y tornillo, que se utilizan con mayor regularidad, cada uno ofrece una función y características distintas que determinan su uso. Por ejemplo, cuando el apriete de un tornillo debe ser más fuerte de lo normal, se utilizan con cabeza hexagonal; en cambio, cuando se quiere evitar que la cabeza sobresalga, se usa una tipo avellanada.



Tipos de cabeza:

- a) Hexagonal
- b) Esférica
- c) Avellanada
- d) Cilíndrica (Ranura)
- e) Avellanada (Allen)
- f) Avellanada (Phillips)
- g) Cilíndrica (Moletado)

Gráfico 13. Accesorios para la unión de piezas. **Fuente:** elaboración propia. **Datos:** *Materiales para la construcción: Segundo capítulo: Metales (s/f).*

4. Conceptualización.

4.1 Planteamiento del problema.

El proceso de quemado de bambú debe ser modificado con el propósito de mejorar las condiciones actuales en las que trabaja la mayoría de empresas artesanales y semi-industriales del país, dado que en este momento son muchos los riesgos físicos que se corren al ser un proceso que involucra el uso de fuego y gas propano si no se aplican las medidas de seguridad necesarias.

Dependiendo del tono que se desea obtener, los intervalos de tiempo varían, estos van desde treinta minutos hasta un poco más de noventa minutos por pieza, esto depende del diámetro de la vara, longitud, intensidad de la llama, porcentaje de humedad, peso, etc., dificultando la aplicación de este proceso a partir de varas mayores a un metro de largo y de gran diámetro (por su peso); siendo el interés del Ing. Melgar aplicarlo en varas de dos metros de largo como mínimo y un máximo de ocho.

Por falta de las condiciones ergonómicas adecuadas para la realización de este procedimiento, el rendimiento de quien lo ejecuta se ve afectado conforme el tiempo de quemado avanza, esto influye directamente en la calidad del resultado y el valor del producto final.

Asimismo, es importante destacar la necesidad de promover la creación de tecnología local que permita al sector menos privilegiado de Guatemala poder adquirir herramientas y/o máquinas que facilite el proceso de transformación dentro de producciones artesanales, contribuyendo al desarrollo social, económico e intelectual del país.

4.1.1 Enunciado del problema.

¿Cómo a través del diseño industrial se puede mejorar el proceso de quemado de bambú y sus acabados con el fin de mejorar las condiciones de trabajo y elevar la calidad de los productos fabricados por el sector artesanal guatemalteco?

4.1.2 Variables.

Variable independiente

Diseño de sistema eficiente para el quemado de bambú

Variables dependientes

Optimización del proceso de quemado de bambú

Mejorar las condiciones del trabajo

Elevar calidad de acabados y productos

Constantes

Quemado de bambú

4.1.3 Objetivos.

General

Contribuir en el desarrollo del sector artesanal del país, que utiliza el bambú como materia prima, con la intención de elevar la calidad de los productos que fabrican y su competitividad dentro del mercado nacional e internacional.

Específicos

- Mejorar la calidad del acabado estético que se obtiene mediante el proceso de quemado de bambú.
- Disminuir el tiempo de quemado aumentando la capacidad productiva de los talleres artesanales.
- Solucionar las carencias ergonómicas de los métodos actuales de quemado de bambú.
- Dotar al sector artesanal de tecnología diseñada acorde al contexto económico, social y geográfico nacional.
- Incentivar el uso de bambú como materia prima, buscando reducir el uso de especies nativas y/o en peligro de extinción.

4.1.4 Requerimientos y parámetros

A – Funcionales

A.1) Ser utilizable con distintos diámetros y longitudes de varas de bambú, de ½ pulgadas - 8 pulgadas de diámetro y de 2 a 8 metros de largo.

A.2) Reducir el tiempo de quemado por vara.

- Tiempos actuales (rango, varia dependiendo del tono deseado, diámetro, largo y humedad del bambú):

20 – 90 minutos por vara

- Porcentaje de tiempo que se pretende reducir:

40 % por vara

- Equivalencia en tiempo (rango de reducción):

8 – 36 minutos por vara

B - Tecnológicos

B.1) Utilizar materiales que sean resistentes a la intemperie (corrosión, humedad, rayos UV, cambios de temperatura), a altas temperaturas (200 – 900 grados centígrados) y cargas mecánicas.

Opciones:

- Metal: aluminio; acero inoxidable; galvanizados; proceso; rolados en frío o caliente.
- Polímeros: plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV); caucho.
- Pintura: electroestática (en polvo); poliuretano con filtro UV; *gelcoat* con filtro UV; sintética con fondo anticorrosivo.

B.2) Debe ser producido con materiales y procesos disponibles en Guatemala.

B.3) Estar alimentado por gas propano.

C - Formales

C1) Tener como mínimo 4 pies de altura (1.22 mt) y máximo 6 pies (1.83 mts) de ancho, con el fin de mantener proporciones ergonómicas locales y niveles de fatiga bajos.

C2) Estructura con uniones desmontables, facilitando su producción, transporte y almacenamiento.

D - Estéticos

D.1) Uso de color y simbología: según normas de empleo en espacios y maquinaria industrial. Tomando en cuenta los significados de seguridad y advertencia.



- **Rojo:**
Avisos de peligros específicos (alta temperatura)



- **Anaranjado:**
Partes de máquinas y equipos con elementos de transmisión mecánica.



- **Amarillo (con tiras negras):**
Se aplica en postes, equipo en movimiento, de manejo y bandas transportadoras; también se utiliza en tuberías destinadas para gases peligrosos.



- **Simbología a utilizar cuando se trabaja con gases inflamable:**

Puede variar de color según las opciones que se encuentran a la venta, los mas comunes son: rojo, amarillo, anaranjado mezclado con negro.

4.2 Concepto de diseño

Como base conceptual del proyecto, se proponen los siguientes enunciados de la tecnología apropiada:

- Emplear materiales regionales y herramientas de fácil obtención.
- Poder ser comprendida, controlada y mantenida por la población sin requerir un alto nivel de educación o capacitación.
- Ser adaptable a diferentes contextos socioculturales, lugares y circunstancias cambiantes.
- Requerir de poca inversión.
- Ser de fácil aprendizaje favoreciendo su apropiabilidad.



Imagen 93. Mood-board de palabras clave. **Fuente:** propia

4.2.1 Mood-board gráfico



Imagen 94. Mood-board gráfico. Fuente: elaboración propia.

4.3 Proceso de diseño

4.3.1 Evaluación de sistemas

Como primer paso del desarrollo de propuestas y bocetaje, se han identificado tres tipos de sistemas con los que estas deben contar, con el propósito de obtener un sistema interconectado, estos son:

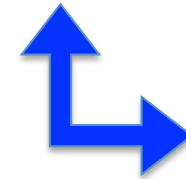
- Sistema de quemado
- Sistema de traslado o transporte (movimiento)
- Sistema de apoyo y alineación

El segundo paso ha sido la evaluación de las opciones disponibles en el mercado, dentro y fuera del país, buscando las más eficientes y adecuadas para el desempeño y objetivos del sistema integrado. A esto también se agrega materiales, acabados, accesorios auxiliares, etc.

- Simbología:



- Quemado



- Apoyo y alineación



- Traslado/transporte



- Materiales



- Acabados



- Accesorios auxiliares



EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE QUEMADO



- SOPLETE ESTÁNDAR

- Área reducida de quemado, aprox. 3 - 4 cm dependiendo del modelo y distancia del soplete.
- Disponible en la mayoría de ferreterías del país.
- Precio: Q1,500 - Q 2,500 aprox., varía según el modelo.

Imagen 95. Quemado de bambú con soplete de gas propano. **Fuente:** propia



- QUEMADOR DE ARO

- Capaz de quemar el diámetro completo de las cañas de bambú.
- Fabricado en el extranjero; Estados Unidos, Inglaterra, Alemania y Japón.
- Precio: Q8,000 - Q12,000

Imagen 97. Quemador de aro marca AGF. **Fuente:** <http://www.industrycore.com/products/results/1542d> **Fecha de recuperación:** 1/03/2014



- QUEMADOR FABRICADO

- Quema la superficie por franjas y las llamas no poseen la misma altura resultando en un quemado irregular.
- Los materiales necesarios para su fabricación están disponibles en el país; sin embargo, no son muchos los talleres capaces de fabricarlo que garanticen su funcionamiento y seguridad.

Imagen 96. Quemadores cilíndricos de gas propano **Fuente:** <https://www.youtube.com/watch?v=ncYP2AuyXps> **Fecha de recuperación:** 1/03/2014



- QUEMADOR INDUSTRIAL

- Los quemadores apuntan hacia el exterior del diámetro y no al centro, por lo que no es adecuado para la tarea; asimismo, el tipo de boquillas no son las ideales para el quemado de bambú.
- Fabricados en el país.

Imagen 98. Quemador industrial. **Fuente:** <http://www.alamaula.com/cordoba/hogar-muebles-y-jardin/quemador-industrial-a-gas/3512059> **Fecha de recuperación:** 1/04/2014



EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE QUEMADO



- SOPLETE CON BOQUILLA "Y"

- Utilizado para calentar tubos metálicos y de vidrio cubriendo el diámetro entero; sin embargo, solo se puede utilizar en diámetros reducidos.
- No se encuentra disponible en el país.

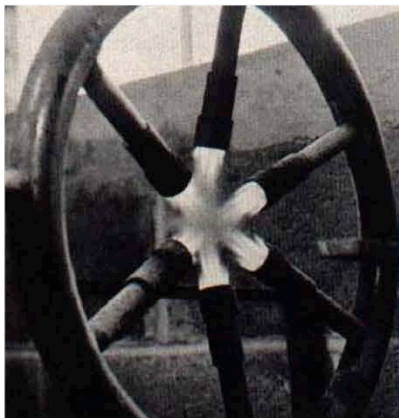
Imagen 99. Soplete de gas con boquilla en forma de "Y". **Fuente:** <http://www.virax.com/index.php/fr/p/30476/chalumeau-piezo/lance-gyroflam-pour-chalumeau-piezo-5200-5205> **Fecha de recuperación:** 1/04/2014



- QUEMADOR DE ARO IMPROVISADO

- Este es un modelo producido en un taller con herramientas simples y materiales disponibles en cualquier ferretería.
- Los orificios por los que sale el gas no se encuentran distribuidos regularmente en el interior del quemador, por lo no se puede obtener un quemado regular.

Imagen 101. Quemador de aro improvisado. **Fuente:** <http://bbs.homeshopmachinist.net/threads/49477-Glass-torch-could-use-some-advice> **Fecha de recuperación:** 1/04/2014



- QUEMADOR DE ARO ANTIGUO

- Modelo obsoleto de quemador de aro utilizado en fabricas antiguas, se discontinuo su uso por los constantes accidentes que provocaban.
- Fácil de producir con materiales locales, no obstante su fabricación requiere de mucho cuidado y exactitud para que sea seguro.

Imagen 100. Quemador de aro antiguo. **Fuente:** <http://www.bamboorodmaking.com/html/flaming.html> **Fecha de recuperación:** 1/04/2014



- QUEMADOR "RIBBON"

- Quemador industrial.
- Disponible en el extranjero; Estados Unidos, Inglaterra, Alemania y Japón.
- La llama de este quemador es rectangular, por lo que solo sería capaz de quemar una parte de la circunferencia de las varas.

Imagen 102. Quemador "RIBBON" marca AGF. **Fuente:** <http://www.agfburner.com> **Fecha de recuperación:** 1/04/2014

EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE MOTORIZADO Y MECANISMOS

Rodillos ranurados para correas



- Este tipo de rodillos es utilizado en general cuando es necesario que varios de estos son alimentados por un mismo motor, por lo que por medio de correas o fajas se conectan a un mismo eje o entre ellos para transmitir el movimiento.

- Como desventajas importantes presentan dos: 1- tienden a salirse de la ranura o sobarse cuando son sometidos a periodos largos de trabajo o esfuerzos muy altos; 2- se deterioran relativamente rápido al estar expuestos a la intemperie.

Imagen 103. Rodillos conectados por medio de correas **Fuente:** <http://www.logismarket.com.mx/soluciones-tec-y-de-transportadores/rodillo-vivo-por-correa-para-servicio-pesado/2398453809-1179565973-p.html> **Fecha de recuperación:** 1/04/2014



- RODILLOS CON SPROCKET PARA CADENA

- Ya sea en uno o ambos extremos del rodillo se coloca un sprocket para conectar los rodillos al motor y/o entre sí utilizando una cadena.

- A diferencia de las fajas, el movimiento es transmitido de manera más estable y evitando los problemas que presentan las anteriores. Su período de vida en el exterior también es mayor.

Imagen 104. Rodillo conectado por cadena y sprocket. **Fuente:** <http://www.logismarket.com.mx/soluciones-tec-y-de-transportadores/rodillo-vivo-por-cadena-para-servicio-pesado/2398453809-1179565973-p.html> **Fecha de recuperación:** 1/04/2014



- RODILLOS CON SPROCKET DOBLE

- Se utilizan para interconectar con cadena los rodillos entre ellos y así transmitir el movimiento entre ellos.

- No hay riesgo de que uno de ellos pierda tracción en ningún momento.

Imagen 105. Rodillos con sprocket doble. **Fuente:** <http://www.logismarket.com.mx/soluciones-tec-y-de-transportadores/rodillo-vivo-por-cadena-para-servicio-pesado/2398453809-1179565973-p.html> **Fecha de recuperación:** 1/04/2014



EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE MOTORIZADO Y MECANISMOS



- SISTEMA MANUAL

- Sería alimentado manualmente por un operario por medio de una manivela.
- Para mantener la velocidad constante puede utilizarse un sistema de engranajes, cónicos idealmente ya que estos no se gastan a diferencia de otros tipos.
- Poco práctico para movilizar varas muy largas y/o pesadas.

Motores Electricos Monofasicos



Motores Electricos Trifasicos

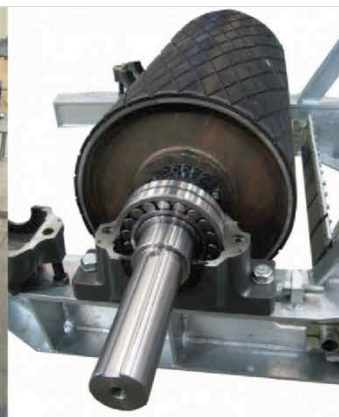


- SISTEMA MOTORIZADO

- Tipos de motor:
 - Monofásico: 1 velocidad
 - Trifásico: 3 velocidades
- Velocidad constante con opción de aumentarla o disminuirla.
- Alimentados por energía eléctrica.

Imagen 106. Rodillo manual con sistema de manivela. **Fuente:** http://www.mhmaquinaria.com/?jw_portfolio=2236-roladora-manual **Fecha de recuperación:** 1/04/2014

Imagen 107. Motores eléctricos. **Fuente:** http://www.mhmaquinaria.com/?jw_portfolio=2236-roladora-manual **Fecha de recuperación:** 1/04/2014



- RODILLOS ALIMENTADOS POR MOTOR Y RECUBIERTOS

- La velocidad constantes que se obtiene de este sistema es idóneo para un quemado uniforme.
- Recubrir los rodillos con una capa de hule les brinda mayor tracción al entrar en contacto con la superficie lisa del bambú y evitar marcas.

Imagen 108. Sistema de rodo motorizado con recubrimiento de caucho. **Fuente:** <http://www.simasaconveyors.com.mx/granel.html> **Fecha de recuperación:** 1/04/2014



EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE APOYO Y ALINEACIÓN



- RODILLOS AJUSTABLES

- La pieza que sujeta el rodo posee rieles que permiten ajustar la posición donde se colocan los tornillos que lo sostienen.
- El ajustar los rodos a distintos grosores de bambú se vuelve más sencillo y rápido utilizando este sistema.

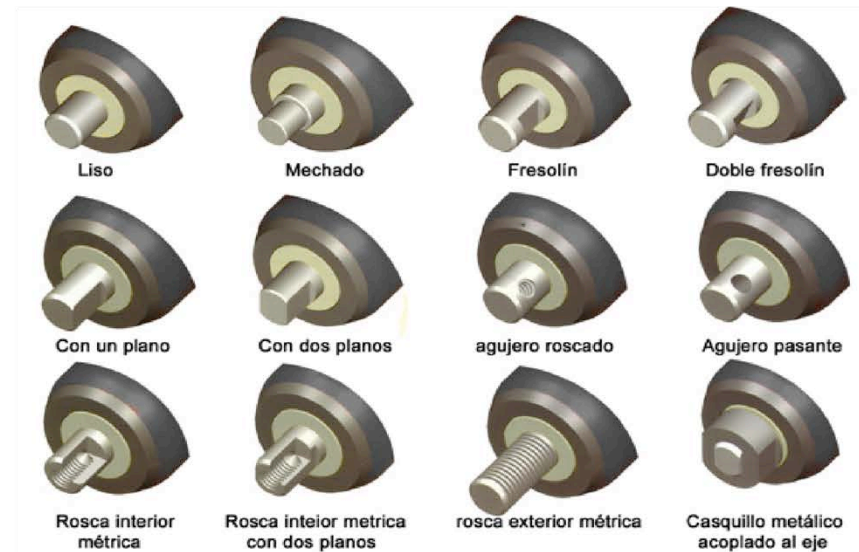
Imagen 109. Rodillo recubierto con sujetadores graduables. Fuente: Fecha de recuperación: 1/04/2014



- RODILLOS VERTICALES

- Colocados de esta manera evitarían que las cañas se desalinen durante su recorrido por la máquina.

Imagen 110. Rodillos verticales. Fuente: Fecha de recuperación: 1/04/2014



- OPCIONES DE EJES EXTERIORES

- Estos son los distintos tipos de extremos que se utilizan según el propósito del rodillo.

Imagen 111. Listado de tipos de terminación de extremos de rodillos. Fuente: Fecha de recuperación: 1/04/2014



EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE APOYO Y ALINEACIÓN



Imagen 112. Diversos tipos de chumaceras. **Fuente:** **Fecha de recuperación:** 1/04/2014

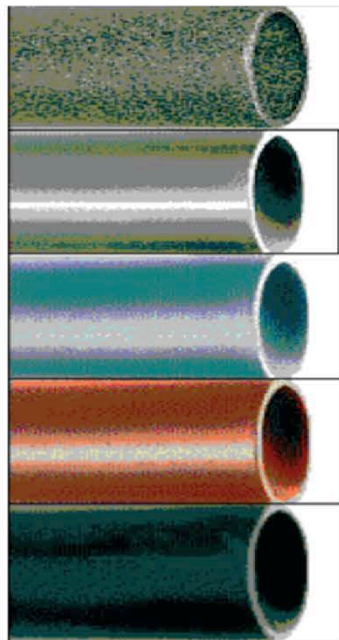


Imagen 113. Tipos de recubrimientos para rodos. **Fuente:** **Fecha de recuperación:** 1/04/2014



EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE APOYO Y ALINEACIÓN

- OPCIONES DE MATERIALES PARA RECUBRIMIENTO



Compuestos de cerámica

Acero + Aleaciones

Poliuretano + HDPE

Plásticos aprovados para alimentos

Cauchos, otros y PVC

- OPCIONES DE MATERIALES PARA RECUBRIR RODOS

- Estos son los diferentes tipos de materiales que se pueden utilizar para recubrir los rodos.

- El más indicado por su coeficiente de fricción es el caucho, ya que otorga a los rodos la textura necesaria para que el bambú no resbale y pueda ser trasladado por su superficie.

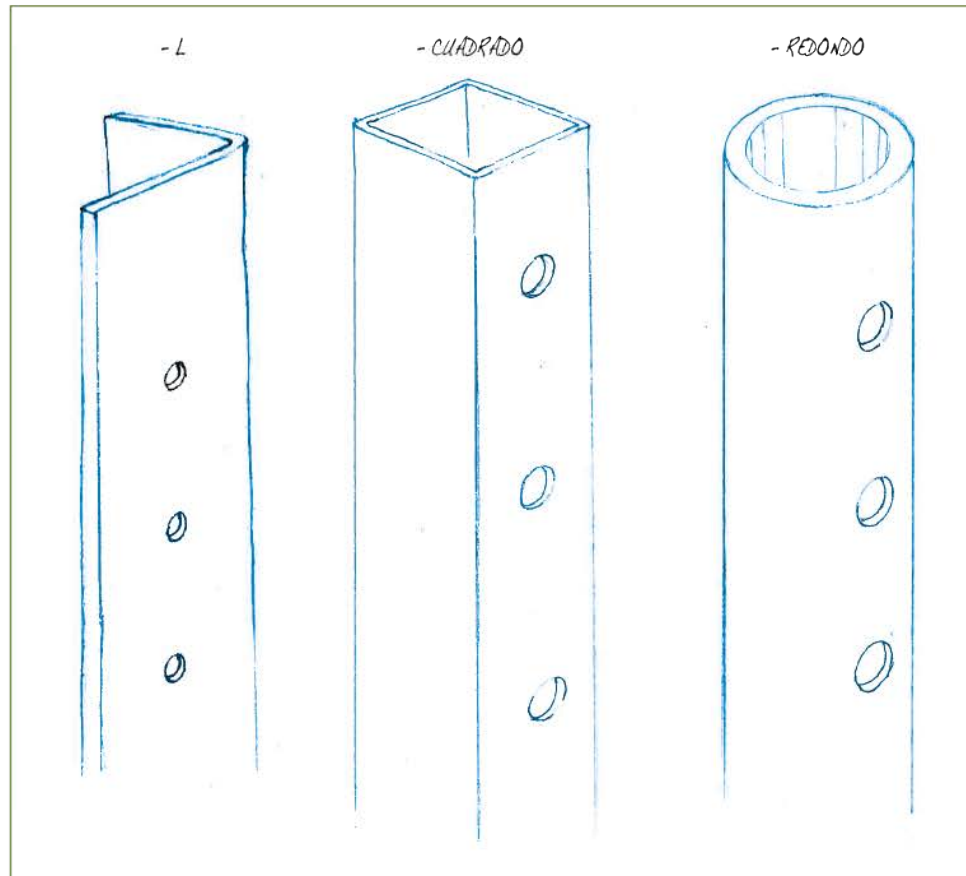
Imagen 114. Materiales que pueden utilizarse para recubrir rodos en maquinaria industrial. Fuente: Fecha de recuperación: 1/04/2014

Luego de haber evaluado los distintos tipos de sistemas, materiales, piezas y accesorios disponibles en el mercado nacional e internacional, analizando las ventajas y desventajas de cada uno, se utilizarán las más indicadas para el desarrollo de propuestas de un modelo de solución.

4.4 Propuestas de diseño

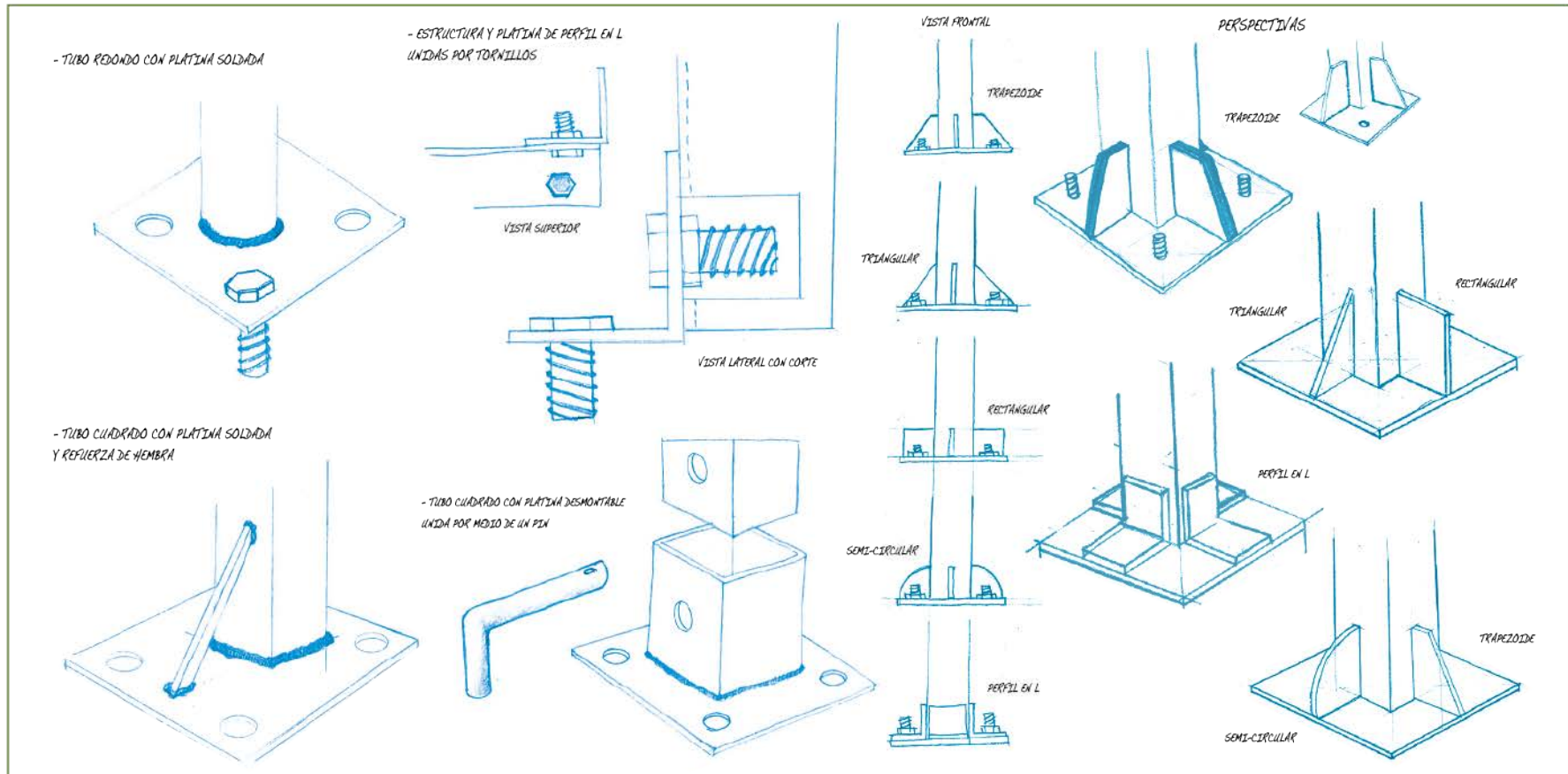
A continuación se presentan las propuestas desarrolladas en la búsqueda del modelo de solución más óptimo para la quema de bambú.

-PROPUESTAS DE TIPOS DE TUBO PARA ESTRUCTURAS Y PIEZAS



Para la construcción de las distintas estructuras y piezas que conformarán el modelo de solución, se ha propuesto la utilización de tubo redondo, tubo cuadrado o perfil en "L"; por lo que en las distintas propuestas se ha explorado la utilización de estos para así poder analizar y determinar cual presenta las mejores propiedades físicas y facilidad de procesos de transformación para los objetivos del modelo y el proyecto, respectivamente.

-PROPUESTAS DE FORMAS DE ANCLAJE Y OPCIONES DE REFUERZO



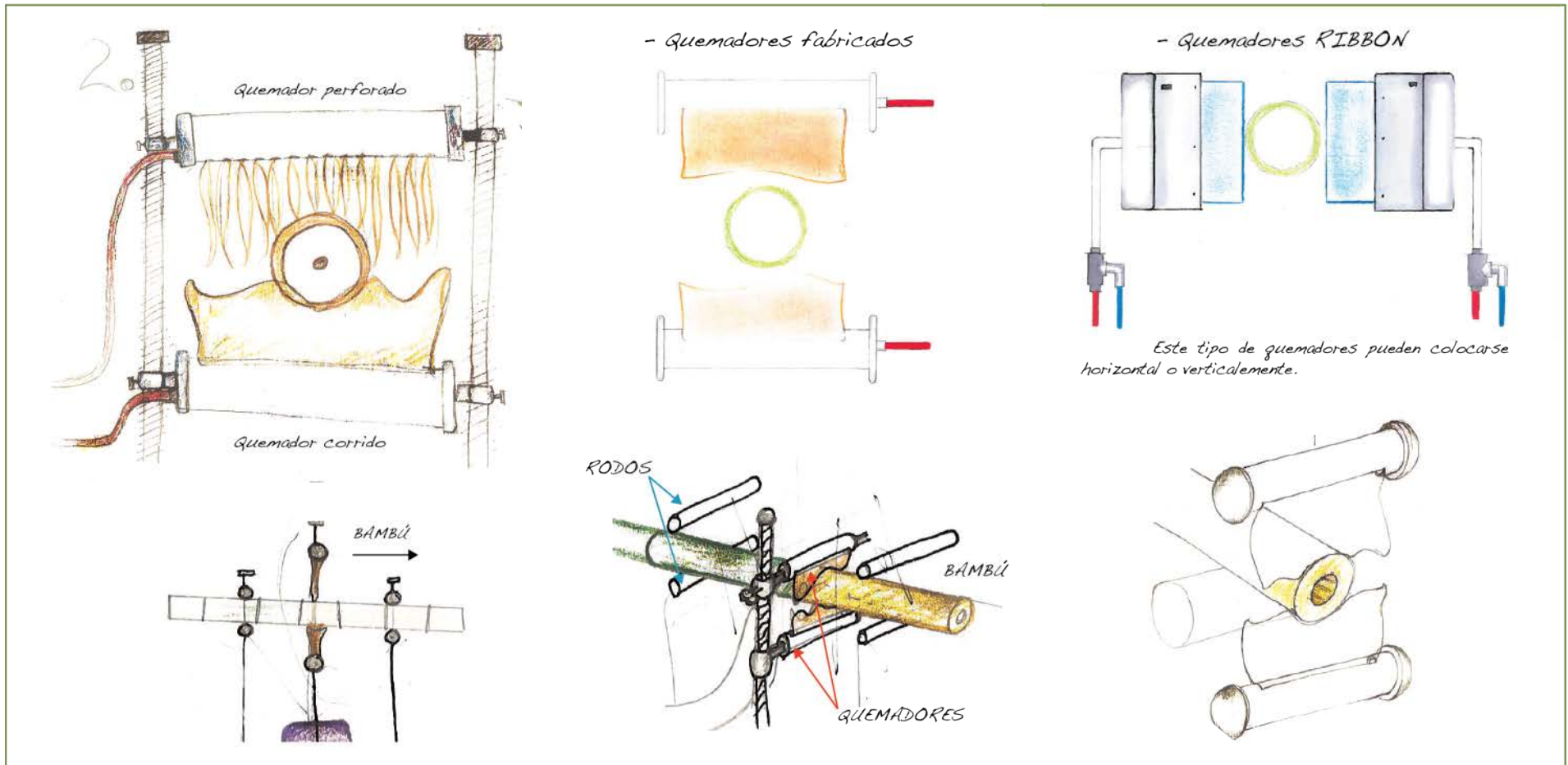
Aquí se presentan las diversas opciones de refuerzo y anclaje que pudieran utilizarse en el modelo de solución, las cuales han sido utilizadas en el desarrollo de las propuesta de diseño con el propósito de analizarlas y escoger las más indicadas para este. Las primeras son necesarias para garantizar la estabilidad e integridad de la estructura, y las segundas para facilitar la instalación y transporte del modelo.

Como opciones de anclaje se presentan tres, estas son:

- Platina adherida a tubo.
- Platina separada del tubo, unida mediante pines o tornillos.
- Platina corrida fabricada con perfil, unida mediante tornillos

Las opciones de forma para los refuerzos de las platinas son: resct-angular, semi-circular, triangular, trapezoide o perfil en "L".

-PROPUESTA No. 1 - SISTEMA DE QUEMADORES CILÍNDRICOS Y RODOS.

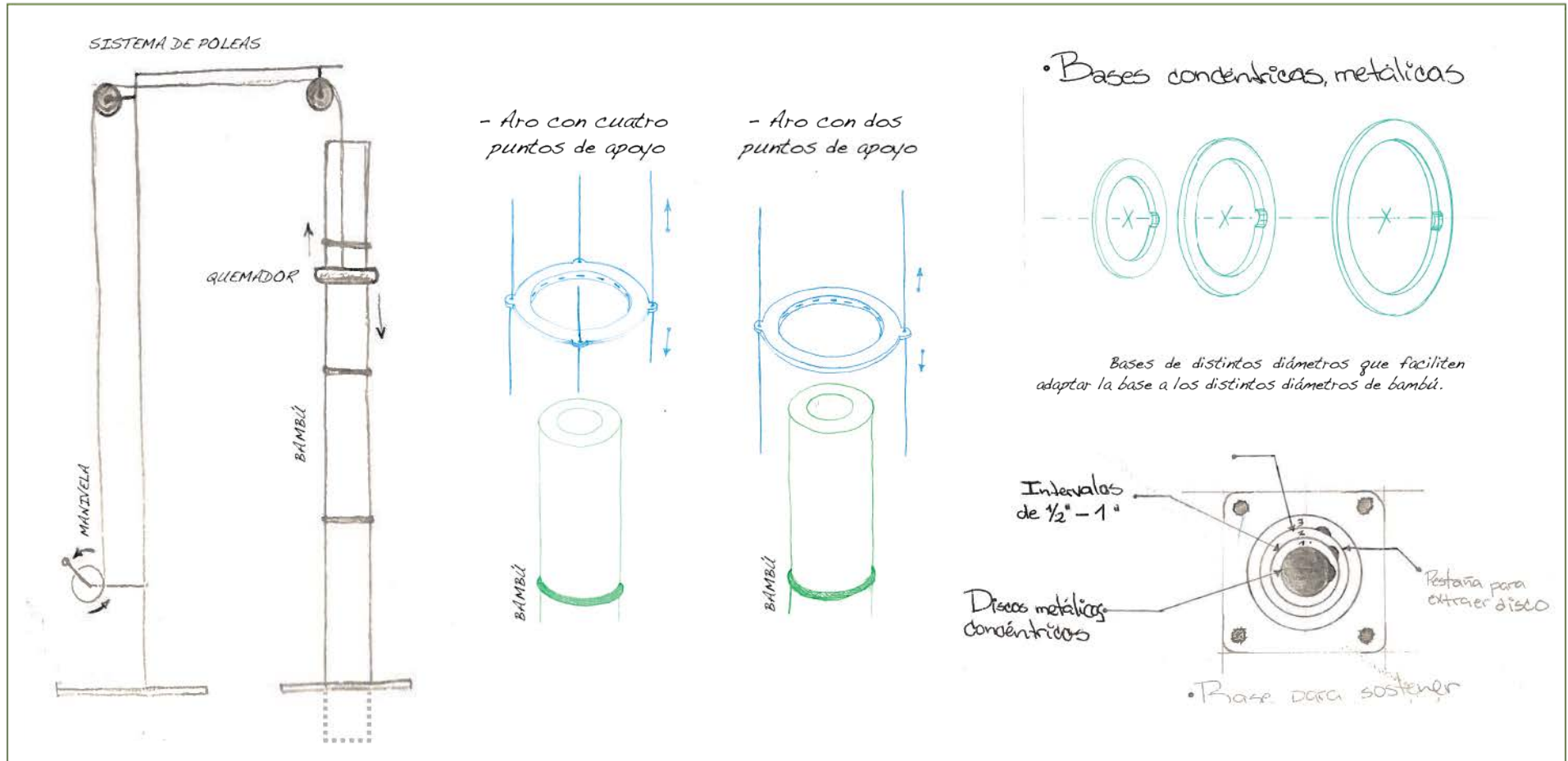


Esta primera propuesta, utiliza dos quemadores abiertos fabricados con tubos metálicos y válvulas que se pueden comprar en la mayoría de distribuidoras de sistemas de gas propano (estufas, quemadores, calentadores, etc.); sin embargo, al utilizar este tipo de sistema de quemado la superficie del bambú se quema a un ritmo más lento en comparación con un soplete de gas, ya que esta segunda llega a mayores temperaturas. Para agilizarlo se pueden utilizar quemadores tipo "RIBBON".

Para controlar el tono final del quemado, se propone colocar a los quemadores sistemas de graduación en sus extremos para alejar o acercarlos según se desee.

Como apoyo y sistema de transporte se utilizan rodos horizontales, también graduables para adaptarse a los diversos tamaños de bambú, y verticales para mantenerlo alineado con el mismo sistema de graduación.

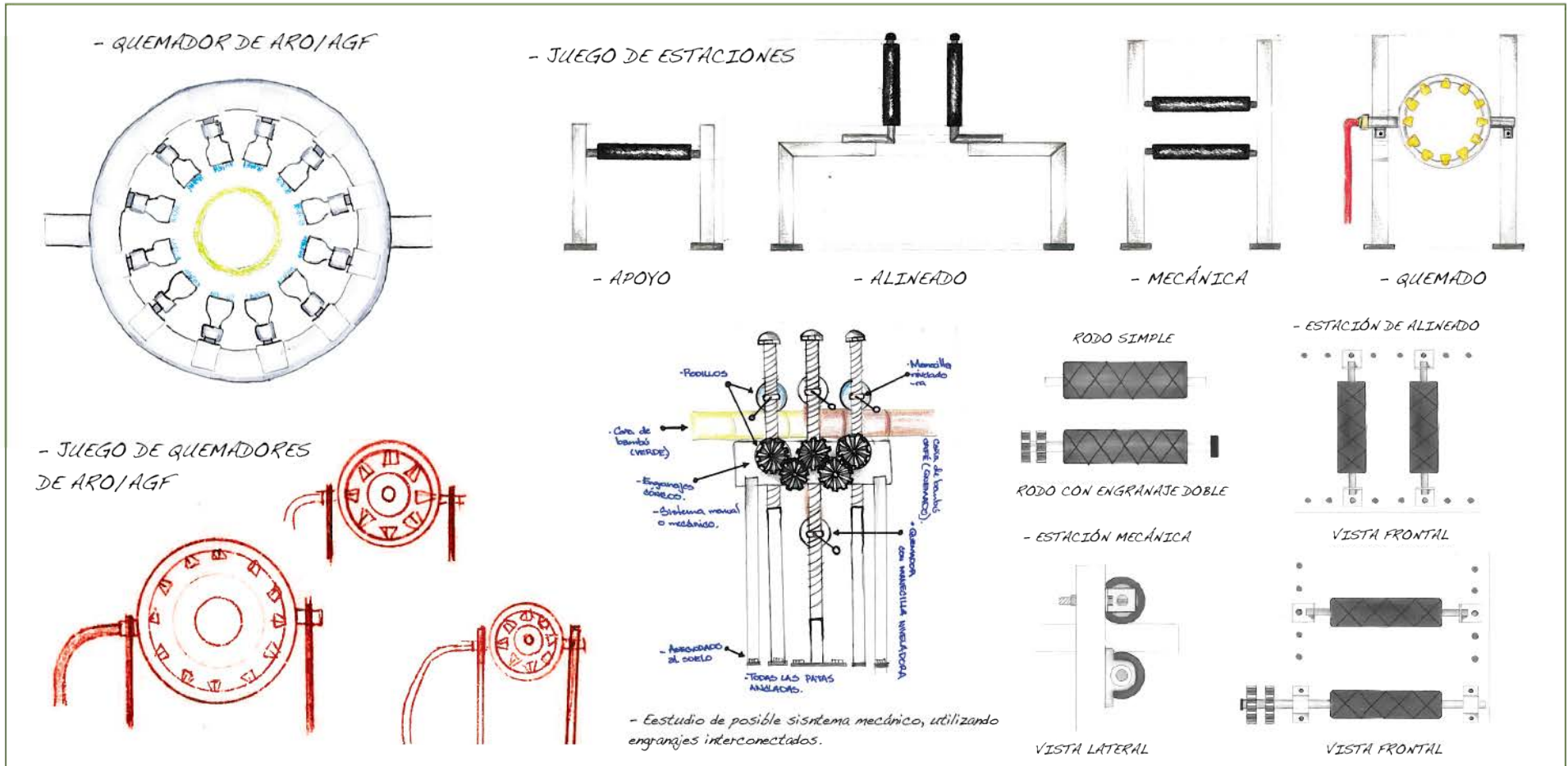
-PROPUESTA No. 2 - QUEMADOR DE ARO MÓVIL



El segundo sistema planteado funciona de la siguiente manera: primero, se coloca la vara de bambú dentro de un agujero en el suelo quedando suspendida de forma vertical, la cual se mantiene de pie por estar encajada en un aro de metal del tamaño de su diámetro. En la base se encuentran dispuestos un juego de aros concéntricos los cuales pueden retirar o recolocar para reducir o aumentar la abertura de la base para ajustarse al tamaño de la caña.

La vara es quemada por un quemador de aro móvil el cual recorre el bambú de abajo hacia arriba y viceversa; un sistema de manivela y poleas hace que puede moverse, enrollando los cables cuando desea subirlo y permitiéndole regresar por su propio peso (sosteniendo la manivela aún para regular su velocidad).

-PROPUESTA No. 3 - SISTEMA DE ESTACIONES Y QUEMADOR INDUSTRIAL DE ARO

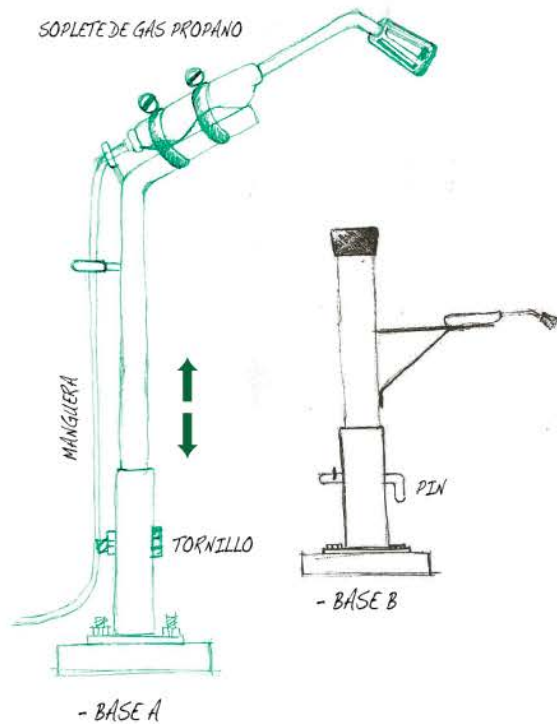


En este modelo de solución se propone utilizar un quemador de aro industrial, el cual utiliza puntas de cola de pescado ubicadas en todo el perímetro interior del aro, dicha pieza es fabricada en Estados Unidos y otros países industrializados. La intensidad y largo de la llama pueden controlarse al igual que la de un soplete de gas propano. Se exploran dos posibilidades; un aro que queme todo el rango de diámetros o un juego de varios que funcionen por rangos de tamaño.

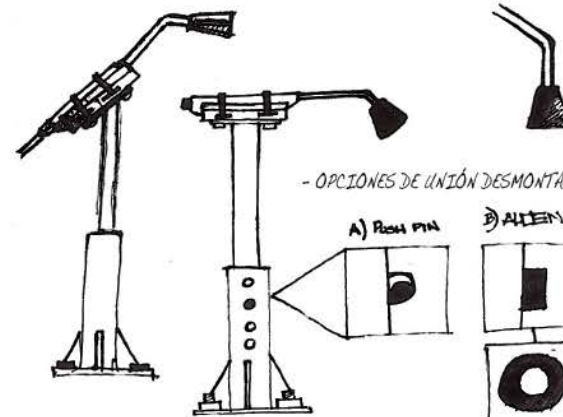
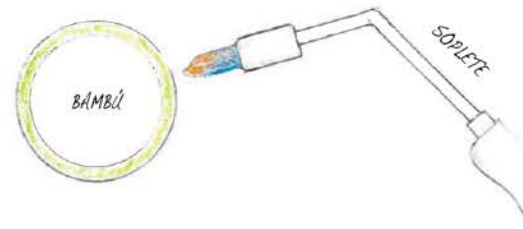
Para apoyar y movilizar el bambú se utiliza un sistema de rodillos horizontales y verticales, para mantener siempre la vara alineada y que la llama siempre este equidistante de todos los puntos de la superficie del bambú. Para graduar los rodos que lo necesitan se presentan dos opciones: postes roscados y por presión con rieles y tornillos. También comienza a explorarse la manera en la que será movilizada la vara, en este caso, engranajes.

-PROPUESTA No. 4 - ESTACIÓN DE QUEMADO - SOPLETE DE GAS PROPANO

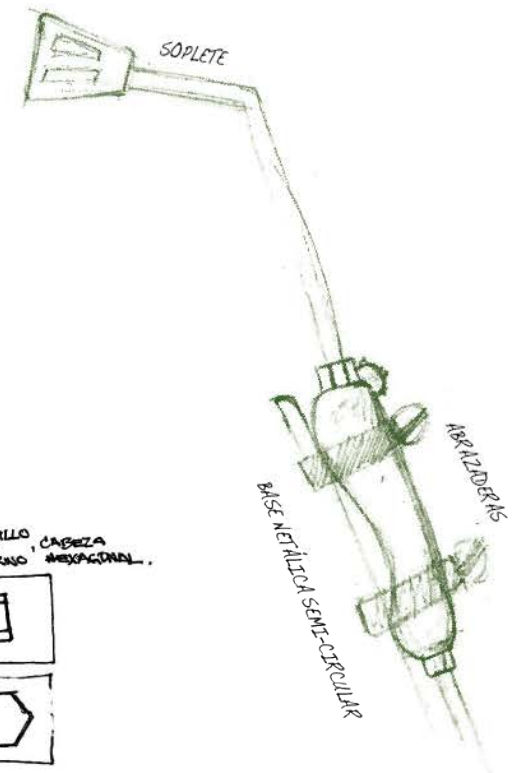
- PEDESTAL GRADUABLE



- ÁREA DE QUEMADO DE UN SOPLETE



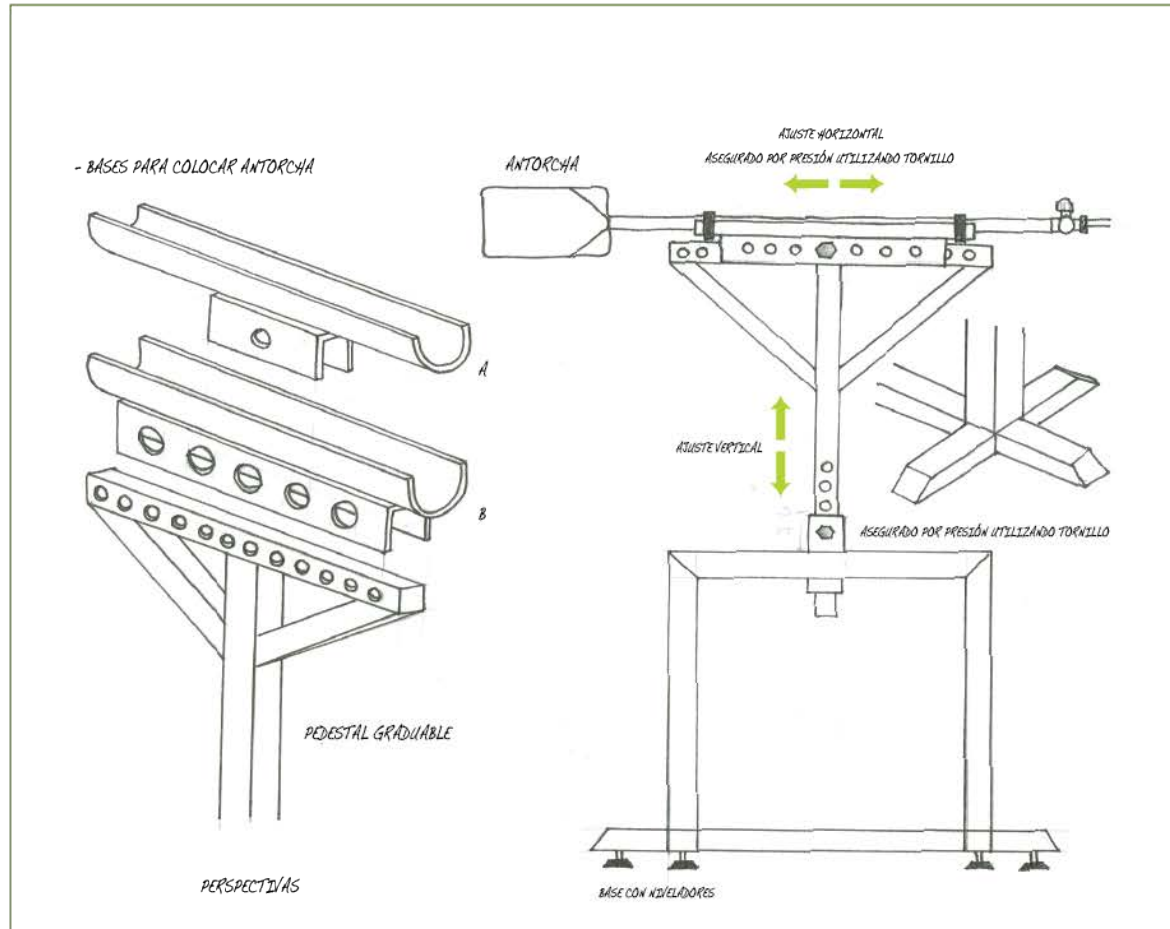
- OPCIONES DE UNIÓN DESMONTABLE



Este diseño de estación utiliza la hermanita que actualmente se emplea para el quemado de bambú por la mayoría de artesanos, sin embargo ahora esta se coloca sobre un pedestal graduable que permite ajustar la distancia entre la vara y la llama, adaptarse a varios diámetros de bambú y controlar así el tono de quemado.

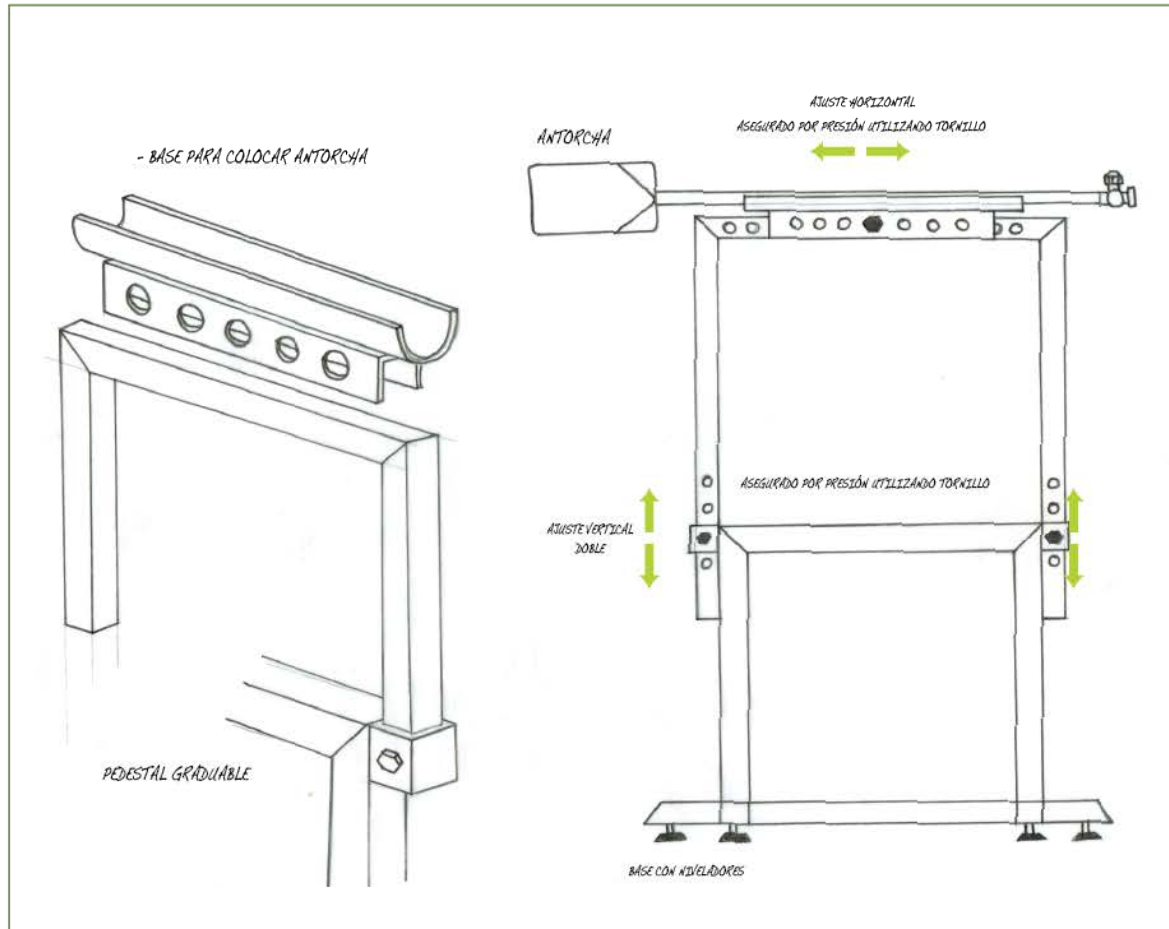
El soplete se asegura al pedestal utilizando abrazaderas metálicas (de preferencia galvanizadas o inoxidable) sin ejercer demasiada presión para que no afecte su funcionamiento. El área de quemado varía según la apertura de la boquilla de cada modelo de soplete, sin embargo la gran mayoría no cubren un área muy extensa (entre 3.75 - 5 cm).

- ESTACIÓN DE QUEMADO/ ANTORCHA BLUE STAR



En esta versión de estación de quemado, se propone la utilización de una antorcha de gas propano que posee una boquilla de mayor apertura en comparación al soldador autógeno que se utiliza actualmente, lo cual permite un área mayor de quemado (entre 8 - 12 cm) haciendo posible la reducción del tiempo necesario para quemar la caña de bambú. El pedestal de apoyo permite graduarse horizontal y verticalmente, facilitando su ajuste a los diversos diámetros de bambú que deben de quemarse. Para ajustar la base es necesario aflojar los tornillos, ajustar la distancia a la que se desea el quemador y apretar de nuevo para asegurar la antorcha.

- ESTACIÓN DE QUEMADO/ ANTORCHA BLUE STAR



Esta segunda opción para la antorcha, propone dos puntos de ajuste y apoyo a diferencia de la anterior, esto con el propósito de asegurar aún más el quemador a su base. Sin embargo, esta propuesta utiliza una mayor cantidad de material y pasos de producción y por lo tanto más costosa de producir y además, más complicada de ajustar.

4.5 Pruebas de sistema de quemado

Previo a evaluar cada una de las propuestas desarrolladas, se han puesto a prueba los siguientes sistemas de quemado:

- Soplete de gas propano
- Antorcha de gas propano BLUE STAR

Este estudio tiene como propósito determinar cual será el más indicado para utilizar en la propuesta final del modelo de solución. Para esto se ha analizado lo siguiente:

- Intensidad del soplete
- Distancia entre el bambú y el soplete
- Área de quemado del soplete
- Tonalidades obtenidas
- Errores de quemado
- Condiciones del ambiente
- Muestras de los resultados obtenidos

A continuación se presentan cada una de las pruebas realizadas.

4.5.1 Primera prueba de quemado:

Para esta prueba se han utilizado varias herramientas para mejorar las condiciones del área de trabajo durante el quemado del bambú (tabla 14), con el propósito de determinar las necesarias para afinar la técnica y resultados del quemado.

PRUEBA DE QUEMADO No. 1	
TIPO:	MANUAL
HERRAMIENTAS:	<ul style="list-style-type: none">• SOPLETE DE GAS PROPANO• ENCENDEDOR• BANCO• PRENSA DE BANCO• TALADRO• CINTA MÉTRICA
FUENTE DE ENERGÍA:	GAS PROPANO, CILINDRO DE CIEN LIBRAS.

Tabla 14. Ficha técnica de la primera prueba de quemado. **Fuente:** Elaboración propia

– Descripción de proceso de quemado



Imagen 115. Vara de bambú colocada y asegurada al banco de trabajo. **Fuente:** propia.

Para realizar la prueba de quemado se ha utilizado una vara de bambú (seca) de 2 metros de largo y 3 1/2 pulgadas de diámetro, previo a ser quemada es colocada sobre el banco de trabajo y asegurada utilizando las prensas de banco en cada uno de sus extremos (imagen 115).

La herramienta utilizada para la aplicación del quemado es un soplete de gas propano (imagen 116.1, 117) conectado a un tanque de 100 libras de gas, para su ignición se ha utilizado un encendedor desechable (imagen 116.2).

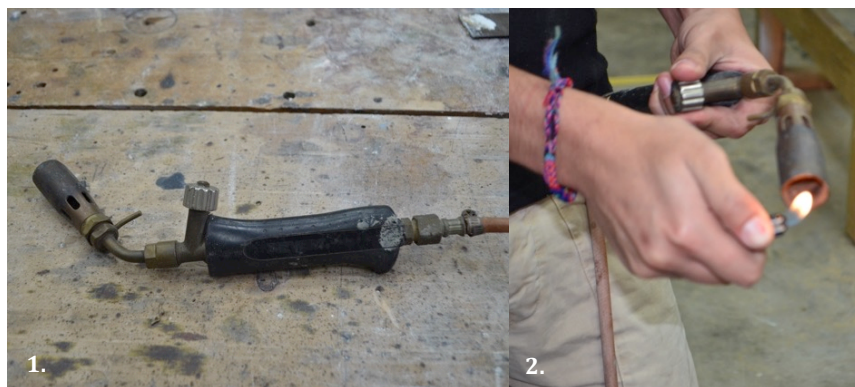


Imagen 116. 1- Soplete de gas propano utilizado. 2- Encendido del soplete utilizando un encendedor desechable. **Fuente:** propia.

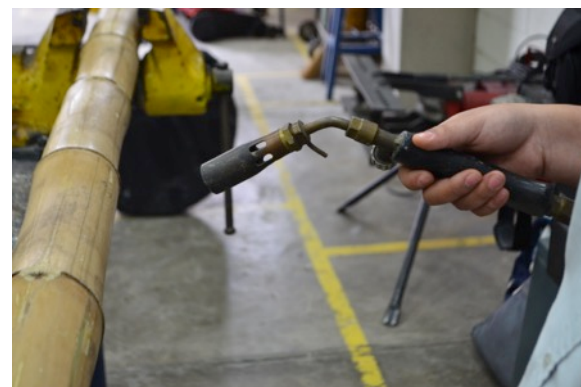


Imagen 117. Persona sosteniendo el soplete antes de prenderse. **Fuente:** propia.

- **Paso No. 1: Perforado de vara**

Previo a comenzar el proceso de quemado, la vara debe de perforarse para evitar que esta se raje al calentarse por la aplicación de la llama directa. En este caso se han perforado todos los anillos de la caña utilizando un taladro eléctrico (imagen 118).

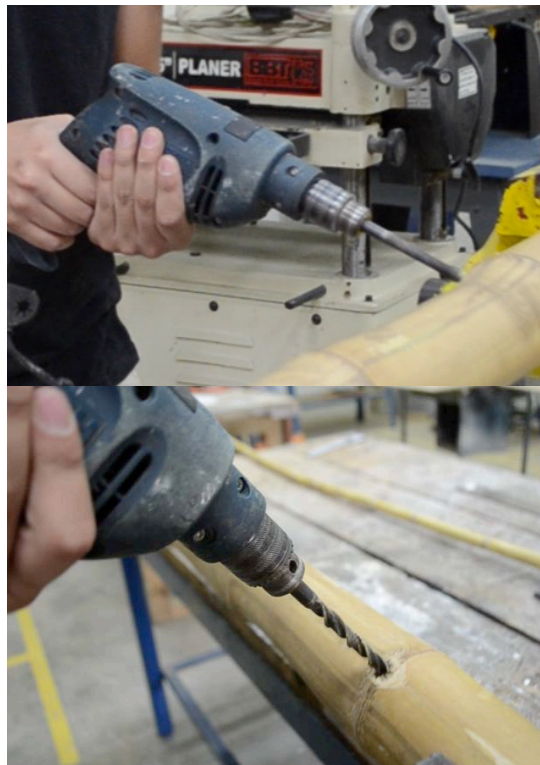


Imagen 118. Perforado de anillos de vara de bambú.
Fuente: propia.

- **Paso No. 2: Preparación para comenzar el quemado**

Una vez perforada, el soplete de gas propano se enciende y es graduado a intensidad media y luego direccionado hacia el bambú, el cual se encuentra apoyado dentro de las prensas sin apretarlo permitiendo girarlo a medida que se aplica el quemado (imagen 119).



Imagen 119. Vara de bambú colocada sobre las prensas. **Fuente:** propia.

▪ Paso No. 3: Quemado de bambú

Una vez encendido el soplete comienza la aplicación del quemado, durante la primera fase de la prueba este es aplicado tratando de mantener la distancia entre el bambú y el soplete en el rango de 4 1/2 y 3 1/2 pulgadas con el propósito de obtener un acabado uniforme.

- Primera fase

El quemado se ha aplicado utilizando el método actual con la diferencia de que la vara esta apoyada y asegurada en las prensas y a una mayor altura a diferencia de las condiciones actuales (descritas en el brief), lo que ayuda a mejorar la visibilidad y comodidad de quien lo aplica (imagen 120).

Sin embargo, se utilizó la misma técnica de quemado que la actual el cual consiste en quemar por segmentos la circunferencia entera del bambú y fundiéndole con el siguiente para lograr obtener una superficie uniforme.

Al haber alterado la altura y forma de apoyo del bambú durante su quemado, se ha conseguido reducir la cantidad de posiciones y posiciones forzadas utilizadas durante este, además, facilita el giro manual, se reduce el riesgo de accidentes y aumenta el grado de concentración del operario sobre los resultados del quemado; lo cual representa una mejora en el proceso.



Imagen 120. 1- Medida de distancia entre el soplete y la vara de bambú 2- Quemado de vara de bambú, frontal. 3- Quemado de vara de bambú, lateral. **Fuente:** propia.

- Segunda fase

A diferencia de la anterior, en esta el soplete de gas se mantuvo apoyado en una caña de bambú de menor diámetro paralela a la que esta quemando con el propósito de asegurar que la distancia entre el soplete y la vara a quemar sea siempre la misma (imagen 121), a diferencia de la primera fase donde era sostenida en el aire lo cual permitía que esta variara.

El giro de la vara y aplicación del quemado se mantienen de la misma manera a la fase anterior, sin embargo a diferencia de este el mantener el tono de quemado es más fácil de lograr ya que en este caso ya solo depende de mantener la velocidad del giro constante, fundir correctamente los

anillos quemados y no sobreexponer el bambú al fuego para evitar y minimizar manchas de quemado en el bambú.

Al sostener el soplete sobre la vara, no solo facilita el proceso de quemado, también reduce la fatiga sobre el brazo que lo sostiene ya que su peso descansa principalmente sobre la vara de bambú (de menor diámetro, imagen 121.3). Esto permite que el operario utilice su fuerza y concentración en mantener el giro constante y prestar mayor atención a los resultados del quemado.



Imagen 121. 1- Medida de distancia entre el soplete y la vara de bambú 2- Quemado de vara de bambú, lateral izquierdo. 3- Quemado de vara de bambú, lateral derecho. **Fuente:** propia.

▪ Resultados de la prueba



Imagen 122. Muestras de bambú quemado de la primera prueba, primera y segunda fase. Fuente: propia.

- Análisis de muestras de quemado

En este apartado se presenta el análisis de las muestras obtenidas en la primera prueba de quemado, primera y segunda fase, por motivos prácticos la vara fue seccionada en culmos.

La primer muestra (muestra 0, imagen 123) se conservó en estado natural para ser utilizada como referencia.

○ MUESTRA 1

El primer anillo de quemado (de izq. a der.) y también el más oscuro en el culmo fue aplicado para definir el área de quemado que logra abarcar el soplete al estar entre las 4 1/2 y 3 1/2 pulgadas de distancia. El área total de quemado es de:

4.5 cm de ancho,

difuminándose al llegar a los extremos.

MUESTRA 0



MUESTRA 1



PRIMERA FASE

Imagen 123. Muestras de bambú quemado, 0 y 1. **Fuente:** propia.

En el resto del culmo se intenta mantener un tono uniforme aunque con algunas manchas más oscuras y espacios más claros.

- MUESTRA 2

Esta exhibe un tono disparejo en toda su superficie siendo en un extremo más oscuro y cubierto que el otro, además presenta una mancha en el centro de gran tamaño y de color negro, lo cual significa que en esa parte se pudo o no haber carbonizado la superficie del bambú en esa parte.

- MUESTRA 3

Al igual que la anterior, el quemado es disparejo en todo el culmo y con manchas más oscuras, áreas sin quemar, rayones desgastados y partes levemente carbonizadas.

MUESTRA 2



MUESTRA 3



Imagen 124. Muestras de bambú quemado, 2 y 3. **Fuente:** propia.

- MUESTRA 4 y 5

El quemado es disparejo en ambos culmos pero el tono general de las piezas es distinto, siendo el de la muestra 4 más oscuro al de la muestra 5. Ninguno presenta rayones lo cual puede deberse a que estos se encontraban ubicados en la parte media de la vara, la cual tenía poco o ningún contacto con las prensas de banco.

En la muestra 5 puede observarse un anillo más oscuro al resto del culmo, aplicado así para definir: a) área mínima de quemado y b) distancia máxima de alejamiento, estas son:

a) 2.5 cm de ancho

b) 5 1/2 – 6 de alejamiento

- MUESTRA 6 y 7

Estas ya corresponden a las obtenidas en la segunda fase de la prueba, el tono de quemado general en ambas se mantiene similar y con menos manchas y anillos mejor fundidos, logrando una mejora en el quemado en comparación con las obtenidas en la primera fase.



Imagen 125. Muestras de bambú quemado, 4 - 7. **Fuente:** propia.

○ MUESTRAS 8 – 11

El tono general de quemado se logra mantener similar en los culmos durante la segunda fase y una evidente reducción en la cantidad de manchas de diferentes tonos en sus superficies (muestras 8 – 11), sin embargo todavía aparecen manchas oscuras de gran tamaño en algunas de ellas (muestras 8 y 9).

En las muestras 9 y 10 reaparecen las marcas provocadas por el contacto con la prensa al girar la caña durante todo el proceso, algo usual en los culmos ubicados en los extremos de esta.

A continuación se presentan las conclusiones obtenidos a partir de la observación del proceso y análisis de los resultados de esta prueba.



Imagen 126. Muestras de bambú quemado, 8 - 11. **Fuente:** propia.

▪ **Conclusiones**

1. Aplicar el quemado de bambú dentro de un ambiente controlado y equipado con lo necesario facilita el proceso y la obtención de mejores resultados.
2. A medida que menos factores dependen del rendimiento de quien aplica el quemado, la calidad del proceso comienza a depender menos de su habilidad y más en las herramientas y/o tecnología que se posee.
3. Uno de los factores principales que restringen al proceso es la limitada área de quemado del soplete, la cual aumenta la cantidad de tiempo requerido para quemar una vara de bambú, incrementando a media que el diámetro del bambú que se desee quemar también lo haga.
4. Como equipo de seguridad únicamente fueron utilizados guantes para herrería, sin embargo se descartó su uso por los siguientes motivos:
 - Dificultaban el apagado y encendido del soplete y la manipulación de las válvulas.
 - El bambú resbalaba de la mano al girarlo con mayor facilidad al tener guante que al no tenerlo, provocando mayor posibilidad de quemaduras y acabo disparejo.
5. Es importante encontrar el equipo de seguridad necesario y adecuado para garantizar la seguridad e integridad física del operario y mejorar su rendimiento y la calidad de los resultados.

4.5.2 Segunda prueba de quemado:

Para esta prueba se han utilizado distintas herramientas a las de la prueba anterior con el fin de mejorar las condiciones del área de trabajo (tabla 15) y determinar las necesarias para afinar la técnica y resultados del quemado.

PRUEBA DE QUEMADO No. 2	
TIPO:	SEMI-MANUAL
HERRAMIENTAS:	<ul style="list-style-type: none">• ANTORCHA BLUE STAR• CHISPEADOR• RIELES METALICOS• CABLE DE ACERO• NUDO DE CABLE• CINTA MÉTRICA• BURROS MECÁNICOS• BASE PLÁSTICA ENROLLABLE CON MANIVELA
FUENTE DE ENERGÍA:	GAS PROPANO, CILINDRO DE TREINTA Y CINCO LIBRAS.

Tabla 15. Ficha técnica de la primera prueba de quemado. **Fuente:** Elaboración propia

– Descripción de proceso de quemado

Para esta prueba el espacio de trabajo fue manipulado y diseñado para mejorarlo en comparación al estudio anterior, por consiguiente se tomaron las siguientes medidas:

- Utilización de antorcha de gas en lugar de un soplete, apoyado totalmente sobre burros mecánicos.
- Replanteado del método de quemado: pasando de anillos a franjas horizontales.
- El bambú será halado, no girado, sobre rieles metálicos.
- Se utilizará un mecanismo de manivela y rodo para halar del bambú.

En resumen, en esta prueba la intervención del operario dentro del proceso de quemado se reduce únicamente a controlar partes del sistema para quemar el bambú a diferencia de la prueba anterior.

– **Descripción de sistema**

El mecanismo utilizado en esta prueba esta conformado por los siguientes sistemas:

- a) Sistema de quemado
- b) Sistema de alineado y apoyo
- c) Sistema de enrollado

El funcionamiento integrado de los tres sistemas se basa en la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} & \textit{Velocidad Constante} + \textit{Distancia Uniforme} \\ & = \\ & \textit{Quemado Uniforme} \end{aligned}$$

La fórmula expuesta plantea que para obtener un *Quemado Uniforme* es necesario que la vara de bambú mantenga una *Velocidad Constante* al ser halado y una *Distancia Uniforme* entre esta y el sistema de quemado. A continuación se presenta la descripción de cada uno de los sistemas utilizados.

a) Sistema de quemado



Imagen 127. Antorcha de gas – *BLUE STAR* apoyada y asegurada a burros mecánicos. **Fuente:** propia.

El sistema de quemado esta formado por:

- Kit de Antorcha de gas propano - *BLUE STAR*
- Cilindro de 35 lb de gas propano
- Dos burros mecánicos

La antorcha se encuentra fijada y apoyada a los dos burros mecánicos (imagen 127) con el fin de mantener la uniforme la distancia entre esta y el bambú. Los burros pueden ser graduados verticalmente si fuera necesario ajustar su altura, para acercar la antorcha al bambú estos solo deben ser halados a lo posición deseada.

b) Sistema de alineado y apoyo

El sistema de alineado y apoyo se compone por dos rieles metálicos colocados uno frente al otro dejando un espacio de 30 cm. entre ambos y descansando sobre dos hileras de ladrillos, los cuales servirán de base y guía al halar del bambú para su quemado (imágenes 128 y 129).



Imagen 128. Riel metálico apoyado sobre ladrillos y bambú de vara colocado en su punto de partida. **Fuente:** propia.



Imagen 129. 1- Sistema de apoyo y alineado completo. 2- Segundo riel metálico que conforma el sistema. **Fuente:** propia.

c) Sistema de enrollado

El mecanismo de enrollado es integrado por una base plástica que se utiliza para enroscar mangueras de jardín y un cable metálico sujeto a esta por medio de un nudo de cable, el cual será enredado en la misma (imagen 130).



Imagen 130. Base plástica que integra el sistema de enrollado. **Fuente:** propia.

– Descripción de proceso de quemado

Para la ejecución de esta prueba han sido utilizadas cañas de entre 90 – 160 cm. de largo y 2 ½ - 5 pulg. de diámetro, a diferencia de las cañas utilizadas en la primera prueba, las perforaciones de los anillos se encuentran en el interior de las varas por lo que ya no es necesario realizarlas.

Asimismo, el soplete de gas ha sido reemplazado por una antorcha de mayor tamaño con el propósito de incrementar el área de quemado, y por consiguiente, reducir el tiempo necesario para quemar el bambú en su totalidad.

A continuación se describe por pasos el proceso de quemado utilizado en esta prueba.

- **Paso No. 1: Perforado de vara**

Para halar la vara de bambú es necesario perforar orificios en un extremo de esta y así poder sujetar el cable a la misma (imagen 131). Los orificios se reparten a lo largo de la circunferencia del bambú separados por intervalos de 8 a 10 cm. dependiendo del diámetro de la caña, la cantidad de orificios también varia según el ancho de esta.



Imagen 131. Detalle de orificio y amarre de cable. **Fuente:** propia.

- **Paso No. 2: Preparación para comenzar el quemado**

Antes de comenzar el proceso de quemado debe de cerciorarse que todos los elementos del sistema estén colocados correctamente y funcionen sin ningún problema, una vez verificado el funcionamiento del sistema se procede a colocar la vara de bambú en el carril de salida (carril derecho, imagen 132) y puede comenzar el quemado del bambú.



Imagen 132. Detalle de orificio y amarre de cable. **Fuente:** propia.

- **Paso No. 3: Quemado de bambú**

El primer paso del proceso es el encendido y graduación de la antorcha (imagen 133), una vez encendida el operario se dirige a el sistema de enrollado y comienza a halar el bambú (segundo paso), el cual es quemado a medida que pasa frente a la llama de la antorcha (imágenes 135 - 137).



Imagen 133. Secuencia de encendido de antorcha. **Fuente:** propia.

Una vez aplicada la primera franja del quemado, la antorcha debe de apagarse y cambiar el cable al siguiente orificio, una vez asegurado el proceso se repite las veces necesarias hasta que la vara este quemada en su totalidad (imágenes 134 - 136), la cantidad varía según el diámetro del bambú que esta siendo quemado. Por ejemplo, para una vara de 2 ½ pulgadas de diámetro se necesitan de 3 a 4 franjas de quemado, mientras que para una de 5 pulgadas de diámetro son necesarias de 6 a 8 franjas.



Imagen 135. Segundo paso de secuencia de quemado. **Fuente:** propia.



Imagen 134. Primer paso de secuencia de quemado. **Fuente:** propia.



Imagen 136. Tercer paso de secuencia de quemado. **Fuente:** propia.

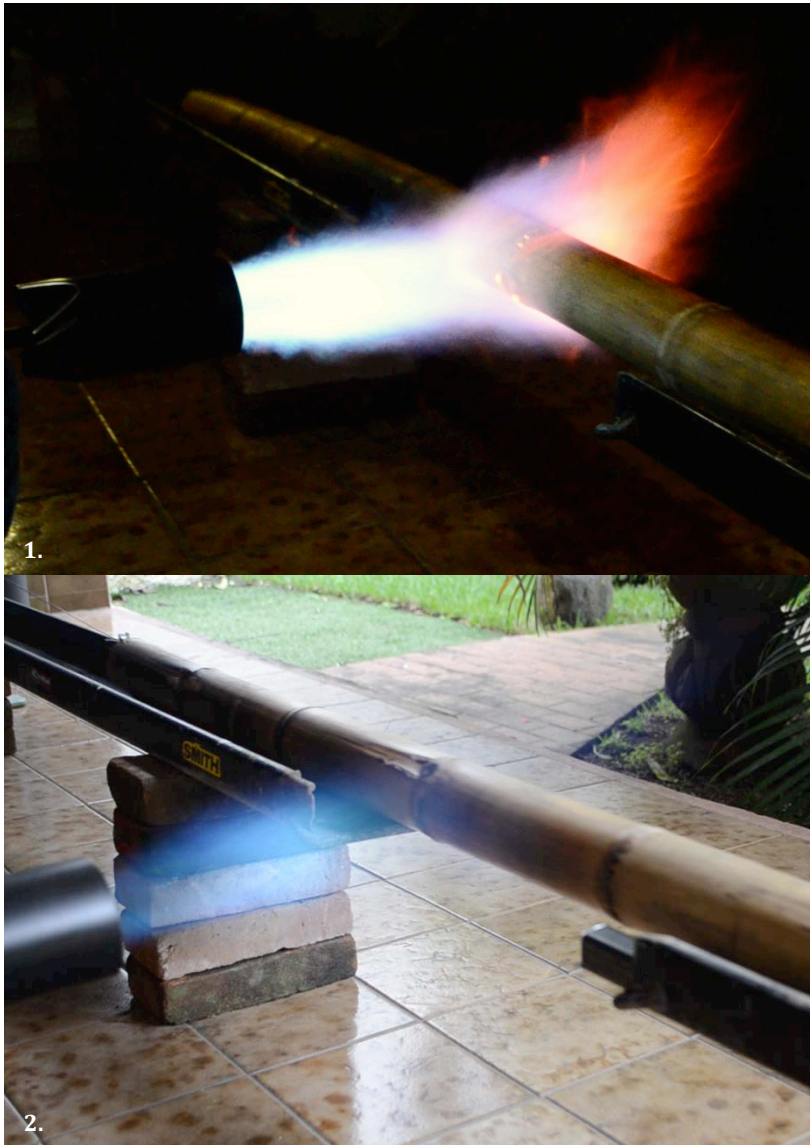


Imagen 137. 1- Antorcha colocada a distancia corta, aplicado de noche. 2- Antorcha colocada a distancia media, aplicación de día **Fuente:** propia.

Para obtener distintas tonalidades de quemado utilizando este sistema, solamente se debe alejar (tonos claros) o acercar (tonos oscuros) la antorcha del bambú. La distancia máxima que puede estar alejada la antorcha es de 40 cm. y la mínima de 20 a 15 centímetros. En cuanto a la velocidad, se ha determinado que debe ser de 45 a 50 rpm, si esta por encima de estas cifras la llama pierde efecto sobre el bambú y si es muy lenta el mismo es sobre-expuesto, carbonizando la superficie del bambú.

La franja de quemado tiene un grosor de 2 ½ pulgadas, más un segmento de ½ pulgada en cada extremo de la franja en el cual el quemado va difuminándose hasta no ser visible. Para que un quemado sea considerado bueno utilizando este sistema, las franjas deben estar fundidas correctamente y la unión ser casi imperceptible a simple vista.

Otro factor que debe resaltarse, es que la llama de la antorcha es menos perceptible a la vista durante el día, por lo que debe tenerse más cuidado al trabajar a esas horas; mientras que en la noche, el alcance de la llama se define con mayor facilidad (imagen 137).

▪ Resultados de la prueba



- TONOS CLAROS
- TONOS MEDIOS
- TONOS OSCUROS
- ERRORES DE QUEMADO

Imagen 138. Muestras de bambú quemado de la segunda prueba. Fuente: propia.

- **Análisis de muestras de quemado**

En este apartado se presenta el estudio de las muestras obtenidas en la segunda prueba de quemado, por motivos prácticos las varas fueron fotografiadas por secciones.

o **TONOS CLAROS**

Aquí se presentan las muestras en las que se obtuvo los tonos más ligeros de quemado, para conseguirlos la antorcha fue colocada a 15 cm. del bambú a una velocidad de entre 30 a 45 rpm.

En las muestras de la *A* a la *E*, puede observarse partes en las cuales el quemado es más oscuro al tono general de cada una de ellas, esto se debe a la variabilidad de velocidad que permitía el mecanismo de enrollado; siendo más notorio en las muestras *A*, *B*, *C* y *D*, en las cuales se deseaba obtener tonos claros uniformes. La muestra *E* ya presenta un tono de quemado más oscuro en comparación con el resto, en esta la reducción de velocidad fue intencional para lograr obtener un tono más oscuro dentro de la misma paleta.

MUESTRA A



MUESTRA B



MUESTRA C



MUESTRA D



MUESTRA E



TONOS CLAROS

Imagen 139. Muestras de bambú quemado, *A* – *E*. **Fuente:** propia.



MUESTRA F



MUESTRA G



MUESTRA H



MUESTRA I



MUESTRA J

○ TONOS MEDIOS

Este grupo presenta los tonos medios de quemado conseguidos en esta prueba. Para esta, se mantuvo la velocidad utilizada para los tonos anteriores y la antorcha colocada a 10 cm. (cinco cm. más cerca que las tonalidades previas).

Todas las muestras presentan un color más intenso en el centro, esto se debe a la forma circular del bambú que hace que esta parte este más cerca de la llama (siempre), en los tonos claros sucede lo mismo sin embargo es menos notorio por se un quemado más ligero.

La muestras *F* y *J* (imagen 140) son las mejor quemadas del grupo, presentando un tono uniforme en comparación con el resto. En las demás muestras (*G*, *H*, *I*, imagen 140) el quemado presenta franjas verticales de tono irregular provocadas por la variación de velocidad en el halado de la vara, defecto que presenta el sistema de enrollado utilizado. Los dos defectos que presenta el sistema (color más intenso en el centro y franjas irregulares) pueden ser evitados o minimizados manteniendo la velocidad del enrollado uniforme durante el quemado de cada franja.

Imagen 140. Muestras de bambú quemado, *F* – *J*. **Fuente:** propia.

○ TONOS OSCUROS

Este conjunto agrupa las muestras con las tonalidades más oscuras de toda la prueba, para obtenerlas se mantuvo la misma distancia que los anteriores (10 cm.) a una velocidad de entre 30 a 25 rpm., más lenta en comparación con los otros.

Estos son los tonos que se consiguen antes de carbonizar las superficie del bambú por completo, sobrepasarlos provoca que la cáscara de este se debilite y desprenda de la caña dejando la fibra expuesta. Cabe resaltar que en estos matices es más fácil de mantener la uniformidad del quemado ya que los errores son menos perceptibles (visualmente) en estas tonalidades.

La muestra K es el tono más claro dentro de estos, el cual presenta el mismo error de variación de velocidad en su quemado, a partir de la muestra L comienzan a ser menos notorios estos tipos de errores. En la muestra N y Ñ se pueden observar los dos tonos más oscuros que pueden obtenerse antes de carbonizar la cáscara exterior, consiguiendo en la primera un color café intenso y en la segunda un tono cercano al negro.

MUESTRA K



MUESTRA L



MUESTRA M



MUESTRA N



MUESTRA Ñ



TONOS OSCUROS

Imagen 141. Muestras de bambú quemado, K – Ñ. **Fuente:** propia.



Imagen 142. Muestras de bambú quemado, O – S. Fuente: propia.

○ ERRORES DE QUEMADO

El error más recurrente utilizando este sistema es el desfase de las franjas de quemado, el cual consiste en un espacio sin quemar entre cada una de ellas afectando la uniformidad del acabado y por ende su calidad. Este puede presentarse de diversas formas:

- **Franja del mismo grosor:** una línea sin quemado del mismo ancho a lo largo de toda la vara, muestras *P* y *Q* (imagen 142).
- **Franja irregular:** línea sin quemado que puede reducir o aumentar su tamaño (variablemente) en toda la vara, muestras *R* y *S* (imagen 142).

La muestra *T* (imagen 143) y el extremo derecho de la *S* (imagen 142), presentan los ejemplos más cercanos de la forma correcta de unión entre ambas franjas de quemado. La cual debe de ser prácticamente imperceptible a simple vista.



Imagen 143. Muestras de bambú quemado *T*. Fuente: propia.

En la muestra *L* (imagen 141) puede observarse un error importante que presento el sistema utilizado. Al halar de la vara (algunas veces) esta giraba sobre su eje durante la acción provocando que la franja de quemado no sea recta, dificultando la unión con la siguiente franja de quemado y tener que desechar (posiblemente) la vara.

La muestra *O* (imagen 142) fue quemada hasta carbonizar la superficie del bambú con el propósito de determinar el área de quemado de la antorcha (presentado anteriormente en la descripción y la resistencia del bambú a la sobreexposición de fuego directa. Como se expuso anteriormente, la cáscara carbonizada se desprende dejando expuesta la fibra del bambú, la cual queda con un color café-grisáceo, el daño causado no sobrepasa esta capa (físicamente). Sin embargo, al dejar expuesta la fibra su descomposición es más rápida reduciendo el tiempo de vida de la misma, por lo que debe de evitarse llegar a este nivel.

- **Comparación de muestras de quemado de pruebas No. 1 y No. 2**

En esta sección se compararán las muestras de bambú obtenidas en ambas pruebas de quemado con el fin de analizar las diferencias en el resultado final de cada prueba y en base a esto seleccionar el sistema más eficiente. Los aspectos que serán examinados son:

- Uniformidad del quemado
- Errores de quemado
- Cantidad de tonos obtenibles

- Uniformidad del quemado

Una vara de bambú con quemado homogéneo tiene un valor estético y económico mayor comparada con la que posee uno inconstante, además las primeras son más apreciadas por los consumidores (de productos con este acabado). A continuación se analiza y contrasta el nivel de homogeneidad entre las muestras de ambas pruebas.

En el grupo de muestras de la primer prueba (imagen 144, color verde) es evidente la irregularidad del quemado en cada una de ellas, dificultando el poder determinar un tono específico en cada culmo debido al exceso de manchas.

En el grupo de la segunda prueba (imagen 144, color azul), el quemado es más regular en comparación con las muestras del primero. La cantidad de manchas se reducen (aunque no desaparecen) en toda la superficie permitiendo distinguir tonos concretos de quemado en cada muestra, representando una mejora sustancial en la calidad del acabado final en contraste con los resultados obtenidos en la primer prueba.



Imagen 144. Muestras de ambas pruebas de quemado. Fuente: propia.

– Errores de quemado

La siguiente sección esta dedicada al estudio y comparación de las equivocaciones de quemado observadas dentro de las dos pruebas realizadas.

Las manchas por sobreexposición son el tipo de error más recurrente en la primer prueba ya que se presentan en todas las muestras obtenidas. En la segunda prueba también están presentes este tipo de marcas, sin embargo su apariencia es distinta (por el cambio de sistema de quemado) y su cantidad menor a diferencia de las primeras muestras (imagen 145). En la primer prueba las manchas son circulares y/o en forma de anillo (vertical) y de diversas intensidades y tamaños, mientras que en la segunda prueba su apariencia es rectangular, lineal (horizontal) y de tonos constantes, pasando más desapercibidas a simple vista en contraste con las primeras.

Otro error constante en ambos estudios fueron los espacios dejados sin quemar o de diferente tonalidad, siendo más usual en el primero ambas faltas. En el segundo, estas partes se limitan a la unión entre franjas de quemado mantenido la uniformidad de la tonalidad de este.



PRIMERA PRUEBA



SEGUNDA PRUEBA

Imagen 145. Muestras de ambas pruebas de quemado. Fuente: propia.

– **Cantidad de tonos obtenibles**

Dentro de este apartado serán comparados el número de tonalidades que se obtuvieron en de cada prueba. Será tomado como tono de quemado aquella tonalidad que permanezca uniforme en el 50 % (como mínimo) de la sección de bambú quemada.

El color natural del bambú (antes de ser quemado, imagen 146) será utilizado como el punto de referencia para conseguir la gama de tonalidades obtenidas de ambas pruebas.

Nota: el tono natural de cada vara puede cambiar según su grado de humedad o su especie.



Imagen 146. Color del bambú antes de ser quemado. **Fuente:** propia.

○ **PALETA DE TONALIDADES: PRUEBA No. 1**

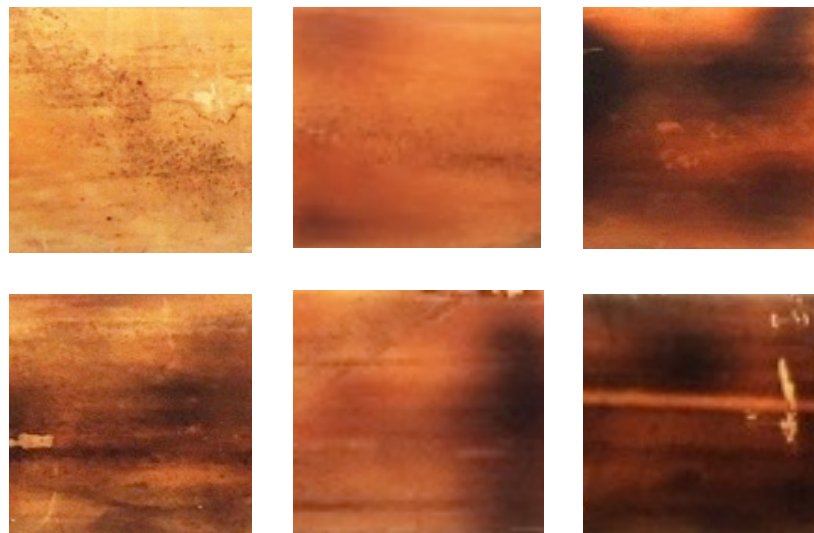


Imagen 147. Paleta de tonalidades, primera prueba. **Fuente:** propia.

En esta prueba se obtuvieron cinco tonos distintos de quemado (imagen 147). El reducido número conseguido se debe a que la mayoría de muestras obtenidas no cumplían con el parámetro de uniformidad, resultado de la mala calidad de quemado aplicada en este ensayo.

○ PALETA DE TONALIDADES: PRUEBA No. 2

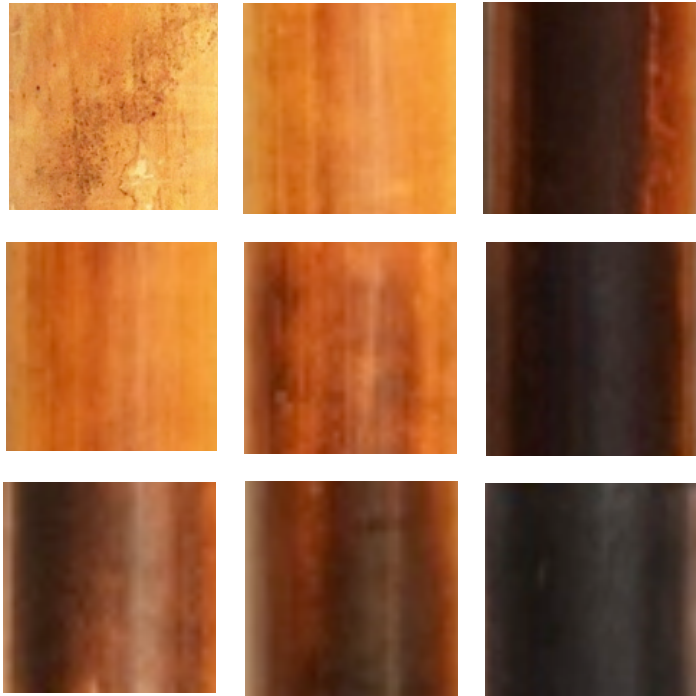


Imagen 148. Paleta de tonalidades, segunda prueba. **Fuente:** propia.

Ocho tonalidades distintas fueron obtenidas en esta prueba, tres matices más en comparación con el anterior (imagen 148). El incremento de la calidad del quemado y obtener mayor variedad de tonos es resultado de la creación del sistema semi-mecánico utilizado en este ensayo.

▪ **Conclusiones**

1. El sistema de quemado desarrollado en esta prueba ha mejorado notablemente las condiciones de aplicación del quemado de bambú y la calidad del resultado final, como consecuencia de la mínima intervención del operario dentro de este, comprobando lo expuesto en la segunda conclusión de la primera prueba. Lo cual ha sido verificado por medio de los resultados obtenidos en el análisis anterior.
2. En el mismo orden de ideas, es más fácil para alguien sin experiencia en el quemado de bambú poder obtener buenos resultados en un periodo corto de tiempo, en comparación con el proceso de aprendizaje del proceso manual.
3. El incremento del área de quemado, al intercambiar el soplete por la antorcha, ha permitido reducir el tiempo de quemado utilizado para la quema de bambú, en cualquier tamaño de diámetro que se desee.

4. Durante esta prueba también fueron utilizados guantes para herrería, sin embargo a diferencia de la primer prueba, estos eran necesarios para poder tomar la vara de bambú y manipularla durante todo el proceso. Debido a que este una vez quemado alcanza una alta temperatura en toda su superficie, lo cual puede provocar alta sensibilidad en la piel o quemaduras si se maneja con las manos descubiertas. Esto no solo se limita al bambú, también debe de manipularse con guantes todos los elementos que entren en contacto con la llama de la antorcha.
5. Además de los guantes, se ha logrado determinar por medio de esta prueba que igualmente es necesario utilizar:
 - Protección para los oídos: la antorcha produce un sonido estridente al estar encendida, siendo necesario utilizar tapones o protectores de cualquier tipo.
 - Vestimenta y calzado especial: requerido en el manual de uso de la antorcha.
6. El sistema de quemado desarrollado en esta prueba a demostrado ser una alternativa más eficiente en contraste con el aplicado manual del quemado.

4.6 Evaluación de propuestas

Una vez desarrolladas y analizadas cada una de las propuestas y pruebas realizadas, el paso a seguir es la evaluación de cada una de ellas con el propósito de deducir cuales son las mejores cualidades de cada una y cual representa la mejor solución para el proyecto.

Para este análisis, se utilizarán los requerimientos previamente establecidos para el desarrollo del proyecto como base del estudio, y así poder comprobar la manera en la que cada una de las propuestas cumple con cada uno de ellos.

El objetivo de esta etapa es seleccionar las mejores propuestas de material, mecanismos, sistema de quemado y diseño que conformaran el modelo de solución final.

4.7 Matriz de evaluación

Matriz de requerimientos / parámetros

Para facilitar la evaluación de las propuestas y comprensión de la misma, se han analizado por categorías tomando los requerimientos que le competen a cada una de ellas, algunos de los requerimientos no se presentarán en la evaluación ya que pueden integrarse a la solución final sin alterar su aspecto y/o desempeño.

Como escala de puntuación se utilizará la siguiente:

- **A** – Bueno
- **B** – Regular
- **C** - Deficiente

La propuesta vencedora de cada categoría será seleccionada analizando la cantidad de notas más altas que obtenga cada una, las ganadoras se encontraran resaltadas en cada tabla con verde.

- Evaluación de tubos para estructura y piezas

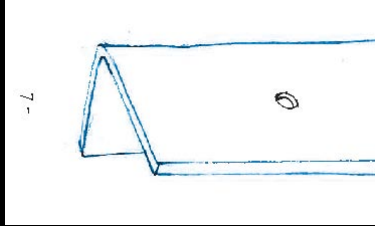
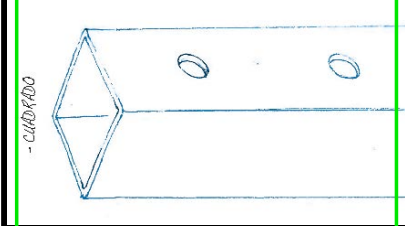
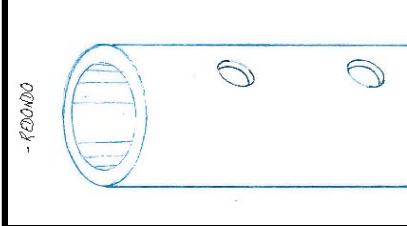
- Requerimiento/parámetro			
<p>B.1) Utilizar materiales que sean resistentes a la intemperie (corrosión, humedad, rayos UV, cambios de temperatura), a altas temperaturas (200 – 900 grados centígrados) y cargas mecánicas.</p>	B	A	A
<p>B.2) Debe ser producido con materiales existentes en Guatemala.</p>	A	A	A
<p>C.1) Estructura con uniones desmontables, facilitando su transporte y almacenamiento.</p>	B	A	C

Imagen 149. Matriz de evaluación, materiales. **Fuente:** propia.

- Evaluación de opciones de refuerzos de estructura

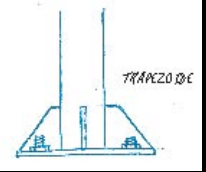

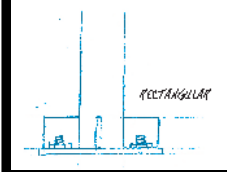
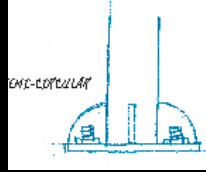
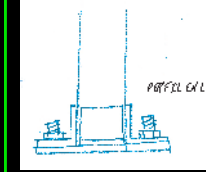
- Requerimiento/parámetro	 TRAPEZOIDAL	 TRIANGULAR	 RECTANGULAR	 EN U	 EN U CON PUNTA
B.1) Utilizar materiales que sean resistentes a la intemperie (corrosión, humedad, rayos UV, cambios de temperatura), a altas temperaturas (200 – 900 grados centígrados) y cargas mecánicas.	A	A	A	A	A
B.2) Debe ser producido con materiales y procesos existentes en Guatemala.	A	A	A	A	A
Emplear materiales regionales y herramientas de fácil obtención.	A	A	A	B	A

Imagen 150. Matriz de evaluación, refuerzos. Fuente: propia.

- Evaluación de sistemas de quemado

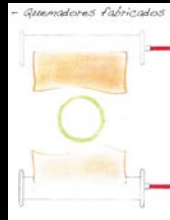

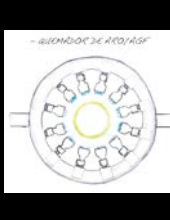
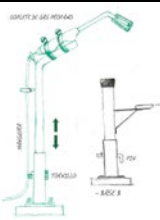
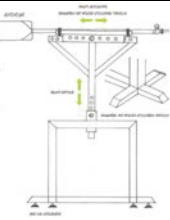

- Requerimiento/parámetro						
<p>A.1) Ser utilizable con distintos diámetros y longitudes de varas de bambú, de ½ pulg. - 8 pulg. y de 2 a 8 metros de largo</p>	A	A	A	A	A	A
<p>A.2) Reducir el tiempo de quemado por vara. Porcentaje que se pretende reducir: 40 %.</p>	C	B	A	C	B	B
<p>B.2) Debe ser producido con materiales y procesos existentes en Guatemala.</p>	B	C	C	A	A	A
<p>B.3) Estar alimentado por gas propano.</p>	A	A	A	A	A	A

Imagen 151. Matriz de evaluación, quemador. Fuente: propia.

- Evaluación de sistemas de alineado y mecánico

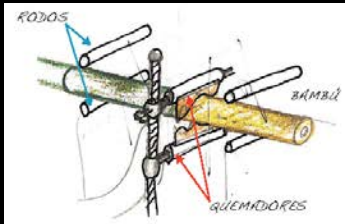
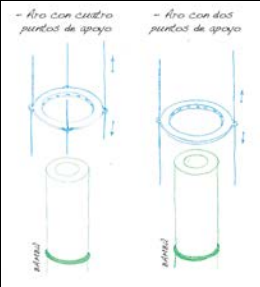
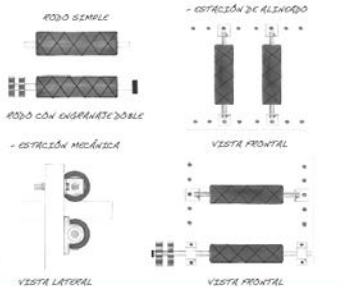
<p>- Requerimiento/parámetro</p> 			
<p>A.1) Ser utilizable con distintos diámetros y longitudes de varas de bambú, de ½ pulg. - 8 pulg. y de 2 a 8 metros de largo</p>	B	C	A
<p>A.2) Reducir el tiempo de quemado por vara. Porcentaje que se pretende reducir: 40 %.</p>	C	B	A
<p>B.1) Utilizar materiales que sean resistentes a la intemperie (corrosión, humedad, rayos UV, cambios de temperatura), a altas temperaturas (200 – 900 grados centígrados) y cargas mecánicas.</p>	A	B	A
<p>B.2) Debe ser producido con materiales y procesos existentes en Guatemala.</p>	A	A	A
<p>C.2) Estructura con uniones desmontables, facilitando su producción, transporte y almacenamiento.</p>	B	C	A

Imagen 152. Matriz de evaluación, alineado y mecánica. Fuente: propia.

- **Conclusiones**

- **Material para estructura y piezas**

El tubo cuadrado obtuvo la mejor calificación por la siguientes razones:

- Su forma facilita el acople entre la estructura de la maquinas y los rodamientos (chumaceras) que deberán de utilizarse.
- Aunque el precio comercial del perfil en L es menor en comparación con el tubo, este último es más resistente a la aplicación de cargas mecánicas.
- La producción de piezas con uniones desmontables es más simple al utilizar este material en comparación con el tubo redondo, por ejemplo.

- **Refuerzos de estructura**

En esta categoría la mayoría de opciones obtuvieron la misma ponderación, sin embargo los refuerzos fabricados con perfil en L, fueron escogidos por ser la alternativa que menos material y procesos de transformación requerían en contraste con las demás formas propuestas.

- **Sistemas de quemado**

Para poder definir la mejor opción dentro de este grupo fueron tomados en cuenta los siguientes factores: disponibilidad en el mercado local, valor, facilidad de reparación, mantenimiento y/o obtención de repuestos.

La mejor opción (industrialmente) de sistema de quemado es el quemador de aro AGF, pero al ser producido en EUA-NY, alto costo y tiempo de producción y envío (anexos), lo descalifica al no acoplarse a los objetivos y requerimientos del diseño; lo mismo ocurre con los quemadores tipo RIBBON también comercializados por la misma empresa. Los quemadores fabricados se consideran pocos seguros y no se recomienda su uso en sistemas semi-industriales e industriales, motivo por el cual fueron descartados.

El kit de antorcha BLUE-star y su estación fue la alternativa ganadora por ser la propuesta más viable como sistema de quemado, cumpliendo de mejor manera con los requerimientos y objetivos del proyecto, lo cual fue comprobado por medio de las pruebas presentadas en el apartado anterior.

– **Sistemas de alineado y mecánico**

El ganador de este grupo ha sido el sistema de estaciones presentado en la propuesta No. 3, el cual posee los elementos necesarios para mantener apoyado, alineado y desplazar el bambú. Proponiendo tres tipos de estaciones distintas (basadas en los sistemas de la segunda prueba) que cumplen con los requisitos formales y mecánicos requeridos, estas son:

- Estación de apoyo
- Estación de alineado
- Estación mecánica

Una vez determinadas las propuestas ganadoras de cada categoría, el siguiente paso en el proceso de diseño es el desarrollo de una propuesta integrada por las alternativas seleccionadas, presentado en la siguiente sección.

4.8 Evolución de propuesta

En esta etapa se ha desarrollado una propuesta partiendo de las resoluciones obtenidas en los análisis anteriores, para esto se han desarrollado maquetas volumétricas (debido a que el sistema ya fue probado) y perfiles a escala real. Con el propósito de evaluar y definir la forma y dimensiones finales de cada parte que integra el sistema. cuyos resultados y conclusiones se presentan seguidamente.

– **Perfiles**

Como primer paso del proceso, los perfiles frontales (preliminares) fueron dibujados, en una pared, a escala real utilizando cinta adhesiva. Este paso facilitó la definición de las medidas necesarias para el correcto funcionamiento del sistema e interacción con los usuarios. En la siguiente página se presentan las medidas generales de cada estación y fotografías de cada uno de los modelos con referencia humana.

- Fotografías de perfiles con referencia humana

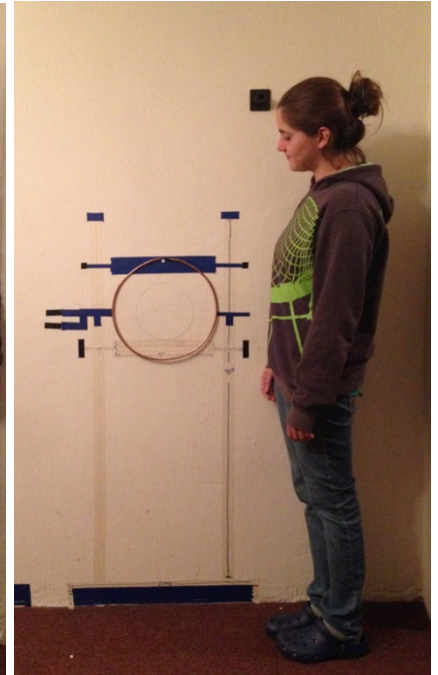
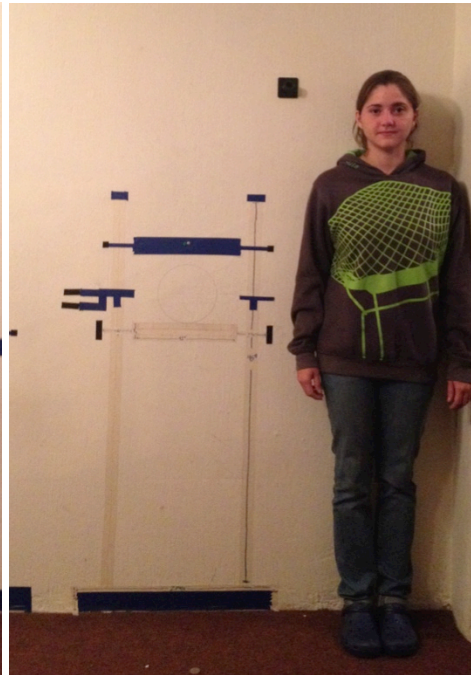
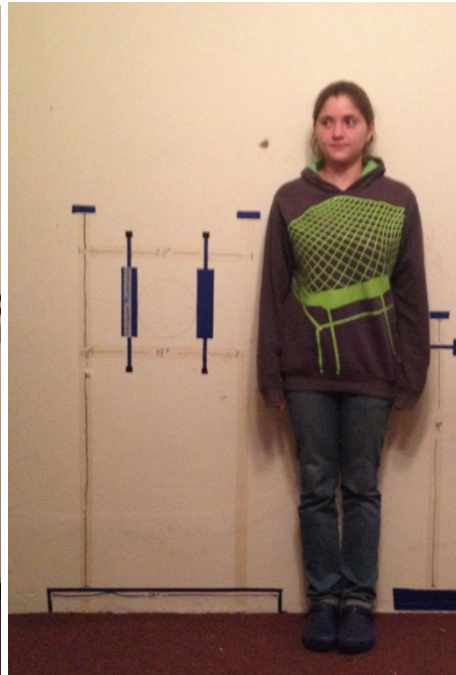


Imagen 153. Estación de apoyo. **Fuente:** propia. **Imagen 154.** Estación de alineado. **Fuente:** propia. **Imagen 155.** Estación mecánica, escala humana frontal y lateral. **Fuente:** propia.

○ **MEDIDAS GENERALES (CM)**

- ALTURA: 85.6
- ANCHO: 30.5

- ALTURA: 120.5
- ANCHO: 55

- ALTURA: 120.5
- ANCHO: 55

– Maquetas

Se elaboró un modelo por cada estación que integra el sistema con el propósito de definir las formas y proporciones finales de cada una de ellas. El tamaño de los rodos y tubos es a escala real (excepto el alto de las estaciones), lo cual permitió comprobar si las dimensiones respondían correctamente a los requerimientos formales y de función, simular el funcionamiento de los módulos en conjunto y analizarlo en busca de posibles fallas o mejoras que puedan encontrarse.

A continuación se describen cada uno de los modelos.



Imagen 156. Maquetas de cartón de las estaciones que conforman el sistema de quemado. **Fuente:** propia.

- **ESTACIÓN DE APOYO**

Este modelo proporcionará la altura y apoyo necesarios durante el quemado de las varas de bambú. Se conforma por las siguientes partes:

- Dos postes verticales con platinas reforzadas.
- Un refuerzo horizontal.
- Dos chumaceras de banco.
- Eje de 2 pulg. de diámetro y 12 pulg. de largo.

La caña de bambú será apoyada sobre las estaciones, en los ejes (específicamente) los cuales girarán a medida que esta avance, colocadas en uno de los extremos del sistema.

Por el tipo de función de este módulo la estructura de la máquina será de color amarillo, según los requerimientos de diseño.

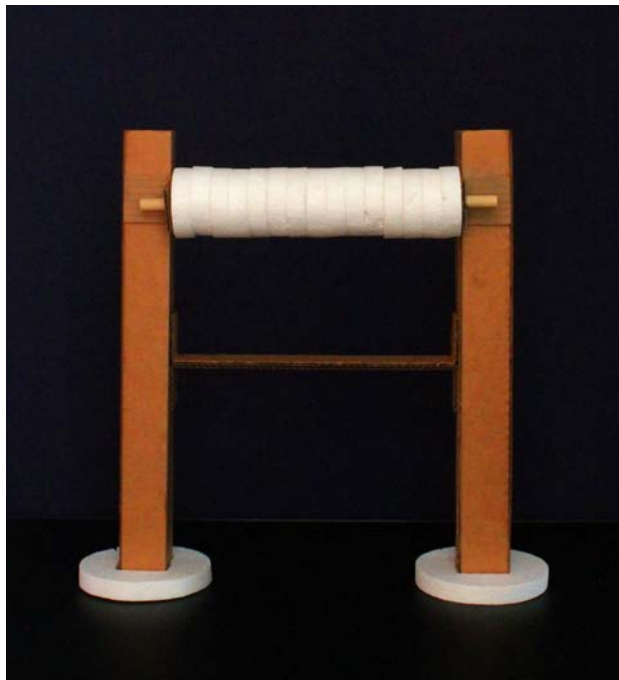


Imagen 157. Maqueta estación de apoyo, frontal. **Fuente:** propia.

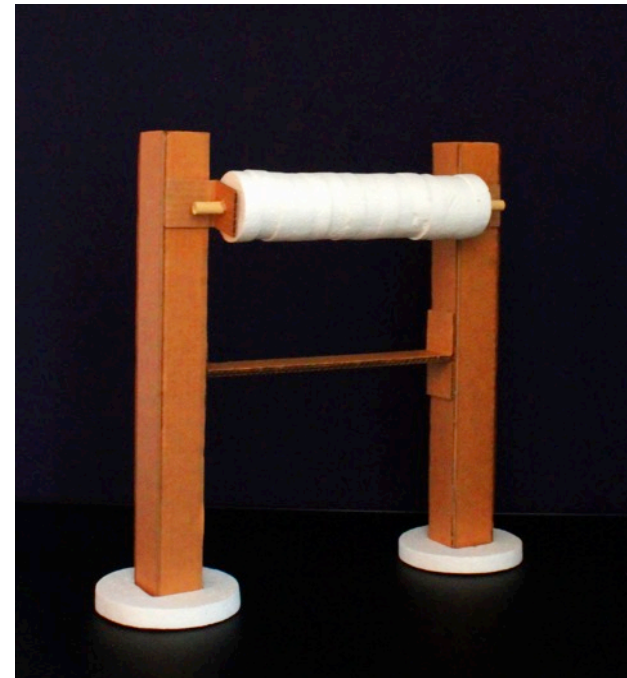


Imagen 158. Maqueta estación de apoyo, perspectiva. **Fuente:** propia.

- **ESTACIÓN MECÁNICA**

Esta se encargará de desplazar el bambú durante su quemado, se conforma por las siguientes partes:

- Dos postes verticales con platinas reforzadas.
- Un refuerzo horizontal.
- Dos chumaceras de banco.
- Dos chumaceras tensoras.
- Dos ejes de 2 pulg. de diámetro y 12 pulg. de largo.

El rodo superior será el encargado de transmitir el movimiento a la vara. Para esto el mismo contará con una manivela que será empleada manualmente por un operario. Cabe resaltar que esta puede ser fácilmente reemplazada por un motor eléctrico semi-industrial bifásico, mejorando el desempeño del sistema y calidad del quemado, sin embargo su costo elevado lo descartan como la mejor opción para cumplir con los requerimientos y objetivos del proyecto (pero si fuera de el).

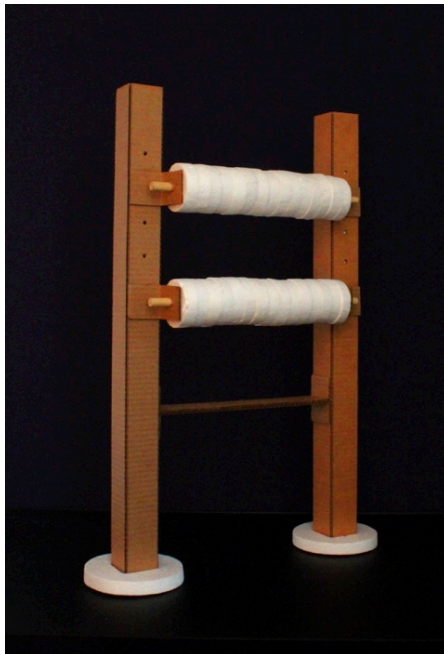


Imagen 159. Maqueta estación mecánica, perspectiva. **Fuente:** propia.

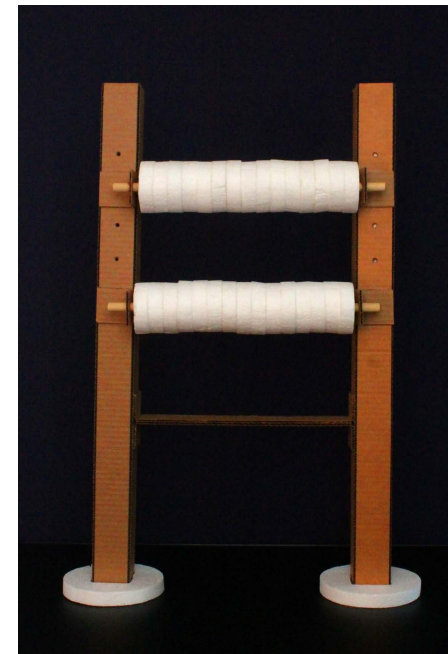


Imagen 160. Maqueta estación mecánica, frontal. **Fuente:** propia.

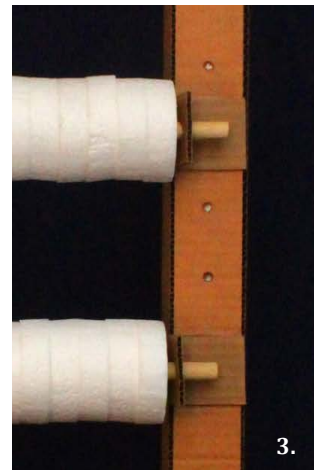
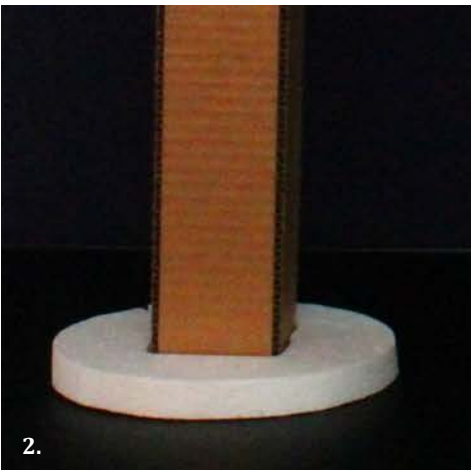
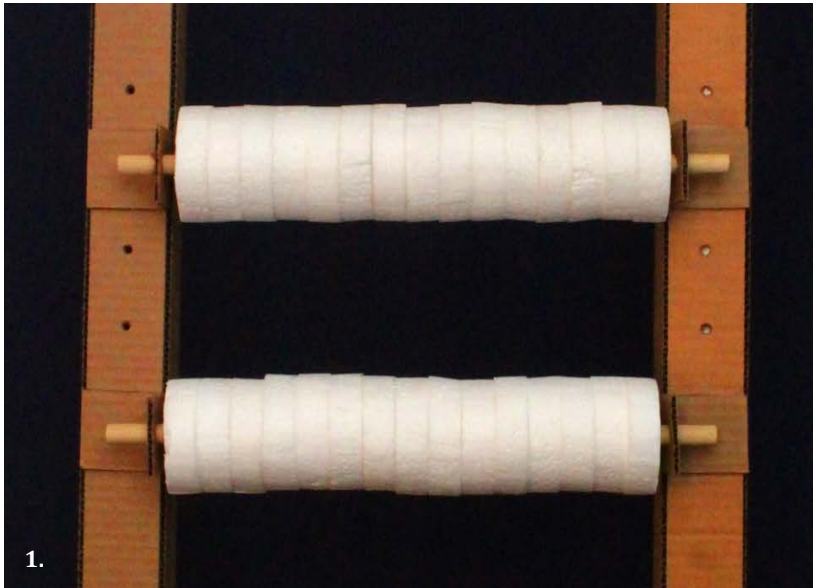


Imagen 161. Estación mecánica; 1- Detalle de rodos 2- Detalle de platina 3- Detalle de ejes y chumaceras. **Fuente:** propia.

La caña de bambú se moverá al entrar en contacto con ambos rodos, para que esto ocurra sin ningún problema es necesario que siempre la vara este bajo cierta cantidad de presión, ya que al presionarlo de más en lugar de desplazarlo este comienza a curvarse (lo cual no es el propósito del mecanismo). Debido a que el bambú es un material orgánico y por tanto irregular (en forma y tamaño), el rodo superior deberá de poder adaptarse a dicha variabilidad para poder desempeñar su función de manera correcta, para esto se propone un sistema de resortes y rieles que permitan tal acción (el cual será explicado más a detalle en la sección de materialización).

Por el tipo de función de este módulo la estructura de la máquina será de color naranja, según los requerimientos de diseño.

- **ESTACIÓN DE ALINEADO**

Este modelo se ocupa de mantener derecho el bambú durante su desplazamiento y quemado, factor de suma importancia para obtener un acabado de buena calidad. Esta se configura por las siguientes partes:

- Dos postes verticales con platinas reforzadas.
- Tres refuerzos horizontales.
- Cuatro chumaceras tensoras.
- Dos ejes de 2 pulg. de diámetro y 8 pulg. de largo.



Imagen 162. Maqueta estación de alineado, frontal. **Fuente:** propia.

Para poder mantener recta la caña de bambú, uno de los rodos se mantiene fijo mientras que el otro utilizará el mismo mecanismo planteado en la estación anterior (resortes y rieles), funcionando de la misma manera con la diferencia que en esta estación los rodos están dispuestos de forma vertical.

Esta estación igual que la anterior, debido a su funcionamiento, será de color naranja siguiendo los requerimientos de diseño.



Imagen 163. Maqueta estación de alineado, perspectiva. **Fuente:** propia.

- **ESTACIÓN DE QUEMADO**

Esta es la estación encargada de aplicar el quemado al bambú, conformada por las siguientes piezas:

- Antorcha de gas – *BLUE STAR*.
- Base ajustable horizontal, para colocar la antorcha.
- Base ajustable vertical, para nivelar la antorcha.
- Pedestal de base ajustable vertical con platinas reforzadas.



Imagen 157. Maqueta estación de quemado, lateral. **Fuente:** propia.

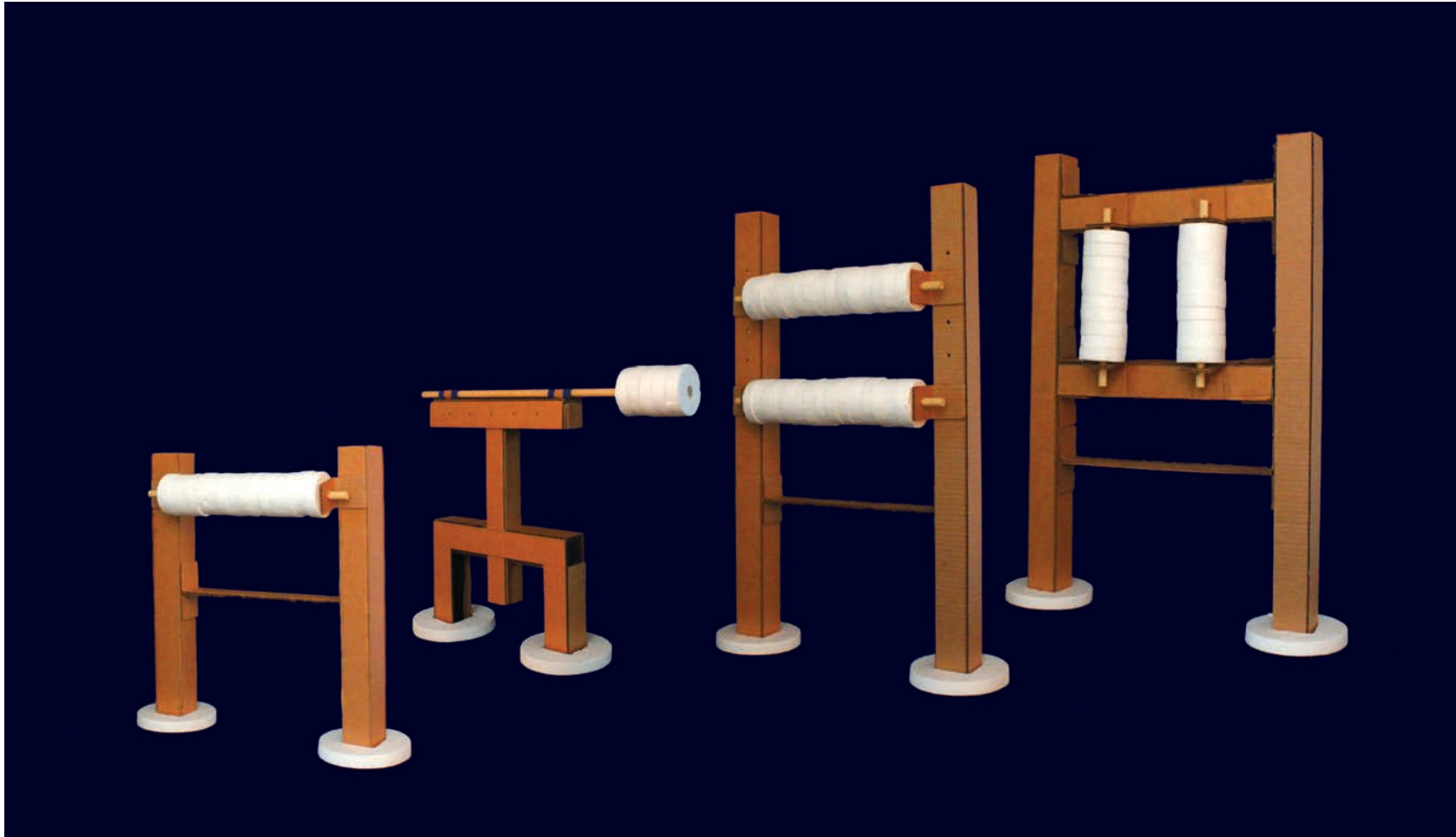
Las bases ajustables (vertical y horizontal) permiten adecuar la distancia entre la llama y el bambú, según el tono que se desee obtener y/o el diámetro de la vara.

Debido a su función, esta estación será de color rojo según los requerimientos de diseño.



Imagen 158. Maqueta estación de quemado, perspectiva. **Fuente:** propia.

- SISTEMA DE QUEMADO INTEGRADO



Una vez realizados los análisis y pruebas convenientes, se ha determinado que el modelo cumple con todas las características esenciales de funcionamiento, ergonomía, formales, estéticas y tecnológicas necesarias para aplicar el quemado de bambú de manera eficiente y segura. A continuación se describe con mayor detalle el modelo de solución desarrollado en esta etapa.

5. Materialización

5.1. Modelo de solución

El sistema fue desarrollado para conseguir un quemado uniforme en los distintos diámetros y largos de varas de bambú establecidos en los requerimientos, para lograrlo las cañas son transportadas a una velocidad constante y el quemador colocado a una distancia fija durante el proceso de quemado de cada una de ellas.

El modelo ha sido fabricado con materiales y acabados resistentes a los efectos de la intemperie, esto se debe a que el quemado se realiza al aire libre en la mayoría de talleres que lo aplican, haciendo necesario su utilización para poder garantizar y alargar el periodo de vida de la máquina de los materiales y sus componentes en esas condiciones.

La propuesta final se compone por cuatro modelos distintos de estaciones, cada una con una función específica dentro del nuevo sistema de quemado, estas son:

- Apoyo
- Alineado

- Quemado
- Mecánica

Para ser capaz de quemar los distintos tipos de varas fue necesario aplicar métodos de graduación en las estaciones de quemado, alineado y traslado; obteniendo la versatilidad necesaria para adaptarse a los distintos tipos de bambú.

A continuación se describen las características físicas y su desempeño de forma singular y en conjunto.

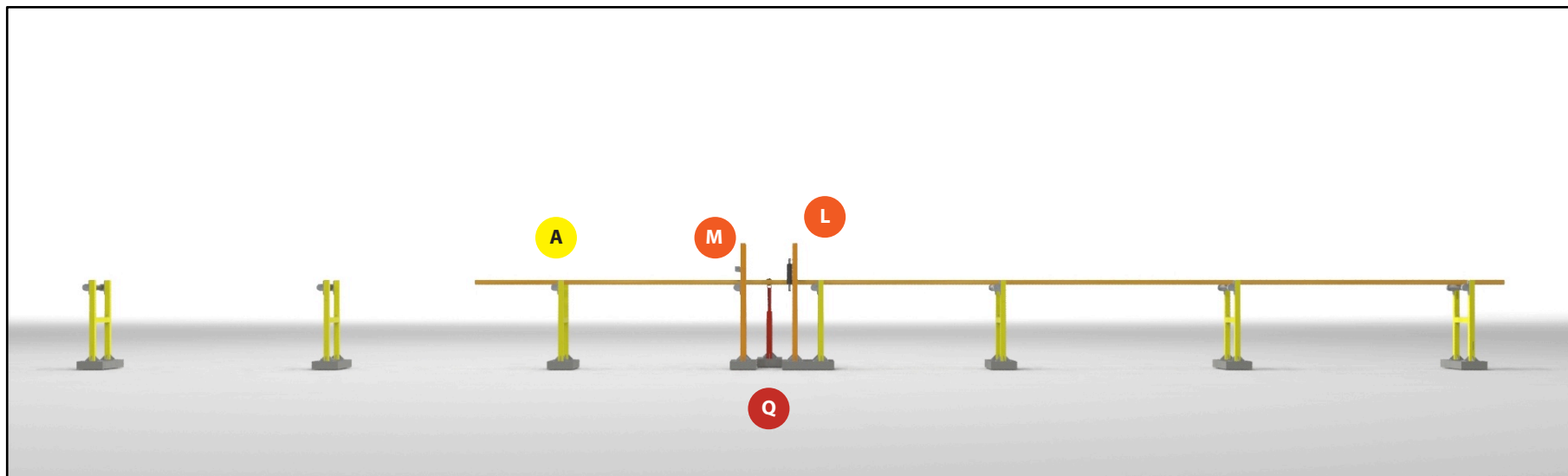


Imagen 160. Sistema completo de quemador de bambú. **Fuente:** propia.

La máquina esta conformada por 4 estaciones las cuales se dividen de la siguiente manera:

- A** *Estación de apoyo:* 7 unidades
- L** *Estación de alineado:* 1 unidades
- Q** *Estación de quemado:* 1 unidades
- M** *Estación mecánica:* 1 unidades

En total son 10 estaciones las que conforman todo el sistema, el cual ocupa un área de aproximadamente de 13 metros de largo, es capaz de quemar varas de 2 a 10 pulgadas de diámetro y de 2 a 10 metros de largo.

La cantidad de operarios para utilizar la máquina puede variar entre una o dos personas, esto dependerá del largo, diámetro y peso de las varas a quemar. Se recomienda utilizar dos operarios en todo momento para obtener los mejores resultados posibles, esto también ayuda a reducir considerablemente la fatiga del operario en comparación al

utilizar solo una persona; además la calidad del quemado mejora por la misma razón.

El quemado se aplica utilizando una antorcha de gas propano cuya área de quemado es de 2 pulgadas de diámetro, por lo que es necesario rotar las cañas la cantidad de veces necesarias hasta cubrir toda su superficie, más adelante se explica a detalle este proceso.

El tono de quemado puede regularse acercando o alejando (según sea el caso) el quemador de la superficie del bambú.

La velocidad constante necesaria para obtener un quemado correcto es de 45 rpm (0.5 km/hr), para esto puede recurrirse a dos opciones de alimentación para el sistema (estación mecánica):

- Manual
- Eléctrica

La fuente manual utiliza una manivela, colocada en el eje superior, la cual es operada por uno de los trabajadores mientras el otro recibe el extremo quemado del bambú.

La fuente eléctrica utiliza un motor eléctrico semi-industrial (de ½ hp) bifásico el cual se utiliza comúnmente en portones eléctricos utilizados continuamente. El motor se conecta a la estación utilizando una cadena de paso 40, la cual interconecta el sprocket que posee el rodo inferior de la estación mecánica con el ubicado en el eje del motor.

Para facilitar el traslado de las estaciones se han soldado sujetadores en cada uno de los postes, haciendo más cómodo y práctico su movilización y almacenamiento, incluso puede moverse entre dos personas sin tener que desarmar las estructuras.

La instalación del modelo requiere de la colocación de anclajes en el suelo (a una altura determinada) para poder sujetar de forma segura todas las estaciones, cada estación utiliza ocho anclajes; pueden construirse una base de concreto para cada una de las estaciones con sus respectivos anclajes o una sola para todo el sistema, ambas son válidas; sin embargo, se recomienda la segunda opción debido a que ayuda a definir de mejor manera el área de trabajo del sistema.

- Imágenes

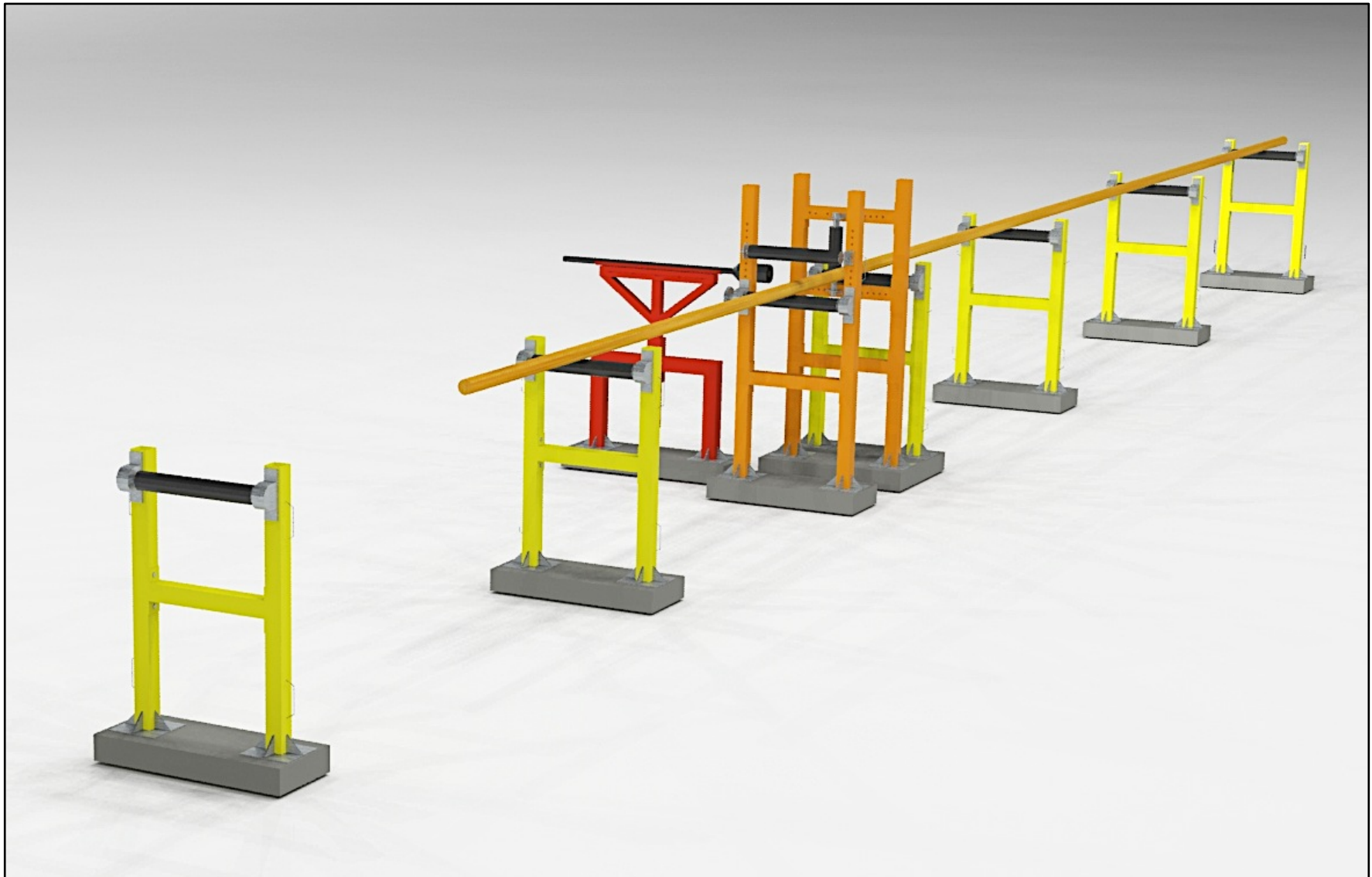
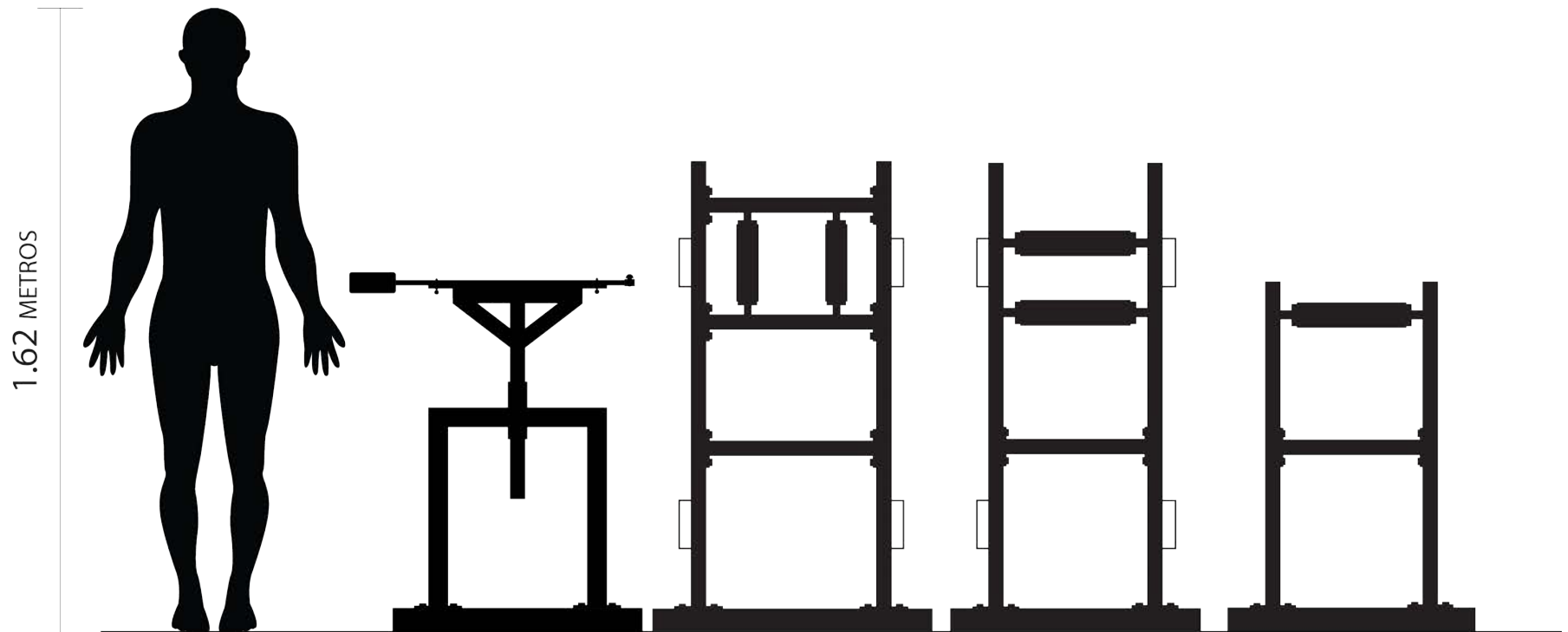


Imagen 161. Sistema completo de quemador de bambú. **Fuente:** propia.



Imagen 162. Detalle de sistema de quemador de bambú. **Fuente:** propia.

- REFERENCIA HUMANA - MODELO SOLUCIÓN



- Percentil 50: 1.62 METROS

Imagen 163. Comparación de silueta humana con estaciones de sistema de quemado. **Fuente:** propia.

- PIEZAS DE ESTACIÓN DE SOPORTE HORIZONTAL

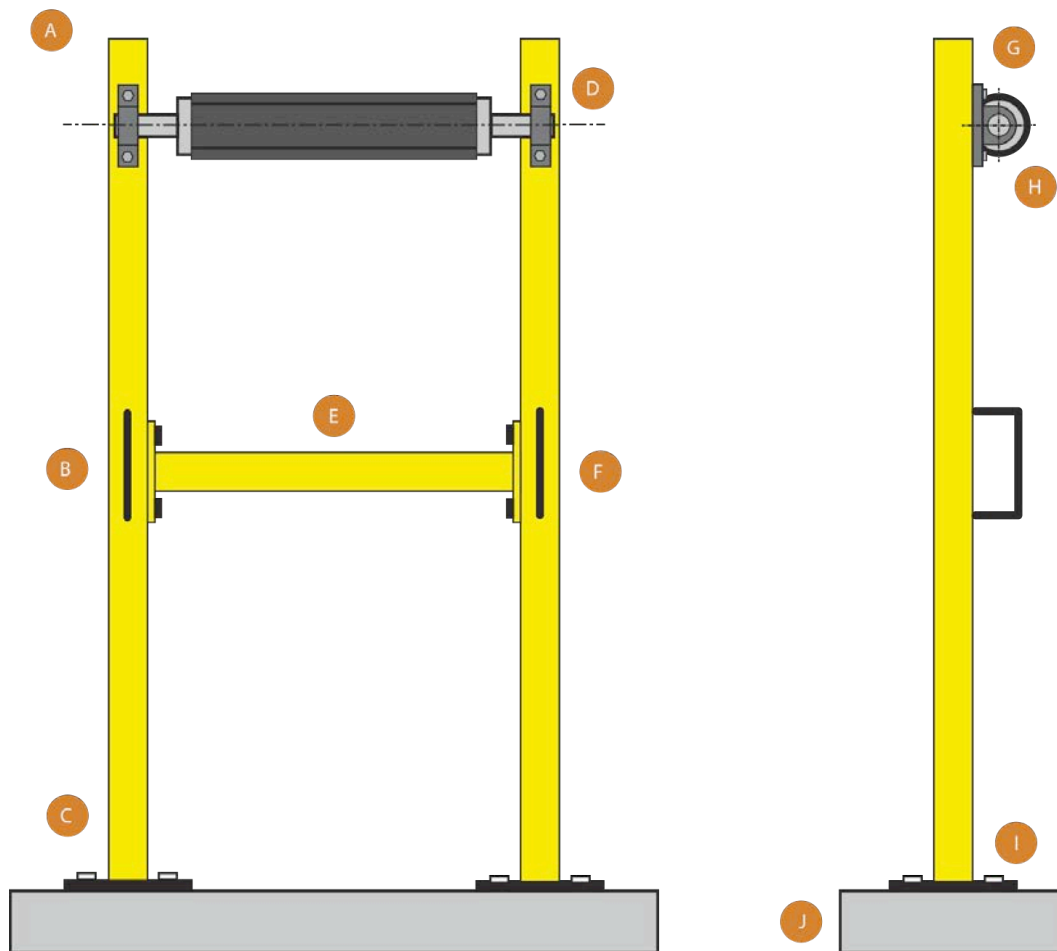


TABLA DE PIEZAS

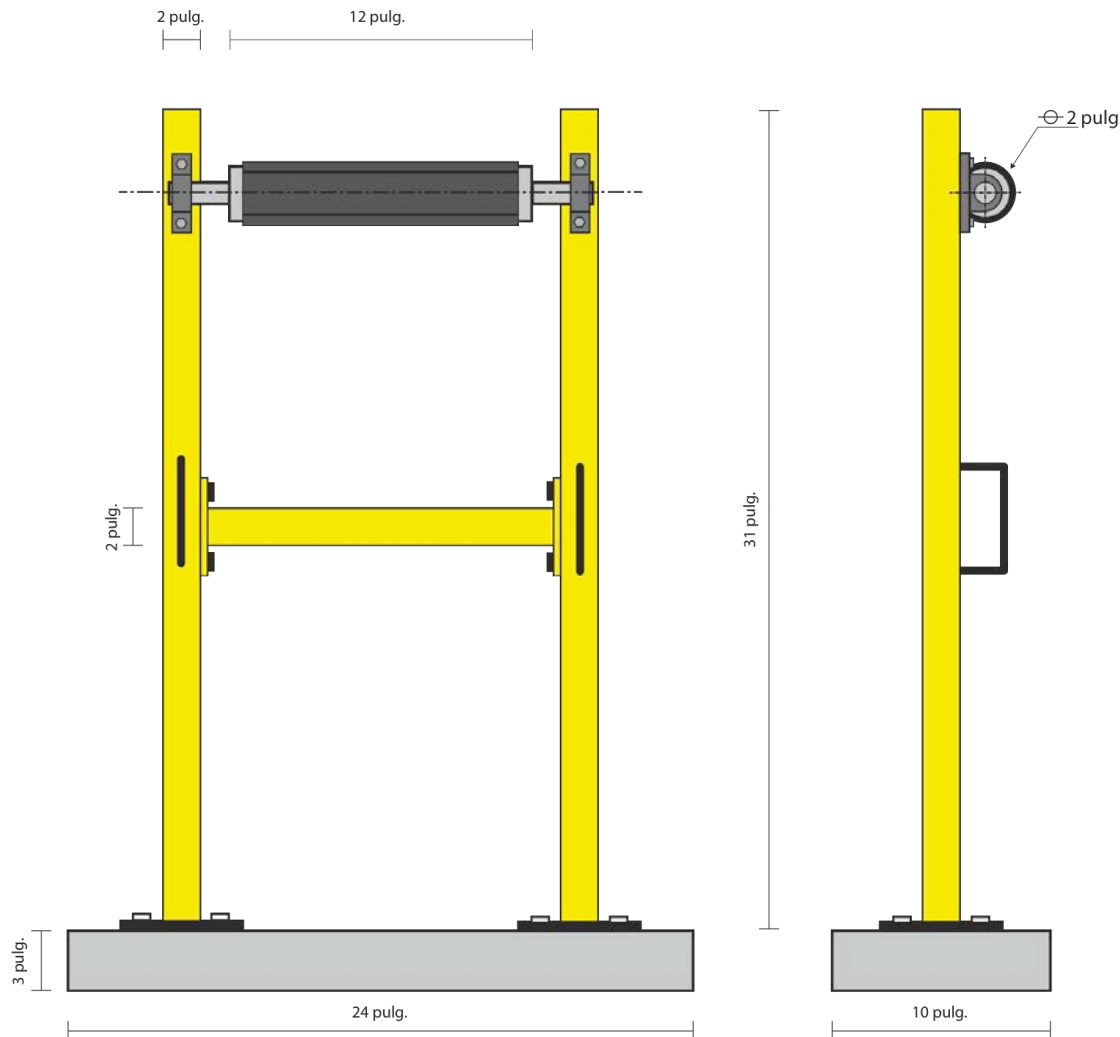
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	POSTE DE TUBO CUADRADO 2 PULG. - CHAPA 11	2
B	SUJETADORES DE METAL	2
C	PLATINA	2
D	CHUMACERA	2
E	ESTABILIZADOR	1
F	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL 3/8 CON TUERCA	4
G	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL 1/2 CON TUERCA	4
H	RODO (ACERO) CON RECUBRIMIENTO DE CAUCHO	1
I	ANCLAJE DE 3/8 PULG.	8
J	BASE DE CONCRETO	1

Imagen 164. Estación de apoyo, desglose de piezas. Fuente: propia.

- ESTACIÓN DE SOPORTE HORIZONTAL.

DIMENSIONES GENERALES

COTAS EN PULGADAS



CARACTERÍSTICAS:

- INDEPENDIENTE - MÓVIL - DESMONTABLE

FUNCIÓN:

- SERVIR DE SOPORTE MIENTRAS LA VARA DE BAMBÚ SE DEPLAZA FRENTE EL QUEMADOR.
- COLOCADOS EN AMBOS EXTREMOS (ENTRADA Y SALIDA)
- CANTIDAD DE ESTACIONES: 7

FORMA DE USO:

- UNIONES DESMONTABLES, PARA FÁCIL ALMACENAMIENTO EN ÉPOCA DE BAJA PRODUCCIÓN.
- SUJETADORES, TRASLADO DE PIEZAS SEGURO Y CÓMODO.
- RODO GIRATORIO, APOYO Y TRASLADO DE CAÑA DE BAMBÚ.

COLOR:

- AMARILLO



MATERIALES :

- TUBO CUADRADO PROCESO DE 2 PULG. CHAPA 11.
- RECUBRIMIENTO DE CAUCHO PARA RODO.
- RODO DE ACERO TORNEADO.
- PINTURA SINTÉTICA
- RECUBRIMIENTO ESTRUCTURAL.
- PERNOS GALVANIZADOS Y TUERCAS DE 3/8 Y 1/2 PULG.
- HEMBRA DE 2 Y 6 PULG.

Imagen 165. Estación de apoyo, descripción. **Fuente:** propia.

- VISTAS ORTOGONALES

FORMA DE USO:

- UNIONES DESMONTABLES, PARA FÁCIL ALMACENAMIENTO EN ÉPOCA DE BAJA PRODUCCIÓN.
- SUJETADORES, TRASLADO DE PIEZAS SEGURO Y CÓMODO.
- RODO GIRATORIO, APOYO Y TRASLADO DE CAÑA DE BAMBÚ.

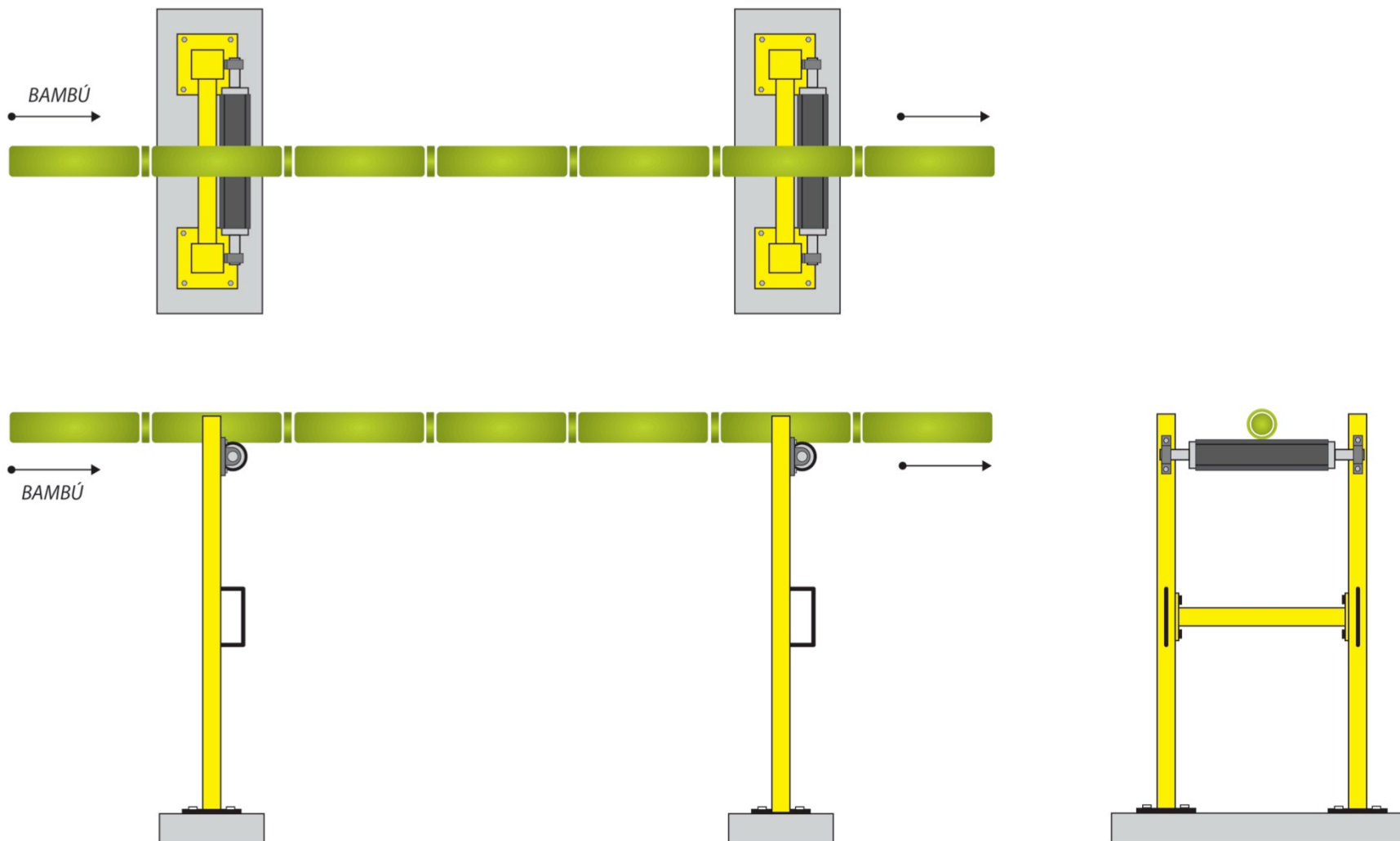
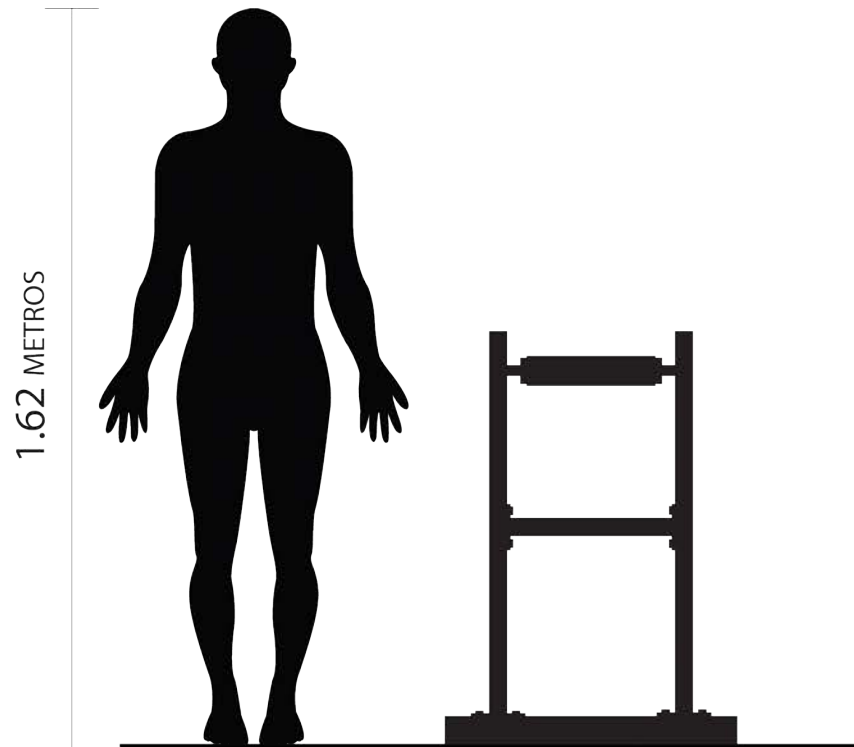


Imagen 166. Estación de apoyo, forma de uso. Fuente: propia.

- Referencia humana



- Percentil 50: 1.62 METROS

Imagen 167. Estación de apoyo, comparación con silueta humana.
Fuente: propia.

- Imágenes



Imagen 168. Estación de apoyo, vista frontal. **Fuente:** propia.



Imagen 169. Estación de apoyo, vista posterior. **Fuente:** propia.

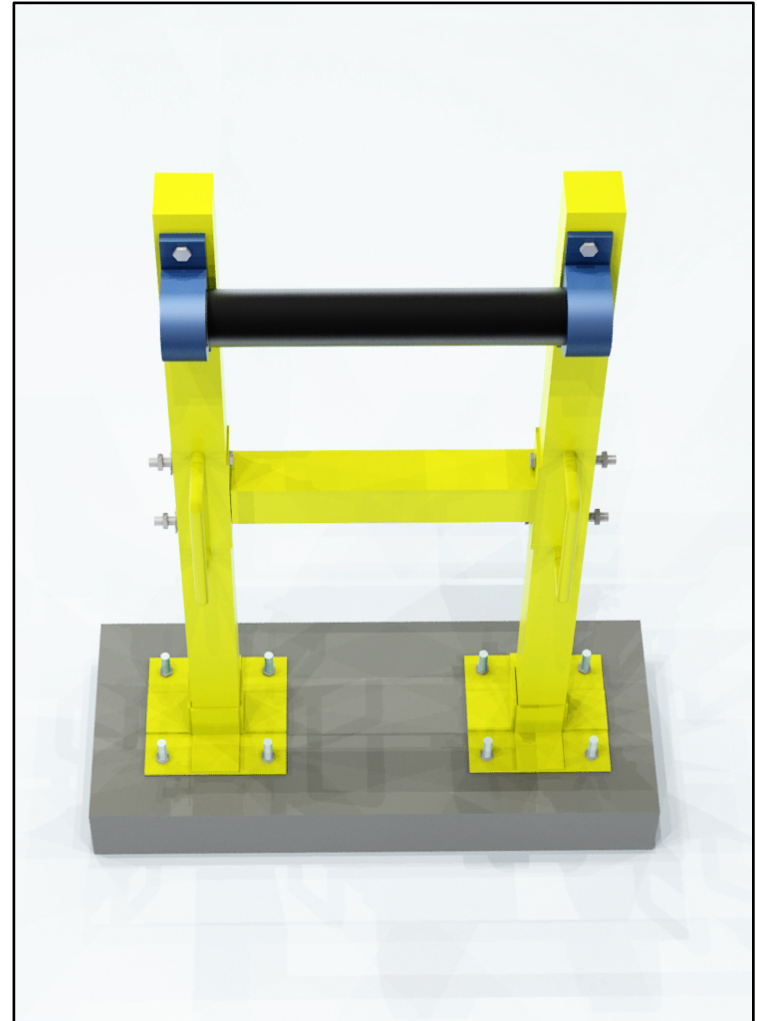


Imagen 170. Estación de apoyo, vista superior. **Fuente:** propia.

- PIEZAS DE ESTACIÓN DE ALINEACIÓN.

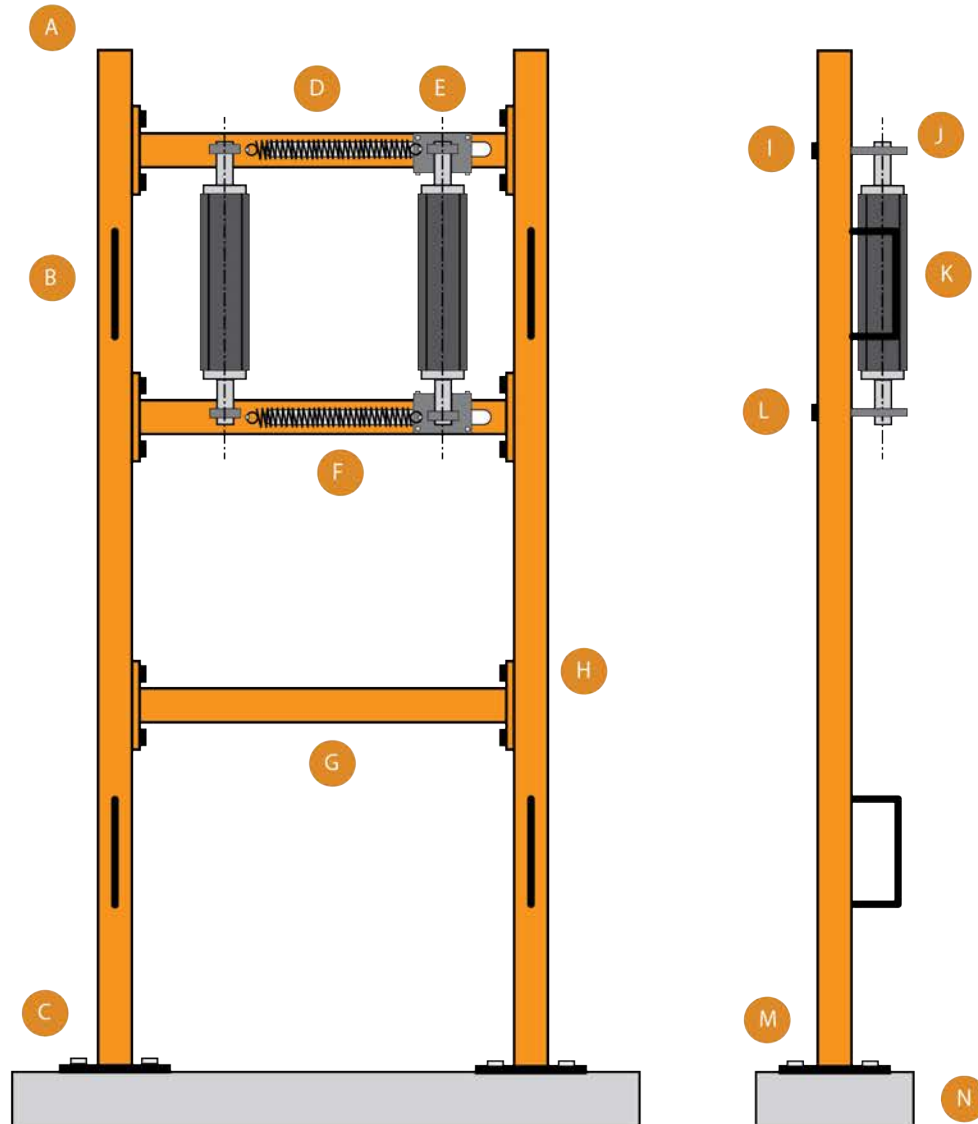


TABLA DE PIEZAS

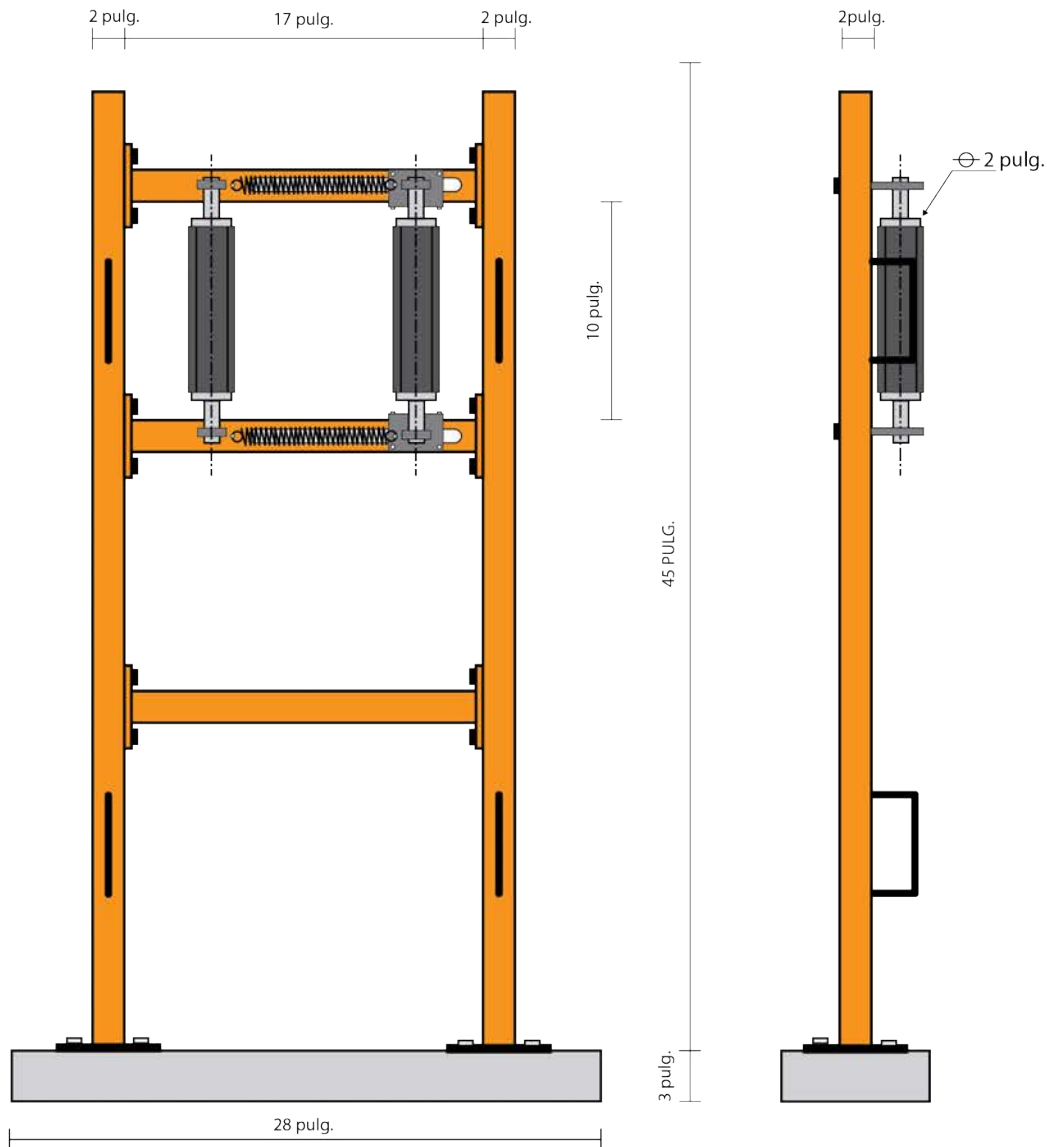
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	POSTE DE TUBO CUADRADO DE 2 PULG. CHAPA 11	2
B	SUJETADORES DE METAL	4
C	PLATINA	2
D	ESTABILIZADOR PERFORADO PARA GRADUACIÓN	2
E	BASE MÓVIL - RODO DERECHO	1
F	JUEGO DE RESORTES	8
G	ESTABILIZADOR	1
H	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL 3/8 CON TUERCA	16
I	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL 1/2 X 4 CON TUERCA	2
J	CHUMACERA TENSORA CON PLATINA GRADUABLE	4
K	RODO CON RECUBRIMIENTO DE CAUCHO	2
L	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL 1/2 X 3 CON TUERCA	2
M	ANCLAJE DE 3/8 PULG.	8
N	BASE DE CONCRETO	1

Imagen 171. Estación de alineación, desglose de piezas. Fuente: propia.

- ESTACIÓN DE ALINEACIÓN.

DIMENSIONES GENERALES

COTAS EN PULGADAS



CARACTERÍSTICAS:

- INDEPENDIENTE - MÓVIL - DESMONTABLE -GRADUABLE

FUNCIÓN:

- MANTENER ALINEADA LA CAÑA MIENTRAS SE DEPLAZA A TRAVÉS DEL QUEMADOR.
 - COLOCADA EN LA ENTRADA.
 - CANTIDAD DE ESTACIONES: 1

FORMA DE USO:

- UNIONES DESMONTABLES, PARA FÁCIL ALMACENAMIENTO EN ÉPOCA DE BAJA PRODUCCIÓN.
 - SUJETADORES, TRASLADO DE PIEZAS SEGURO Y CÓMODO.
 - RODOS GIRATORIO, ALINEADO DE CAÑA DE BAMBÚ.
 - SISTEMA DE RESORTES PARA AUTO-GRADUACIÓN

COLOR:

- ANARANJADO



MATERIALES :

- TUBO CUADRADO PROCESO DE 2 PULG. CHAPA 11.
 - RECUBRIMIENTO DE CAUCHO PARA RODO.
 -RODO DE ACERO TORNEADO.
 - PINTURA SINTÉTICA.
 - RECUBRIMIENTO ESTRUCTURAL
 - PERNOS GALVANIZADOS Y TUERCAS DE 3/8 Y DE 1/2 PULG.
 - HEMBRA DE 2 Y 6 PULG.
 - 4 PARES DE RESORTES, 2,5 - 5.5 PULG. DE LARGO

Imagen 172. Estación de alineación, descripción. **Fuente:** propia.

- VISTAS ORTOGONALES

FORMA DE USO:

- UNIONES DESMONTABLES, PARA FÁCIL ALMACENAMIENTO EN ÉPOCA DE BAJA PRODUCCIÓN.
- SUJETADORES, TRASLADO DE PIEZAS SEGURO Y CÓMODO.
- RODO GIRATORIO, ALINEADO Y TRASLADO DE CAÑA DE BAMBÚ.
- SISTEMA DE RESORTES PARA AUTO-GRADUACIÓN.

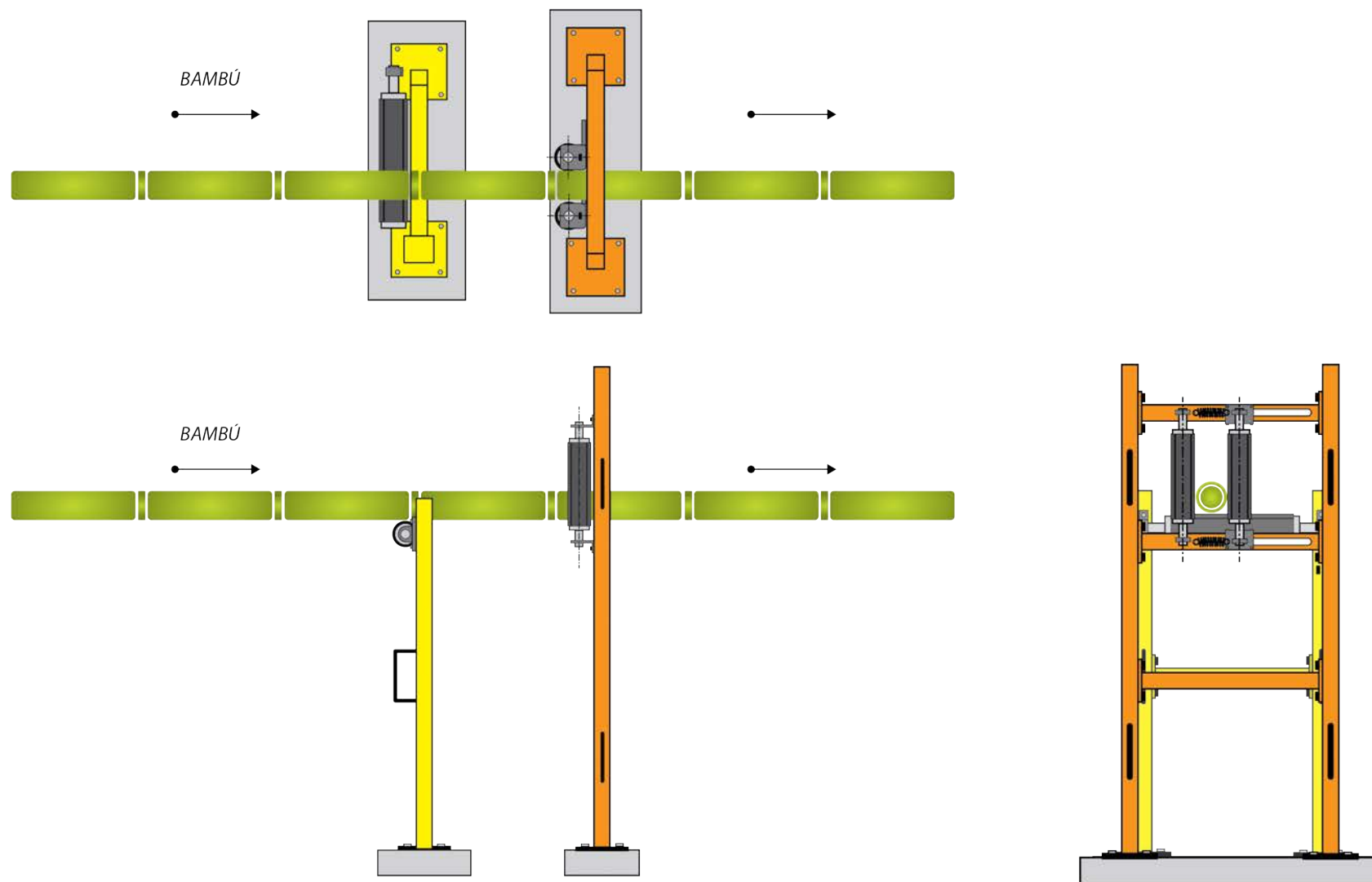
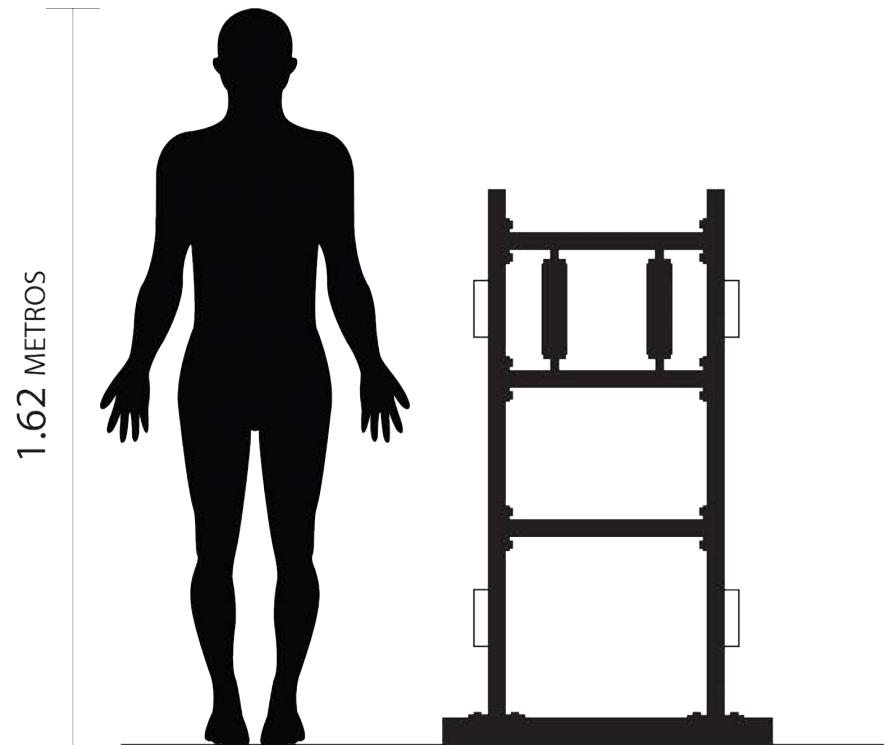


Imagen 173. Estación de alineación, forma de uso. Fuente: propia.

- Referencia humana



- Percentil 50: 1.62 METROS

Imagen 173. Estación de alineación, comparación con silueta humana.
Fuente: propia.

- Imágenes



Imagen 174. Estación de alineación, vista frontal. **Fuente:** propia.



Imagen 175. Estación de alineación, vista trasera. **Fuente:** propia.



Imagen 176. Estación de alineación, vista superior. **Fuente:** propia.

- PIEZAS DE ESTACIÓN DE QUEMADO.

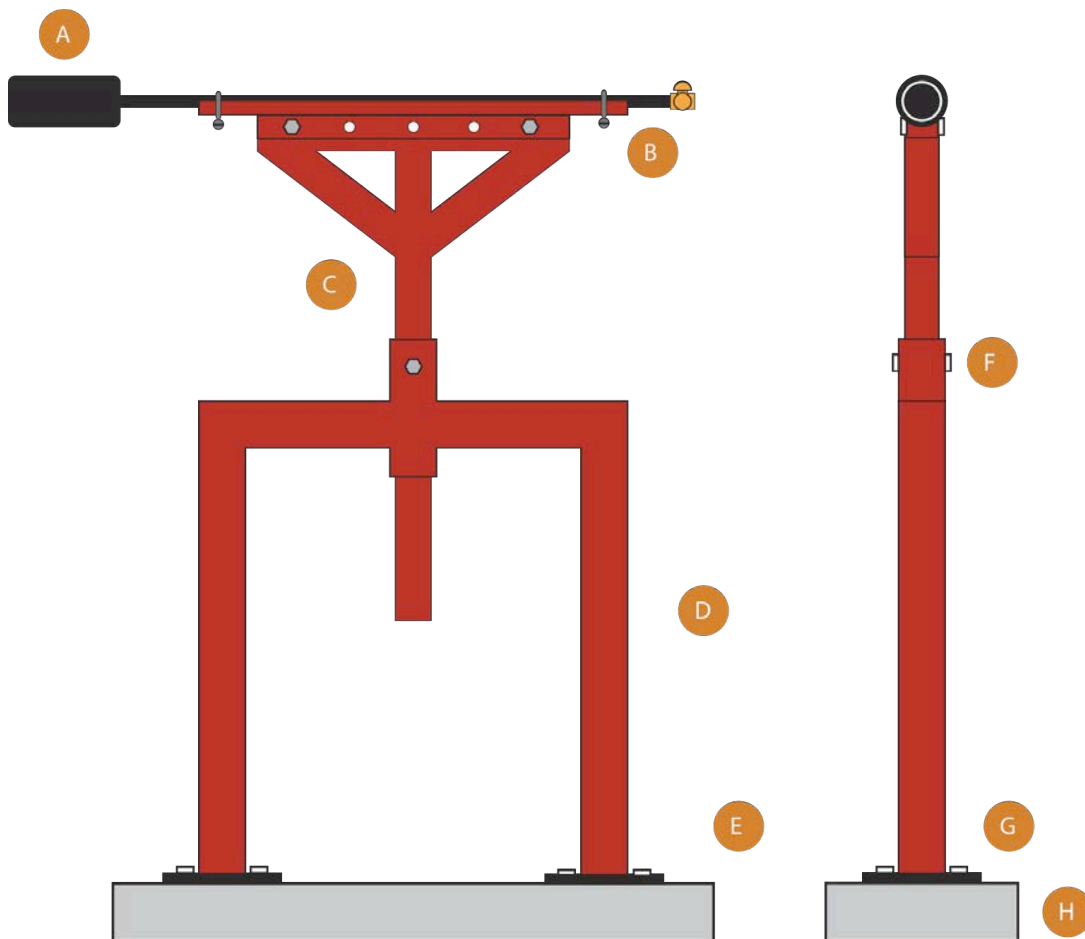


TABLA DE PIEZAS

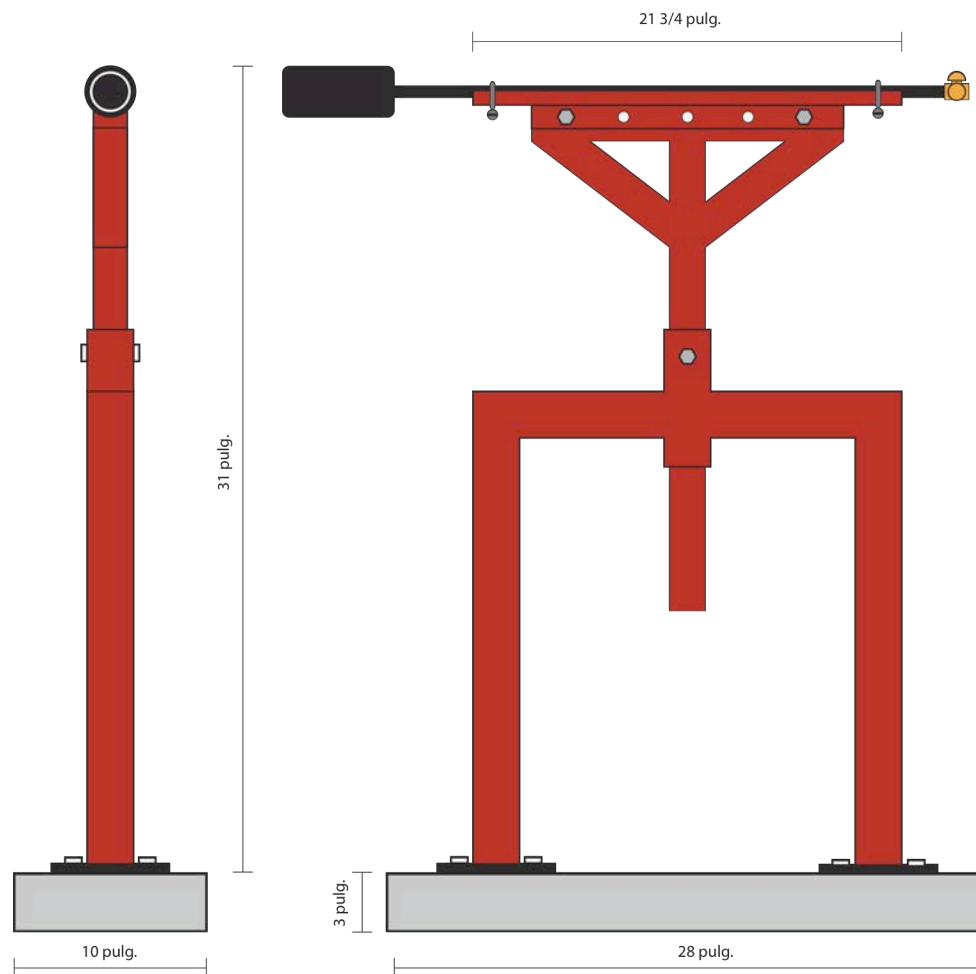
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	ANTORCHA DE PROPANO - BLUE STAR	1
B	BASE GRADUABLE - HORIZONTAL	1
C	BASE GRADUABLE - VERTICAL	1
D	BASE DE TUBO CUADRADO	1
E	PLATINA	2
F	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL DE 1/2 PULG.	1
G	ANCLAJES DE 1/2 PULG.	8
H	BASE DE CONCRETO	1

Imagen 177. Estación de quemado, desglose de piezas.
Fuente: propia.

- ESTACIÓN DE QUEMADO.

DIMENSIONES GENERALES

COTAS EN PULGADAS



CARACTERÍSTICAS:

- DESMONTABLE -GRADUABLE -INDEPENDIENTE

FUNCIÓN:

- SERVIR DE APOYO Y SUJETAR LA ANTORCHA DE GAS PROPANO.
- GRADUABLE SEGÚN EL DIÁMETRO DE BAMBÚ A QUEMAR, SE GRADUA HORIZONTAL Y VERTICALMENTE (SEPARACIÓN ENTRE LA LLAMA Y LA CAÑA - ALTURA DEL QUEMADOR).
- CANTIDAD DE ESTACIONES: 1

FORMA DE USO:

- UNIONES DESMONTABLES, PARA FÁCIL ALMACENAMIENTO EN ÉPOCA DE BAJA PRODUCCIÓN.
- SUJETADORES, TRASLADO DE PIEZAS SEGURO Y CÓMODO.
- TORNILLO DE PRESIÓN, PERMITE AJUSTAR ALTURA HORIZONTAL Y VERTICAL DEL QUEMADOR.

COLOR:

- ROJO



MATERIALES :

- TUBO CUADRADO PROCESO DE 2 PULG. - CHAPA 11
- PINTURA SINTÉTICA - ACABADO INDUSTRIAL.
- ANTICORROSIVO ESTRUCTURAL
- PERNOS GALVANIZADO Y TUERCA DE 1/2 PULG.
- HEMBRA DE 6 PULG.

Imagen 178. Estación de quemado, descripción. **Fuente:** propia.

- VISTAS ORTOGONALES

FORMA DE USO:

- UNIONES DESMONTABLES, PARA FÁCIL ALMACENAMIENTO EN ÉPOCA DE BAJA PRODUCCIÓN.
- SISTEMAS DE GRADUACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL, PARA AJUSTAR LA ESTACIÓN A LOS DISTINTOS DIÁMETROS DE BAMBÚ.
- APOYO FIJO Y SEGURO PARA COLOCAR LA ANTORCHA DE GAS PROPANO, ESTA SE ASEGURA A LA ESTACIÓN CON ABRAZADERAS.

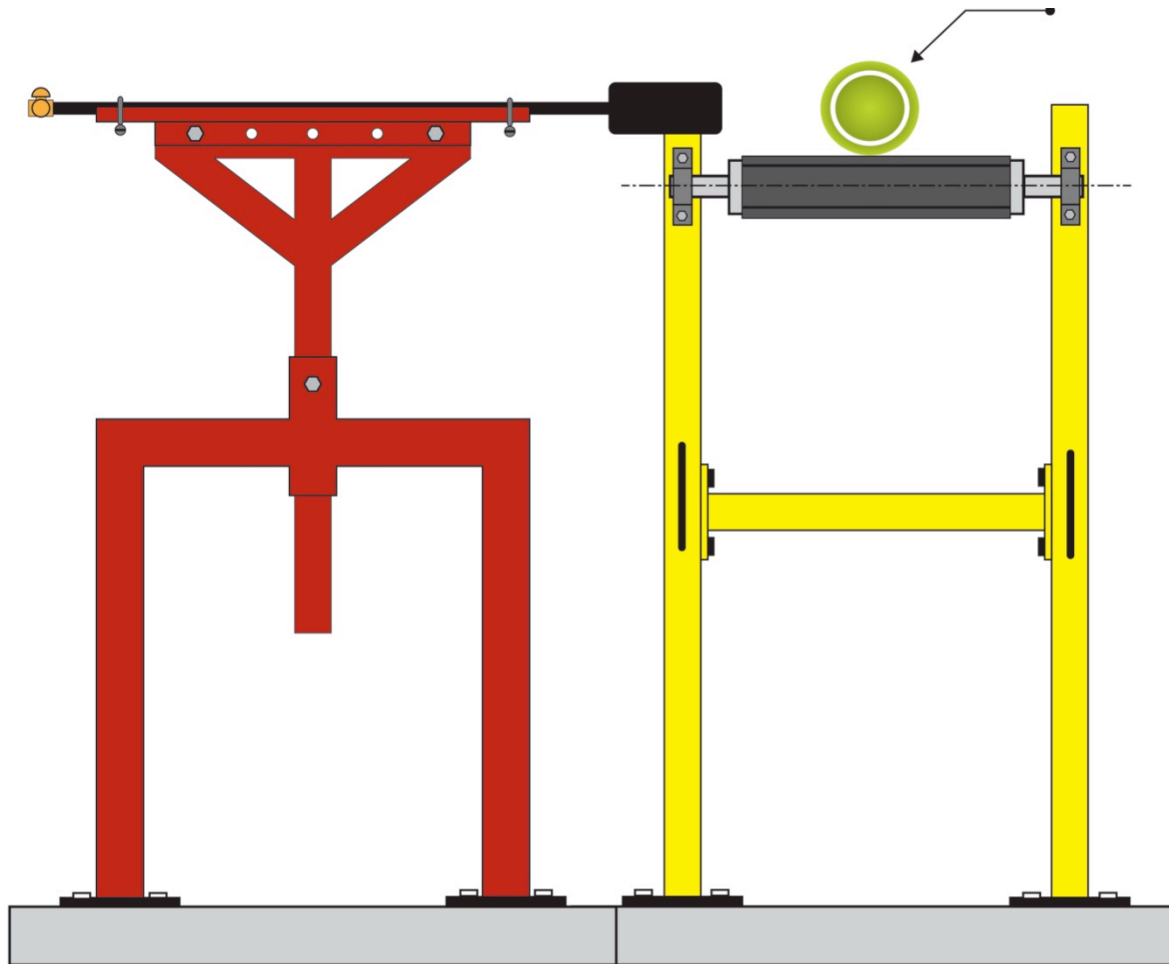
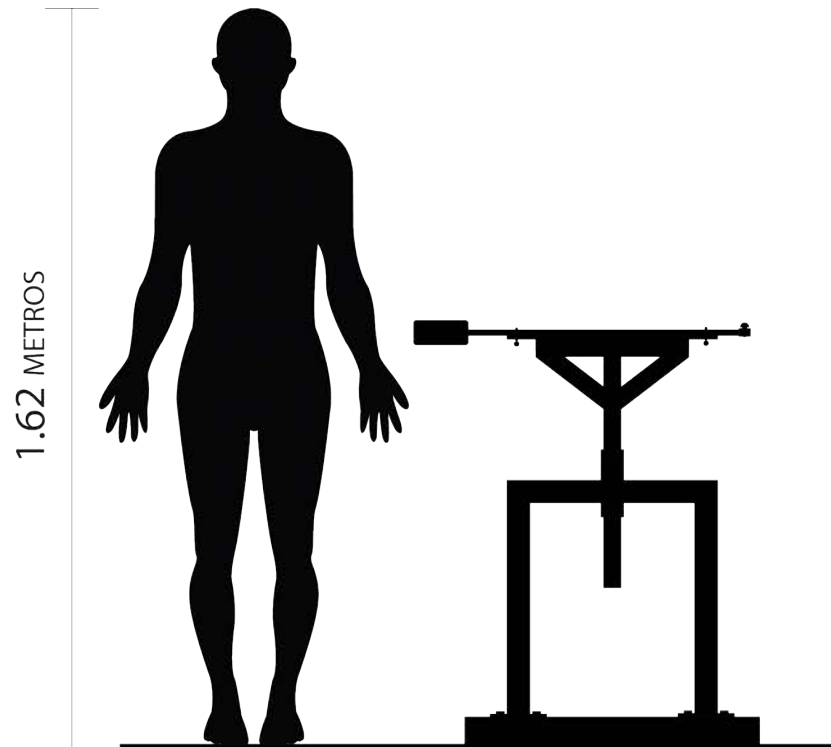


Imagen 179. Estación de quemado, forma de uso. Fuente: propia.

- Referencia humana



- Percentil 50: 1.62 METROS

Imagen 180. Estación de quemado, comparación con silueta humana. **Fuente:** propia.

- Imagen



Imagen 181. Estación de quemado, vista frontal. **Fuente:** propia.

- PIEZAS DE ESTACIÓN MOTORIZADA.

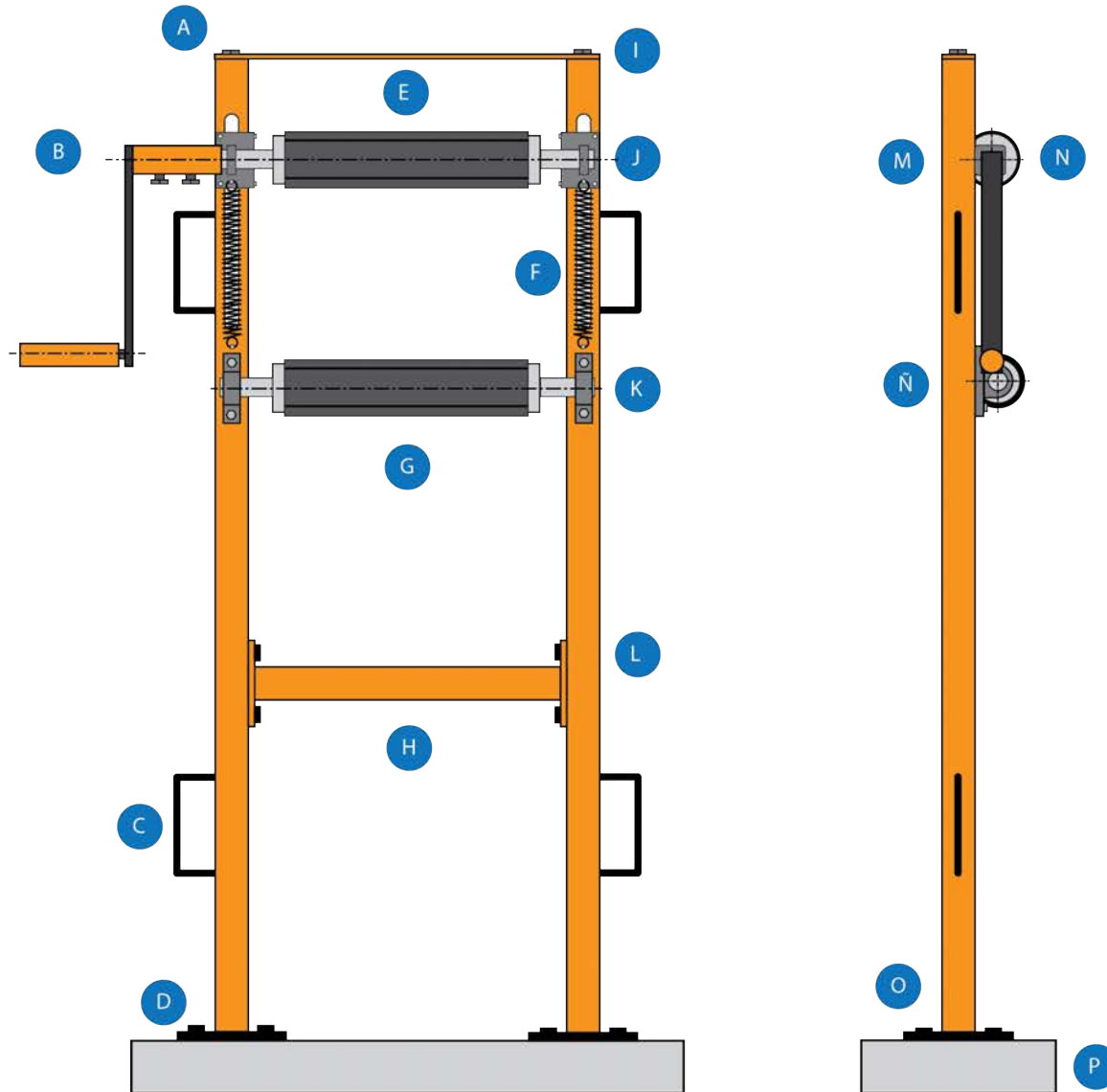
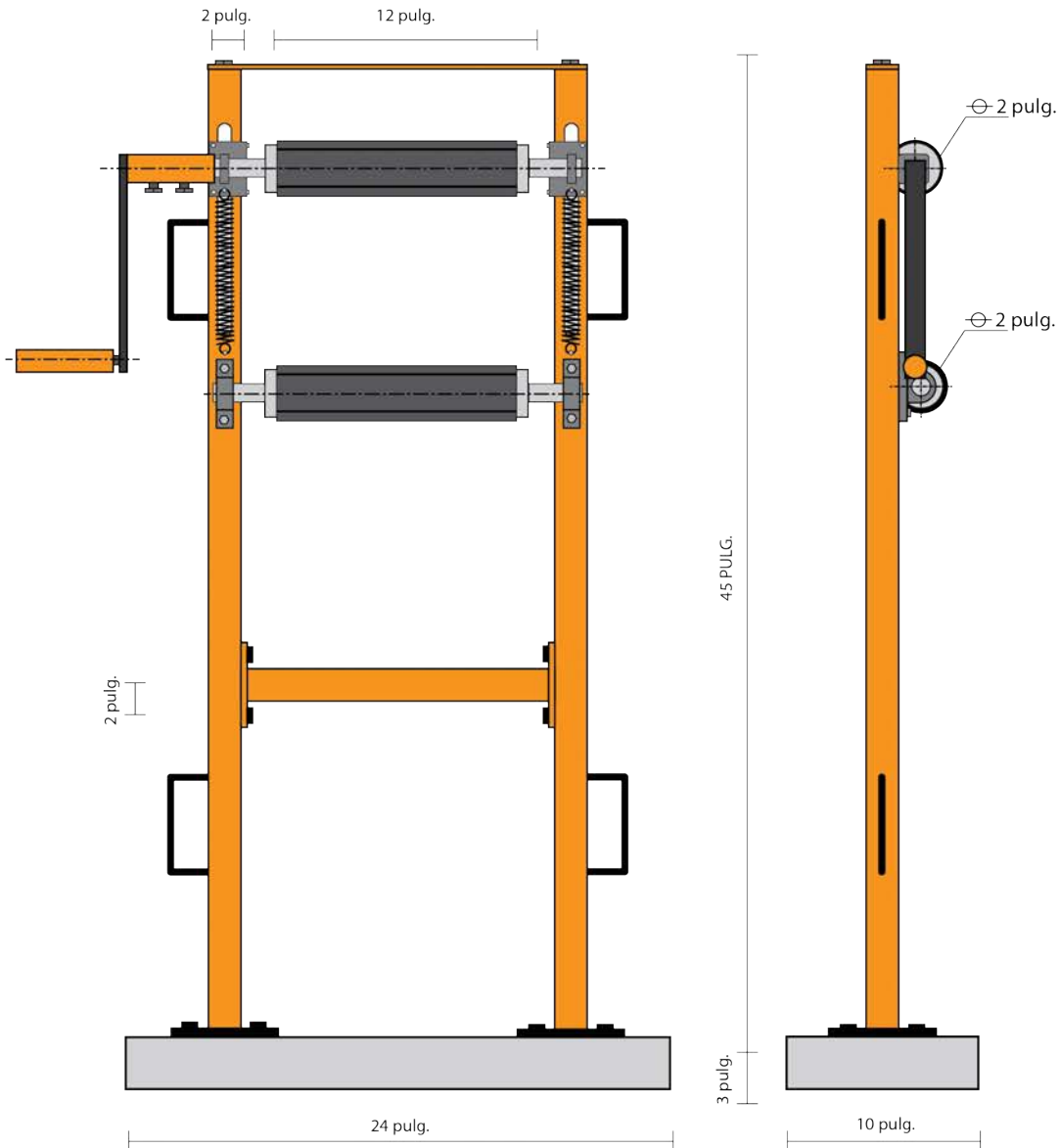


TABLA DE PIEZAS		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	POSTE DE TUBO CUADRADO	2
B	SET DE MANIVELA	1
C	SUJETADOR DE METAL	4
D	PLATINA	2
E	RODO SUPERIOR - EXTREMO LARGO CON RECUBRIMIENTO DE CAUCHO	1
F	JUEGO DE RESORTES	8
G	RODO INFERIOR CON RECUBRIMIENTO DE CAUCHO	1
H	ESTABILIZADOR INFERIOR	1
I	ESTABILIZADOR SUPERIOR	1
J	BASE MÓVIL - RODO SUPERIOR	1
K	CHUMACERA DE BANCO	2
L	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL CON TUERCA DE 3/8	6
M	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL CON TUERCA DE 1/2 X 4	2
N	CHUMACERA TENSORA	2
Ñ	TORNILLO CABEZA HEXAGONAL CON TUERCA DE 1/2 X 3	4
O	ANCLAJES DE 1/2 PULG.	8
P	BASE DE CONCRETO	1

Imagen 182. Estación mecánica, desglose de piezas.
Fuente: propia.

- ESTACIÓN MOTORIZADA.

DIMENSIONES GENERALES COTAS EN PULGADAS



CARACTERÍSTICAS:

- MANUAL - DESMONTABLE -GRADUABLE -INTERCONECTADO

FUNCIÓN:

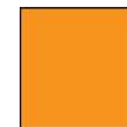
- TRASLADAR LA CAÑA FRENTE AL QUEMADOR.
 - COLOCADOS EN EL EXTREMO DE SALIDA.
 - CANTIDAD DE ESTACIONES: 1 ESTACIONES
 - ALIMENTADA POR MOTOR ELÉCTRICO MONOFÁSICO - 45 RPM - 1/2 HP

FORMA DE USO:

- UNIONES DESMONTABLES, PARA FÁCIL ALMACENAMIENTO EN ÉPOCA DE BAJA PRODUCCIÓN.
 - SUJETADORES, TRASLADO DE PIEZAS SEGURO Y CÓMODO.
 - RODOS GIRATORIOS AJUSTABLES, PRESIONAR CAÑA.
 - RODO MANUAL/MANIVELA O MOTORIZADO.
 - SISTEMA DE RESORTES PARA AUTO-GRADUACIÓN.

COLOR:

- ANARANJADO



MATERIALES :

- TUBO CUADRADO PROCESO DE 2 PULG. CHAPA 11
 - RECUBRIMIENTO DE RODO DE CAUCHO.
 - PINTURA SINTÉTICA.
 - RECUBRIMIENTO ESTRUCTURAL
 - PERNOS GALVANIZADOS Y TUERCAS DE 3/8 Y DE 1/3 PULG.
 - HEMBRA DE 2 Y 6 PULG.

Imagen 183. Estación mecánica, descripción. Fuente: propia.

- VISTAS ORTOGONALES

FORMA DE USO:

- UNIONES DESMONTABLES, PARA FÁCIL ALMACENAMIENTO EN ÉPOCA DE BAJA PRODUCCIÓN.
- SUJETADORES, TRASLADO DE PIEZAS SEGURO Y CÓMODO.
- RODOS GIRATORIO, TRASLADO DE CAÑA DE BAMBÚ, TAMBIÉN SIRVE DE APOYO.
- SISTEMA DE RESORTES PARA AUTO-GRADUACIÓN.
- SISTEMA MANUAL/MANIVELA

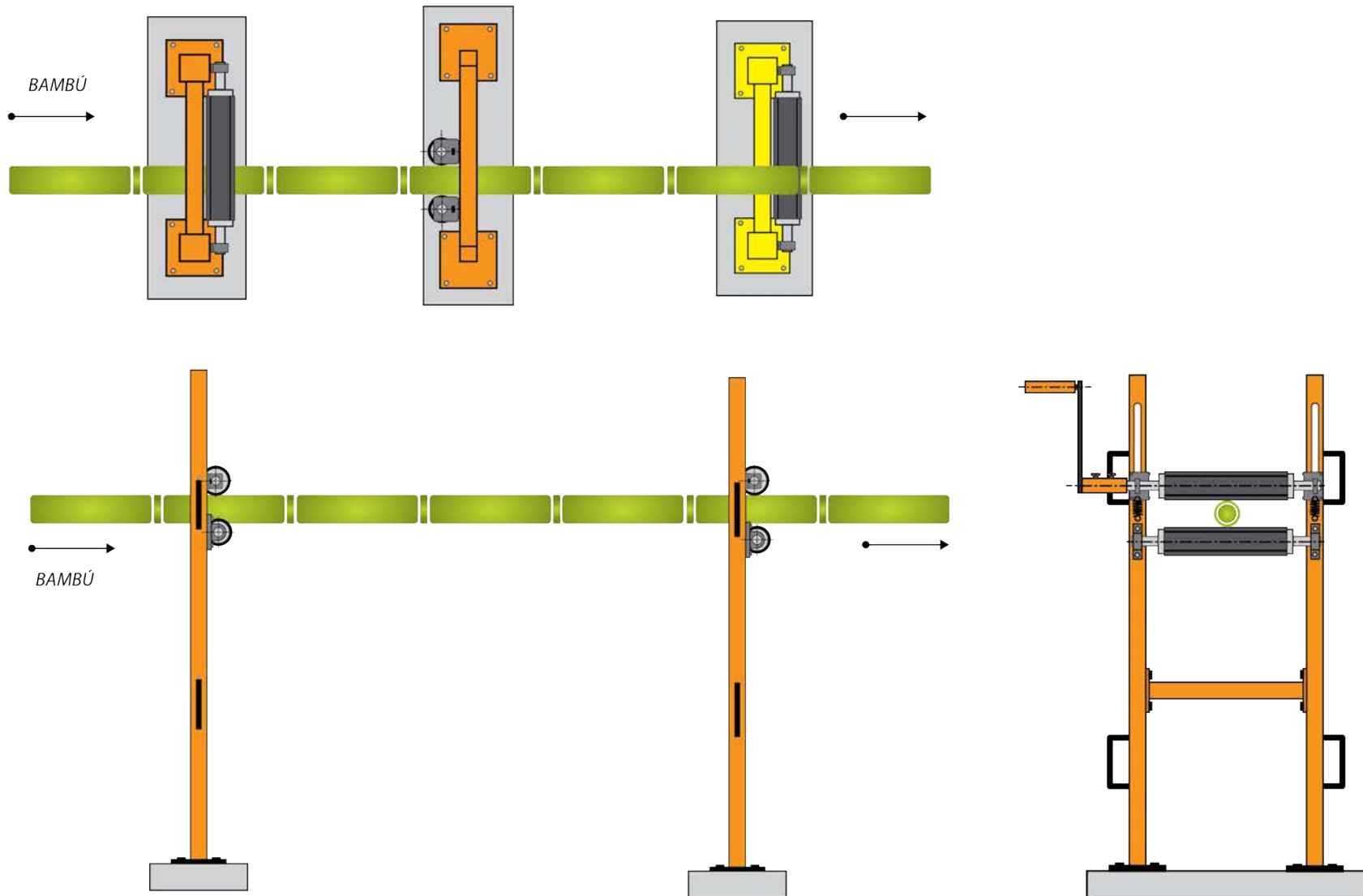
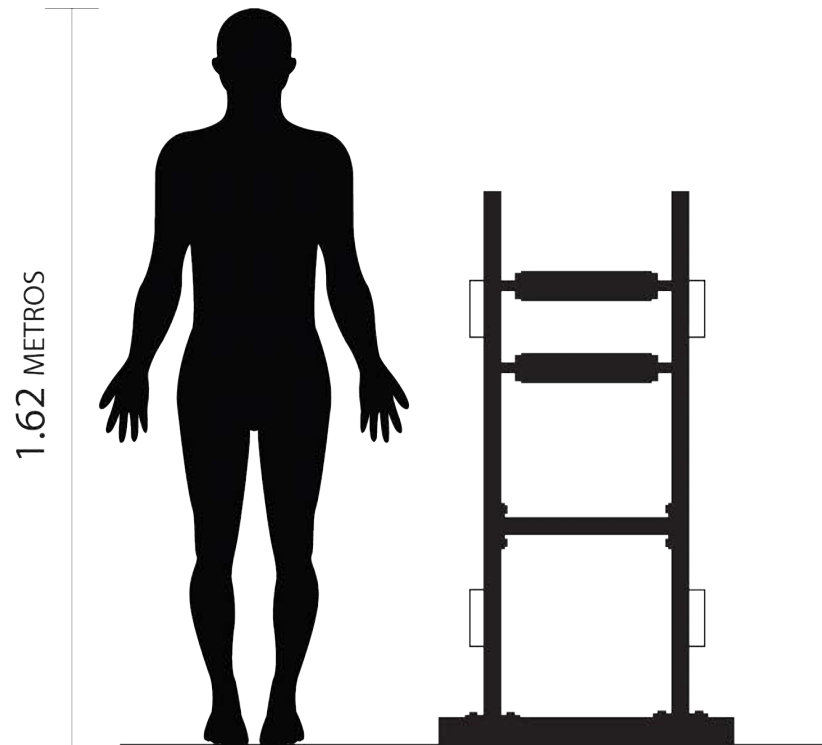


Imagen 184. Estación mecánica, forma de uso. Fuente: propia.

- Referencia humana



- Percentil 50: 1.62 METROS

Imagen 185. Estación mecánica, comparación con silueta humana. **Fuente:** propia.

- Imagen



Imagen 186. Estación mecánica, vista frontal. **Fuente:** propia.

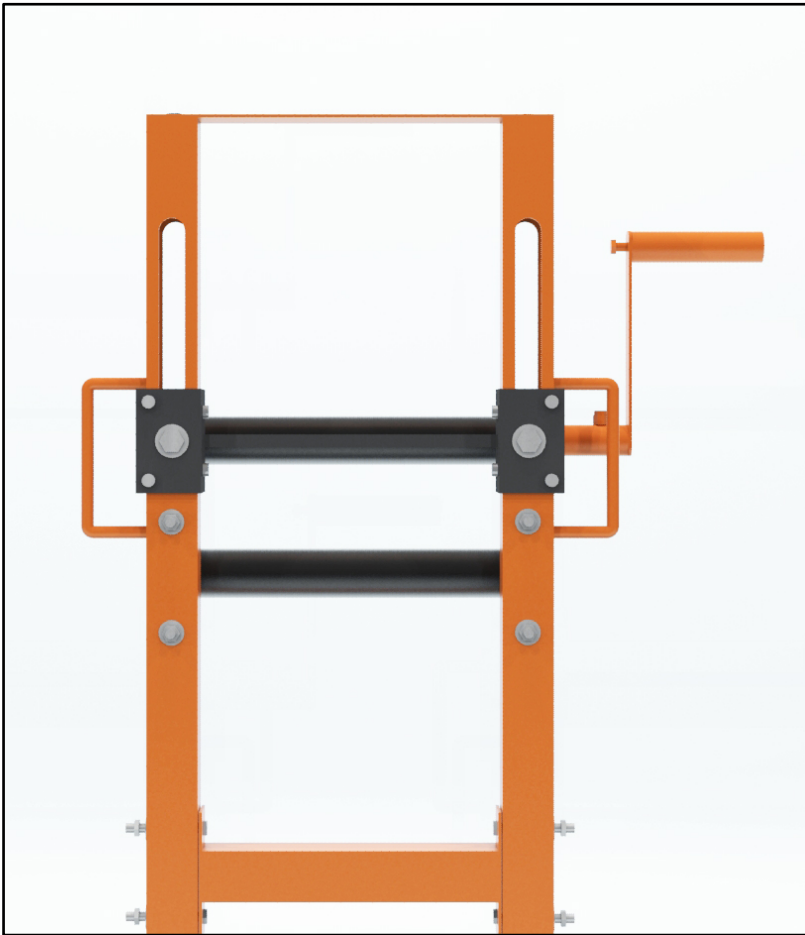


Imagen 187. Estación mecánica, vista posterior. **Fuente:** propia.



Imagen 188. Estación mecánica, vista superior. **Fuente:** propia.

5.2 Manual de uso



1. Colocación de caña de bambú

Como primer paso se coloca la vara a quemar sobre las primeras bases de apoyo (imagen 189); dependiendo del tamaño y peso de la vara esto deberá de ser realizado por una o dos personas. Una vez colocada, se continua a graduar la estación de alineado y motorizada al diámetro de bambú a quemar.

1.



2.

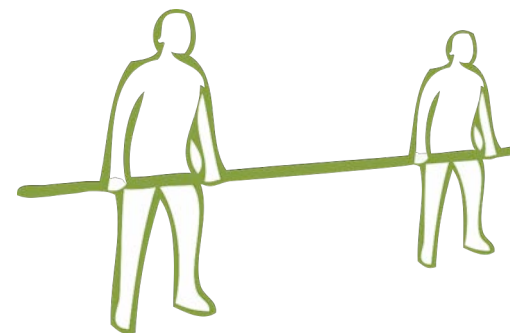


Imagen 189. Secuencia de cargado de vara con dos personas. **Fuente:** propia

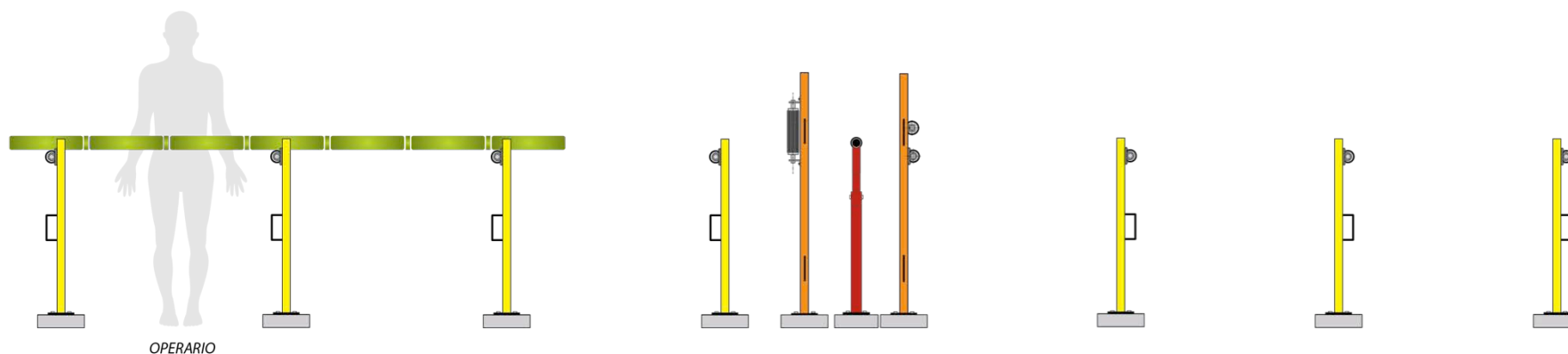


Imagen 190. Quemador con vara de bambú sobre primer módulo de estaciones de apoyo. **Fuente:** propia

2. Graduación de estación de alineado y mecánica.

Antes de comenzar el quemado de la vara, las estaciones naranjas (alineado y mecánica) deben ser graduadas y corroborar que funcionen correctamente, esto con el propósito de evitar errores y/o accidentes dentro del proceso, lo cual debe ser realizado cada vez que el bambú sea quemado.

El proceso de graduación de ambos tipos de estaciones es el mismo, consta de los siguientes pasos:

- A. Se coloca la vara de bambú sobre los rodos fijos de ambas estaciones, estas sirven como guía para ajustar los rodos móviles al diámetro de la vara a quemar.

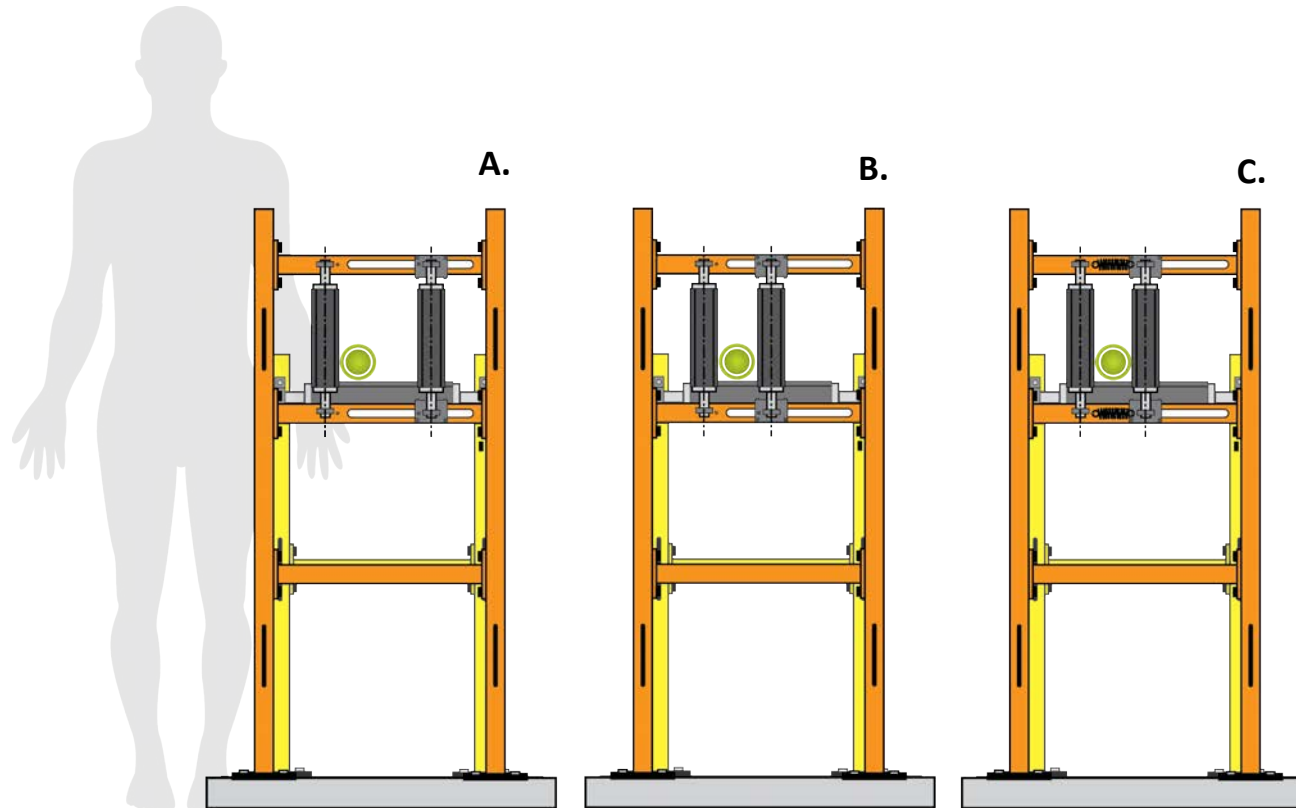


Imagen 191. Secuencia de uso y graduación de estación de alineación. **Fuente:** propia

B. Los rodos móviles se presan contra el bambú y el rodo fijo de cada estación (el proceso puede ser simultáneo o individual, dependiendo de cuantas personas estén manejando el sistema) con el fin de determinar el tamaño necesario de resorte para la caña a quemar.

C. Se colocan los resortes en ambas estaciones (colocada la vara) y puede comenzar el quemado.

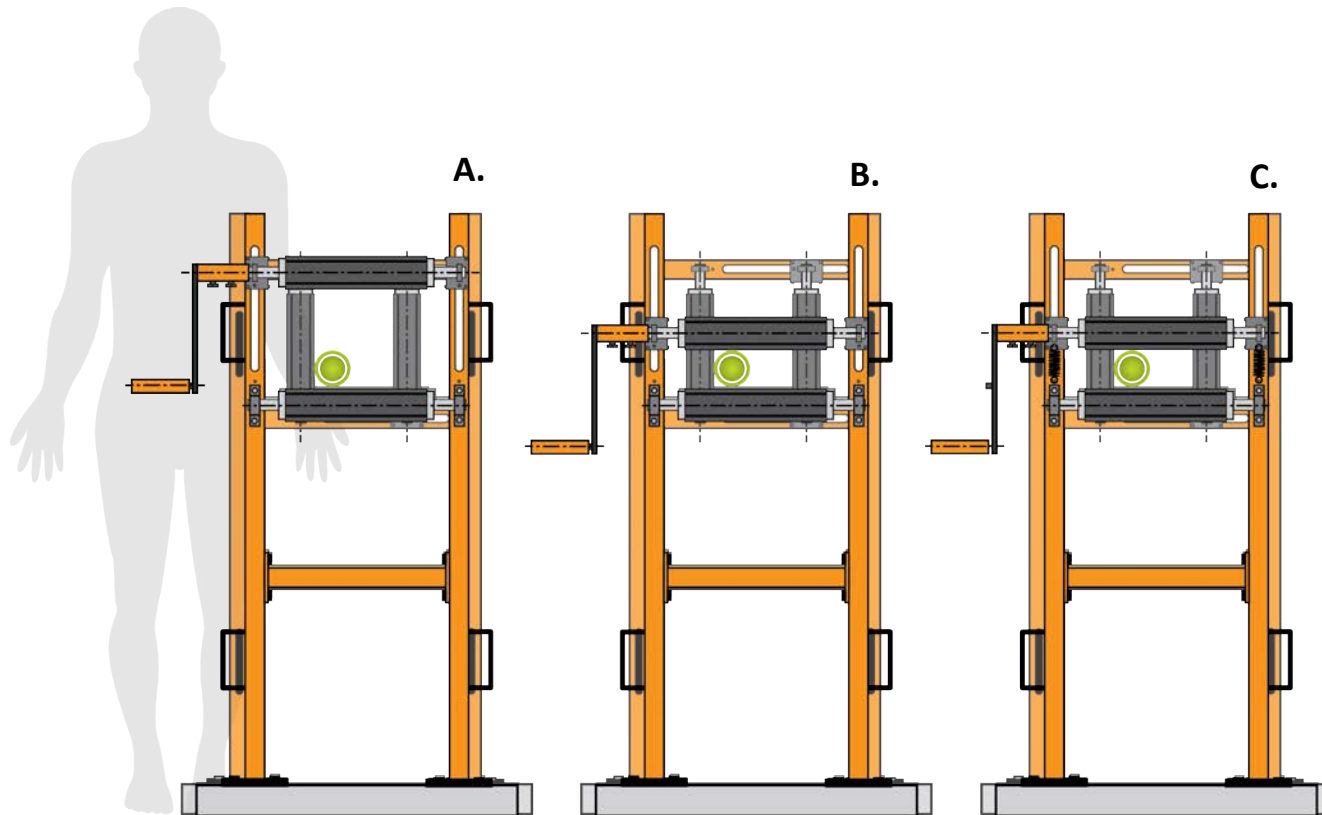


Imagen 192. Secuencia de uso y graduación de estación mecánica. **Fuente:** propia

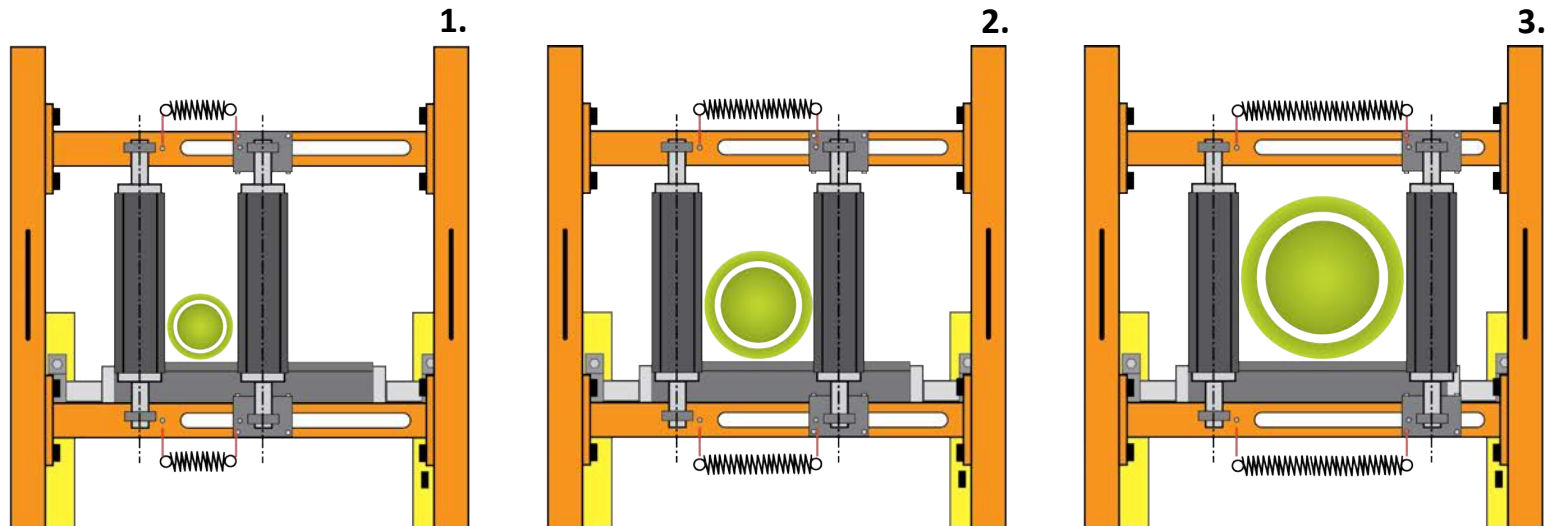


Imagen 192. Explicación de uso de resortes, estación de alineación. **1-** Resorte de $2\frac{1}{2}$. **2-** Resorte de $3\frac{1}{2}$. **3-** Resorte de $4\frac{1}{2}$. **Fuente:** propia

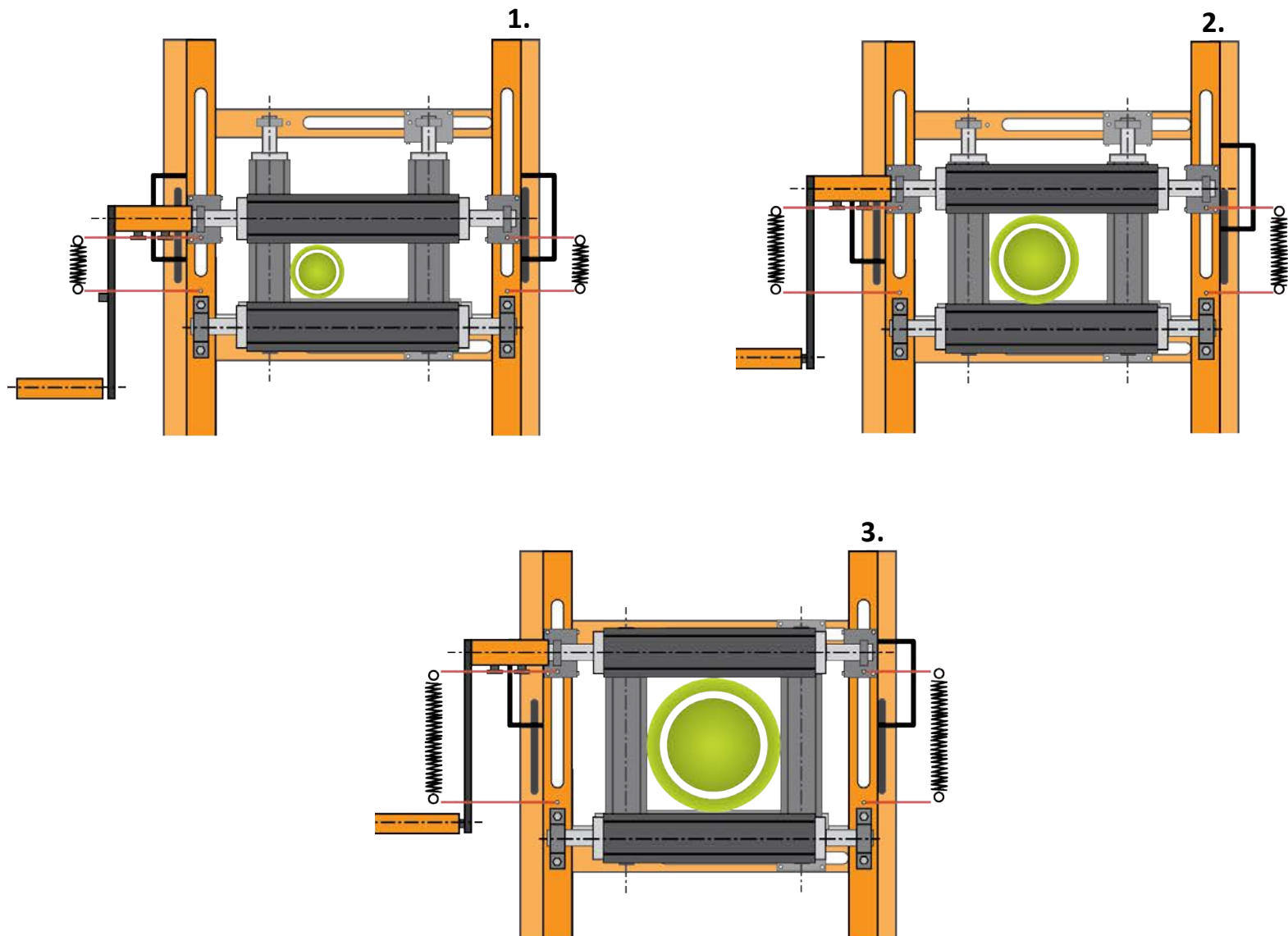
– Uso de resortes

El largo de los resortes varía según el diámetro del bambú, para poder adaptarse a ellos se utilizan 4 pares de resortes de las siguientes medidas: $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ y $4\frac{1}{2}$ pulgadas. Estos permiten que el rodo móvil pueda ajustarse a la superficie irregular (diámetro) de la vara, para escoger el indicado para cada tamaño es necesario asegurarse que en ambas estaciones la tensión sea la necesaria para mantenerse durante todo el proceso, esto se logra haciendo pruebas de desplazamiento con cada vara (ya que todas son distintas aunque visualmente parezcan tener el mismo tamaño)

El mismo largo de resortes se utilizan en ambas estaciones, sin embargo siempre es bueno comprobar que funcionen correctamente.

El tiempo de vida de los resortes puede variar según la frecuencia de uso que se le den a cada juego de resortes, sin embargo el fabricante asegura que aún usandose constantemente su período mínimo de utilidad sería de 12 meses.

Imagen 193. Explicación de uso de resortes, estación de mecánica. 1- Resorte de $2\frac{1}{2}$. 2- Resorte de $3\frac{1}{2}$. 3- Resorte de $4\frac{1}{2}$. Fuente: propia



3. Graduación de estación de quemado y uso.

Al utilizar esta estación se debe de tener mayor precaución y cuidado en comparación al resto, ya que utiliza una antorcha alimentada por gas propano la cual quemará la superficie del bambú, se recomienda leer el manual de uso de dicha pieza para conocer todas las medidas de precaución que deben de tomarse en cuenta durante su uso y cuidados.

El Kit Blue-Star de antorcha de gas propano incluye la manguera de conexión al tanque y chispero para encender la antorcha, sin embargo se recomienda utilizar un encendedor de butano ya que facilita y agiliza la ignición de la misma y con menos riesgo de sufrir quemaduras.

La estación de quemado funciona con dos métodos de graduación; uno horizontal, el cual sirve para elevar o reducir la altura de la antorcha según el diámetro de la caña, su graduación se realiza mediante un tornillo que presiona el tubo al obtener la altura deseada; y una vertical, cuyo propósito es acercar o alejar la llama según el diámetro o tono que se desea en la vara.

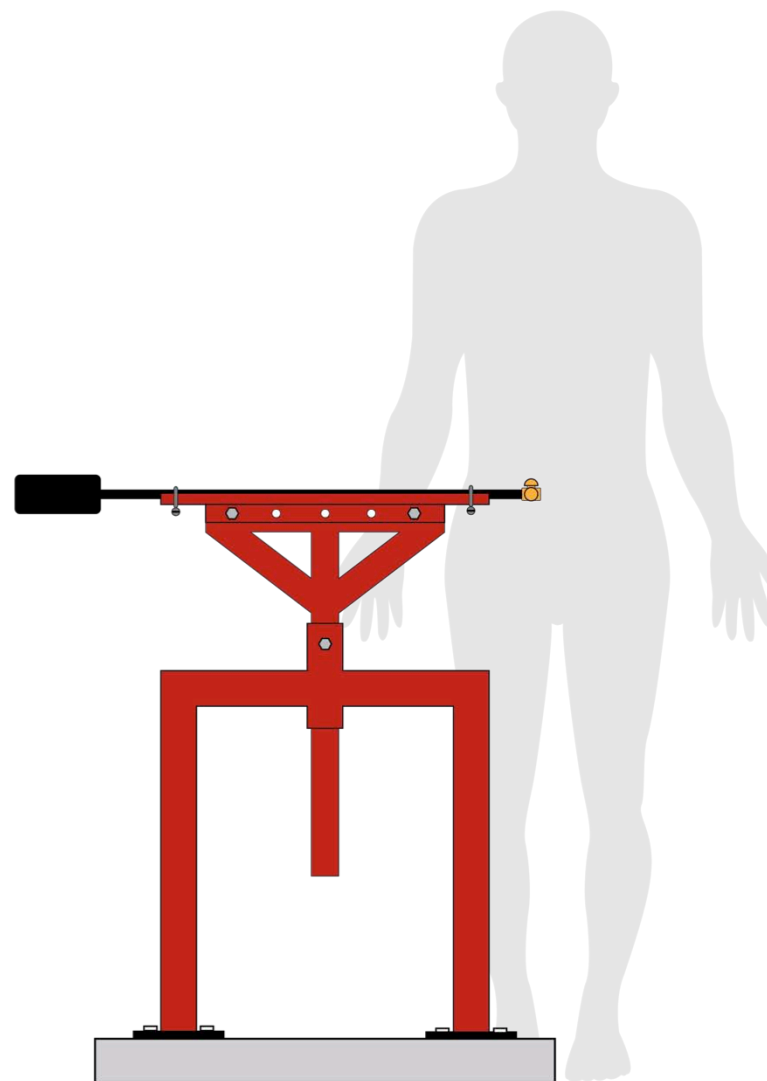


Imagen 194. Estación de quemado. **Fuente:** propia

El centro de la vara de bambú marca la altura que debe tener el quemador, el centro de la boquilla debe de coincidir con el de la caña (imagen 196) para asegurar un quemado uniforme en la superficie del bambú.

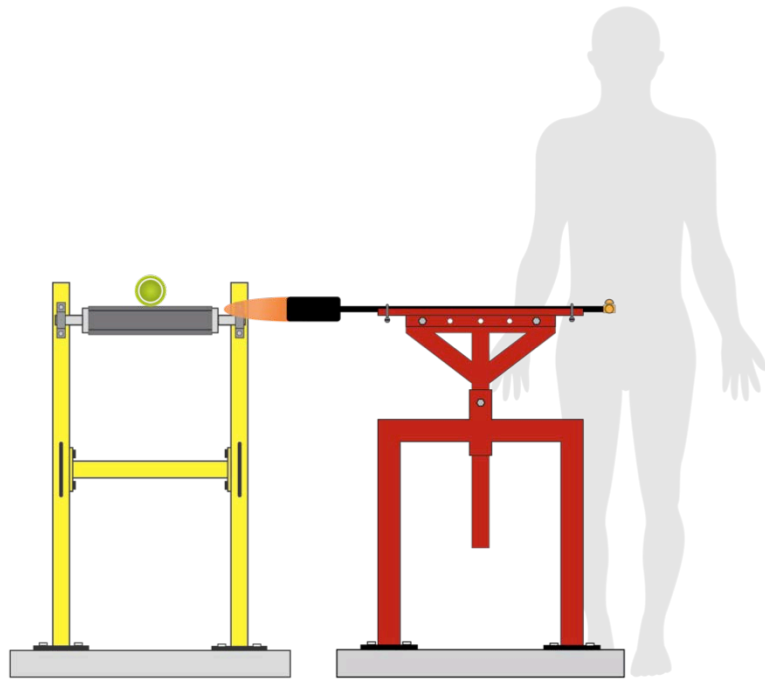


Imagen 195. Estación de quemado sin graduar (llama de referencia).
Fuente: propia

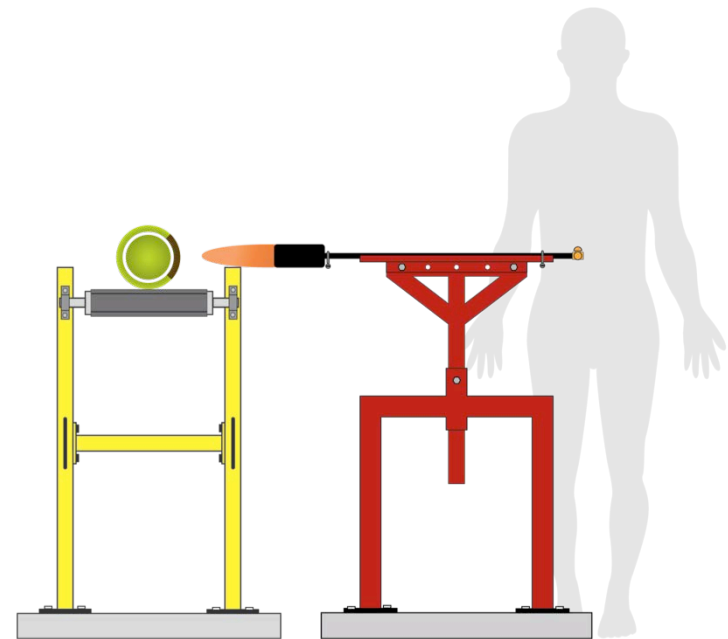
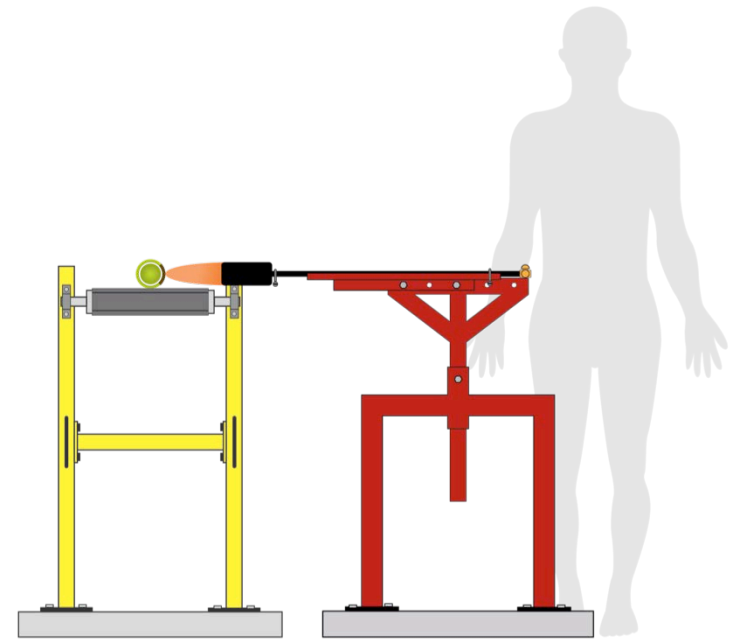


Imagen 196. Estación de quemado graduada con dos tipos diferentes de diámetros de bambú. **Fuente:** propia

4. Quemado de bambú

Una vez alineado y graduado el quemador, puede darse comienzo a la quema del bambú. Este se realiza de modo lineal en franjas de 2 ½ pulgadas, área de quemado de la antorcha; para poder quemar la circunferencia total del bambú, este deberá de girarse y pasar por la antorcha la veces necesarias para cubrir toda su circunferencia, la cantidad de repeticiones varía según el diámetro de cada vara.

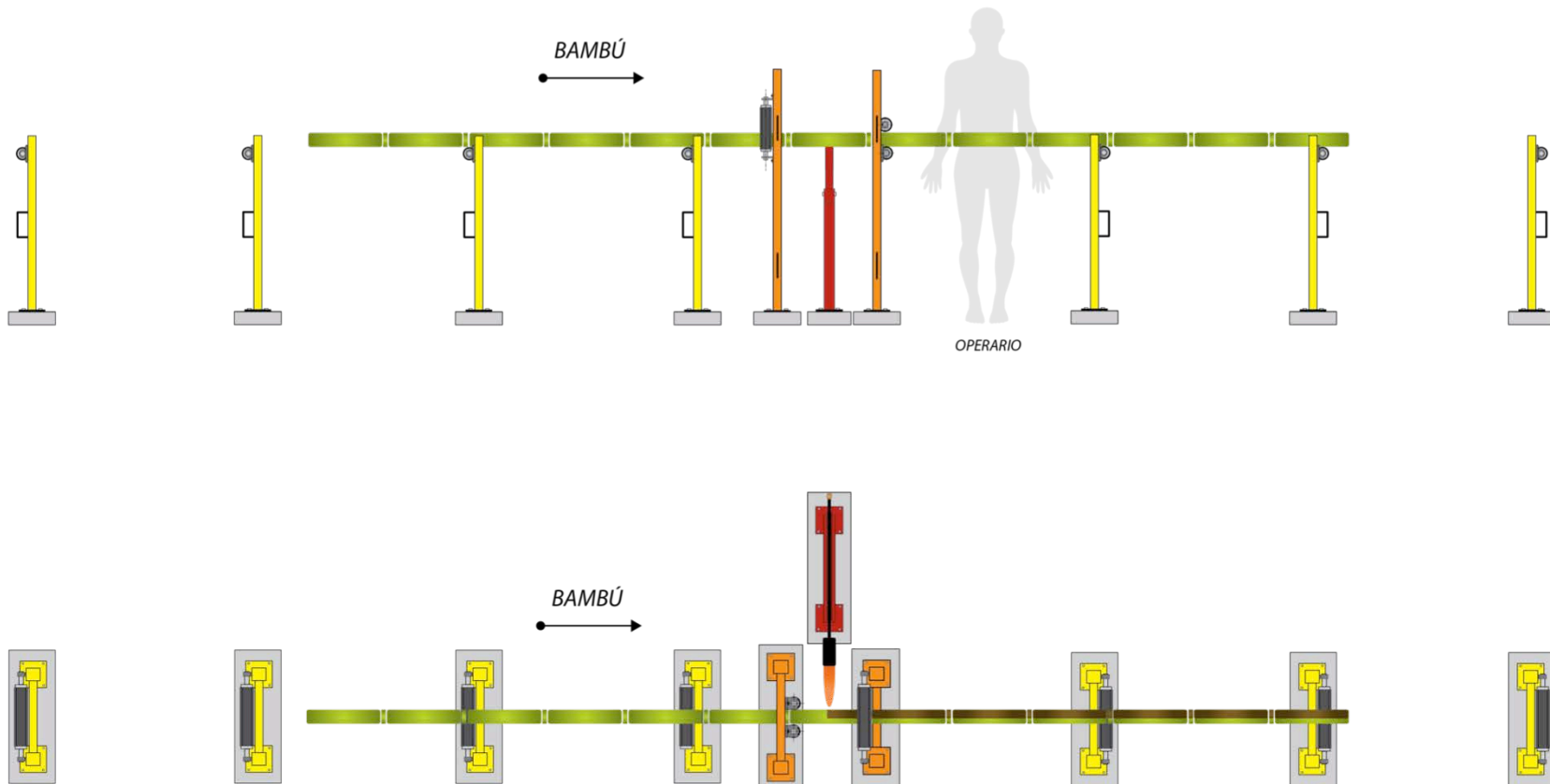


Imagen 197. - Superior: Vista lateral de quemador de bambú, primer ciclo de quemado. - **Inferior:** Vista superior de quemador de bambú, primer ciclo de quemado. Fuente: propia

- Método de quemado de bambú

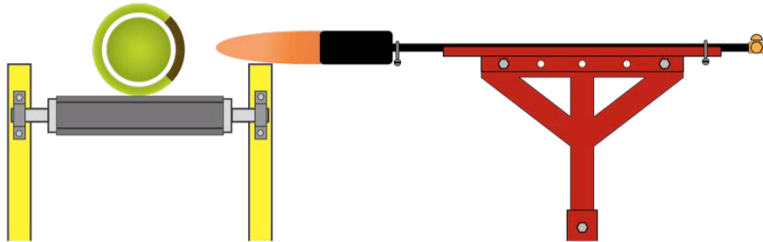


Imagen 198. Ciclo de quemado de bambú, 1ra franja. **Fuente:** propia

- Colocada la vara se prende la antorcha y comienza su quemado, la franja de quemado tendrá un promedio de 2 ½ pulgadas de grosor, desvaneciendo de intensidad en sus extremos.

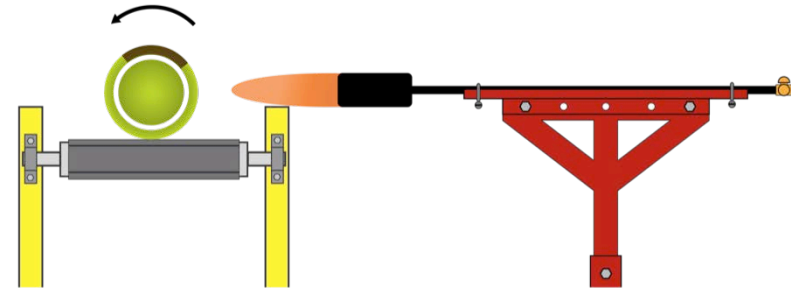


Imagen 199. Ciclo de quemado de bambú, giro de vara. **Fuente:** propia

- Ya quemada la primera franja la vara deberá de girarse colocando la superficie quemada hacia arriba, asegurándose que la segunda franja se funda bien con el extremo de la anterior, realizar una prueba para cerciorarse.

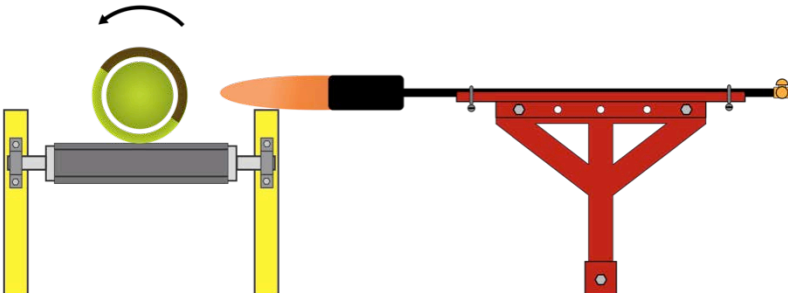


Imagen 200. Ciclo de quemado de bambú, 2da franja de quemado. **Fuente:** propia

- El mismo procedimiento se repite una y otra vez hasta lograr cubrir toda la superficie del bambú, es importante utilizar guantes al manipular el bambú ya que toda la superficie de este se calienta durante el proceso.

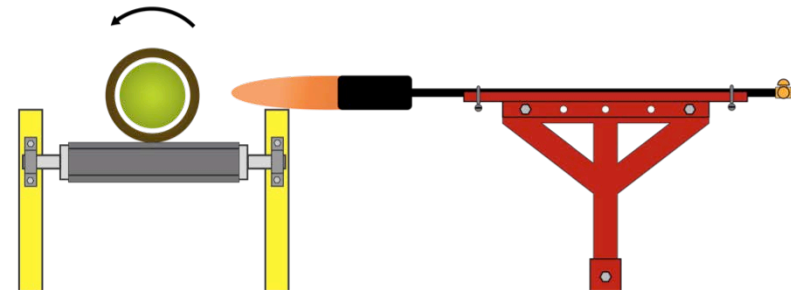


Imagen 201. Ciclo de quemado de bambú, diámetro completo quemado. **Fuente:** propia

- Ciclo de quemado de bambú, vista superior

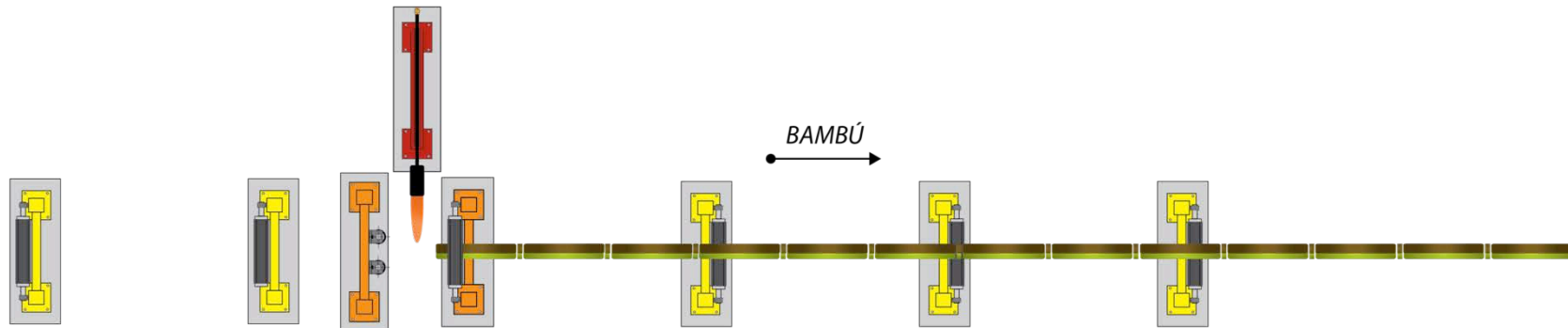


Imagen 202. Primer paso de caña por quemador. **Fuente:** propia

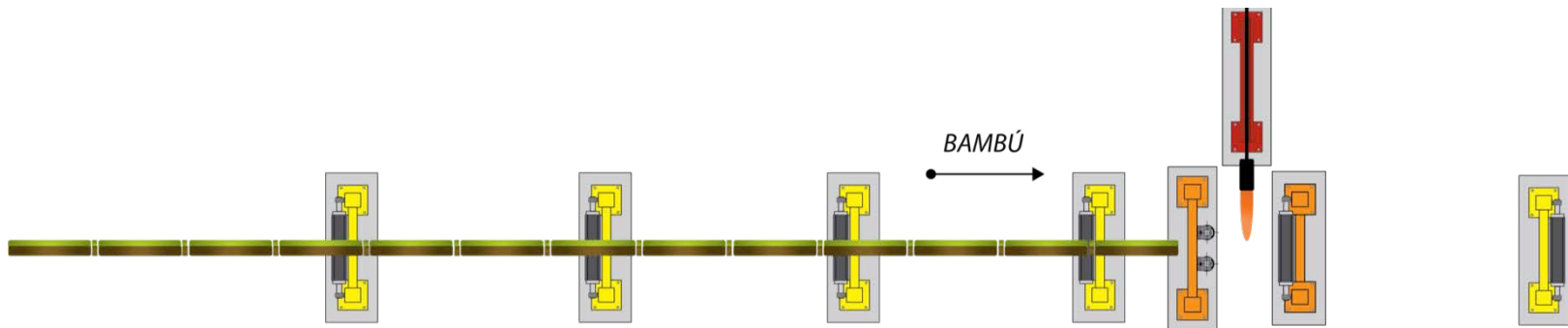


Imagen 203. Vara de bambú recolocada y en espera de quemado. **Fuente:** propia

- Luego de aplicar el primer quemado, la vara debe de recolocarse a su posición inicial y aplicarse las veces necesarias.
- Si la antorcha se deja prendida mientras se transporta la vara de bambú de vuelta deben de hacerlo pasando por detrás de ella y no por el frente ya que pueden sufrir quemaduras; lo más recomendable es que esta se apague mientras se realiza esta acción.

- Ciclo de quemado de bambú, vista superior

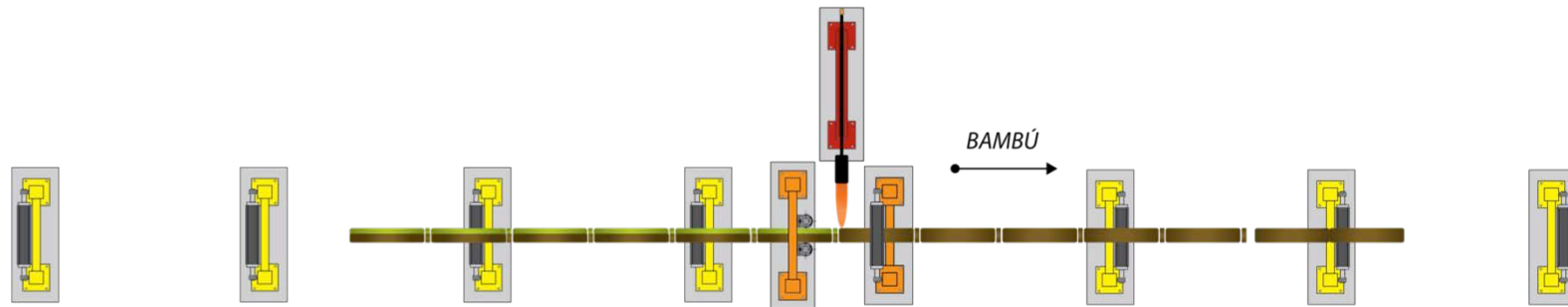


Imagen 204. Vara de bambú, segundo ciclo de quemado. **Fuente:** propia

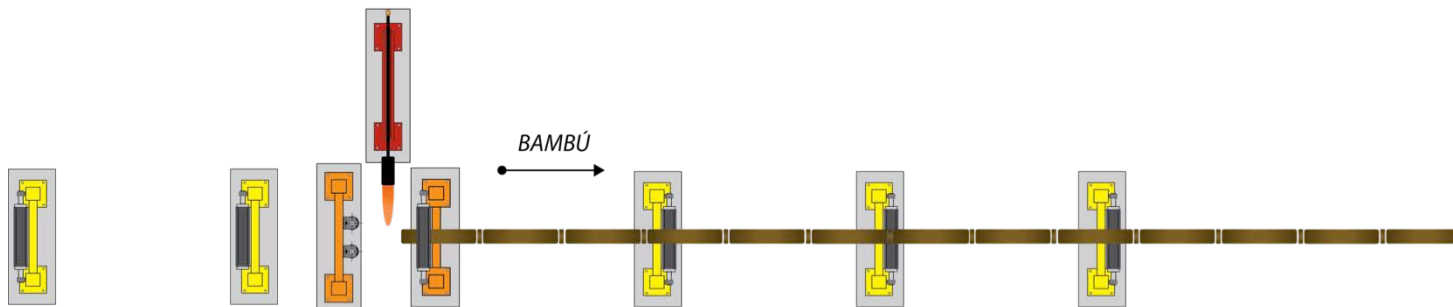


Imagen 205. Vara de bambú quemada completamente. **Fuente:** propia

- Delimitación de área de seguridad

Debido a que la llama de la antorcha genera una llama de tamaño y temperatura considerables, se recomienda delimitar visualmente el área total (al estar encendida a su máxima capacidad) del alcance de la llama. Para esto se proponen tres opciones:

- A. Delimitación con plataforma de concreto y pintura.
- B. Delimitación por borde, pintura.
- C. Delimitación de área (lleno completo), pintura.

Las medidas para marcar dicha área deberán de ser tomadas al momento de la instalación del equipo en su ubicación final, ya que estas pueden variar según el contexto de cada locación. Se utiliza el color rojo, al igual que en la estación de quemado.

A continuación, se describe graficamente las formas de delimitación propuestas.

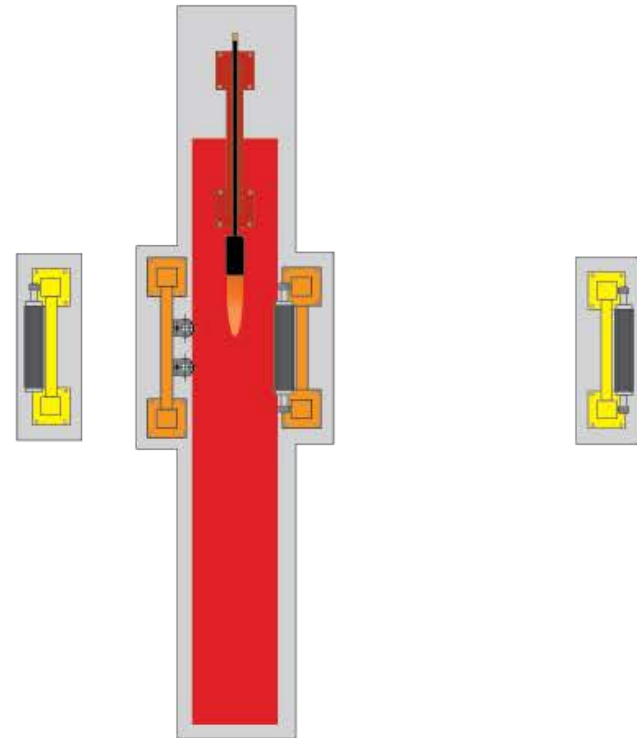


Imagen 206. Delimitación con plataforma de concreto y pintura. **Fuente:** propia

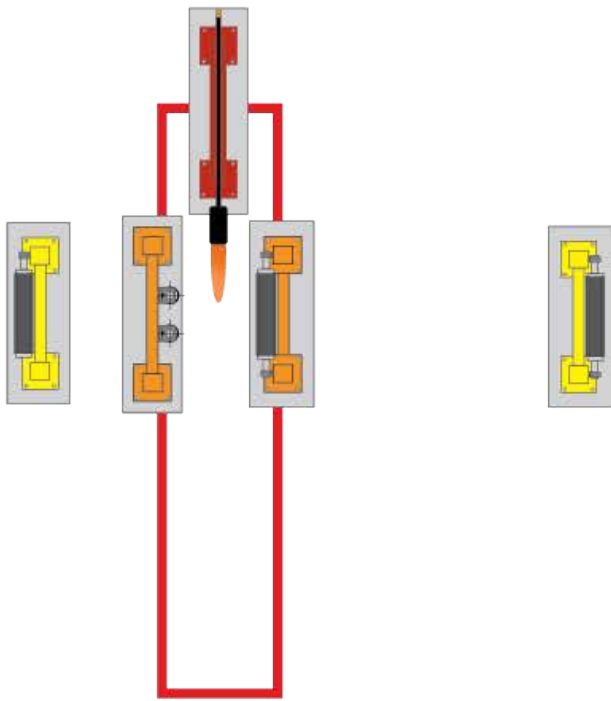


Imagen 207. Delimitación por borde, pintado. **Fuente:** propia

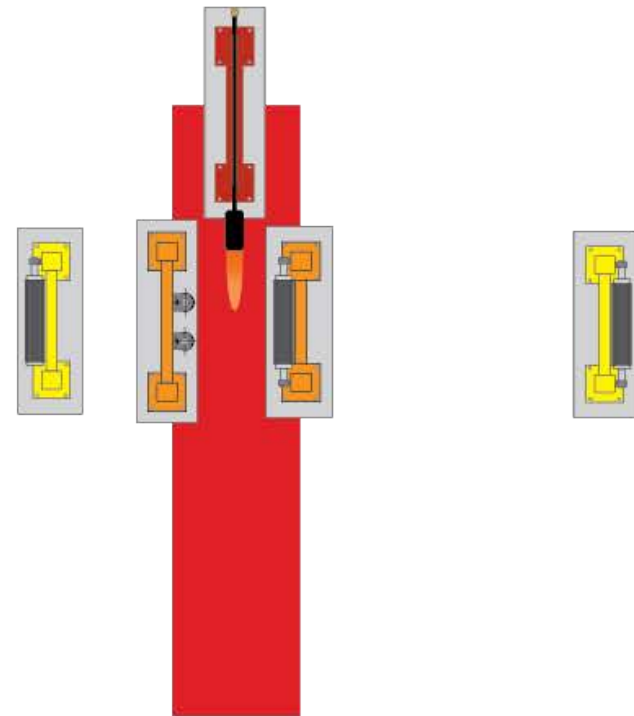


Imagen 208. Delimitación de área (lleno completo), pintura. **Fuente:** propia

5.3. Planos Constructivos

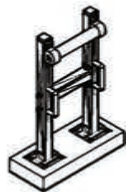
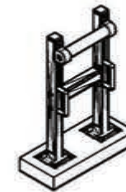
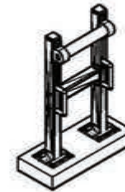
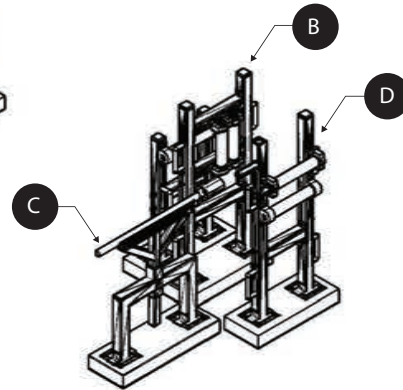
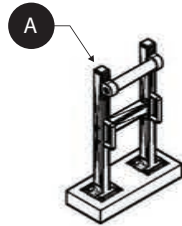
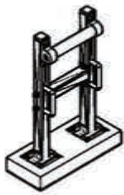
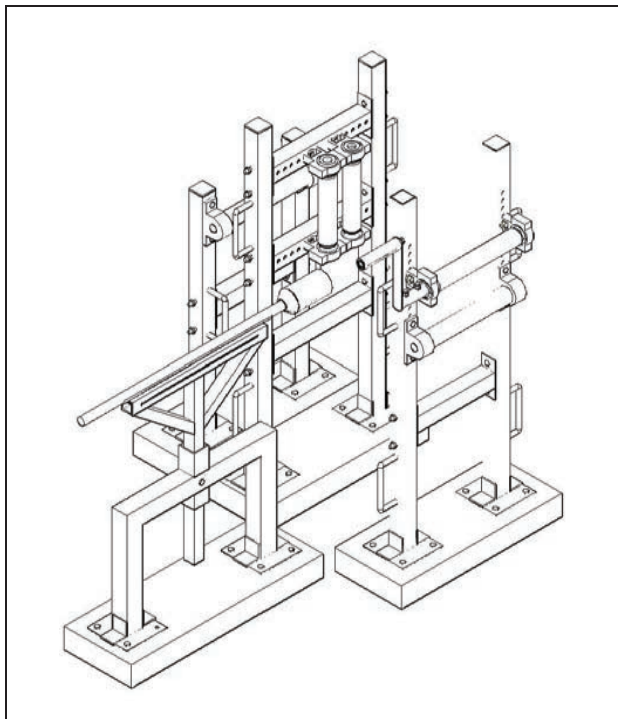


TABLA DE ESTACIONES

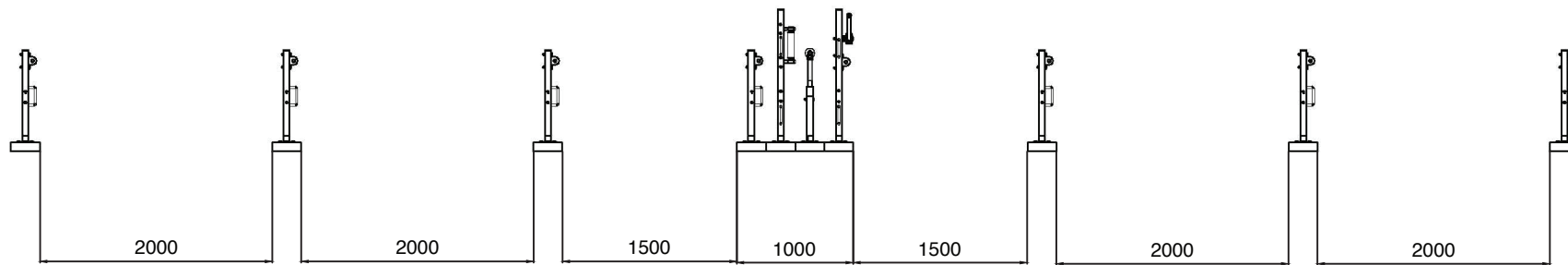
PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	ESTACIÓN DE APOYO	7
B	ESTACIÓN DE ALINEADO	1
C	ESTACIÓN DE QUEMADO	1
D	ESTACIÓN MECÁNICA	1
TOTAL		10



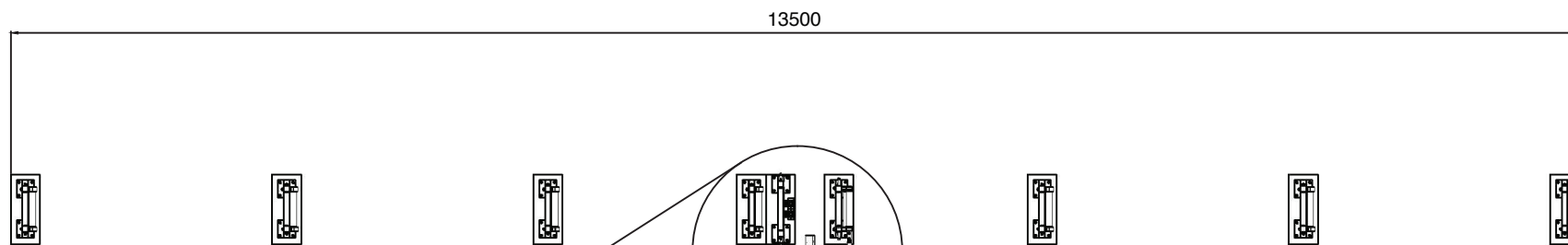
QUEMADOR DE BAMBÚ

VISTA ISOMÉTRICA

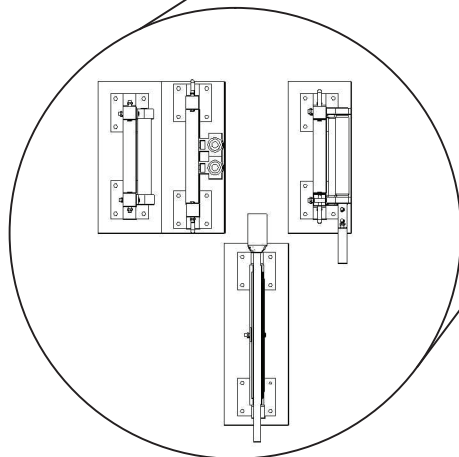
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 1/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	QUEMADOR DE BAMBÚ VISTA ISOMÉTRICA	ESCALA 1 : 40
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



VISTA LATERAL ESCALA 1:60



VISTA SUPERIOR ESCALA 1:60

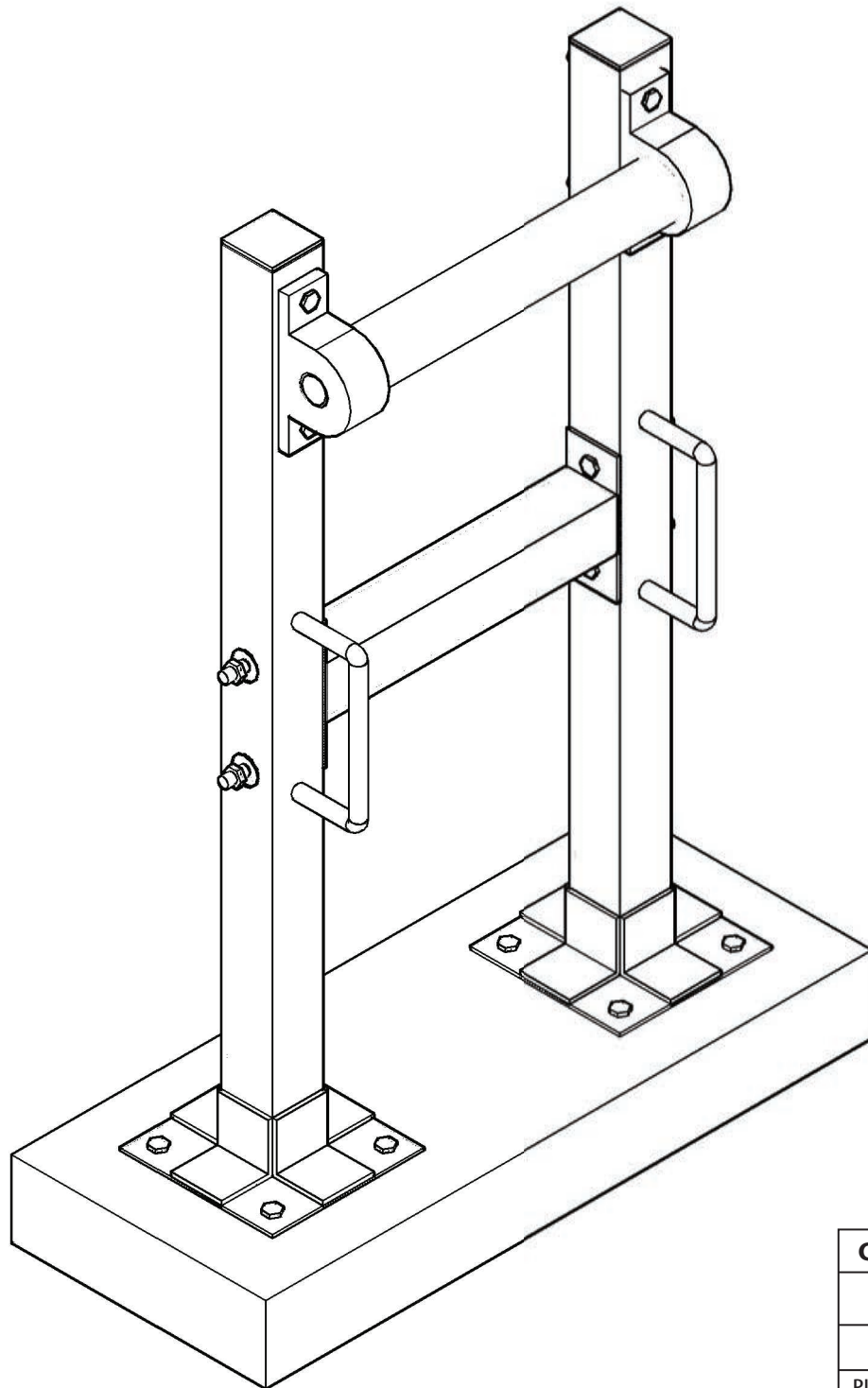


MÓDULO CENTRAL
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:30

QUEMADOR DE BAMBÚ

VISTAS GENERALES

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 2/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	QUEMADOR DE BAMBÚ VISTAS GENERALES	ESCALA INDICADA
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

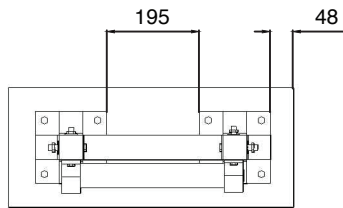


ESTACIÓN DE APOYO

VISTA ISOMÉTRICA

ESCALA 1:5

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 3/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN DE APOYO VISTA ISOMÉTRICA	ESCALA 1:5
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

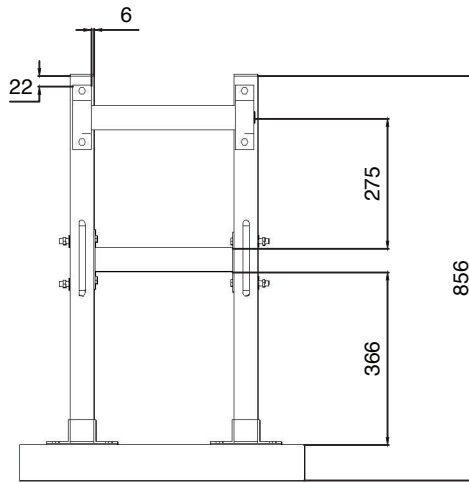


VISTA SUPERIOR

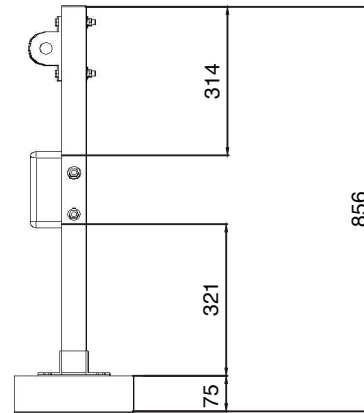
ESTACIÓN DE APOYO

VISTAS GENERALES

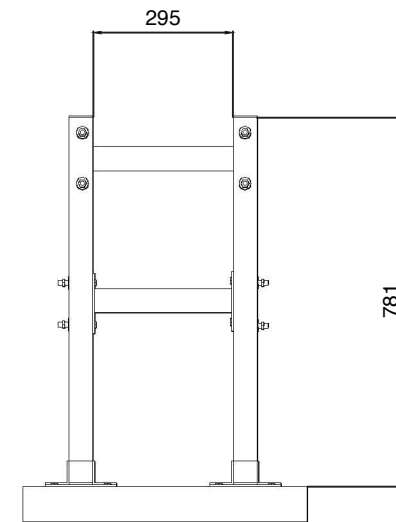
ESCALA 1:16



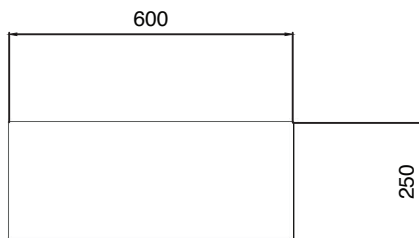
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA POSTERIOR



VISTA INFERIOR

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 4/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN DE APOYO VISTAS GENERALES	ESCALA 1:16
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

DESPIECE

ESCALA 1:8

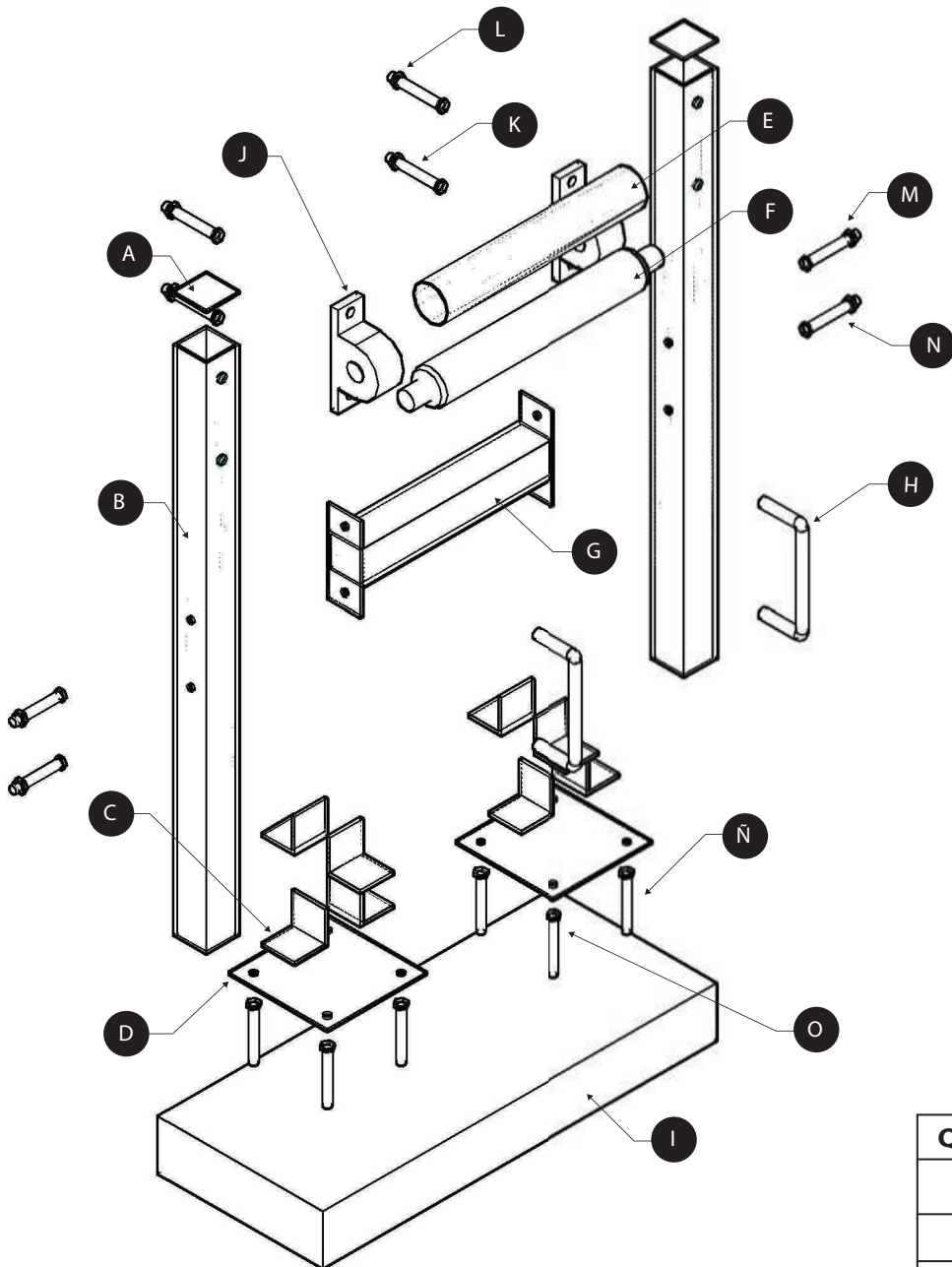
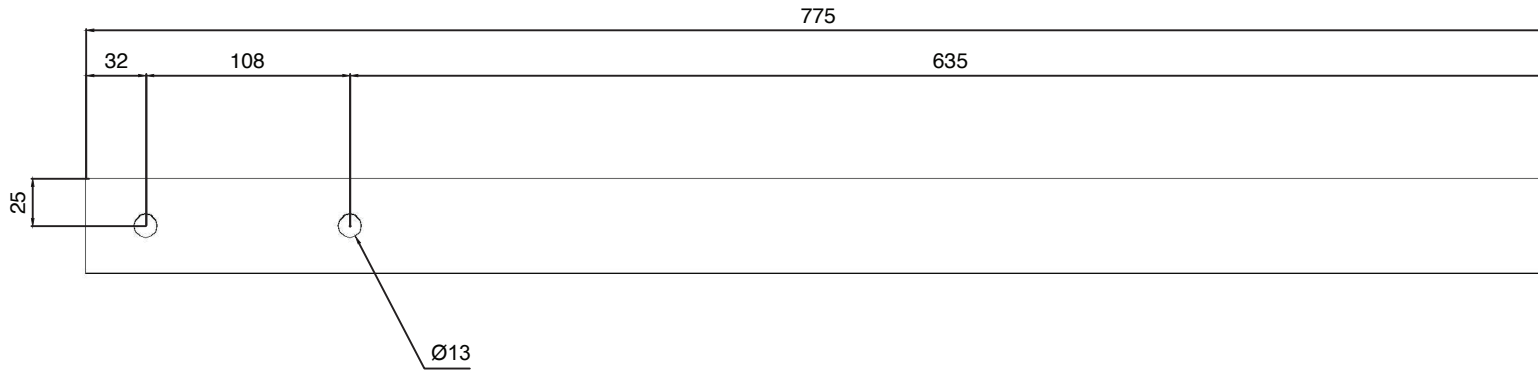


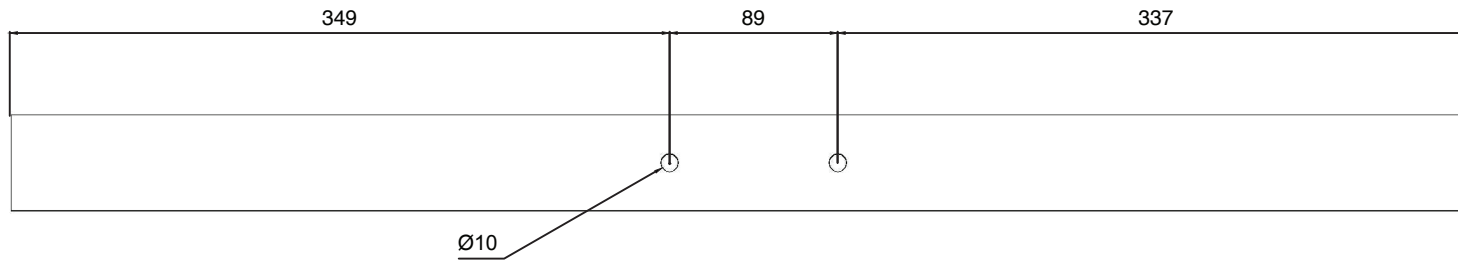
TABLA DE PIEZAS

PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	TAPÓN DE TUBO 2X2 PULG. - HEMBRA 2 X 3/16	2
B	POSTE DE TUBO CUADRADO 2 PULG. - CHAPA 11	2
C	REFUERZOS DE BASE - ANGULAR 2 X 3/16 PULG.	8
D	PLATINA - HEMBRA 6 X 1/4 PULG.	2
E	RECUBRIMIENTO DE HULE DE DE 12 PULG.	1
F	RODO DE 12 PULG. - COLD ROLL REDONDO 2 PULG.	1
G	ESTABILIZADOR - TUBO CUADRADO 2 PULG. - CHAPA 11	1
H	AGARRADOR - HIERRO REDONDO DE 1/2 PULG.	2
I	BASE DE CONCRETO	1
J	CHUMACERA COMPLETA UCP 205-16 F&D	2
K	TORNILLO HEXAGONAL GALVANIZADO GRADO 5 1/2 X 3 PULG.	4
L	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA GRADO 5 1/2 PULG.	4
M	TORNILLO HEXAGONAL GALVANIZADO GRADO 5 3/8 X 3 PULG.	4
N	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA GRADO 5 3/8 PULG.	4
Ñ	ANCLAJE GALVANIZADO GRADO 5 3/8 X 3 PULG.	8
O	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA GRADO 5 3/8 PULG.	8
TOTAL		54

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 5/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN DE APOYO DESPIECE	ESCALA 1:8
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



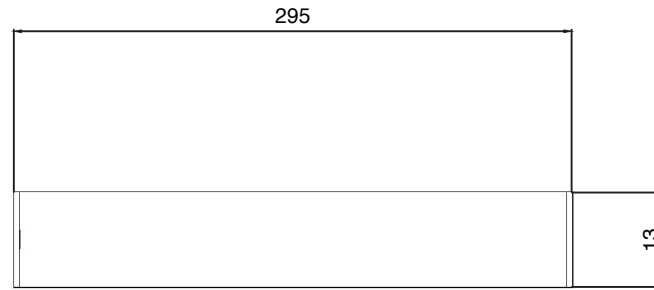
VISTA FRONTAL



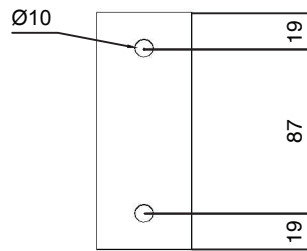
VISTA LATERAL

PIEZA B
 VISTAS GENERALES
 ESCALA 1: 16

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 6/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA B VISTAS GENERALES	ESCALA 1:16
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



VISTA SUPERIOR



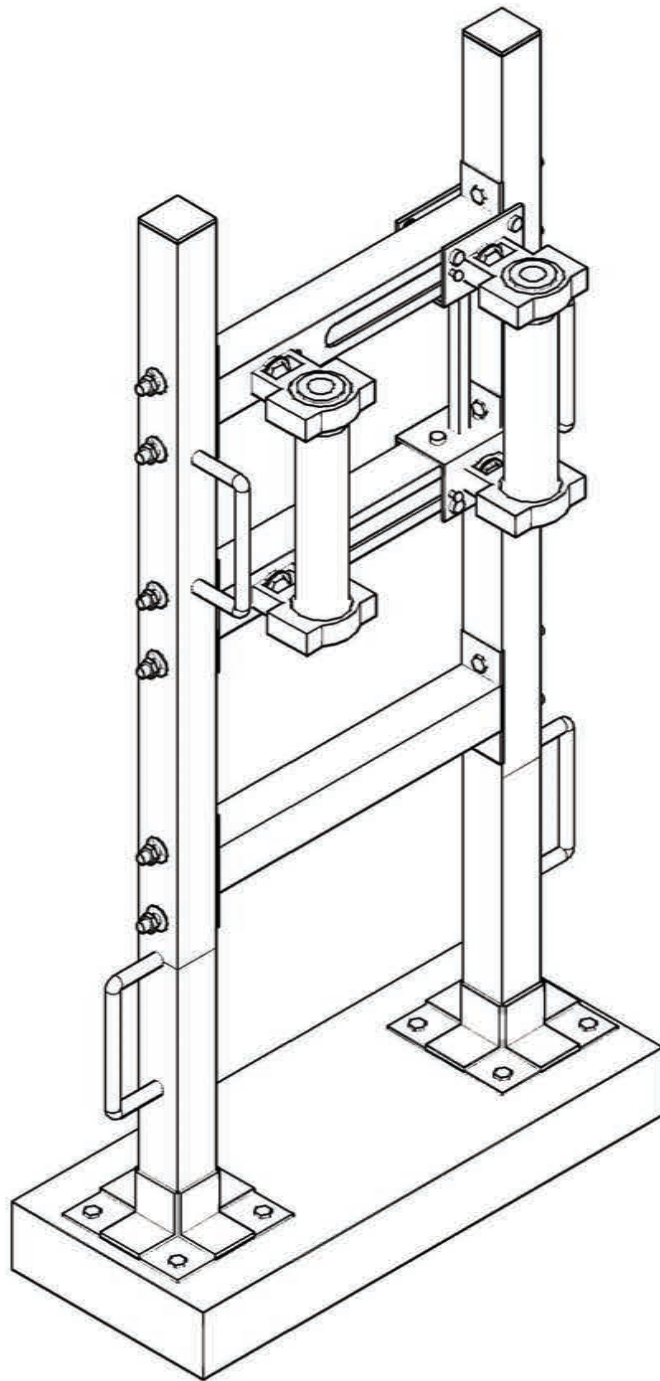
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

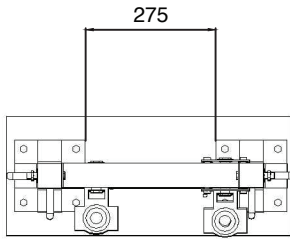
PIEZA G
 VISTAS GENERALES
 ESCALA 1: 4

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 7/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA G VISTAS GENERALES	ESCALA 1:4
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

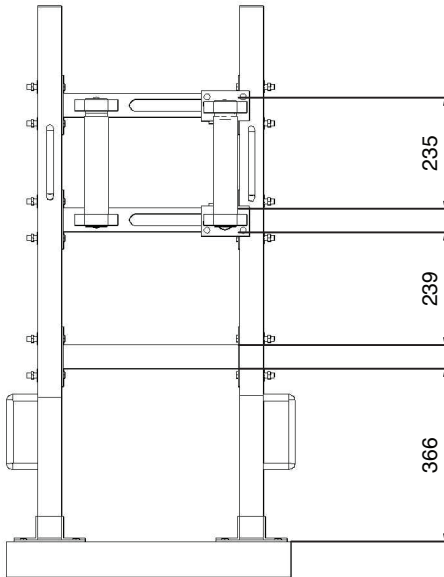


ESTACIÓN DE ALINEADO
 VISTA ISOMÉTRICA
 ESCALA 1:7

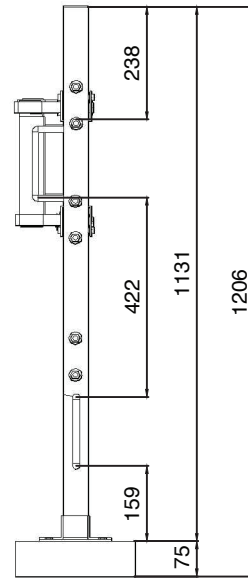
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 8/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN DE ALINEADO VISTA ISOMÉTRICA	ESCALA 1:7
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

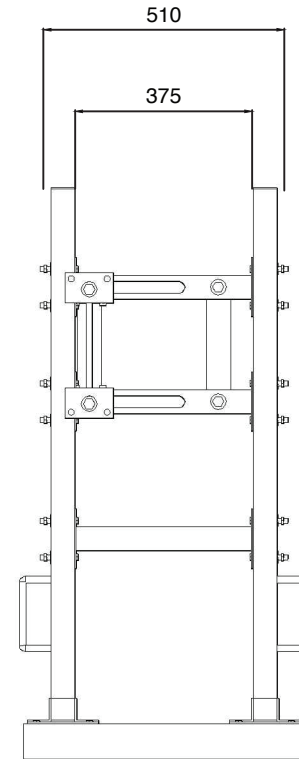


VISTA LATERAL

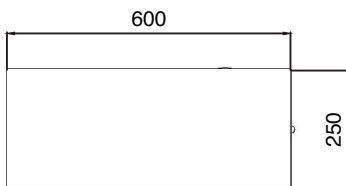
ESTACIÓN DE ALINEADO

VISTAS GENERALES

ESCALA 1:16



VISTA POSTERIOR

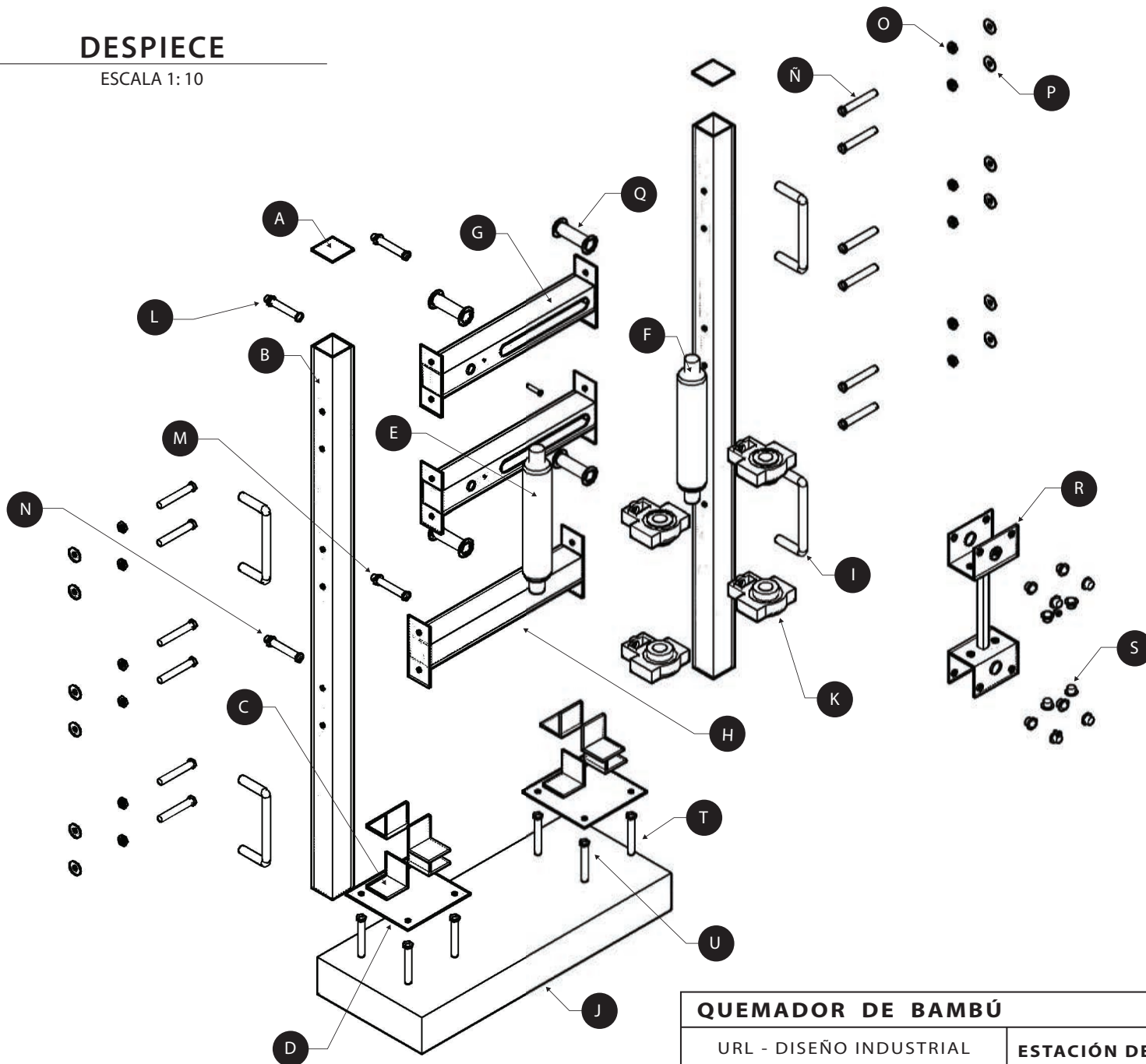


VISTA INFERIOR

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 9/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN DE ALINEADO VISTAS GENERALES	ESCALA 1:16
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

DESPIECE

ESCALA 1:10

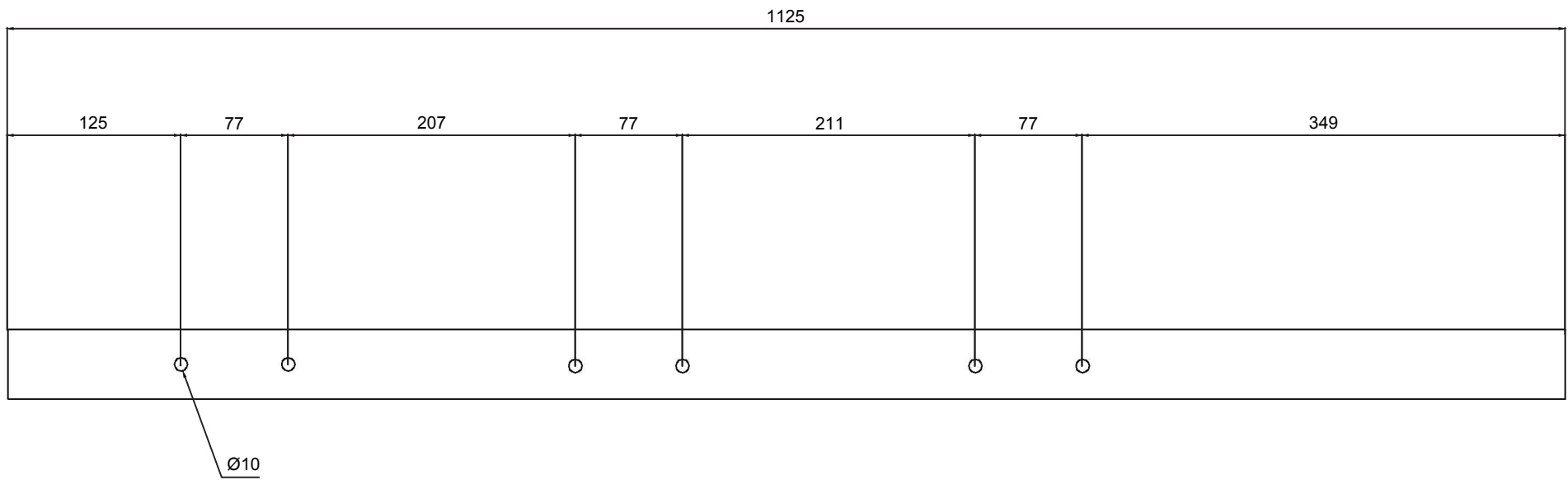


QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 10/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN DE ALINEADO DESPIECE	ESCALA 1:10
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

TABLA DE PIEZAS

PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	TAPÓN DE TUBO 2X2 PULG. - HEMBRA 2 X 3/16	2
B	POSTE DE TUBO CUADRADO 2 PULG.- CHAPA 11	2
C	REFUERZOS DE BASE - ANGULAR 2 X 3/16 PULG.	8
D	PLATINA - HEMBRA 6 X 1/4 PULG.	2
E	RECUBRIMIENTO DE HULE DE DE 8 PULG.	2
F	RODO DE 8 PULG. - COLD ROLL REDONDO 2 PULG.	2
G	ESTABILIZADOR PERFORADO TUBO CUADRADO 2 PULG. - CHAPA 11	2
H	ESTABILIZADOR TUBO CUADRADO 2 PULG. - CHAPA 11	1
I	AGARRADOR - HIERRO REDONDO DE 1/2 PULG.	4
J	BASE DE CONCRETO	1
K	CHUMACERA TENSORA UCT 205-16 DPI	4
L	TORNILLO HEXAGONAL GALVANIZADO GRADO 5 1/2 X 3 PULG.	4
M	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA GRADO 5 1/2 PULG.	4
N	ROLDANA GALVANIZADA GRADO 5 1/2 PULG.	6
Ñ	TORNILLO HEXAGONAL GALVANIZADO GRADO 5 3/8 X 3 PULG.	6
O	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA GRADO 5 3/8 PULG.	6
P	ROLDANA GALVANIZADA GRADO 5 3/8 PULG.	6
Q	ESPACIADOR PARA TORNILLO DE BASE AJUSTABLE TUBO REDONDO 1/2 PULG. - CHAPA 18	2
R	BASE AJUSTABLE PARA RODO	1
S	COJINETES ESFÉRICOS DE 1/2 PULG	12
T	ANCLAJE GALVANIZADO GRADO 5 3/8 X 3 PULG.	8
U	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA GRADO 5 3/8 PULG.	8
	TOTAL	93

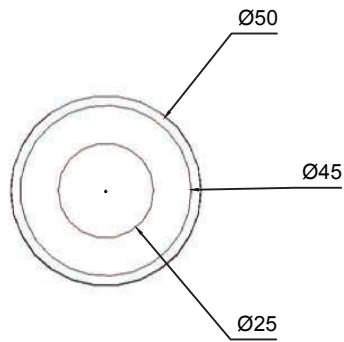
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 11/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN DE ALINEADO	ESCALA 1:10
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



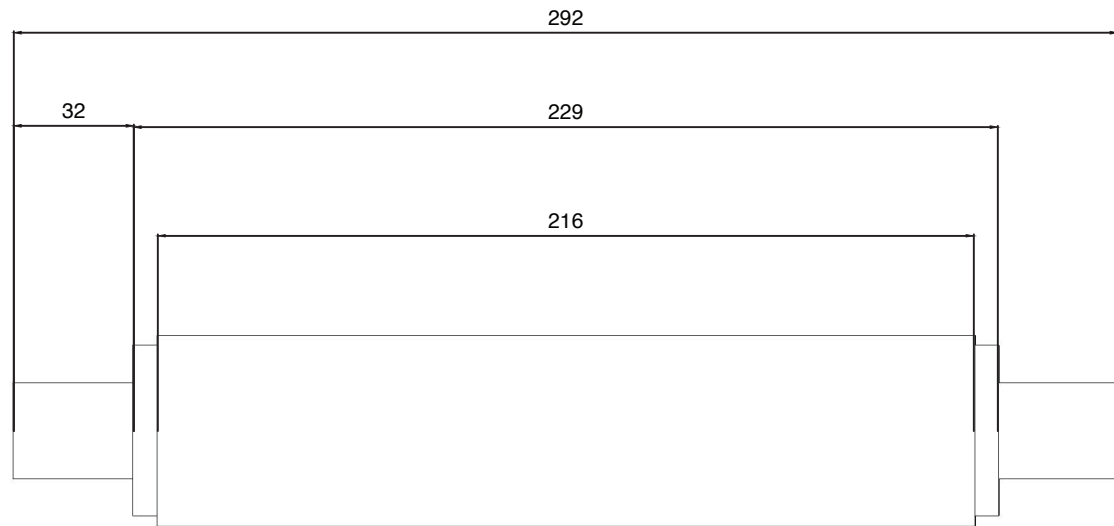
VISTA FRONTAL

PIEZA B
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:4.5

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 12/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA B VISTA FRONTAL	ESCALA 1:4.5
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



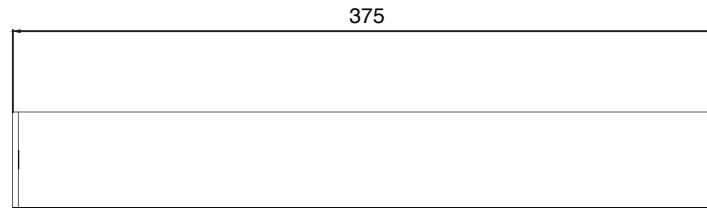
VISTA LATERAL



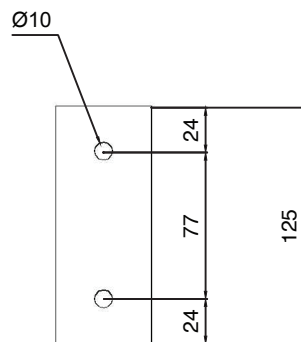
VISTA FRONTAL

PIEZA F
VISTAS GENERALES
 ESCALA 1:2

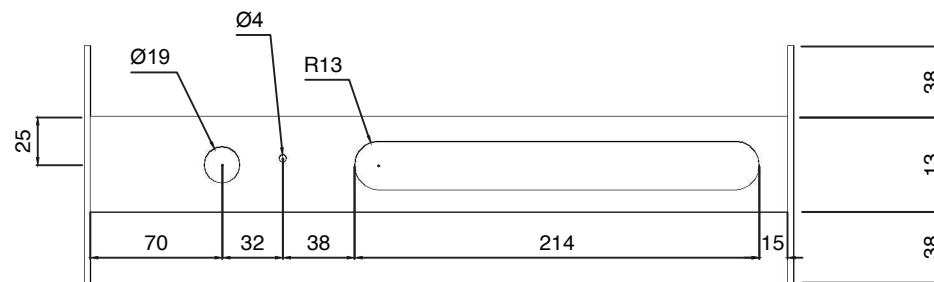
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 13/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA F VISTAS GENERALES	ESCALA 1:2
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL

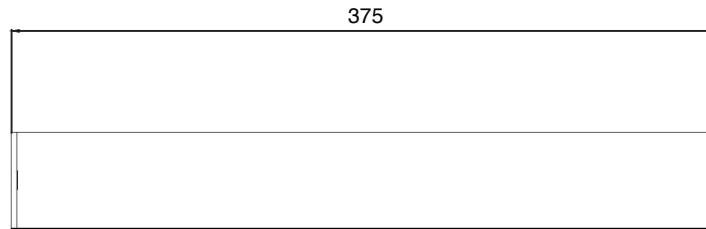


VISTA FRONTAL

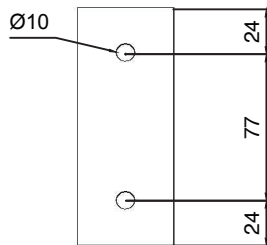
PIEZA G
VISTAS GENERALES

ESCALA 1: 4

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 14/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA G VISTAS GENERALES	ESCALA 1:4
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL

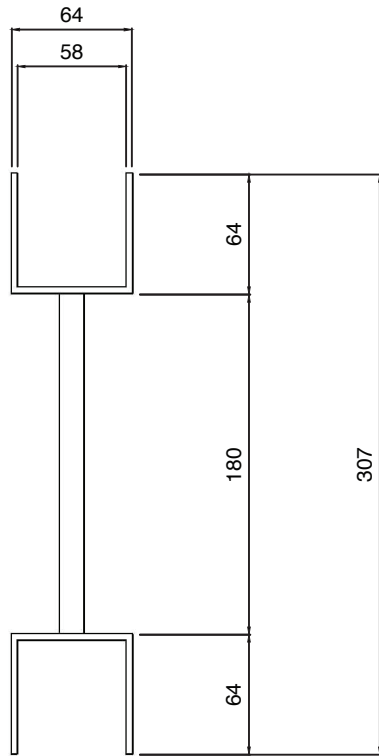


VISTA FRONTAL

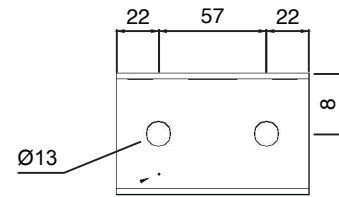
PIEZA H
VISTAS GENERALES

ESCALA 1:4

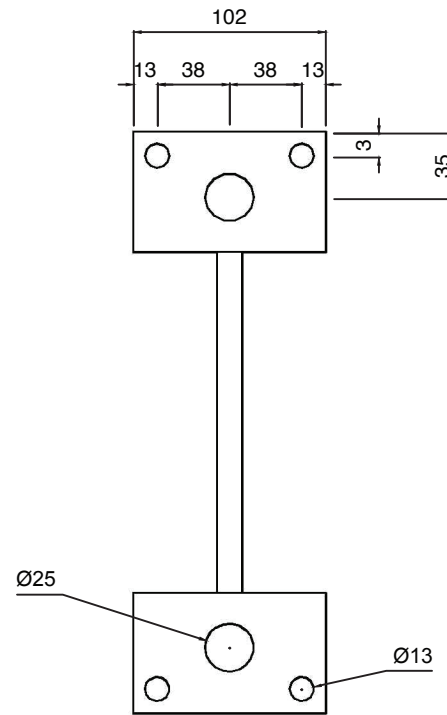
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 15/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA H VISTAS GENERALES	ESCALA 1:4
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



VISTA LATERAL



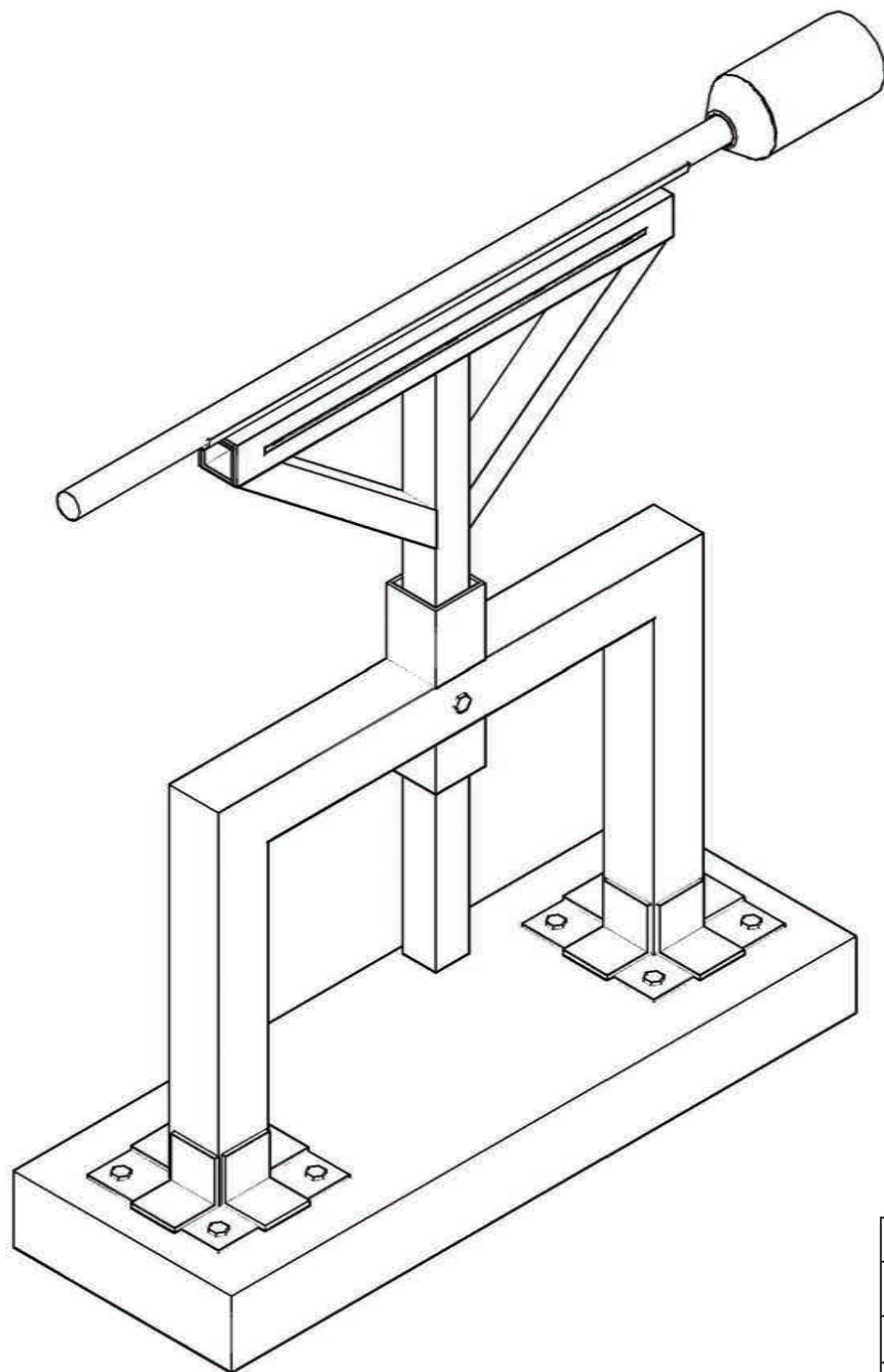
VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

PIEZA R
VISTAS GENERALES
 ESCALA 1:4

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 16/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA R VISTAS GENERALES	ESCALA 1:4
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

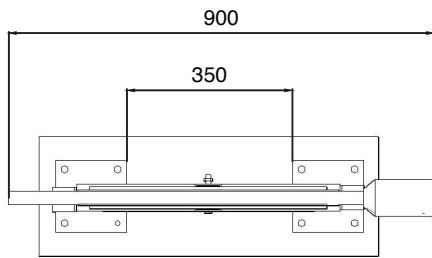


ESTACIÓN DE QUEMADO

VISTA ISOMÉTRICA

ESCALA 1:6

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 17/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN DE QUEMADO VISTA ISOMÉTRICA	ESCALA 1:6
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

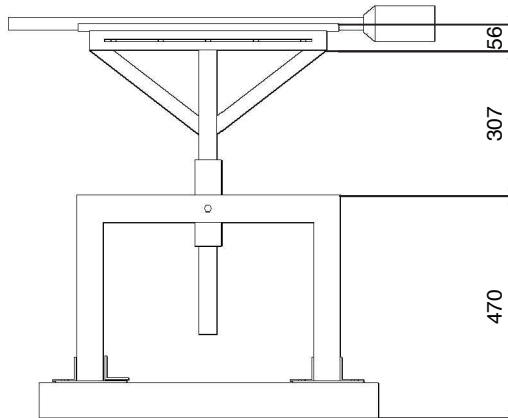


VISTA SUPERIOR

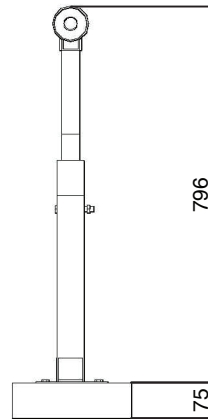
ESTACIÓN DE QUEMADO

VISTAS GENERALES

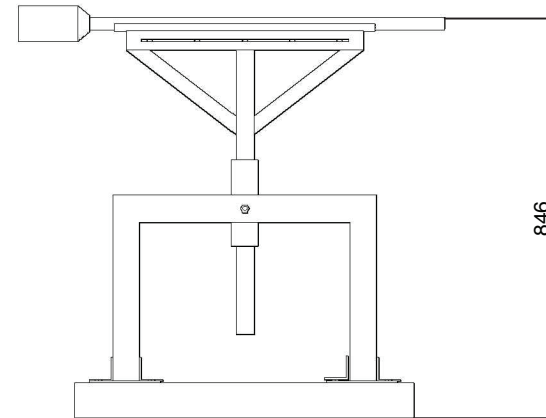
ESCALA 1:16



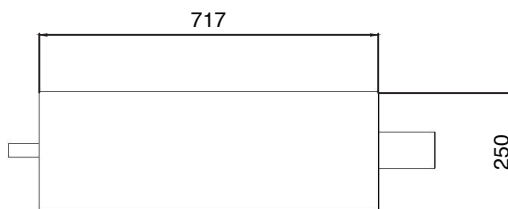
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA POSTERIOR



VISTA INFERIOR

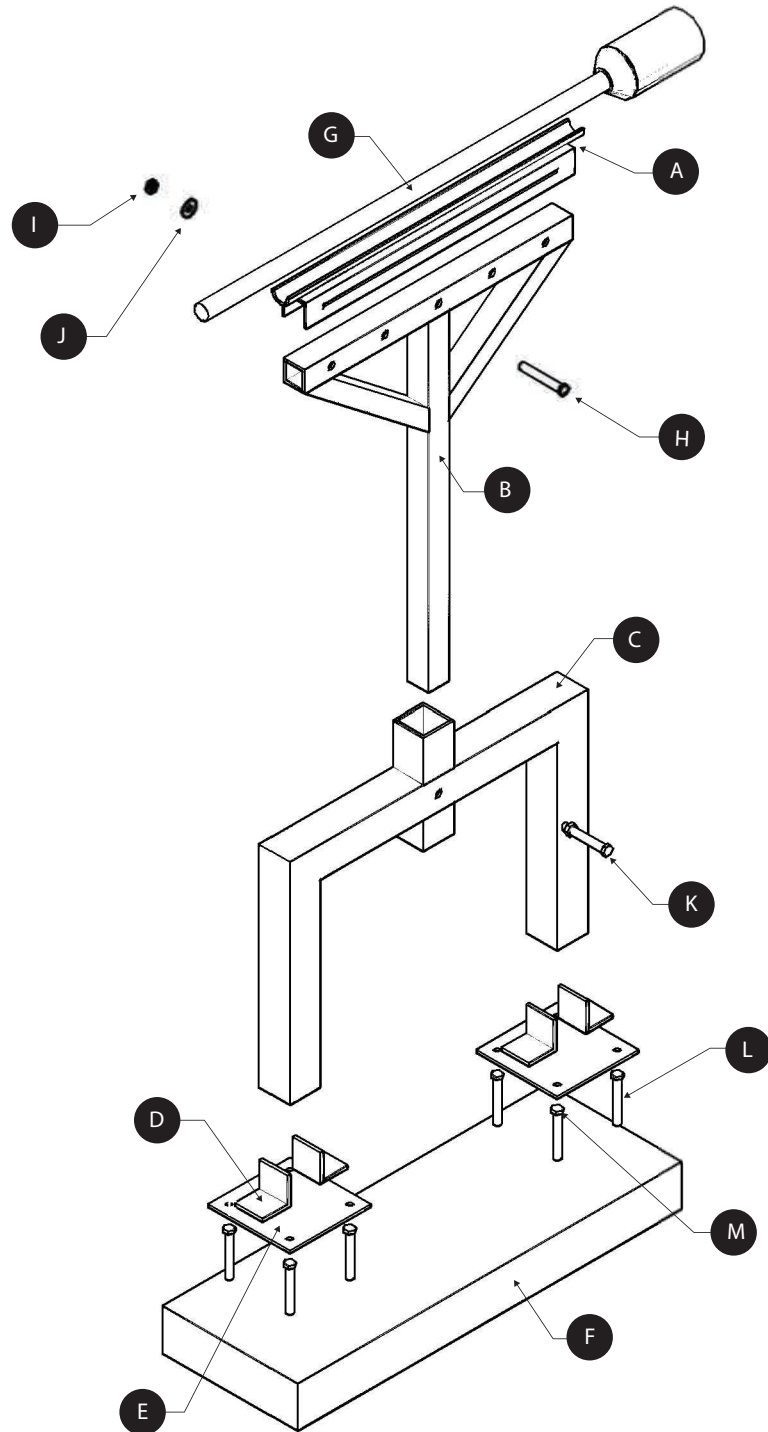
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 18/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN DE QUEMADO VISTAS GENERALES	ESCALA 1:16
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

DESPIECE

ESCALA 1: 10

TABLA DE PIEZAS

PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	BASE AJUSTE HORIZONTAL DE ANTORCHA FIRE BOSS	1
B	BASE AJUSTE VERTICAL DE ANTORCHA FIRE BOSS TUBO CUADRADO xx PULG. - CHAPA 11	1
C	PEDESTAL DE PIEZA C TUBO CUADRADO xx PULG. - CHAPA 11	1
D	REFUERZOS DE BASE - ANGULAR 2 X 3/16 PULG.	8
E	PLATINA - HEMBRA 6 X 1/4 PULG.	2
F	BASE DE CONCRETO	1
G	ANTORCHA DE PROPRANO - FIRE BOSS KIT BLUE STAR	1
H	TORNILLO ESTUFA GALVANIZADO GRADO 5 1/4 X 2 1/2 PULG.	1
I	TUERCA GALVANIZADA GRADO 5 1/4 PULG.	1
J	ROLDANA GALVANIZADA GRADO 5 1/4 PULG.	1
K	TORNILLO GALVANIZADO GRADO 5 3/8 X 1 1/4 PULG.	1
L	ANCLAJE GALVANIZADO GRADO 5 3/8 X 3 PULG.	8
M	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA GRADO 5 3/8 PULG.	8
TOTAL		35

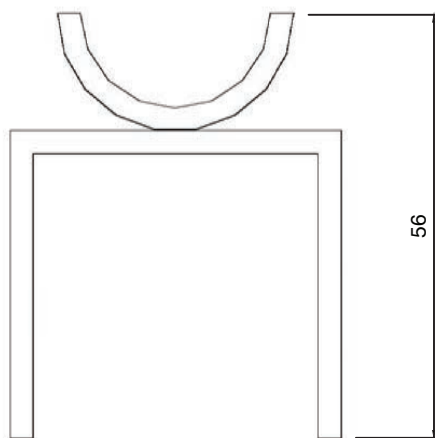


QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 19/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN DE QUEMADO DESPIECE	ESCALA 1:10
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

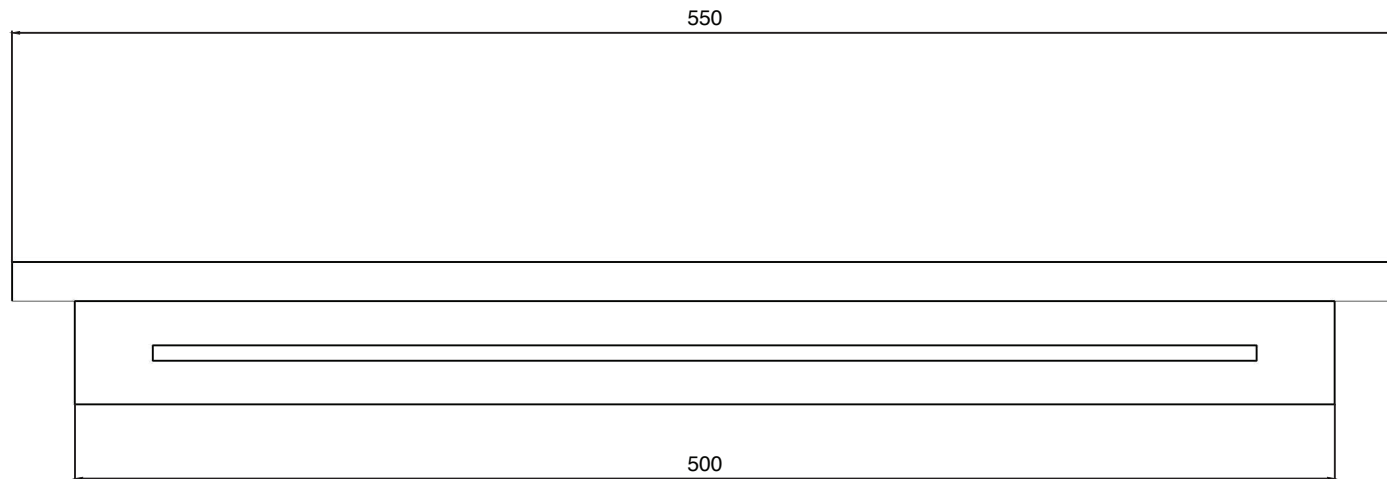


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:6

PIEZA A
VISTAS GENERALES
ESCALA INDICADA



VISTA FRONTAL
ESCALA 1:1



VISTA LATERAL
ESCALA 1:3

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 20/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA A VISTAS GENERALES	ESCALA INDICADA
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

DESPIECE

ESCALA 1:2

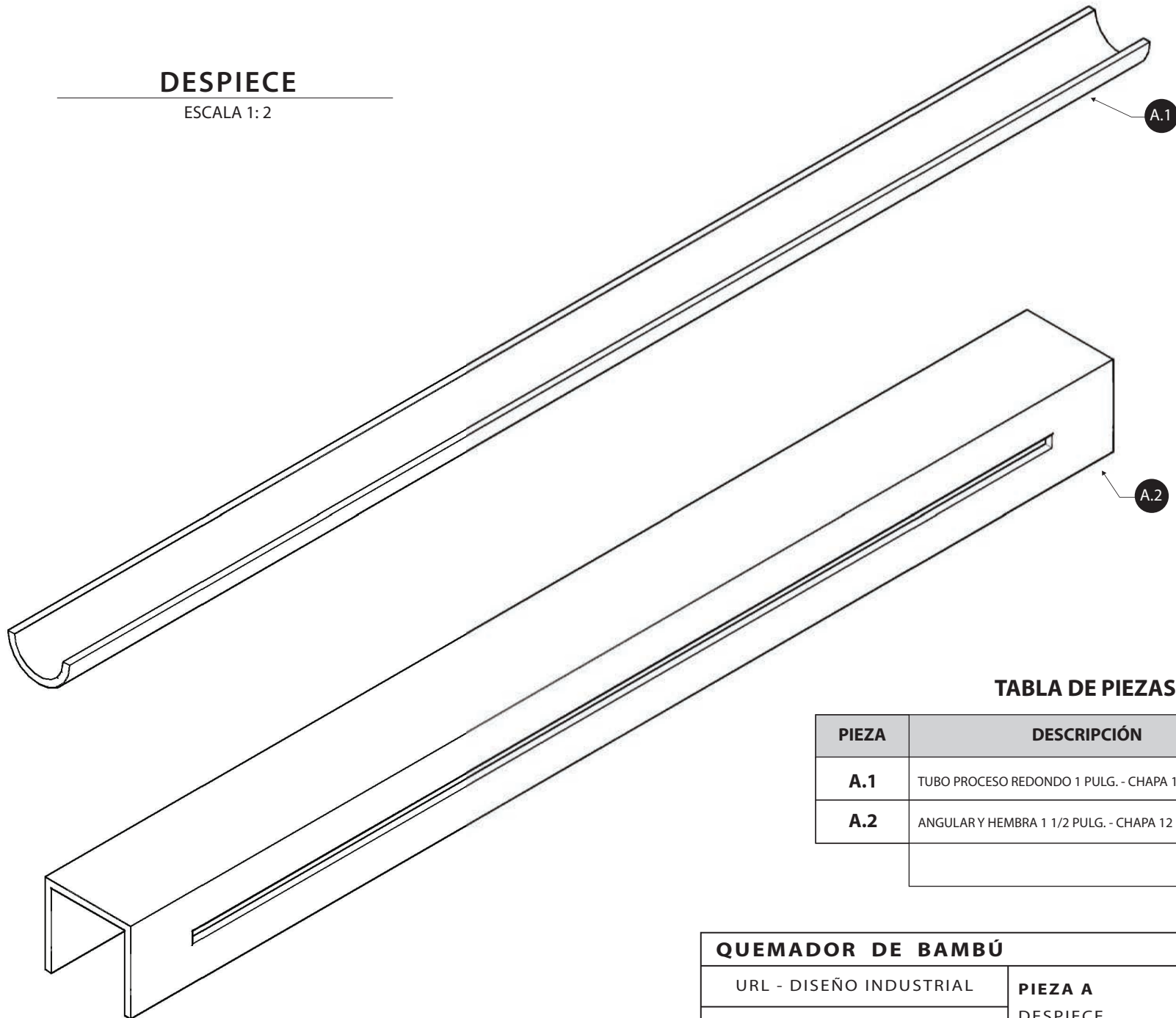


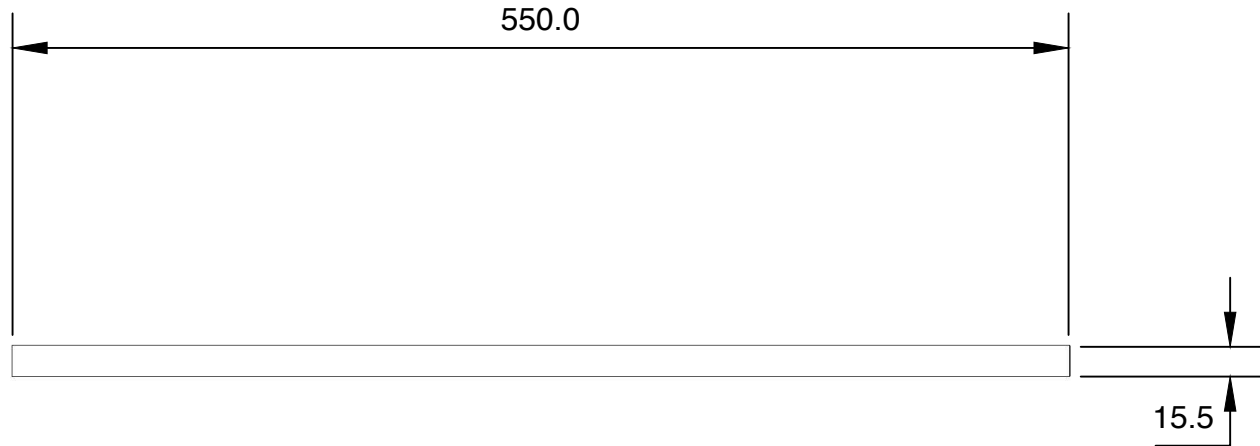
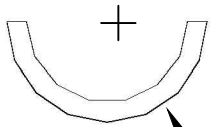
TABLA DE PIEZAS

PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A.1	TUBO PROCESO REDONDO 1 PULG. - CHAPA 12	1
A.2	ANGULAR Y HEMBRA 1 1/2 PULG. - CHAPA 12	1
TOTAL		2

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 21/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA A DESPIECE	ESCALA 1:2
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

PIEZA A.1
VISTAS GENERALES
 ESCALA INDICADA

VISTA FRONTAL
 ESCALA 1:1



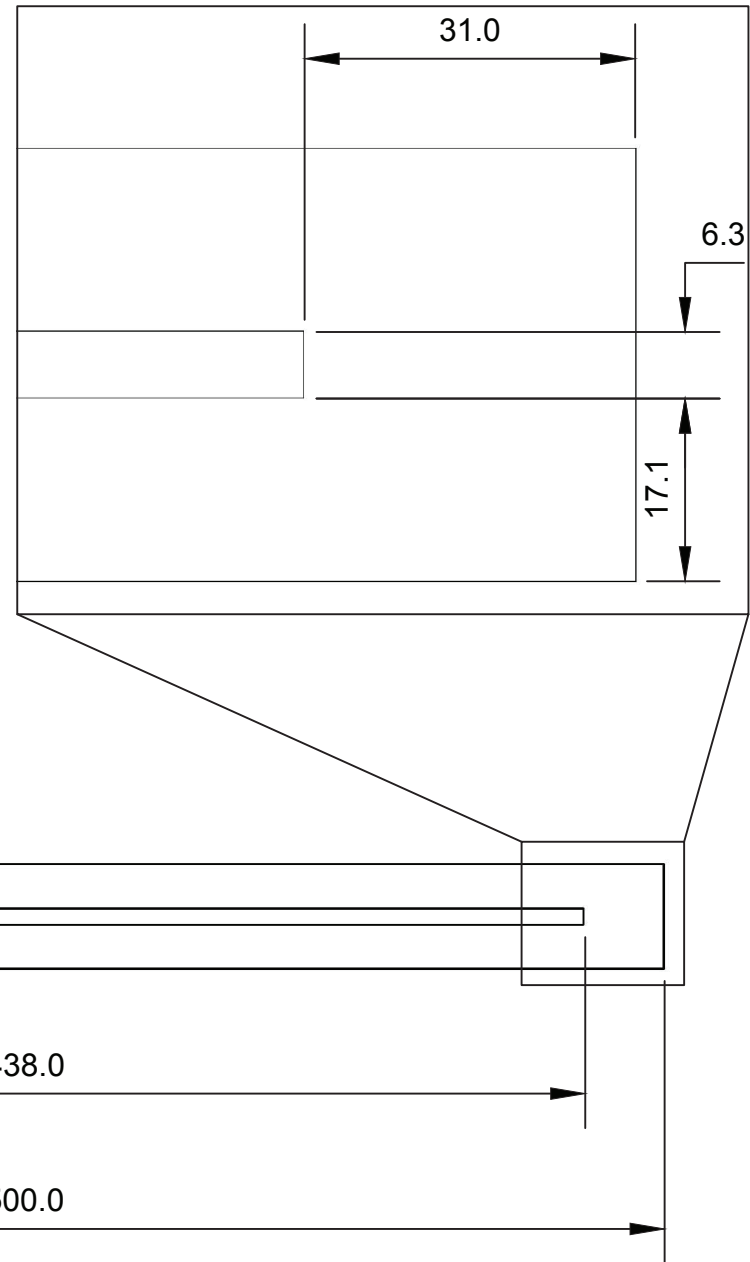
VISTA LATERAL
 ESCALA 1:3

R15.5

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 22/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA A.1 VISTAS GENERALES	ESCALA INDICADA
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

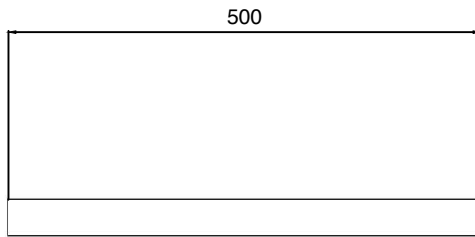
PIEZA A.2
VISTA LATERAL Y DETALLE
 ESCALA INDICADA

DETALLE
 ESCALA 1:1

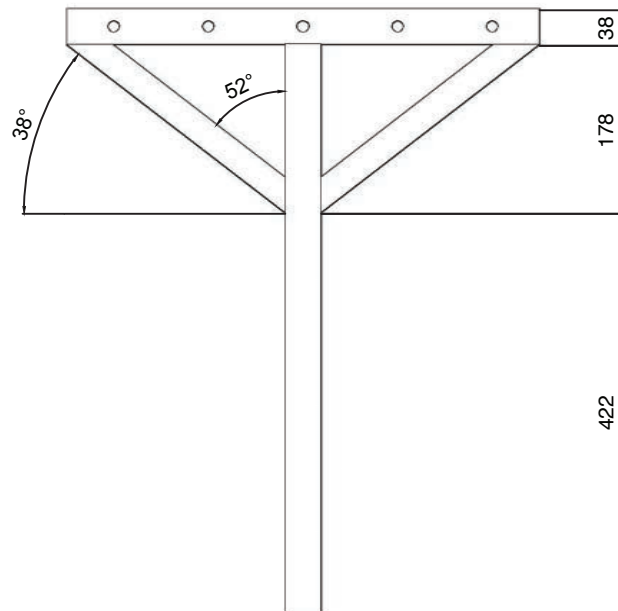


VISTA LATERAL
 ESCALA 1:3

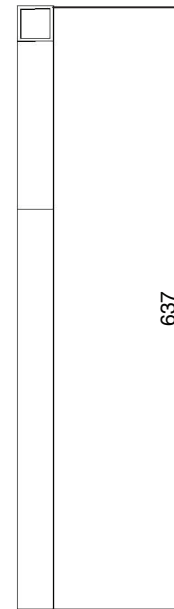
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 23/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA A.2	ESCALA INDICADA
PROYECTO DE GRADO	VISTA LATERAL Y DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:8

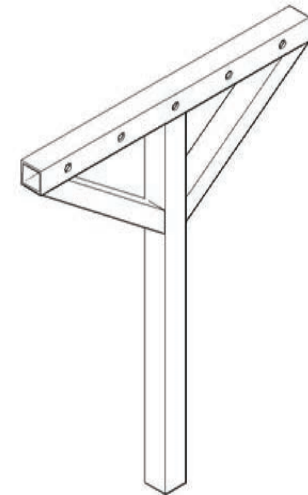


VISTA LATERAL
ESCALA 1:8



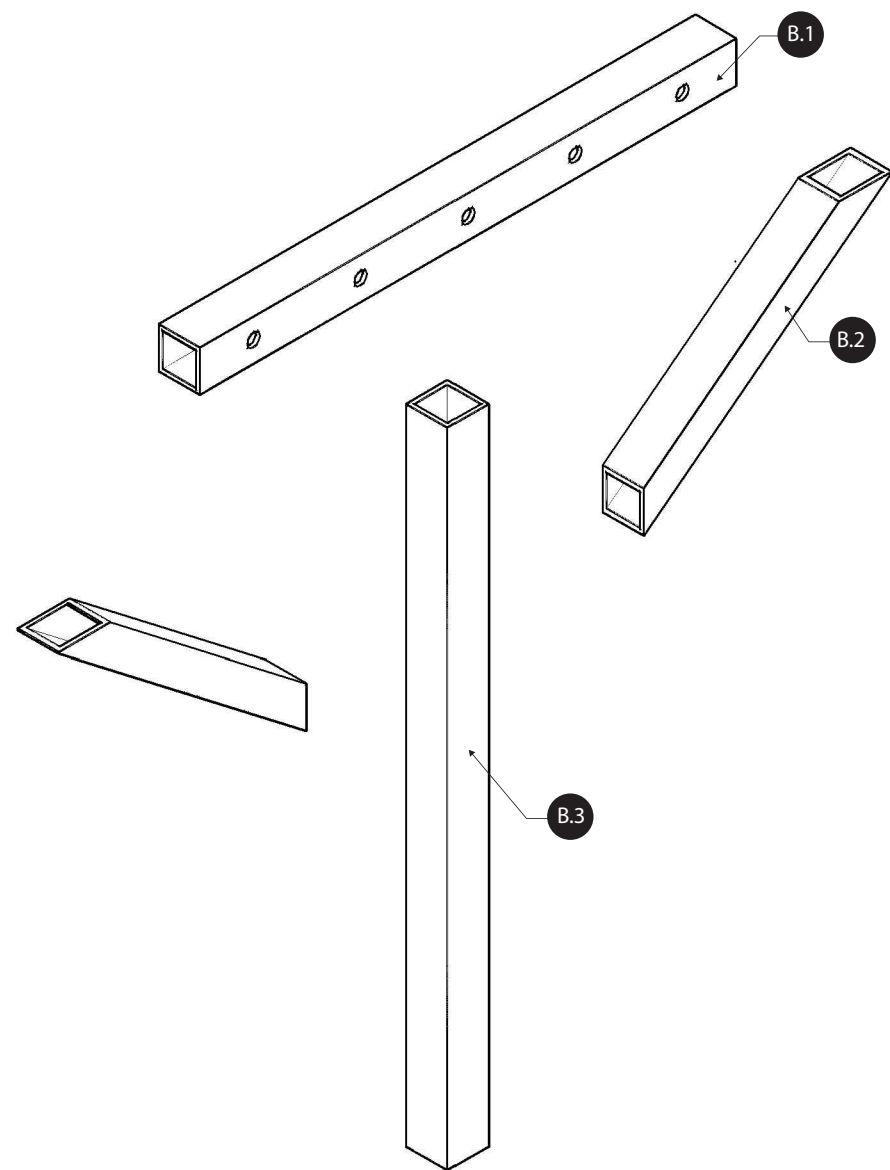
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:8

PIEZA B
VISTAS GENERALES
ESCALA INDICADA



VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:10

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 24/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA B	ESCALA INDICADA
PROYECTO DE GRADO	VISTAS GENERALES	UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



DESPIECE

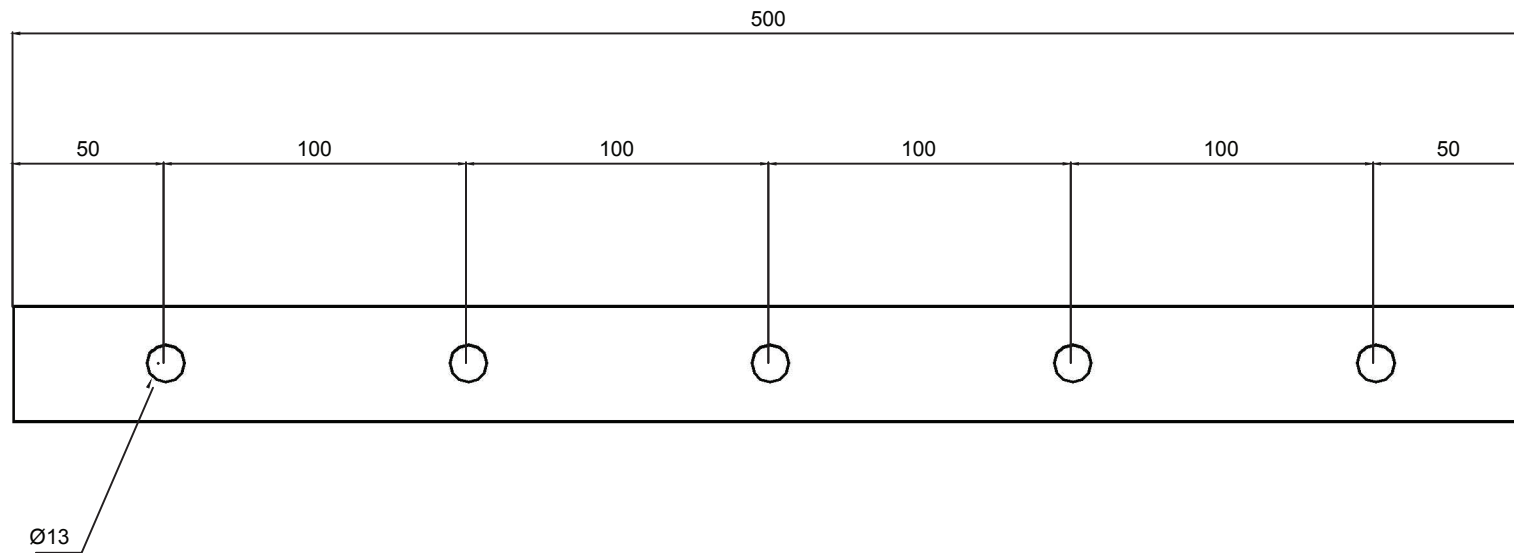
ESCALA 1: 5

TABLA DE PIEZAS

PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
B.1	BASE DE PIEZA A - TUBO CUADRADO 2 PULG. CHAPA 11	1
B.2	REFUERZO DE PIEZA A.2 TUBO CUADRADO 1 1/2 - CHAPA 11	2
B.3	EJE CENTRAL DE PIEZA B - TUBO CUADRADO 2 PULG. CHAPA 11	1
TOTAL		4

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 25/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA B DESPIECE	ESCALA 1:5
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

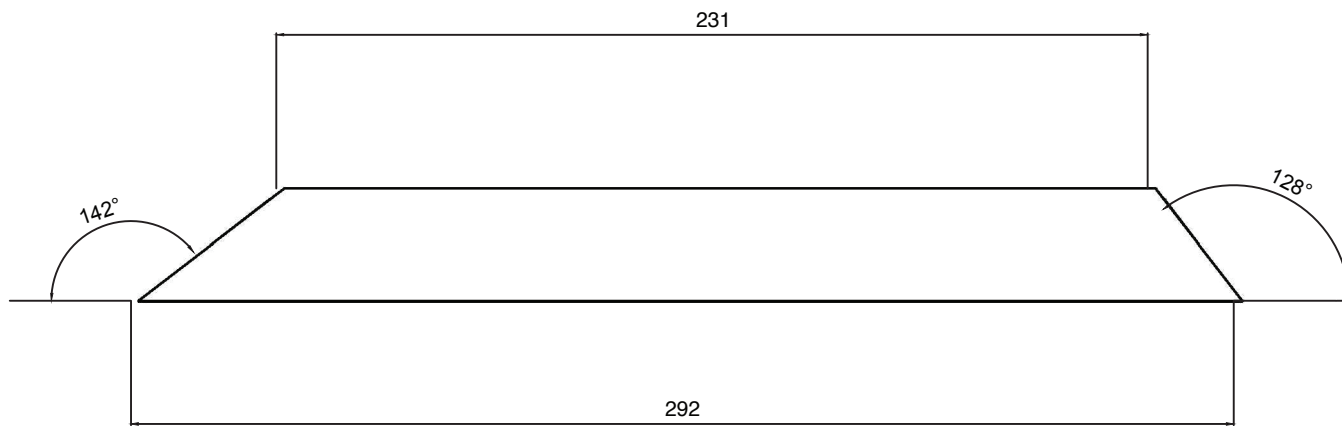
PIEZA B.1
VISTA LATERAL
 ESCALA 1:5



VISTA LATERAL

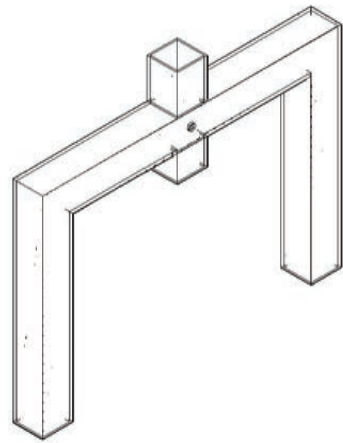
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 26/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA B.1 VISTA LATERAL	ESCALA 1:5
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

PIEZA B.2
VISTA LATERAL
 ESCALA 1:2

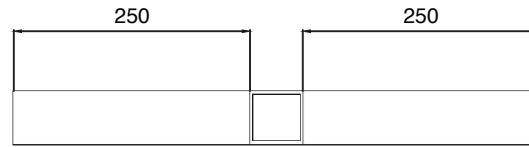


VISTA LATERAL

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 27/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA B.2	ESCALA 1:2
PROYECTO DE GRADO	VISTA LATERAL	UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

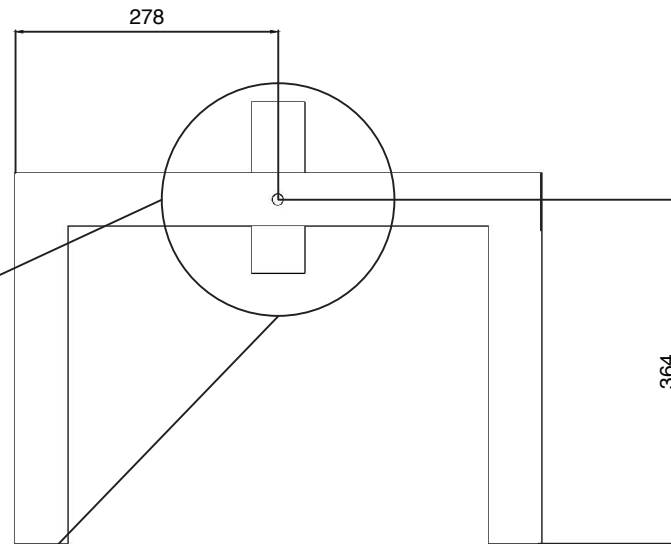


VISTA ISOMÉTRICA
ESCALA 1:10

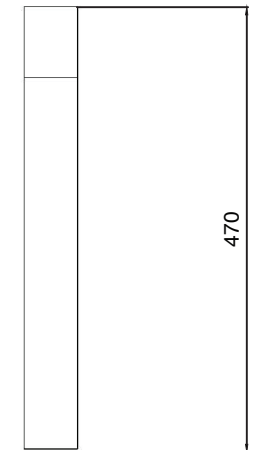


VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:8

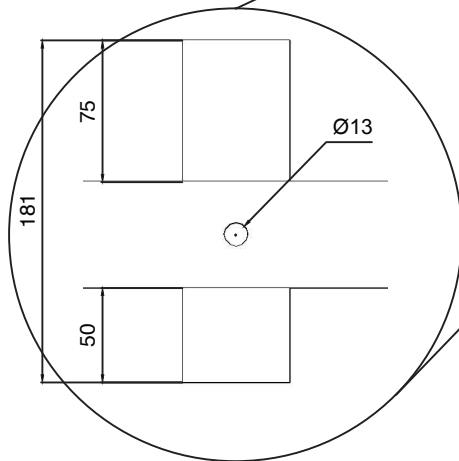
PIEZA C
VISTAS GENERALES Y
DETALLE
ESCALA INDICADA



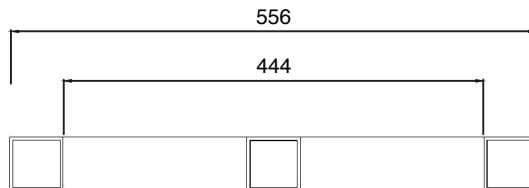
VISTA LATERAL
ESCALA 1:8



VISTA FRONTAL
ESCALA 1:8

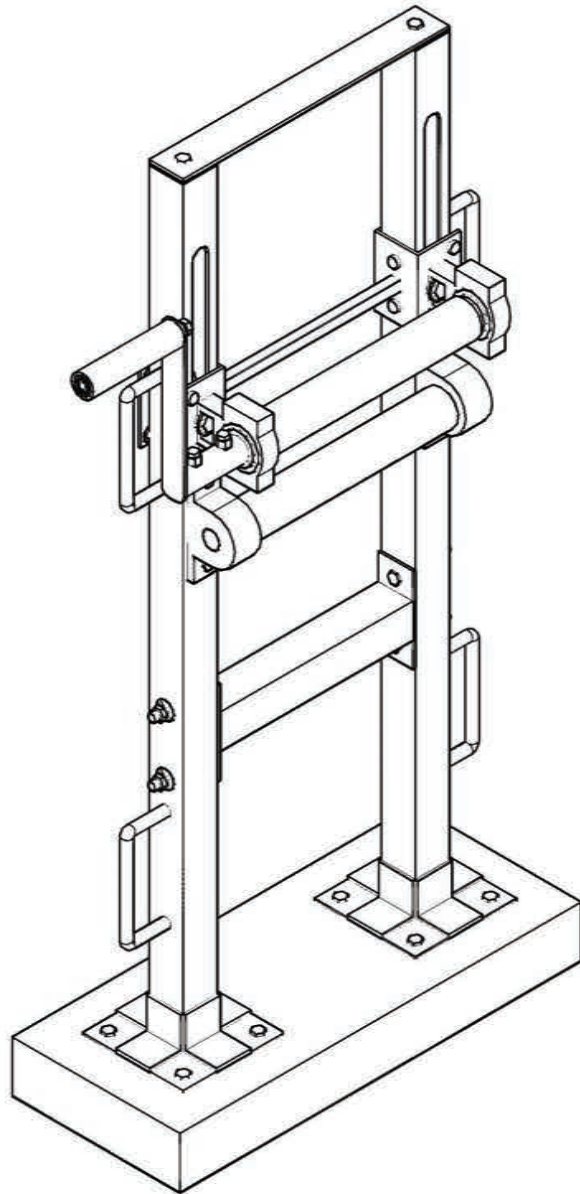


DETALLE
ESCALA 1:4



VISTA INFERIOR
ESCALA 1:8

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 28/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA C	ESCALA INDICADA
PROYECTO DE GRADO	VISTAS GENERALES Y DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



ESTACIÓN MECÁNICA

VISTA ISOMÉTRICA

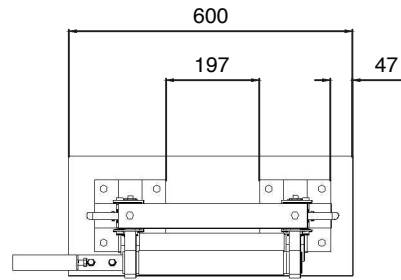
ESCALA 1:8

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 29/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN MECÁNICA	ESCALA 1:8
PROYECTO DE GRADO	VISTA ISOMÉTRICA	UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

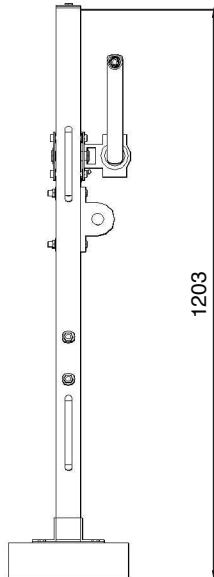
ESTACIÓN MECÁNICA

VISTAS GENERALES

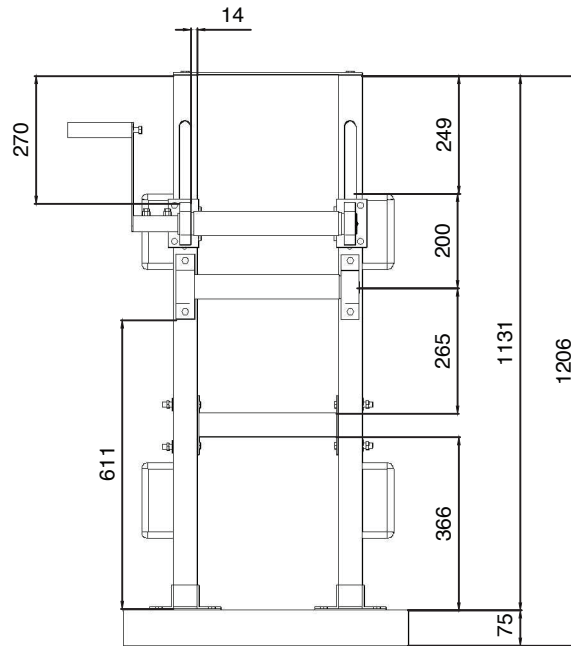
ESCALA 1:16



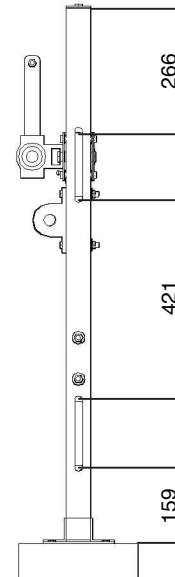
VISTA SUPERIOR



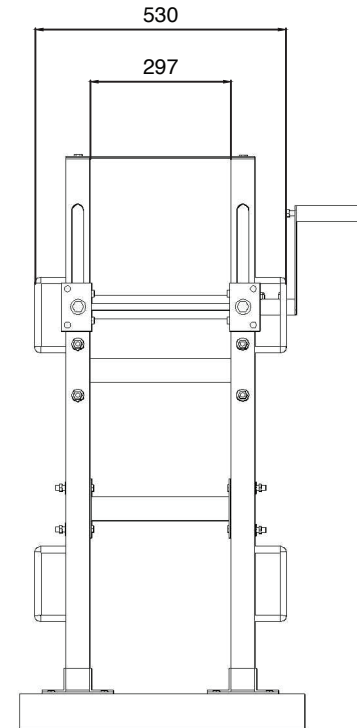
VISTA LATERAL DERECHA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL IZQUIERDA

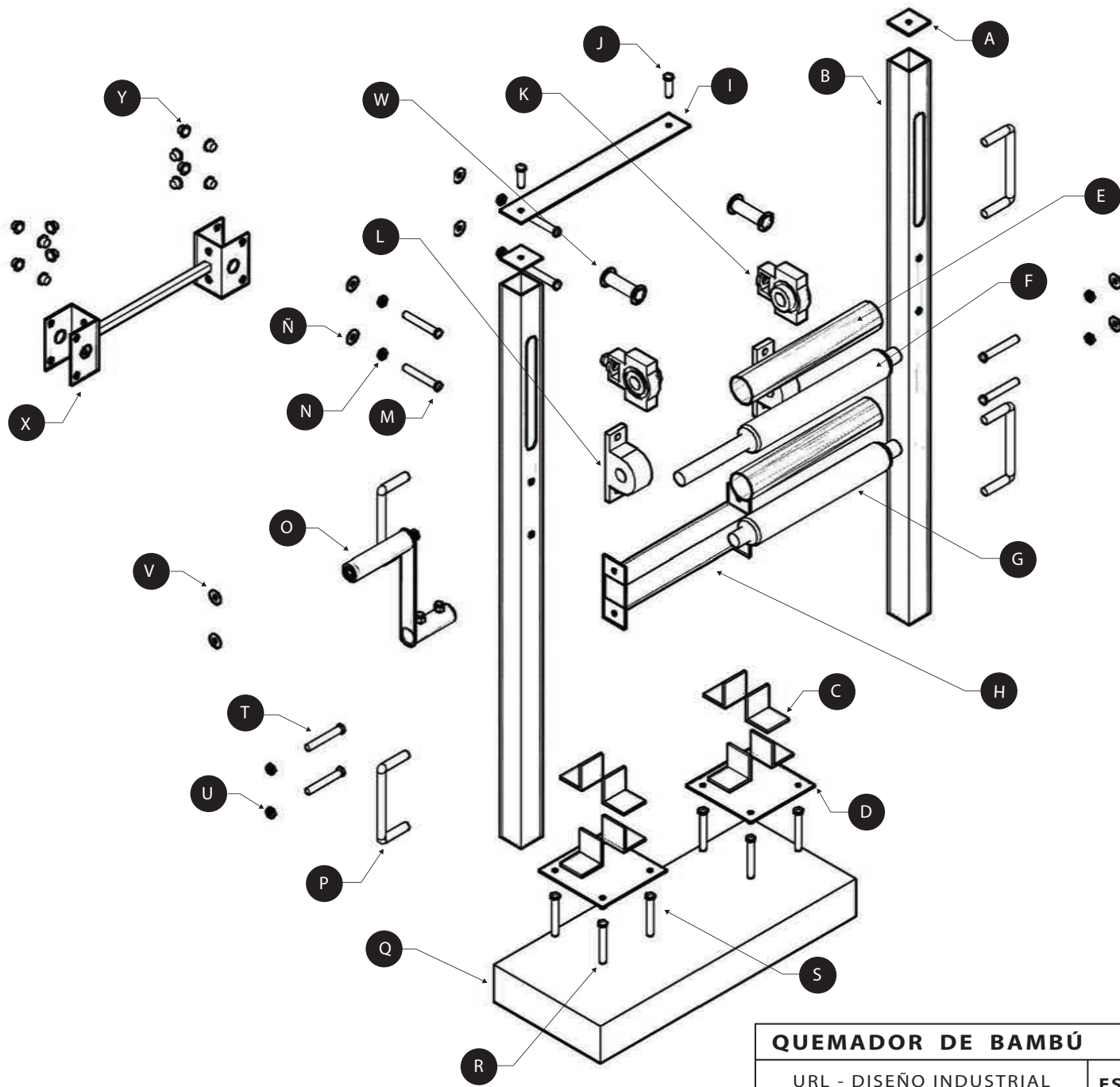


VISTA POSTERIOR



VISTA INFERIOR

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 30/ 41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN MECÁNICA	ESCALA 1:16
PROYECTO DE GRADO	VISTA ISOMÉTRICA	UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



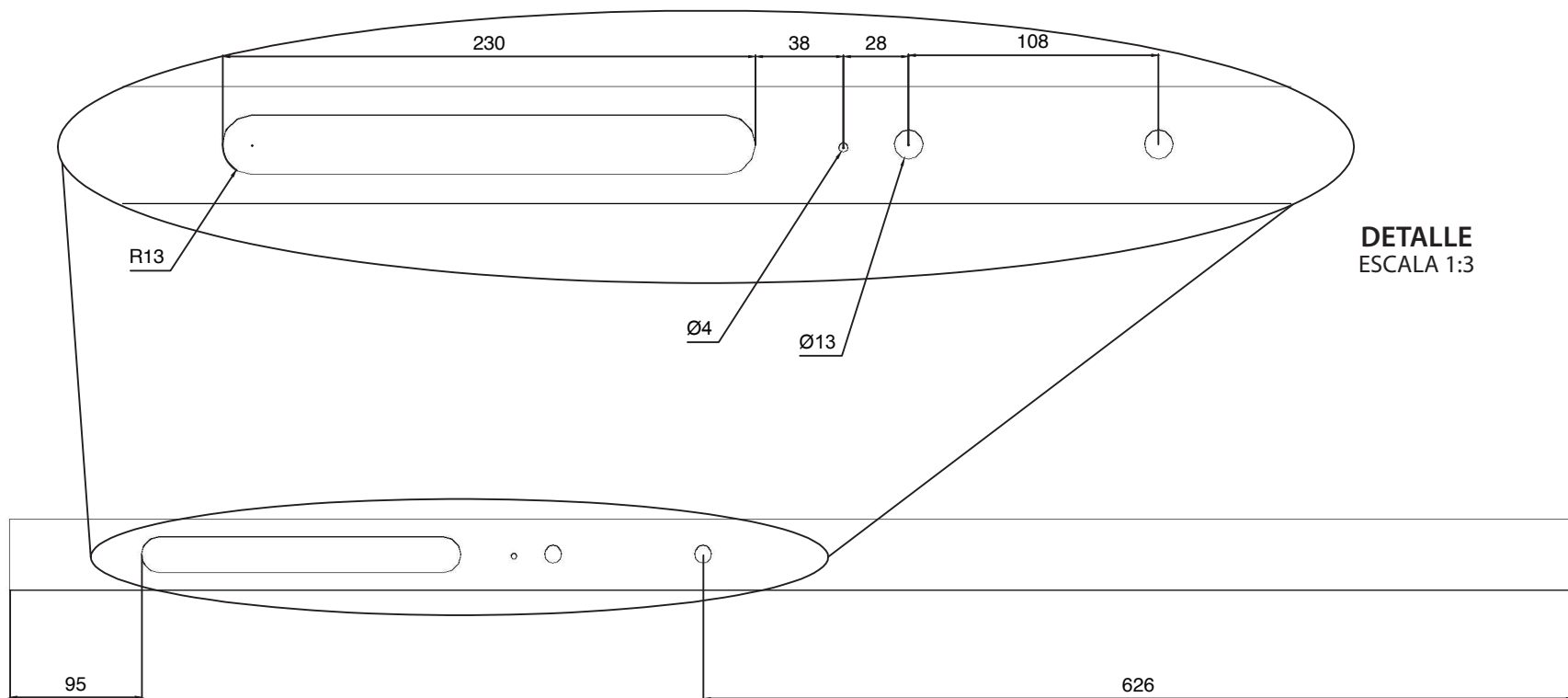
DESPIECE
ESCALA 1:10

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 31/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN MECÁNICA DESPIECE	ESCALA 1:10
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

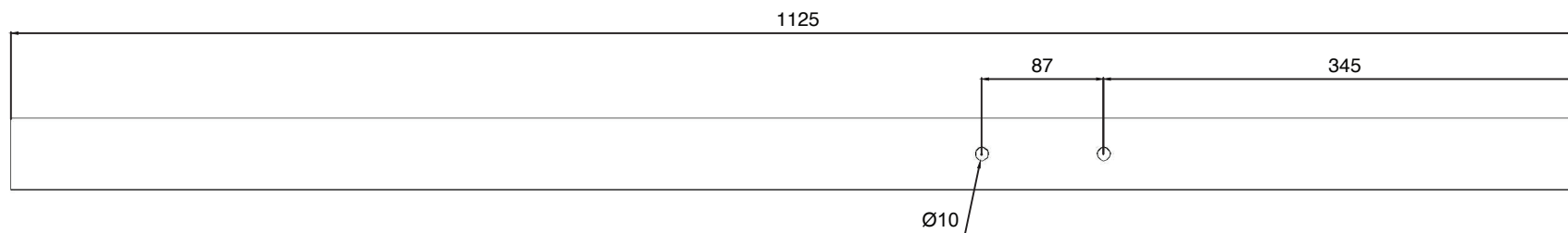
TABLA DE PIEZAS

PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
A	TAPÓN DE TUBO 2X2 PULG. - HEMBRA 2 X 3/16	2
B	POSTE DE TUBO CUADRADO 2 PULG. - CHAPA 11	2
C	REFUERZOS DE BASE - ANGULAR 2 X 3/16 PULG.	8
D	PLATINA - HEMBRA 6 X 1/4 PULG.	2
E	RECUBRIMIENTO DE HULE DE DE 12 PULG.	2
F	RODO SUPERIOR DE 12 PULG. - COLD ROLL REDONDO 2 PULG.	1
G	RODO INFERIOR DE 12 PULG. - COLD ROLL REDONDO 2 PULG.	1
H	ESTABILIZADOR INFERIOR TUBO CUADRADO 2 PULG. CHAPA 11	1
I	ESTABILIZADOR SUPERIOR HEMBRA 2 X 3/16 PULG.	1
J	TORNILLO HEXAGONAL GALVANIZADO GRADO 5 1/2 X 1 PULG.	2
K	CHUMACERA TENSORA UCT 205-16 DPI	2
L	CHUMACERA COMPLETA UCP 205-16 F&D	2
M	TORNILLO HEXAGONAL GALVANIZADO GRADO 5 1/2 X 3 PULG.	6
N	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA GRADO 5 1/2 PULG.	6
Ñ	ROLDANA GALVANIZADA GRADO 5 1/2 PULG.	8
O	MANIVELA EJE SUPERIOR	1
P	AGARRADOR - HIERRO REDONDO DE 1/2 PULG.	4
Q	BASE DE CONCRETO	1
R	ANCLAJE GALVANIZADO GRADO 5 3/8 X 3 PULG.	8
S	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA GRADO 5 3/8 PULG.	8
T	TORNILLO HEXAGONAL GALVANIZADO GRADO 5 3/8 X 3 PULG.	4
U	TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA GRADO 5 3/8 PULG.	4
V	ROLDANA GALVANIZADA GRADO 5 3/8 PULG.	4
W	ESPACIADOR PARA TORNILLO DE BASE AJUSTABLE TUBO REDONDO 1/2 PULG - CHAPA 18	2
X	BASE AJUSTABLE PARA RODO	1
Y	COJINETES ESFÉRICOS DE 1/2 PULG	12
	TOTAL	95

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 32/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	ESTACIÓN MECÁNICA	ESCALA 1:10
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



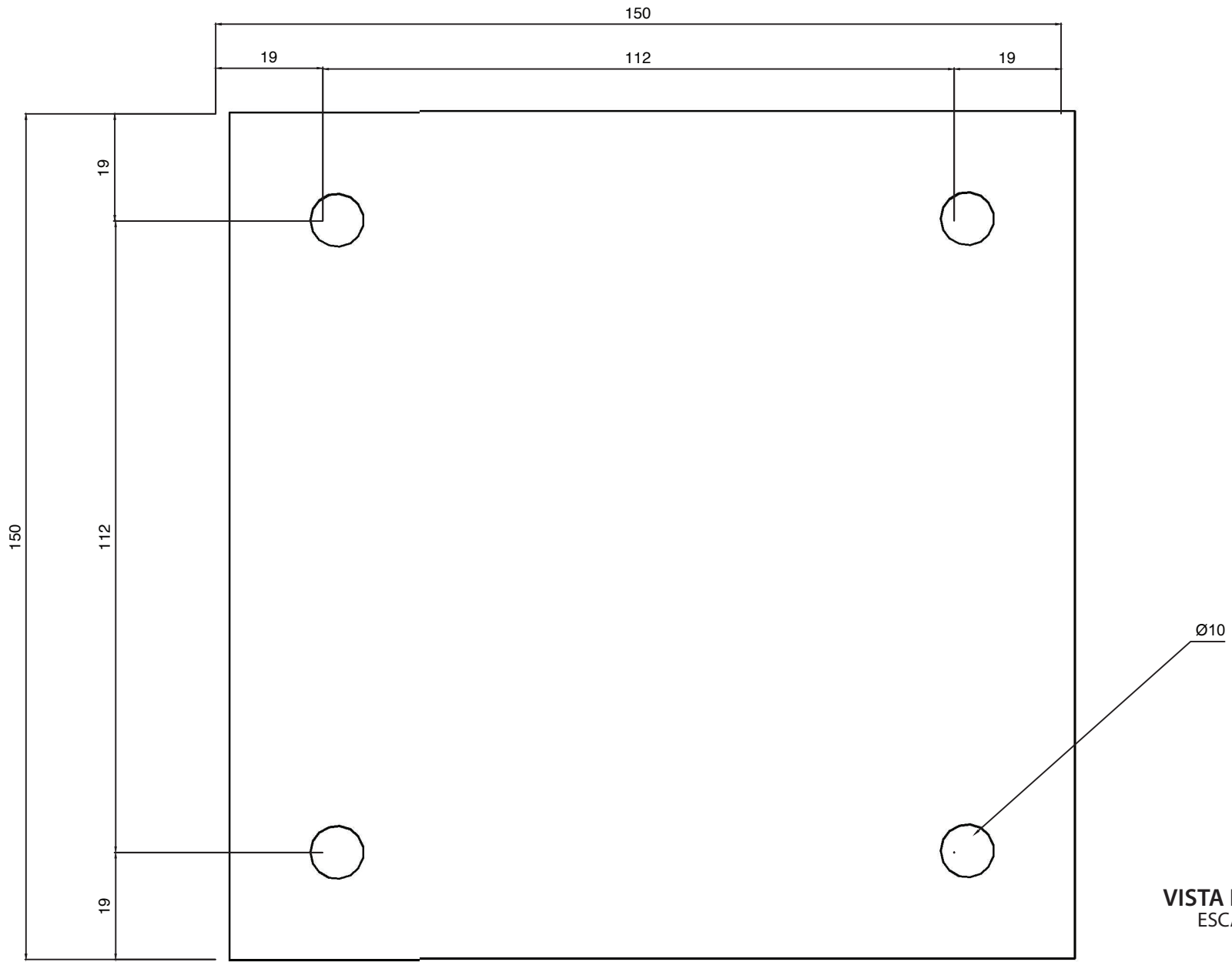
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5



VISTA LATERAL
ESCALA 1:5

PIEZA B
VISTAS GENERALES Y DETALLE
ESCALA INDICADA

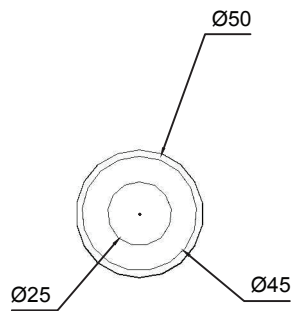
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 33/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA B VISTAS GENERALES	ESCALA INDICADA
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



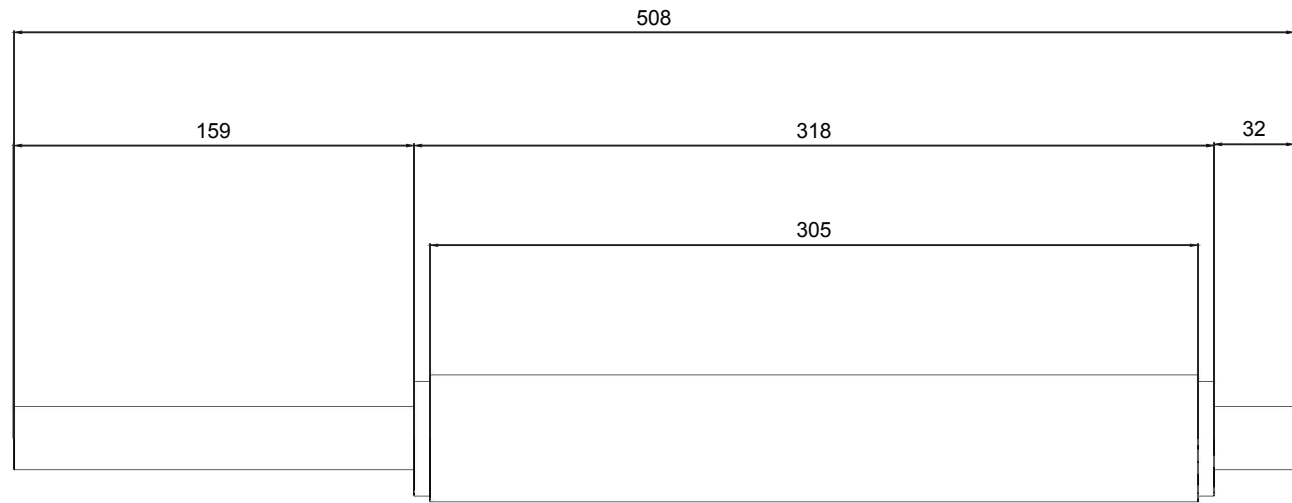
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:1

PIEZA D
VISTA FRONTAL
ESCALA 1:1

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 34/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA D VISTA FRONTAL	ESCALA 1:1
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



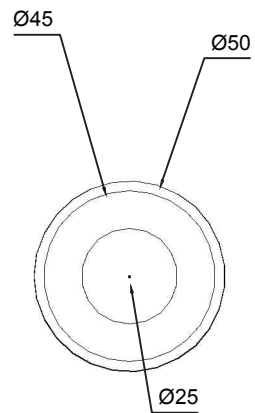
VISTA LATERAL



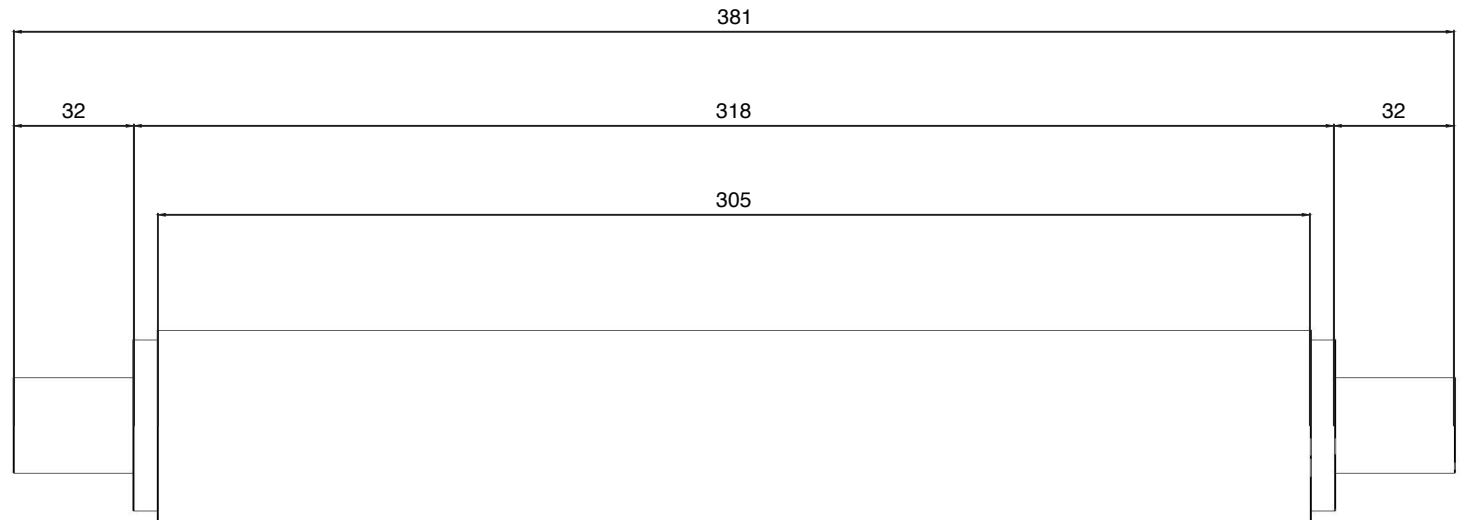
VISTA FRONTAL

PIEZA F
 VISTAS GENERALES
 ESCALA 1: 3

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 35/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA F VISTAS GENERALES	ESCALA 1:1
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



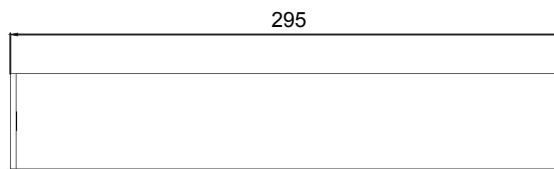
VISTA LATERAL



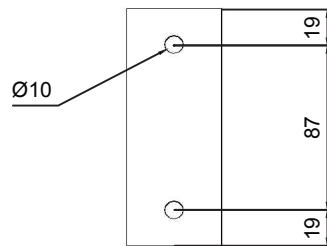
VISTA FRONTAL

PIEZA G
 VISTAS GENERALES
 ESCALA 1:3

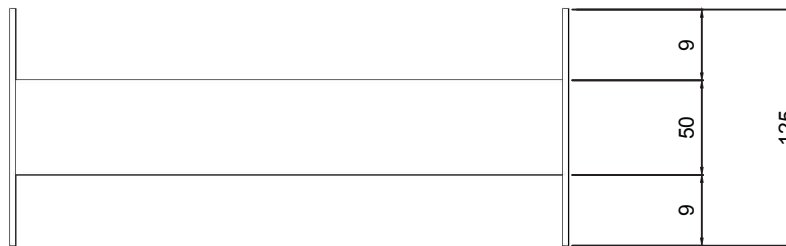
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 36/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA G VISTAS GENERALES	ESCALA 1:1
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



VISTA SUPERIOR



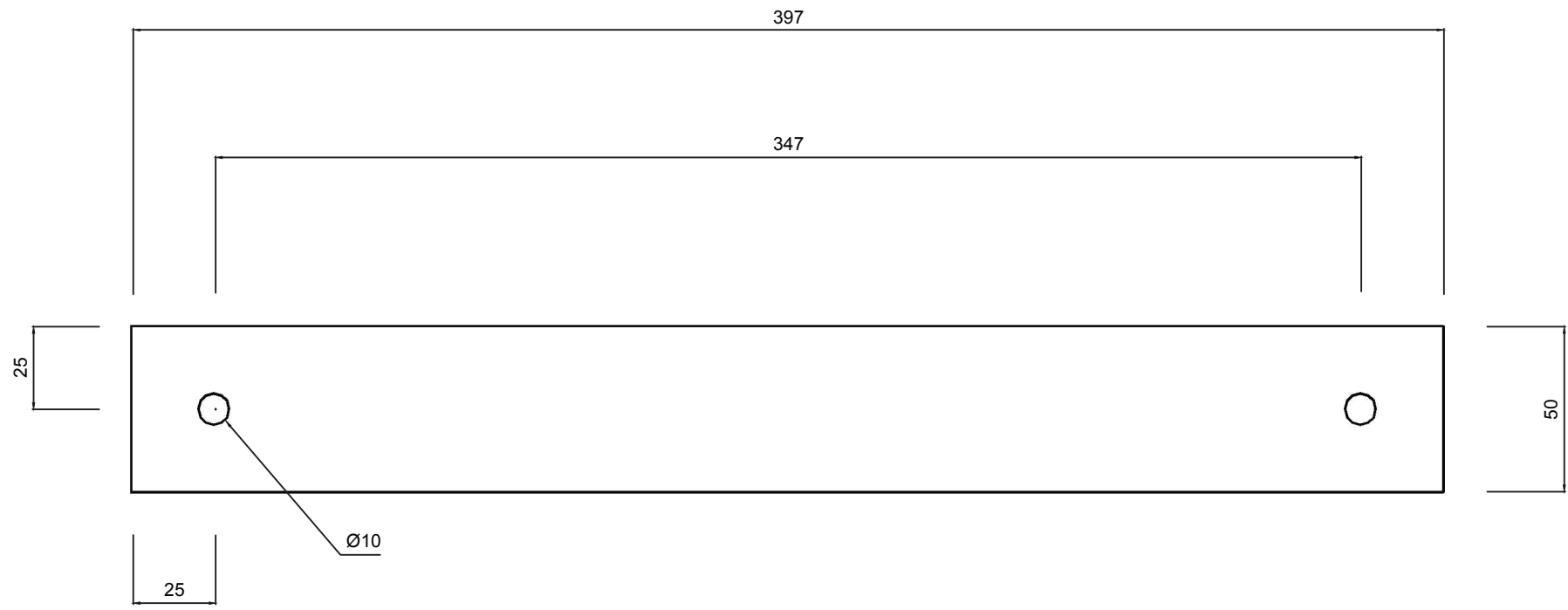
VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

PIEZA H
 VISTAS GENERALES
 ESCALA 1: 4

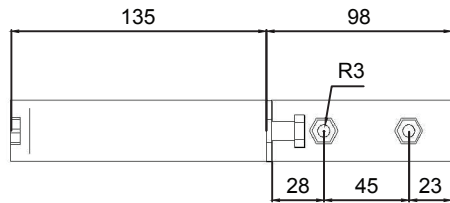
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 37/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA H VISTAS GENERALES	ESCALA 1: 4
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



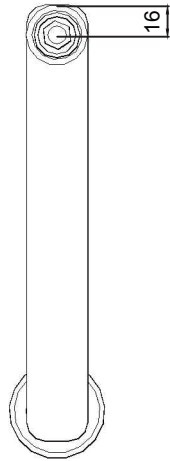
VISTA SUPERIOR

PIEZA I
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:2

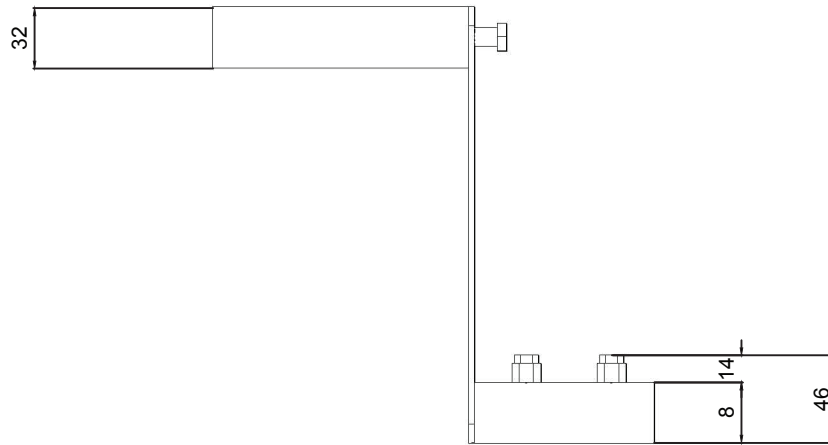
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 38/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA I VISTA SUPERIOR	ESCALA 1:2
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



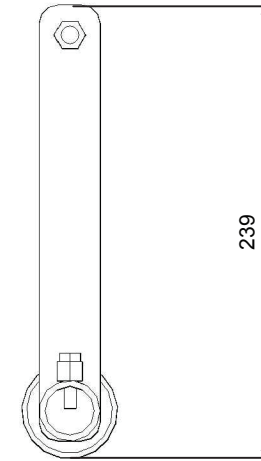
VISTA SUPERIOR



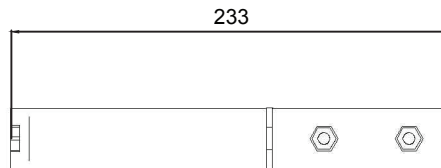
VISTA LATERAL IZQUIERDA



VISTA FRONTAL



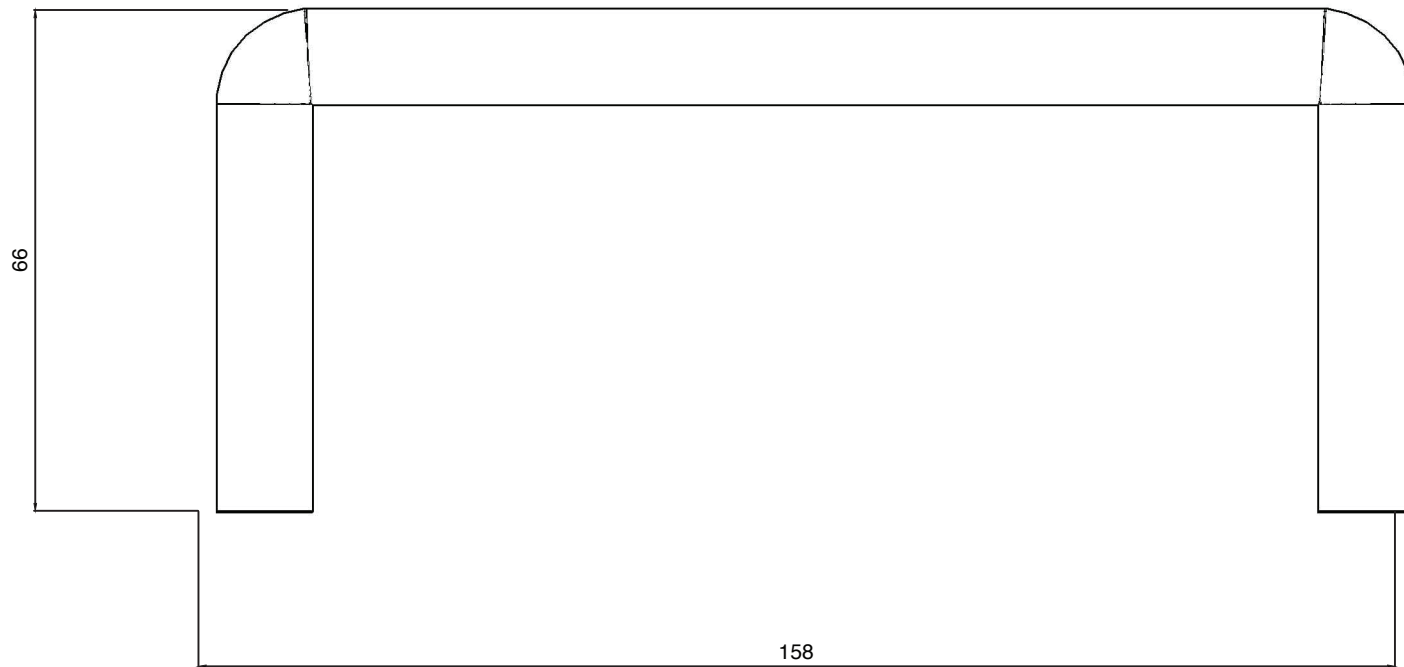
VISTA LATERAL DERECHA



VISTA INFERIOR

PIEZA O
VISTAS GENERALES
ESCALA 1:4

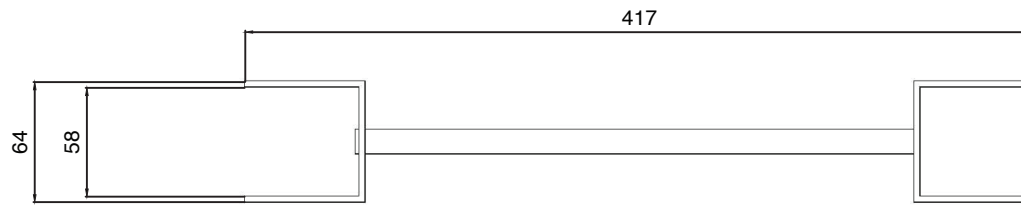
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 39/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA O VISTAS GENERALES	ESCALA 1:4
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



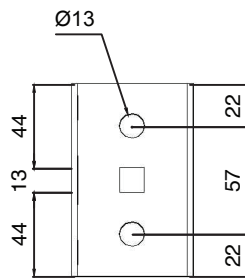
VISTA FRONTAL

PIEZA P
VISTA FRONTAL
ESCALA 1: 1

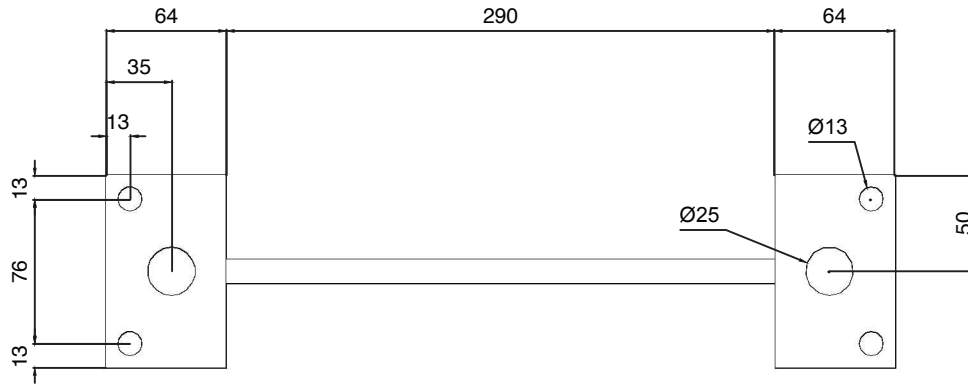
QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 40/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA P VISTA FRONTAL	ESCALA 1: 1
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

PIEZA X
 VISTA FRONTAL
 ESCALA 1:4

QUEMADOR DE BAMBÚ		PLANO 41/41
URL - DISEÑO INDUSTRIAL	PIEZA P VISTA FRONTAL	ESCALA 1:4
PROYECTO DE GRADO		UNIDAD DE MEDIDA MM
DISEÑO LUIS AROCHA DÁVILA	NOVIEMBRE-2014	EST 1111909

5.4 Proceso de producción

- Medición

En esta etapa, se marcan las dimensiones de las piezas a ser cortadas para producir todas las piezas que conforman el quemador de bambú. A continuación se describe cada una de ellas con su respectivo material.

Se marcan en cada uno de los tubos cuadrados de 2 x 2 pulgadas chapa 11 las dimensiones de los postes y estabilizadores de las bases de apoyo, motorizada y alineado (cada una con sus respectivas medidas).

Las platinas de los estabilizadores y los tapones de los tubos son marcadas en la hembra de 2 x 3/16 pulgadas de ancho; para las platinas de las bases se realiza en la platina de 6 x 1/4 pulgadas.

Los rodos son señalados en el eje de 2 pulgadas de diámetro; verticales, horizontales y el motorizado (cada una con sus respectivas medidas).

Las piezas del quemador deben ser producidas con diferentes materiales, estos son:

- Pieza A:
 - Tubo proceso redondo de 1 pulgada chapa 12
 - Hembra y angular de 1 ½ pulgadas chapa 12
- Pieza B:
 - Tubo cuadrado estructural de 1 x 1 pulgada chapa 11.
- Pieza C:
 - Tubo cuadrado estructural de 1 x 1 pulgada chapa 11.

Los refuerzos de las platinas son trazados en un angular de 2 x 3/16 pulgadas.

Todos los agarradores de los postes son trazados en la varilla redonda de ½ pulgada de grosor.

- Corte

Luego de haber trazado todas la piezas sobre su respectivo material, estas pasan a ser cortadas y separadas por tipo, función y tamaño; para ello se utiliza una sierra de cinta hidráulica.



Imagen 209. Corte de piezas con sierra de cinta hidráulica. **Fuente:** propia



Imagen 210. Tubos y ejes ya cortados. **Fuente:** propia

- Perforaciones

Una vez cortadas todas las piezas se separan por grupos las que deben ser perforadas para su ensamble o funcionamiento. El primer paso es indicar en cada una de las partes la posición de cada orificio y cantidad, realizando las perforaciones necesarias luego; estas pueden ser de 3/8 o 1/2 pulgada de diámetro (según el tamaño de tornillo que se vaya a utilizar).

Este proceso se realiza en los postes, estabilizadores, platinas de estabilizadores y platinas de base de los postes de todas las estaciones, base y riel de graduación horizontal de la estación de quemado y las bases ajustables para los ejes de las estaciones vertical y horizontal.



Imagen 211. Tubos y ambos tipos de platinas perforados. **Fuente:** propia

- Comprobación de medidas

Antes de soldar las platinas de los dos tipos de estabilizadores, se debe verificar que todos los orificios estén alineados y en la posición correcta. Para esto se coloca cada pieza en su lugar asegurándola con el tornillo que le corresponde, esto con el fin de comprobar que todos los agujeros estén alineados; lo mismo sucede con los dos modelos de chumaceras (de banco y tensora). Después de comprobar que todos están bien, se prosigue a la etapa de soldadura.



Imagen 212. Comprobación de encajado de perforaciones de platinas y tubos.
Fuente: propia



Imagen 213. Comprobación de encajado de perforaciones de platinas y tubos.
Fuente: propia

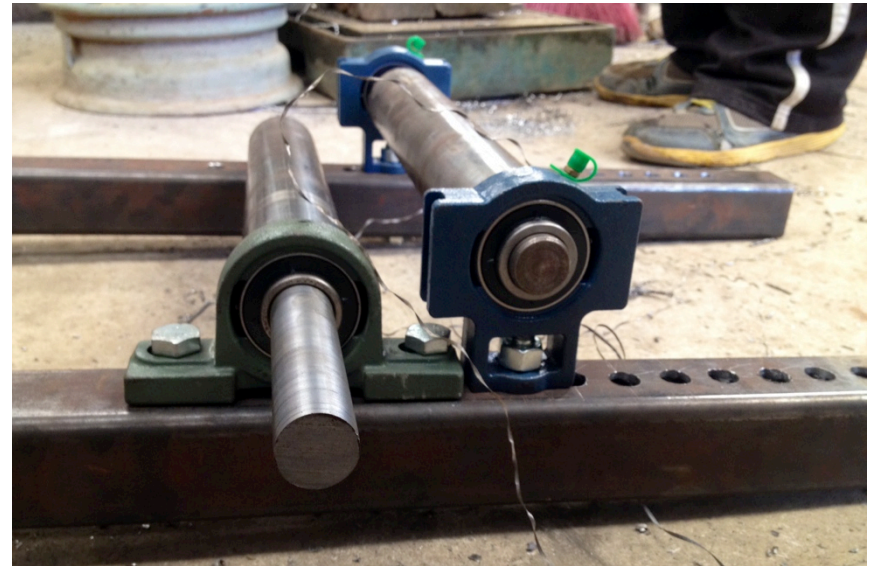


Imagen 214. Comprobación de encajado de perforaciones de platinas y tubos, rodamientos y ejes. **Fuente:** propia

- Unión de piezas

En esta fase, las platinas se unen a sus respectivos postes y piezas por medio de soldadura por arco, para esto se utilizan electrodos de 1/8 punto verde. Lo mismo se hace con los agarradores de las estaciones que son soldados en la cara y altura correspondiente a cada poste según el tipo de estación. Por último, son soldados los refuerzos a la base de todos los postes.

Por aparte, se unen las partes que utilizan las tres piezas correspondientes a la estación de quemado, cuya base también se le son soldados refuerzos.



Imagen 215. Soldadura de piezas que integran el sistema entero; comprobación de encajado de piezas ya soldadas. **Fuente:** propia

- Pulido de uniones.

Todas los puntos de unión y bordes son pulidos con discos de pulido de 4 ½ , discos de polifan y por último lija, limando todas las asperezas e imperfecciones de las piezas.



Imagen 216. Pulido de asperezas y puntos de unión. **Fuente:** propia

- Limpieza de piezas

Antes aplicar cualquier tipo de acabado, las piezas deberán de limpiarse todos los postes y piezas una por una; para esto se remoja un pedazo de wiper con thinner el cual se pasa por toda la superficie exterior de todas.

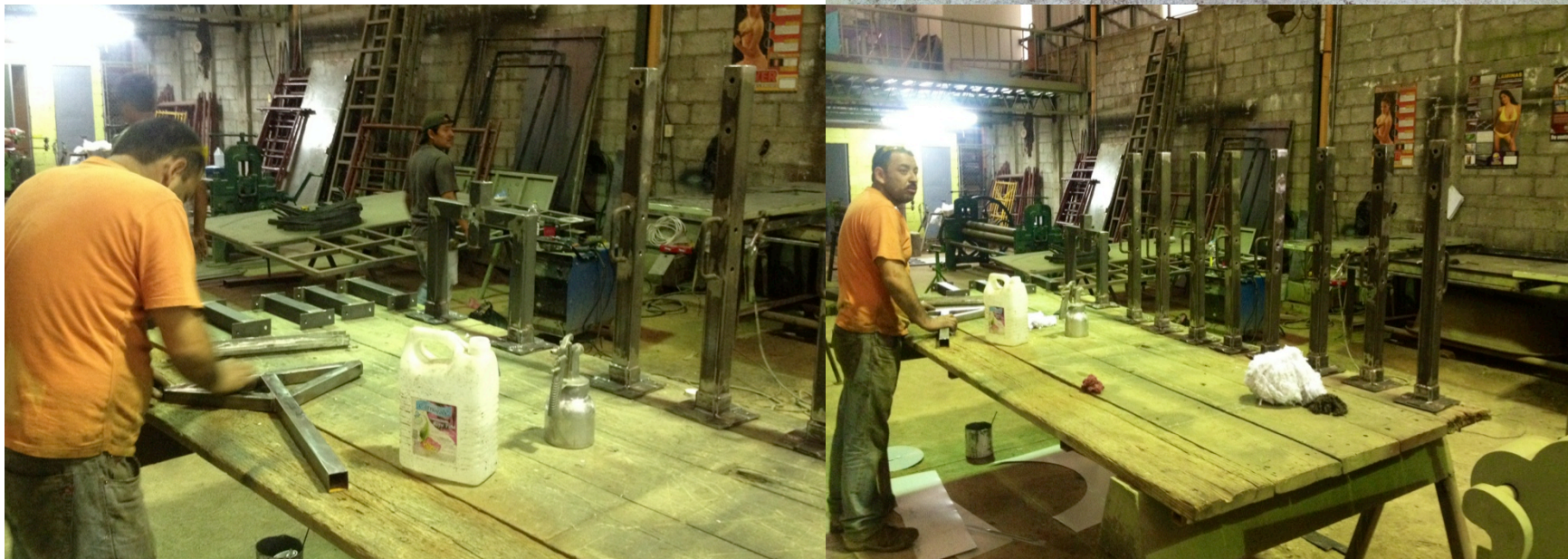


Imagen 217. Limpieza de todas las piezas del sistema previo a la aplicación de fondo anticorrosivo y esmalte sintético. **Fuente:** propia

- Aplicación de recubrimiento anticorrosivo

Una vez limpias todas las piezas estas pasan a la fase de pintura, el primer paso de esta es la aplicación de un recubrimiento anticorrosivo para evitar que los materiales se degraden por el paso del tiempo y/o su exposición a factores ambientales. Se recomienda dejar secar una noche antes de aplicar otra capa y otro día más para aplicar la pintura o acabado final.



Imagen 218. Piezas con fondo anticorrosivo aplicado. **Fuente:** propia

- Aplicación de pintura exterior

Es la capa final de recubrimientos que se le da a las piezas de cada estación, como fue planteado en los requerimientos, con el color que les corresponde según su propósito dentro del sistema. Para esto se utiliza una pintura de acabado industrial brillante, la cual es resistente a los efectos de la intemperie y golpes o raponés leves que puedan sufrir las piezas.

- **Apoyo:** amarillo
- **Alineado y motorizado:** naranja
- **Quemado:** rojo



Imagen 219. Piezas con esmalte sintético aplicado. **Fuente:** propia

- **Proceso de producción rodos horizontales y verticales.**

- **Torneado de rodos**

Una vez cortados los ejes en las dimensiones requeridas, estos pasan a la estación de torneado donde se desgastan para poseer las dimensiones necesarias, ambos tipos de rodo (vertical y horizontal) son torneados con las mismas dimensiones en sus extremos. Una vez torneados, se comprueba que las dimensiones del ambos extremos casen con los cojinetes de las chumaceras; si no lo hacen, deberán de ajustarse para que lo haga.



Imagen 220. Torneado de ejes. **Fuente:** propia



Imagen 221. Ejes torneados y ejes sin toronar. **Fuente:** propia

- Colocación de recubrimiento de hule a rodos

Ya rectificadas las dimensiones y hechas las pruebas de encajado, se le es colocado a los rodos un recubrimiento de hule fabricado con manguera automotriz de 2 pulgadas, el cual brinda mayor tracción a todo el sistema de rodillos. Este no es adherido a los ejes para permitir su reemplazo de ser necesario.



Imagen 222. Ejes sin recubrimiento de hule colocado. **Fuente:** propia



Imagen 223. Ejes con recubrimiento de hule colocado. **Fuente:** propia

5.5 Costos

Para el cálculo del costo de producción del quemador de bambú, se ha desglosado el listado de materiales y accesorios de cada una de las estaciones. Los precios descritos en los siguientes listados son de mayorista, debido a que fueron cotizados y adquiridos (en su mayoría) a ese precio.

Las tablas de costos se dividen en cinco secciones, estas son:

- Material: nombre de material.
- Descripción: tipo, medidas, características, etc.
- Costo de unidad: precio comercial.
- Cantidad utilizada: cantidad utilizada en la estación.
- Costo total: costo unidad X cantidad utilizada.

Una vez obtenido el costo total de cada estación se calcula el precio de venta, el cual se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Costo total} \times 0.5 = \text{Precio de venta}$$

Por último, se describe la ganancia que se obtiene por estación.

- Estación de apoyo

TABLA DE COSTOS				
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIDAD	CANTIDAD UTILIZADA	COSTO TOTAL
TUBO ESTRUCTURAL	TUBO CUADRADO 2 X 2 pulg. CHAPA 11 - 6 mts	Q 239.46	1.876 mts	74.87
HEMBRA DE 2 PULGADAS	PLANO DE 2 x 3/16 pulg. - 6 mts	Q 82.00	0.26 mts	3.55
HEMBRA DE 6 PULGADAS	PLANO DE 6 X 1/4 pulg. - 6 mts	Q 321.00	0.30 mts	16.05
VARILLA REDONDA	VARILLA REDONDA DE 1/2 pulg. - 6 mts	Q 47.00	0.50 mts	3.91
EJE DE ACERO	EJE COLD ROLL DE 2 pulg. - 1 mt	Q 356.00	0.38 mts	135.28
ANGULAR	ANGULAR DE 2 X 3/16 pulg. - 6 mts	Q 149.00	0.48 mts	11.91
CHUMACERA DE BANCO	CHUMACERA COMPLETA UCP205-16/F&D	Q 63.00	2	126
PERNO 3/8 pulg.	PERNO HEXAGONAL 3/8 x 3 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 2.80	4	11.2
TUERCA 3/8 pulg.	TUERCA 3/8 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 0.45	4	1.8
ROLDANA 3/8 pulg.	ROLDANA 3/8 pulg. GALVANIZADA GRADO 5	Q 0.35	4	1.4
PERNO 1/2 pulg.	PERNO HEXAGONAL 1/2 x 3 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 4.89	4	19.56
TUERCA 1/2 pulg.	TUERCA 1/2 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 1.25	12	15
ROLDANA 1/2 pulg.	ROLDANA 1/2 pulg. GALVANIZADA GRADO 5	Q 0.50	12	6
PINTURA AMARILLA	PINTURA SINTÉTICA ACABADO INDUSTRIAL AMARILLO B82YSA12	Q 45.00	1 (1/8)	45
RECUBRIMIENTO DE HULE	MANGUERA AUTOMOTRIZ DE HULE DE 2 pulg. - 1 mt	Q 72.00	0.305 mts	21.96
ANCLAJES	ANCLAJE DE 1/2 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 8.50	8	68
MANO DE OBRA	COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	Q 415.00	N/A	415

COSTO TOTAL	976.49
PRECIO VENTA	1464.735
GANANCIA	488.245

Imagen 219. Tabla de costos, estación de apoyo. Fuente: propia

- Estación de alineado

TABLA DE COSTOS				
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIDAD	CANTIDAD UTILIZADA	COSTO TOTAL
TUBO ESTRUCTURAL	TUBO CUADRADO 2 X 2 pulg. CHAPA 11 - 6 mts	Q 239.46	3.57 mts	142.5
HEMBRA DE 2 PULGADAS	PLANO DE 2 x 3/16 pulg. - 6 mts	Q 82.00	0.78	10.65
HEMBRA DE 6 PULGADAS	PLANO DE 6 X 1/4 pulg. - 6 mts	Q 321.00	0.3	16.05
VARILLA REDONDA	VARILLA REDONDA DE 1/2 pulg. - 6 mts	Q 47.00	1 mt	7.83
EJE DE ACERO	EJE COLD ROLL DE 2 pulg. - 1 mt	Q 356.00	0.584 mt	208
ANGULAR	ANGULAR DE 2 X 3/16 pulg. - 6 mts	Q 149.00	0.48 mt	11.91
CHUMACERA TENSORA	CHUMACERA UCT205-16/DPI	Q 70.00	4	280
PERNO 3/8 X 3 pulg.	PERNO HEXAGONAL 3/8 x 3 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 2.80	12	33.6
TUERCA 3/8 pulg.	TUERCA 3/8 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 0.45	12	5.4
ROLDANA 3/8 pulg.	ROLDANA 3/8 pulg. GALVANIZADA GRADO 5	Q 0.35	12	4.2
PERNO 1/2 x 3 pulg.	PERNO HEXAGONAL 1/2 x 3 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 4.89	2	9.78
TUERCA 1/2 pulg.	TUERCA 1/2 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 1.25	4	5
ROLDANA 1/2 pulg.	ROLDANA 1/2 pulg. GALVANIZADA GRADO 5	Q 0.50	4	2
PINTURA NARANJA	PINTURA SINTÉTICA ACABADO INDUSTRIAL NARANJA B82ESA9	1/4 - Q 73.00	1 (1/4)	73
RECUBRIMIENTO DE HULE	MANGUERA AUTOMOTRIZ DE HULE DE 2 pulg. - 1 mt	Q 72.00	0.406	29.23
PERNO 1/2 x 4 pulg.	PERNO HEXAGONAL 1/2 x 4 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q5.90	2	11.8
COJINETES ESFÉRICOS	COJINETES ESFERICOS/BASE MÓVIL	Q18.75	12	225
BASE MÓVIL	BASE AJUSTABLE PARA COLOCAR CHUMACERA DE BANCO	Q14.34	1	14.34
ANCLAJES	ANCLAJE 1/2 x 3 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q8.50	8	68
MANO DE OBRA	COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	Q1,010.00	N/A	1010

COSTO TOTAL	2168.29
PRECIO VENTA	3252.435
GANANCIA	1084.145

Imagen 220. Tabla de costos, estación de alineado. Fuente: propia

- Estación mecánica

TABLA DE COSTOS				
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIDAD	CANTIDAD UTILIZADA	COSTO TOTAL
TUBO ESTRUCTURAL	TUBO CUADRADO 2 X 2 pulg. CHAPA 11 - 6 mts	Q 239.46	2.58 mts	102.97
HEMBRA DE 2 PULGADAS	PLANO DE 2 x 3/16 pulg. - 6 mts	Q 82.00	0.675 mts	9.25
HEMBRA DE 6 PULGADAS	PLANO DE 6 X 1/4 pulg. - 6 mts	Q 321.00	0.30 mts	16.05
VARILLA REDONDA	VARILLA REDONDA DE 1/2 pulg. - 6 mts	Q 47.00	1 mt	7.83
EJE DE ACERO	EJE COLD ROLL DE 2 pulg.	Q 356.00	0.885 mts	315.06
ANGULAR	ANGULAR DE 2 X 3/16 pulg. - 6 mts	Q 149.00	0.48 mts	11.91
CHUMACERA DE BANCO	CHUMACERA COMPLETA UCP205-16/F&D	Q 63.00	2	126
CHUMACERA TENSORA	CHUMACERA UCT205-16/DPI	Q 70.00	2	140
PERNO 3/8 pulg.	PERNO HEXAGONAL 3/8 x 3 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 2.80	4	11.2
TUERCA 3/8 pulg.	TUERCA 3/8 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 0.45	4	1.8
ROLDANA 3/8 pulg.	ROLDANA 3/8 pulg. GALVANIZADA GRADO 5	Q 0.35	4	1.4
PERNO 1/2 pulg.	PERNO HEXAGONAL 1/2 x 3 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 4.89	4	19.56
TUERCA 1/2 pulg.	TUERCA 1/2 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 1.25	6	15
ROLDANA 1/2 pulg.	ROLDANA 1/2 pulg. GALVANIZADA GRADO 5	Q 0.50	6	6
TORNILLO 1/2 pulg.	TORNILLO HEXAGONAL 1/2 x 1 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 2.10	2	4.2
PINTURA NARANJA	PINTURA SINTÉTICA ACABADO INDUSTRIAL NARANJA B82ESA9	1/4 - Q 73.00	1 (1/4)	73
RECUBRIMIENTO DE HULE	MANGUERA AUTOMOTRIZ DE HULE DE 2 pulg. - 1 mt	Q 72.00	0.61	43.92
MANIVELA	MANIVELA METÁLICA/SISTEMA MANUAL	Q125.00	1	125
PERNO 1/2 x 4 pulg.	PERNO HEXAGONAL 1/2 x 4 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q5.90	2	11.8
COJINETES ESFÉRICOS	COJINETES ESFERICOS/BASE MÓVIL	Q18.75	12	225
BASE MÓVIL	BASE AJUSTABLE PARA COLOCAR CHUMACERA DE BANCO	Q 14.95	1	14.95
ANCLAJES	ANCLAJE 1/2 x 3 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q8.50	8	68
MANO DE OBRA	COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	Q1,010.00	N/A	1010

COSTO TOTAL	2359.9
PRECIO VENTA	3539.85
GANANCIA	1179.95

Imagen 221. Tabla de costos, estación mecánica. Fuente: propia

- Estación quemado

TABLA DE COSTOS				
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIDAD	CANTIDAD UTILIZADA	COSTO TOTAL
TUBO ESTRUCTURAL	TUBO CUADRADO 2 X 2 pulg. CHAPA 11 - 6 mts	Q 239.46	0.98	39.11
TUBO ESTRUCTURAL	TUBO CUADRADO 1 1/2 x 1 1/2 pulg. CHAPA 11 - 6 mts	Q 195.00	1.645	53.46
HEMBRA DE 1 1/2 PULGADAS	PLANO DE 1 1/2 x 1/8 pulg. - 6 mts	Q 46.60	0.8	6.21
HEMBRA DE 6 PULGADAS	PLANO DE 6 X 1/4 pulg. - 6 mts	Q 321.00	0.3	16.05
ANGULAR	ANGULAR DE 2 X 3/16 pulg. - 6 mts	Q 149.00	0.48 mt	11.91
TORNILLO 3/8 pulg.	TORNILLO HEXAGONAL 3/8 x 1 1/4 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 1.69	1	1.6
TORNILLO 1/4 pulg.	TORNILLO ESTUFA 1/4 x 2 1/4 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 30.53	1	30.53
TUERCA 1/4 pulg.	TUERCA 1/4 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q 0.18	1	0.18
ROLDANA 1/4 pulg.	ROLDANA 1/4 pulg. GALVANIZADA GRADO 5	Q 0.39	1	0.39
PINTURA ROJA	PINTURA SINTÉTICA ACABADO INDUSTRIAL ROJO B82RSA6	1/8 - Q 45.00	1(1/8)	45
ANCLAJES	ANCLAJE 1/2 x 3 pulg. GALVANIZADO GRADO 5	Q8.50	8	68
BASE MÓVIL	BASE GRADUABLE PARA ANTORCHA	Q 25.50	1	25.5
QUEMADOR	KIT DE ANTORCHA DE GAS PROPANO - BLUE STAR	Q 750.00	1	750
MANO DE OBRA	COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN	Q320.00	N/A	320

COSTO TOTAL	1367.94
PRECIO VENTA	2051.91
GANANCIA	683.97

Imagen 222. Tabla de costos, estación de quemado. Fuente: propia

- **Juego de resortes**

TABLA DE COSTOS				
MATERIAL	DESCRIPCIÓN	COSTO UNIDAD	CANTIDAD UTILIZADA	COSTO TOTAL
RESORTE 1	RESORTE DE 2 1/2 pulg.	Q 30.00	4	120
RESORTE 2	RESORTE DE 3 1/2 pulg.	Q 36.00	4	144
RESORTE 3	RESORTE DE 5 1/2 pulg.	Q 50.00	4	200

COSTO TOTAL	464
PRECIO VENTA	696
GANANCIA	232

Imagen 223. Tabla de costos, juego de resortes. **Fuente:** propia

El costo del quemador de bambú se desglosa de la siguiente manera:

- Estación de apoyo:
 - o Unidad: Q 976.49
 - o X 7 unidades: Q 6,835.43

- Estación de alineado:
 - o Unidad: Q 2,168.29

- Estación mecánica:
 - o Unidad: Q 2,359.90

- Estación de quemado:
 - o Unidad: Q 1,367.94

- Juego de resortes:
 - o Unidad: Q 464.00

• **Costo total: Q 12,745.56**

El precio de venta del quemador, utilizando la misma fórmula que las tablas, es de:

Q 19,117.78

Siendo la ganancia un total de:

Q 6,372.22

5.6 Manual de armado

En esta sección, se describe e ilustra el proceso de armado de cada estación, piezas y herramientas que se necesitan para cada una, observaciones y condiciones adecuadas para realizarlo. A continuación se presentan las fichas de armado por estación.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: APOYO PASO No. 1

ACCIÓN: ORGANIZACIÓN DE PIEZAS, ÁREA DE TRABAJO Y HERRAMIENTAS

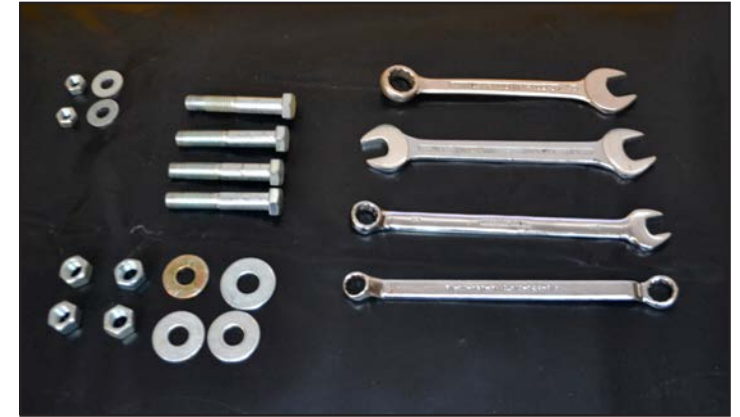
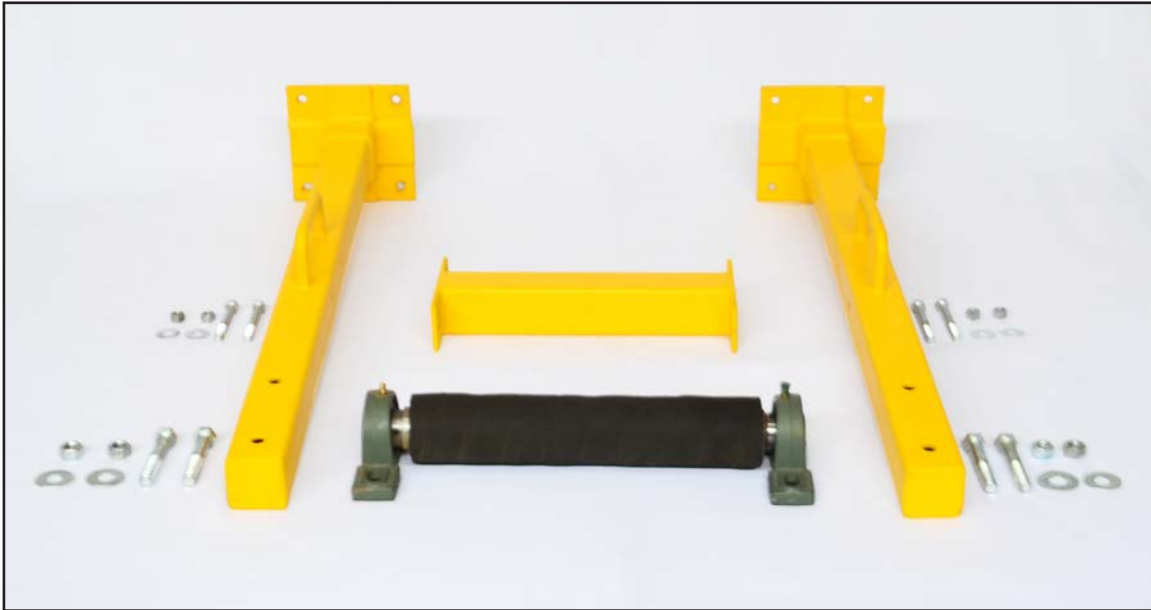


Imagen 224. Estación de apoyo desarmada; herramientas necesarias para su armado; detalle de chumacera de banco colocada. **Fuente:** propia

- **Descripción:** Antes de comenzar con el armado, deben de colocarse juntas todas las piezas, accesorios y tornillos necesarios para armar cada una de las estaciones de apoyo. Esto con el fin de facilitar y agilizar el proceso, asimismo se recomienda armar las estación sobre una mesa o banco de trabajo.

Notas/observaciones: Las herramientas necesarias para esta estación son:

- Dos llaves españolas, de estella o combinada de : 3/8 pulg. y 1/2 pulg., para apretar los tornillos que unen la estructura y sujetan la chumacera, en total 4 llaves (dos de cada medida).
- Llave Allen de: 1/8 pulg., para apretar los tornillos de las chumaceras que sujetan el eje de acero.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: APOYO PASO No. 2

ACCIÓN: UNIÓN DE POSTE Y REFUERZO + COLOCACIÓN DE CHUMACERAS



Imagen 225. Poste con estabilizador colocado. **Fuente:** propia

- **Descripción:** Primero deberá de sujetarse el estabilizador con uno de los postes de la estación, dejando un poco sueltos ambos tornillos (3/8"). Seguidamente se han de colocar las chumaceras en ambos postes, la forma correcta de hacerlo es alineando las perforaciones del poste con el borde superior de las ranuras de los rodamientos, introducir los tornillos (1/2") y apretarlos.



Imagen 226. Encajado de chumacera de banco y esta ya colocada. **Fuente:** propia

Notas/observaciones: Para la colocación de las chumaceras en los postes y sujetar el estabilizador, se recomienda colocarlos sobre la esquina de una mesa dejando suspendida la platina (lo que permite apoyar correctamente los postes sobre ella), esto simplifica la colocación de los tornillos en ambos casos; ya que los orificios del poste para el refuerzo quedan alineados y el camino libre para los que se usan con las chumaceras.



• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: APOYO PASO No. 2

ACCIÓN: UNIÓN DE POSTE Y REFUERZO + COLOCACIÓN DE CHUMACERAS



Imagen 227. Poste con estabilizador y chumacera colocada. **Fuente:** propia

- **Descripción:** Los tornillos del estabilizador deben dejarse un poco sueltos, ya que facilita el encajado e introducción de los tornillos para sujetarlo al otro poste en el siguiente paso. Una vez terminado la estación deberá de verse como se muestra en la imagen superior.



Imagen 228. Estabilizador sin atornillar y ya atornillado. **Fuente:** propia

Notas/observaciones: La forma correcta de colocar los tornillos es:

- Estabilizador-poste: cabeza del tornillo por dentro; tuerca con roldana por fuera.
- Chumacera-poste: cabeza del tornillo por delante (lado del eje); tuerca con roldana por detrás.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: APOYO PASO No. 3

ACCIÓN: UNIÓN DE 2do POSTE Y REFUERZO + COLOCACIÓN DE EJE



Imagen 229. Ambos postes con chumaceras colocadas. **Fuente:** propia

- **Descripción:** En este paso, se conecta el segundo poste (con la chumacera ya sujeta) al estabilizador dejando sin apretar, esto permite insertar los extremos del eje en las chumaceras sin ajustar los tornillos que lo sujetan en cada una. Una vez colocado el eje, los tornillos del estabilizador pueden apretarse en ambos lados, esto puede provocar que el eje se acomode (por eso se deja sin asegurar) y luego apretar ambos extremos.



Imagen 230. Estación completamente armada. **Fuente:** propia

Tiempo (duración de armado): 15 - 18 min.

Notas/observaciones: Antes de colocar los ejes en cada estación, el recubrimiento de hule debe previamente ser insertado en cada uno.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: APOYO

PASO No. 4



ACCIÓN: INSTALACIÓN DE ESTACIÓN ARMADA

- *Descripción:*

Una vez armada la estación, el último paso es instalarla introduciendo en las platinas los anclajes colocados en la base de concreto que le corresponde a cada estación de apoyo.

Notas/observaciones: Las tuercas de las platinas deben de ajustarse lo más apretado posible para asegurar que la estación y el sistema entero funcione correctamente.

Imagen 231. Estación armada y colocada sobre base de madera. **Fuente:** propia

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: ALINEADO PASO No. 1 ACCIÓN: ORGANIZACIÓN DE PIEZAS, ÁREA DE TRABAJO Y HERRAMIENTAS



- *Descripción:* Antes de comenzar con el armado, deben de colocarse juntas todas las piezas, accesorios y tornillos necesarios para armar la estación. Esto con el fin de facilitar y agilizar el proceso, asimismo se recomienda armar la estación sobre una mesa o banco de trabajo; también es recomendable apoyar las piezas de la estructura encima de trozos de madera (como se muestra en la imagen superior) ya que facilita la unión de estas y minimiza el esfuerzo requerido.

Notas/observaciones: Las herramientas necesarias para esta estación son:

- Dos llaves españolas, de estella o combinada de : 3/8 pulg. y 1/2 pulg., para apretar los tornillos que unen la estructura y sujetan la chumacera, en total 4 llaves (dos de cada medida).
- Llave Allen de: 1/8 pulg., para apretar los tornillos de las chumaceras que sujetan los ejes de acero.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: ALINEADO PASO No. 2 ACCIÓN: UNIÓN DE POSTES CON REFUERZOS + COLOCACIÓN DE BASE AJUSTABLE

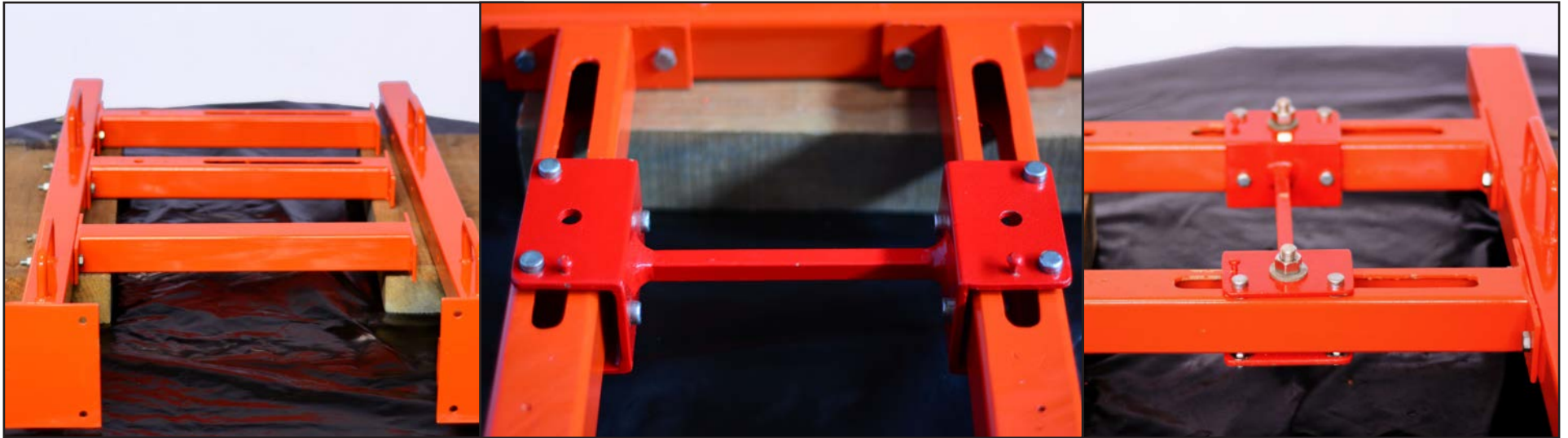


Imagen 233. Secuencia de colocado de estabilizadores, base ajustable, postes y tornillos. **Fuente:** propia

- **Descripción:** Primero deberán de sujetarse los estabilizadores con uno de los postes, dejando un extremo libre para poder introducir la base ajustable del eje móvil, el cual se coloca sobre los estabilizadores superiores de la estación. Una vez ubicada la base, se procede a sujetar el otro poste con los estabilizadores, dejando los tornillos sin apretar para facilitar la colocación de las chumaceras y ejes.

Notas/observaciones: Para facilitar la colocación de los estabilizadores y la base ajustables, se recomienda colocar los postes y estabilizadores sobre piezas de madera de la misma altura, ya que el mantener nivelados los postes y estabilizadores simplifica el proceso de alineado, colocación de tornillos y la base móvil.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: ALINEADO

PASO No. 3

ACCIÓN: COLOCACIÓN DE TORNILLOS DE BASE AJUSTABLE



Imagen 234. Secuencia de colocado de tornillos de la base ajustable que sujetan las chumaceras. **Fuente:** propia

- **Descripción:** Los pernos de la base ajustables, para ser instalados, utilizan: dos roldanas, un espaciador y una tuerca. Para colocarlos, primero debe de introducirse el espaciador dentro de la base y alinearlos con la perforación central de esta. Una vez en su lugar, se coloca la primera roldana en la parte inferior de la base, ya que la rosca del perno debe quedar en la parte de arriba para colocar la chumacera de banco. Ya introducido el perno, se coloca la segunda roldana y la tuerca. El proceso se repite en el otro extremo de la base.

Notas/observaciones: Para facilitar la colocación de los estabilizadores y la base ajustables, se recomienda colocar los postes y estabilizadores sobre pizas de madera de la misma altura, ya que el mantener nivelados los postes y estabilizadores simplifica el proceso de alineado, colocación de tornillos y la base móvil.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: ALINEADO

PASO No. 4

ACCIÓN: COLOCACIÓN DE CHUMACERAS Y EJES



Imagen 235. Secuencia de colocado de ambos ejes ya con chumaceras y detalle de base ajustable con resorte colocado. **Fuente:** propia

- **Descripción:** El proceso de colocación de chumaceras y ejes, en esta estación, se facilita colocando los ejes ya introducidos en las chumaceras (sin asegurar, al igual que los estabilizadores). Primero, deberá de colocarse los orificios de las chumaceras alineados con las perforaciones del poste y la base ajustable. Una vez alineados, se introducen los tornillos de 1/2" que sujetarán las chumaceras de ambos ejes. En la base ajustable, los tornillos ya estarán colocados para asegurar que el espaciador se encuentra en su lugar al colocar las chumaceras. Asegurados ambos ejes,

deberán de apretarse los tornillos de los estabilizadores y luego los de las chumaceras (luego de que los ejes se ajusten al asegurar los estabilizadores). Por último, se colocan los tornillos de 3/8" que sirven para conectar la base ajustable con los estabilizadores utilizando el juego de resortes necesario.

Notas/observaciones: Para facilitar el proceso, se recomienda colocar los postes y estabilizadores sobre pizas de madera de la misma altura, ya que el mantener nivelados los postes y estabilizadores simplifica el proceso de alineado, colocación de tornillos y la base móvil.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: ALINEADO

PASO No. 5

ACCIÓN: INSTALACIÓN DE ESTACIÓN ARMADA



- Descripción:

Una vez armada la estación, el último paso es instalarla introduciendo en las platinas los anclajes colocados en la base de concreto que le corresponde.

Notas/observaciones: Las tuercas de las platinas deben de ajustarse lo más apretado posible para asegurar que la estación y el sistema entero funcione correctamente.

Imagen 235. Estación armada y colocada sobre base de madera. **Fuente:** propia

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: MECÁNICA PASO No. 1 ACCIÓN: ORGANIZACIÓN DE PIEZAS, ÁREA DE TRABAJO Y HERRAMIENTAS



- *Descripción:* Antes de comenzar con el armado, deben de colocarse juntas todas las piezas, accesorios y tornillos necesarios para armar la estación. Esto con el fin de facilitar y agilizar el proceso, asimismo se recomienda armar la estación sobre una mesa o banco de trabajo; también es recomendable apoyar las piezas de la estructura encima de trozos de madera (como se muestra en la imagen superior) ya que facilita la unión de estas y minimiza el esfuerzo requerido.

Notas/observaciones: Las herramientas necesarias para esta estación son:

- Dos llaves españolas, de estella o combinada de : 3/8 pulg. y 1/2 pulg., para apretar los tornillos que unen la estructura y sujetan la chumacera, en total 4 llaves (dos de cada medida).
- Llave Allen de: 1/8 pulg., para apretar los tornillos de las chumaceras que sujetan los ejes de acero.



Imagen 236. Estación desarmada y herramientas necesarias para su armado. Fuente: propia

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: MECÁNICA PASO No. 2 ACCIÓN: UNIÓN DE POSTES CON REFUERZO INFERIOR + COLOCACIÓN DE EJE INFERIOR



Imagen 237. Secuencia de colocado de estabilizador inferior, postes, chumaceras y eje inferior. Fuente: propia

- Descripción: Primero deberá de sujetarse el estabilizador inferior con uno de los postes, dejando los tornillos un poco sueltos para facilitar la colocación del eje. Una vez el estabilizador este sujetado de ambos extremos y las chumaceras de banco colocadas, se procede a introducir el eje dentro de las últimas dejando los tornillos que sujetan el rodo sin apretar, debido a que antes deben de instalarse el estabilizador y eje superior.

Notas/observaciones: Para facilitar la colocación del estabilizador y eje, se recomienda colocar los postes y demás partes sobre piezas de madera de la misma altura, ya que el mantener nivelados los postes y estabilizador simplifica el proceso de alineado, colocación de tornillos y del eje.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: MECÁNICA

PASO No. 3

ACCIÓN: COLOCACIÓN DE BASE AJUSTABLE Y ESTABILIZADOR SUPERIOR



Imagen 238. Secuencia de colocado de base ajustable y estabilizador superior. **Fuente:** propia

- **Descripción:** Primero, deberá de introducirse la base ajustable del rodo superior, deslizándolo por (su interior) ambos postes. Una vez introducido, se procede a colocar y asegurar el estabilizador superior utilizando dos tornillos de 1 x 1/2 pulg.

Notas/observaciones: Para facilitar el proceso, se recomienda colocar los postes y estabilizadores sobre pizas de madera de la misma altura, ya que el mantener nivelados los postes y estabilizadores simplifica el proceso de alineado, colocación de tornillos y la base móvil.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: MECÁNICA

PASO No. 4

ACCIÓN: COLOCACIÓN DE TORNILLOS DE BASE AJUSTABLE

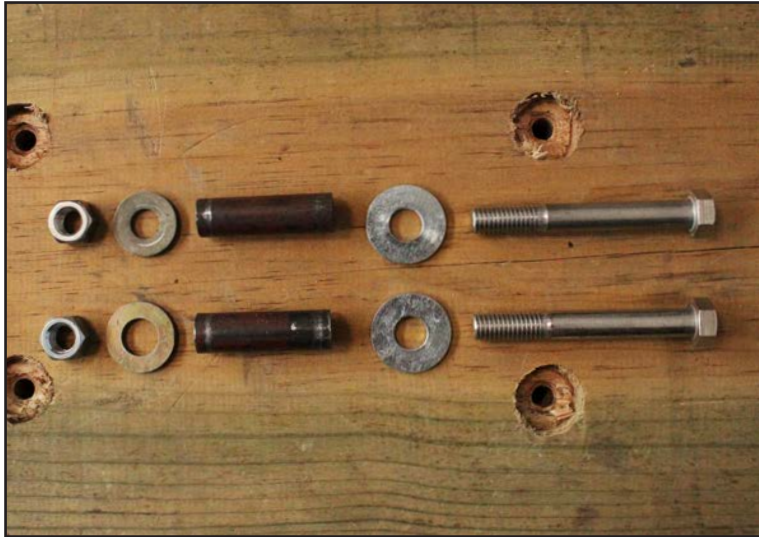


Imagen 239. Secuencia de colocado de tornillos de la base ajustable que sujetan las chumaceras. **Fuente:** propia

- **Descripción:** Los pernos de la base ajustable, para ser instalados, utilizan: dos roldanas, un espaciador y una tuerca. Para colocarlos, primero debe de introducirse el espaciador dentro de la base y alinearlos con la perforación central de esta. Una vez en su lugar, se coloca la primera roldana en la parte inferior de la base, ya que la rosca del perno debe quedar en la parte de arriba para colocar la chumacera de banco. Ya introducido el perno, se coloca la segunda roldana y la tuerca. El proceso se repite en el otro extremo de la base.

Notas/observaciones: Para facilitar la colocación de los estabilizadores y la base ajustables, se recomienda colocar los postes y estabilizadores sobre pizas de madera de la misma altura, ya que el mantener nivelados los postes y estabilizadores simplifica el proceso de alineado, colocación de tornillos y la base móvil.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: ALINEADO

PASO No. 5

ACCIÓN: COLOCACIÓN DE EJE SUPERIOR Y CHUMACERAS

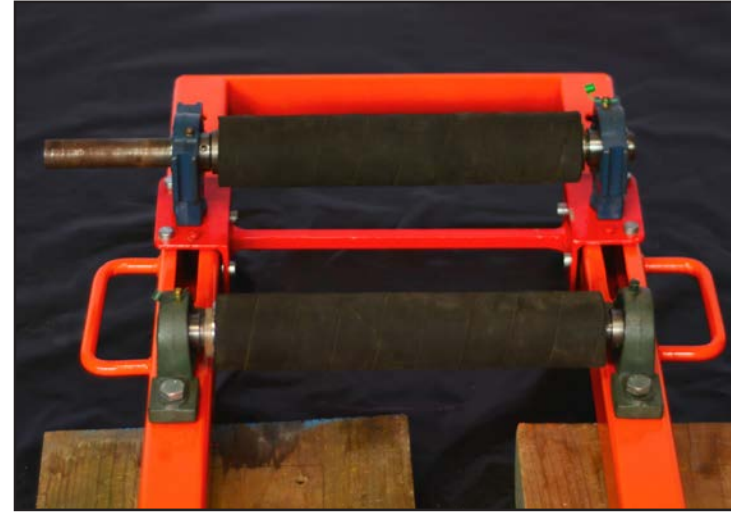


Imagen 240. Secuencia de colocado de chumaceras de banco y eje superior. **Fuente:** propia

- **Descripción:** El proceso de colocación del eje superior y sus chumaceras, se facilita colocando primero una de las chumaceras (tipo tensora) en uno de los extremos de la base ajustable. Una vez asegurada la chumacera deberá de introducirse el eje superior dentro de la misma, en el otro extremo del este ya debe de estar colocada la otra chumacera ya que servirá para sostener alineado el eje mientras este se atornilla a la base ajustable. Ya aseguradas ambas chumaceras, se pueden apretar los tornillos de los estabilizadores y luego los de las chumaceras (después de que los ejes se ajusten al asegurar los estabilizadores). Por último, se colocan

los tornillos de 3/8" que sirven para conectar la base ajustable con los postes utilizando el juego de resortes necesario.

Notas/observaciones: Para facilitar el proceso, se recomienda colocar los postes y estabilizadores sobre pizas de madera de la misma altura, ya que el mantener nivelados los postes y estabilizadores simplifica el proceso de alineado, colocación de tornillos y la base móvil. Por las dimensiones y peso del eje superior, se recomienda la participación de dos personas para su colocación.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

ESTACIÓN: MECÁNICA PASO No. 6 ACCIÓN: INSTALACIÓN DE ESTACIÓN ARMADA Y COLOCACIÓN DE MANIVELA



- Descripción:

Una vez armada la estación, los últimos pasos son: a) Colocar la manivela y asegurar los tornillos en el eje superior; b) Instalar la estación armada introduciendo en las platinas los anclajes colocados en la base de concreto que le corresponde.

Notas/observaciones: Las tuercas de las platinas deben de ajustarse lo más apretado posible para asegurar que la estación y el sistema entero funcione

Imagen 241. Estación armada y colocada sobre base de madera. **Fuente:** propia

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: QUEMADO PASO No. 1

ACCIÓN: COLOCACIÓN DE BASE AJUSTE VERTICAL



Imagen 242. Estación desarmada con accesorios necesarios para su armado y secuencia de colocado de base ajuste vertical dentro del pedestal. **Fuente:** propia

- Descripción: El primer paso de armado consiste en introducir la base ajustable vertical de la antorcha dentro del pedestal. Una vez colocada, se asegura utilizando un tornillo de 1/2" modificado para poder utilizarse manualmente.

Notas/observaciones: Para el armado de esta estación no es necesario utilizar ningún tipo de herramienta.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: QUEMADO PASO No. 2

ACCIÓN: COLOCACIÓN DE BASE AJUSTE HORIZONTAL



Imagen 243. Secuencia de colocado de base ajuste horizontal. **Fuente:** propia

- **Descripción:** Una vez asegurada la base de ajuste vertical, se prosigue a colocar la base de ajuste horizontal, la cual sirve: a) Para asegurar la antorcha de gas propano BLUE-Star y b) La separación de la antorcha con la superficie del bambú, según el tono de quemado que se desea obtener. La base horizontal se asegura a la vertical utilizando un tornillo modificado

para ajustar manualmente de 1/4". Este puede variar su posición de apretado según el desplazamiento de la base horizontal sobre la vertical.

Notas/observaciones: Para el armado de esta estación no es necesario utilizar ningún tipo de herramienta.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: QUEMADO PASO No. 3

ACCIÓN: SUJECIÓN DE ANTORCHA BLUE-STAR A BASE DE AJUSTE HORIZONTAL

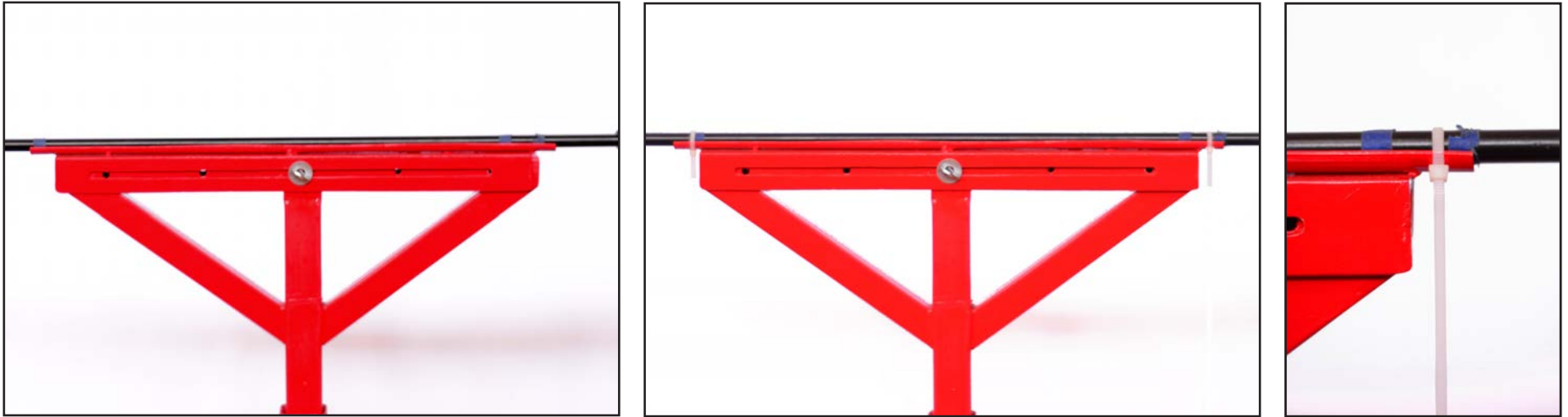


Imagen 243. Secuencia de sujeción de antorcha a base de ajuste horizontal. **Fuente:** propia

- **Descripción:** Con el fin de evitar errores de quemado y/o accidentes durante el proceso, se recomienda (de sobre manera) asegurar la antorcha a la base ajuste de horizontal utilizando dos seguros de plástico (como se ilustra en la parte superior) en ambos extremos de ella. También es recomendable que al terminar la jornada de trabajo la antorcha y manguera de

alimentación sean guardadas en un lugar seco y seguro, esto con el propósito de preservar la integridad del equipo y su funcionamiento.

Notas/observaciones: Para asegurar la manguera con la antorcha es necesario utilizar:

- Llave Allen de: 1/4 pulg.

• SECUENCIA DE ARMADO

- Propósito: registrar las acciones y tiempo utilizado para armar cada estación.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: QUEMADO PASO No. 4

ACCIÓN: INSTALACIÓN DE ESTACIÓN ARMADA



Imagen 244. Estación armada sin base y con base de madera colocada. **Fuente:** propia

- **Descripción:** Una vez armada la estación, el último paso es instalarla introduciendo en las platinas los anclajes colocados en la base de concreto que le corresponde.

Notas/observaciones: Las tuercas de las platinas deben de ajustarse lo más apretado posible para asegurar que la estación y el sistema entero funcione correctamente. Para asegurar la estación a los anclajes es necesario utilizar:

- Llave Allen de: 3/8 pulg.

6. Guía de validación.

Para finalizar el estudio del quemador y comprobar la efectividad y viabilidad del sistema, se han elaborado una serie de pruebas y fichas técnicas para evaluar la funcionalidad del proyecto. Las cuales han sido recopiladas dentro de la guía de validación que se adjunta a continuación.



GUÍA DE VALIDACIÓN

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE
QUEMADO DE BAMBÚ DENTRO
DEL SECTOR ARTESANAL**

ÍNDICE

- Introducción
 - **Tablas de validación:**
- Comprobación de requerimientos
- Perfil de usuario/operario
- Estudio de secuencia de uso
- Tabla de estudio de secuencia de uso
- Análisis de postura
- Prueba de quemado
- Muestrario de tonalidades
- Comparación de resultados de quemado, método manual vs método propuesto
- Encuesta de satisfacción de usuario

INTRODUCCIÓN

La siguiente recopilación de tablas ha sido desarrollada con el propósito de estudiar, describir, registrar, recabar información y comprobar que el sistema propuesto cumple con los requisitos planteados durante el proceso de diseño, la manera en que lo hace y los resultados que se han obtenido durante la experimentación y validación de este; asimismo, se analiza la forma en la que los usuarios interactúan y utilizan el equipo buscando identificar sus fortalezas y debilidades.

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: A.1

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Ser utilizable con distintos diámetros y longitudes de varas de bambú.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Diámetros: de ½ pulg. - 8 pulg.• Largos: de 2 a 8 metros de largo.

- *Forma en la que se resuelve:*

Las dimensiones del eje donde se apoyan las varas de bambú permiten que puedan utilizarse con todos los rangos de diámetro y largo planteados anteriormente.

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: APOYO



Notas/observaciones: _____

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: B.1-B.2

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Utilizar materiales que sean resistentes a la intemperie (corrosión, humedad, rayos UV, cambios de temperatura), a altas temperaturas (200 – 900 grados centígrados) y cargas mecánicas.• Debe ser producido con materiales y procesos disponibles en Guatemala.
PARÁMETRO
Opciones: <ul style="list-style-type: none">• Metal: aluminio; acero inoxidable; galvanizados; proceso; rolados en frío o caliente.• Polímeros: plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV); caucho.• Pintura: electroestática (en polvo); poliuretano con filtro UV; gel-coat con filtro UV; pintura sintética con fondo anticorrosivo.

- **Forma en la que se resuelve:**

Los materiales utilizados de la lista de parámetros son los siguientes: 1-Metal galvanizado, acero, acero inoxidable y rolado en frío; 2- Caucho 3- Pintura sintética con fondo anticorrosivo. Todos los materiales y procesos utilizados se encuentran disponibles en el país, en el área rural y urbana.

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: APOYO



Notas/observaciones: Al utilizarse una o más opciones de cada inciso de materiales (B.1) y ser adquiridos y transformados en la muchas ferreterías y talleres del país, se concluye que se cumplen con ambos requerimientos de manera exitosa.

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: C.1-C.2

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Mantener proporciones ergonómicas locales y niveles de fatiga bajos.• Facilitar su producción, transporte y almacenamiento.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Tener como mínimo 4 pies de altura (1 mt) y máximo 6 pies (1.60 mts).• Estructura con uniones desmontables.

- **Forma en la que se resuelve:**

La altura de la estación es: 85.6 cm., lo cual no cumple con el parámetro del requerimiento C.1.

Todas las piezas de la estructura y accesorios adicionales son desmontables, cumpliendo con el requerimiento C.2

Porcentaje que se resuelve: 50%

ESTACIÓN: APOYO



Notas/observaciones: Esta estación al no tener mayor interacción con el usuario, no es importante que cumpla con el parámetro del requerimiento, debido que su propósito es sostener la vara de bambú durante su quemado.

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: D.1

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Uso de color y simbología: según normas de empleo en espacios y maquinaria industrial. Tomando en cuenta los significados de seguridad y advertencia.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Amarillo (con tiras negras): Se aplica en postes, equipo en movimiento, de manejo y bandas transportadoras; también se utiliza en tuberías destinadas para gases peligrosos.



- Forma en la que se resuelve:

El color de la estructura de la estación es de color amarillo como dicta el parámetro D.1.

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: APOYO



Notas/observaciones: Las tiras negras no eran necesarias para esta, ya que se utilizan rcon mayor regularidad en tuberías y delimitar zonas de peligro.

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: A.1

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Ser utilizable con distintos diámetros y longitudes de varas de bambú.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Diámetros: de ½ pulg. - 8 pulg.• Largos: de 2 a 8 metros de largo.

- **Forma en la que se resuelve:**

El mínimo de apertura de la estación es de 1 ½ pulg. y el máximo de 9 ½ pulg. No se cumple con el rango mínimo del parámetro pero si con su máximo, el cual es más importante. Ya que son los diámetros mayores a 4 pulg. los más difíciles de quemar a partir de los 2 mts. de largo.

Porcentaje que se resuelve: 91%

ESTACIÓN: ALINEADO



Notas/observaciones: _____

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: B.1-B.2

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Utilizar materiales que sean resistentes a la intemperie (corrosión, humedad, rayos UV, cambios de temperatura), a altas temperaturas (200 – 900 grados centígrados) y cargas mecánicas.• Debe ser producido con materiales y procesos disponibles en Guatemala.
PARÁMETRO
Opciones: <ul style="list-style-type: none">• Metal: aluminio; acero inoxidable; galvanizados; proceso; rolados en frío o caliente.• Polímeros: plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV); caucho.• Pintura: electrostática (en polvo); poliuretano con filtro UV; gel-coat con filtro UV; pintura sintética con fondo anticorrosivo.

- **Forma en la que se resuelve:**

Los materiales utilizados de la lista de parámetros son los siguientes: 1-Metal galvanizado, acero, acero inoxidable y rolado en frío; 2- Caucho 3- Pintura sintética con fondo anticorrosivo. Todos los materiales y procesos utilizados se encuentran disponibles en el país, en el área rural y urbana.

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: ALINEADO



Notas/observaciones: Al utilizarse una o más opciones de cada inciso de materiales (B.1) y ser adquiridos y transformados en la muchas ferreterías y talleres del país, se concluye que se cumplen con ambos requerimientos de manera exitosa.

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: C.1-C.2

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Mantener proporciones ergonómicas locales y niveles de fatiga bajos.• Facilitar su producción, transporte y almacenamiento.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Tener como mínimo 4 pies de altura (1 mt) y máximo 6 pies (1.60 mts).• Estructura con uniones desmontables.

- *Forma en la que se resuelve:*

 La altura de la estación es: 120.6 cm., lo cual cumple con el parámetro del requerimiento C.1.

 Todas las piezas de la estructura y accesorios adicionales son desmontables, cumpliendo con el requerimiento C.2

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: ALINEADO



Notas/observaciones: _____


COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: D.1

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Uso de color y simbología: según normas de empleo en espacios y maquinaria industrial. Tomando en cuenta los significados de seguridad y advertencia.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Anaranjado: Partes de máquinas y equipos con elementos de transmisión mecánica. 

- *Forma en la que se resuelve:*

El color de la estructura de la estación es de color anaranjado como dicta el parámetro D.1.

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: ALINEADO



Notas/observaciones: Esta estación no posee elementos de transmisión mecánica, sin embargo al estar relacionanda su función con la estación mecánica (la cual si los tiene) la decisión final fue de pintar ambas del mismo color.

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: A.1

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Ser utilizable con distintos diámetros y longitudes de varas de bambú.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Diámetros: de ½ pulg. - 8 pulg.• Largos: de 2 a 8 metros de largo.

- *Forma en la que se resuelve:*

El mínimo de apertura de la estación es de 2 1/2 pulg. y el máximo de 10 pulg. No se cumple con el rango mínimo del parámetro pero si con su máximo, el cual es más importante. Ya que son los diámetros mayores a 4 pulg. los más difíciles de quemar a partir de los 2 mts. de largo.

Porcentaje que se resuelve: 80%

ESTACIÓN: MECÁNICA



Notas/observaciones: _____

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: B.1-B.2

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Utilizar materiales que sean resistentes a la intemperie (corrosión, humedad, rayos UV, cambios de temperatura), a altas temperaturas (200 – 900 grados centígrados) y cargas mecánicas.• Debe ser producido con materiales y procesos disponibles en Guatemala.
PARÁMETRO
Opciones: <ul style="list-style-type: none">• Metal: aluminio; acero inoxidable; galvanizados; proceso; rolados en frío o caliente.• Polímeros: plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV); caucho.• Pintura: electrostática (en polvo); poliuretano con filtro UV; gel-coat con filtro UV; pintura sintética con fondo anticorrosivo.

- **Forma en la que se resuelve:**

Los materiales utilizados de la lista de parámetros son los siguientes: 1-Metal galvanizado, acero, acero inoxidable y rolado en frío; 2- Caucho 3- Pintura sintética con fondo anticorrosivo. Todos los materiales y procesos utilizados se encuentran disponibles en el país, en el área rural y urbana.

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: MECÁNICA



Notas/observaciones: Al utilizarse una o más opciones de cada inciso de materiales (B.1) y ser adquiridos y transformados en la muchas ferreterías y talleres del país, se concluye que se cumplen con ambos requerimientos de manera exitosa.

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: C.1-C.2

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Mantener proporciones ergonómicas locales y niveles de fatiga bajos.• Facilitar su producción, transporte y almacenamiento.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Tener como mínimo 4 pies de altura (1 mt) y máximo 6 pies (1.60 mts).• Estructura con uniones desmontables.

- **Forma en la que se resuelve:**

 La altura de la estación es: 120.6 cm., lo cual cumple con el parámetro del requerimiento C.1.

 Todas las piezas de la estructura y accesorios adicionales son desmontables, cumpliendo con el requerimiento C.2

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: MECÁNICA



Notas/observaciones: _____


COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: D.1

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Uso de color y simbología: según normas de empleo en espacios y maquinaria industrial. Tomando en cuenta los significados de seguridad y advertencia.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Anaranjado: Partes de máquinas y equipos con elementos de transmisión mecánica. 

- Forma en la que se resuelve:

El color de la estructura de la estación es de color anaranjado como dicta el parámetro D.1.

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: MECÁNICA



Notas/observaciones: Esta estación posee elementos de transmisión mecánica, los cuales pueden ser manual (en este caso) o motorizado, razón por la cual posee este color.

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: A.1

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Ser utilizable con distintos diámetros y longitudes de varas de bambú.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Diámetros: de ½ pulg. - 8 pulg.• Largos: de 2 a 8 metros de largo.

- *Forma en la que se resuelve:*

Las dimensiones de la estación le permiten adaptarse para quemar correctamente el rango entero de diámetros y largos de bambú dados en este requerimiento.

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: QUEMADO



Notas/observaciones: _____

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: B.1-B.2

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Utilizar materiales que sean resistentes a la intemperie (corrosión, humedad, rayos UV, cambios de temperatura), a altas temperaturas (200 – 900 grados centígrados) y cargas mecánicas.• Debe ser producido con materiales y procesos disponibles en Guatemala.
PARÁMETRO
Opciones: <ul style="list-style-type: none">• Metal: aluminio; acero inoxidable; galvanizados; proceso; rolados en frío o caliente.• Polímeros: plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV); caucho.• Pintura: electroestática (en polvo); poliuretano con filtro UV; gel-coat con filtro UV; pintura sintética con fondo anticorrosivo.

- **Forma en la que se resuelve:**

Los materiales utilizados de la lista de parámetros son los siguientes: 1-Metal galvanizado, acero, acero inoxidable y rolado en frío; 2- Caucho 3- Pintura sintética con fondo anticorrosivo. Todos los materiales y procesos utilizados se encuentran disponibles en el país, en el área rural y urbana.

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: QUEMADO



Notas/observaciones: Al utilizarse una o más opciones de cada inciso de materiales (B.1) y ser adquiridos y transformados en la muchas ferreterías y talleres del país, se concluye que se cumplen con ambos requerimientos de manera exitosa.

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: C.1-C.2

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Mantener proporciones ergonómicas locales y niveles de fatiga bajos.• Facilitar su producción, transporte y almacenamiento.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Tener como mínimo 4 pies de altura (1 mt) y máximo 6 pies (1.60 mts).• Estructura con uniones desmontables.

- **Forma en la que se resuelve:**

La altura de la estación varía para ajustar la antorcha al diámetro de bambú a quemar, su altura mínima es de: 80 cm., lo cual no cumple con el parámetro del requerimiento C.1.

Todas las piezas de la estructura y accesorios adicionales son desmontables, cumpliendo con el requerimiento C.2, además su estructura ligera hace posible ser desplazada por una persona estando completamente armada.

Porcentaje que se resuelve: 50%

ESTACIÓN: QUEMADO



Notas/observaciones: Esta estación al no tener mayor interacción con el usuario, no es importante que cumpla con el parámetro del requerimiento, debido que su propósito es servir de base ajustable a la antorcha de gas propano para ajustar su altura y separación con el bambú según las dimensiones de este o el tono que se desee.


COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: D.1

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Uso de color y simbología: según normas de empleo en espacios y maquinaria industrial. Tomando en cuenta los significados de seguridad y advertencia.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">• Rojo: Avisos de peligros específicos (alta temperatura). 

- *Forma en la que se resuelve:*

El color de la estructura de la estación es de color rojo como dicta el parámetro D.1.

Porcentaje que se resuelve: 100%

ESTACIÓN: QUEMADO



Notas/observaciones: Debido a que la antorcha de gas propano que utiliza la estación genera altas temperaturas, esta fue pintada de este color como advertencia para el usuario.

Una vez analizadas las maneras y porcentajes en las que cada estación cumple con los requerimientos pertinentes, se ha promediado los resultados para obtener el porcentaje en que responden cada una de ellas. Por último, estos se promediaron entre ellos para obtener el porcentaje del sistema en conjunto, las cifras obtenidas son:

- Estación de apoyo: 87.5%
- Estación de alineado: 97.7%
- Estación mecánica: 95%
- Estación de quemado: 87.5%

- **Porcentaje promedio del sistema completo: 91.9%**

Dicha cifra constata que el sistema cumple casi a totalidad con los requerimientos planteados para su desarrollo, por lo que el diseño de este puede clasificarse como apto para su prueba y uso.

- **Secuencia de uso**

En esta sección se analiza y documenta el conjunto de pasos y acciones utilizadas al hacer uso del equipo, para ello se ha elaborado una ficha técnica en la cual se describe:

- Estación involucrada
- Número de paso
- Nombre de acción
- Operario(s) involucrado(s)
- Descripción de acción
- Tiempo de duración
- Notas/observaciones de cada acción

A continuación se presentan las fichas con los resultados obtenidos.

ESTUDIO DE SECUENCIA DE USO

Propósito: registrar las acciones, tiempos y posturas utilizadas haciendo uso del equipo por el/los operarios.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: APOYO



PASO No. 1

ACCIÓN: Colocación de vara de bambú sobre estaciones de apoyo (entrada)

Operario(s) involucrado(s): _____

- Descripción:

El primer paso es colocar la vara en su posición inicial, antes de ajustar los ejes de la estación de alineado y mecánica al diámetro del bambú a quemar, esta se coloca sobre las estaciones de apoyo ubicadas en el extremo de inicio del sistema.

Tiempo (duración de acción): 0:10 segundos

Notas/observaciones: Verificar que la vara se encuentre correctamente apoyada sobre los ejes de las estaciones de apoyo, con el fin de evitar incidentes y/o retrasos.

ESTUDIO DE SECUENCIA DE USO

Propósito: registrar las acciones, tiempos y posturas utilizadas haciendo uso del equipo por el/los operario(s).

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: ALINEADO



PASO No. 2

ACCIÓN: Ajuste de eje móvil a diámetro de bambú a quemar.

Operario(s) involucrado(s): _____

- Descripción:

La base ajustable y resortes de la estación de alineado, deben de ser ajustados al tamaño de diámetro de la vara a quemar, para realizarlo primero se coloca el tamaño de resortes indicado para la vara de bambú. Una vez colocados, se acerca la caña de bambú y se introduce entre los ejes, halando hacia un lado el eje móvil para facilitar su ingreso.

Tiempo (duración de acción): 0:53 segundos

Notas/observaciones: La colocación de resortes extiende el tiempo de este paso, ya que el ajuste de la base en eje toma menos 5 segundos en promedio, aunque puede variar según la fuerza y/o destreza del operario y del diámetro del bambú.

ESTUDIO DE SECUENCIA DE USO

Propósito: registrar las acciones, tiempos y posturas utilizadas haciendo uso del equipo por el/los operario(s).

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: MECÁNICA



PASO No. 3

ACCIÓN: Ajuste de eje móvil a diámetro de bambú a quemar.

Operario(s) involucrado(s): _____

- Descripción:

La base ajustable y resortes de la estación de alineado, deben de ser ajustados al tamaño de diámetro de la vara a quemar, para realizarlo primero se acerca la caña de bambú y se introduce entre los ejes, halando hacia arriba el eje móvil para facilitar su ingreso.

Tiempo (duración de acción): 0:04 segundos

Notas/observaciones: El tiempo de este paso puede variar según la fuerza y/o destreza del operario y del diámetro del bambú.

ESTUDIO DE SECUENCIA DE USO

Propósito: registrar las acciones, tiempos y posturas utilizadas haciendo uso del equipo por el/los operario(s).

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: QUEMADO



PASO No. 4

ACCIÓN: Graduación y encendido de antorcha blue-star.

Operario(s) involucrado(s): _____

- Descripción:

Una vez lista la vara de bambú, se procede a graduar la altura y separación de la antorcha con la superficie de la caña a quemar, según el diametro de la misma y el tono que se desea obtener.

Tiempo (duración de acción): 0:20 segundos

Notas/observaciones: El ajuste de separación y altura solo debe de realizarse una vez si se quema un lote extenso de varas del mismo diámetro, de lo contrario se acomodan las veces necesarias. Esto también aplica para la intensidad de la llama, ya que el tono de quemado puede variar si la antorcha es apagada constantemente.

ESTUDIO DE SECUENCIA DE USO

Propósito: registrar las acciones, tiempos y posturas utilizadas haciendo uso del equipo por el/los operario(s).

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: MECÁNICA



PASO No. 5

ACCIÓN: Giro de manivela para movilizar la vara de bambú.

Operario(s) involucrado(s): _____

- Descripción:

Encendida la antorcha, el operario deberá de girar la manivela en sentido contrario al reloj, la transmisión de movimiento hará que el bambú se desplace frente a la llama de la antorcha provocando la quema de este.

Tiempo (duración de acción): 0:30 - 0:50 segundos (cada franja de quemado, promedio varas de 2 metros - secas).

Notas/observaciones: Al llegar al final de la vara de bambú, lo más indicado es que otro operario lo hale para evitar la sobrexposición del mismo. De lo contrario solo debe de considerarse un tramo extra de desperdicio dentro del largo de la vara, si se desea operar el sistema con un solo operario (no se recomienda para cañas mayores a 3 metros de largo).

ESTUDIO DE SECUENCIA DE USO

Propósito: registrar las acciones, tiempos y posturas utilizadas haciendo uso del equipo por el/los operarios.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: APOYO



PASO No. 6

ACCIÓN: Finalizado de quemado y traslado de vara a principio del sistema.

Operario(s) involucrado(s): _____

- Descripción:

Al finalizar la aplicación del quemado (franja), la vara queda apoyada sobre las estaciones de apoyo colocadas en el extremo de salida. Aquí el operador toma el bambú y lo traslada de nuevo al extremo de entrada del sistema.

Tiempo (duración de acción): 0:10 segundos

Notas/observaciones: Al momento de trasladar la vara al extremo de entrada, debe de realizarse con mucha precaución, ya que esta acción se realiza pasando detrás de la antorcha cuando esta se encuentra aún en funcionamiento. Motivo por el cual debe tenerse cuidado de no tropezar con la manguera de alimentación, con el fin de evitar accidentes.

Como se documenta en las tablas anteriores, son seis los pasos necesarios para el quemado de bambú, estos se repiten las veces necesarias para quemar la vara de bambú en su totalidad.

No. PASO	ACCIÓN	ESTACIÓN
1	Colocación de vara de bambú sobre estaciones de apoyo.	<i>APOYO (entrada)</i>
2	Ajuste de eje móvil a diámetro de bambú.	<i>ALINEADO</i>
3	Ajuste de eje móvil a diámetro de bambú.	<i>MECÁNICA</i>
4	Graduación y encendido de antorcha.	<i>QUEMADO</i>
5	Giro de manivela para movilizar la vara de bambú.	<i>MECÁNICA</i>
6	Finalizado de quemado y traslado de vara a principio del sistema.	<i>APOYO (salida)</i>

A continuación se presentan tiempos obtenidos durante cada acción, en la prueba realizada en el taller central de Bambúmaya. Estos valores corresponden a la aplicación de una franja de quemado.

No. PASO	ACCIÓN	TIEMPO (seg.)
1	Colocación de vara de bambú sobre estaciones de apoyo.	<i>0:10</i>
2	Ajuste de eje móvil a diámetro de bambú.	<i>0:04</i>
3	Ajuste de eje móvil a diámetro de bambú.	<i>0:04</i>
4	Graduación y encendido de antorcha.	<i>0:20</i>
5	Giro de manivela para movilizar la vara de bambú.	<i>0:30</i>
6	Finalizado de quemado y traslado de vara a principio del sistema.	<i>0:10</i>
TOTAL		<i>1:18</i>

El total de tiempo (estimado) utilizado para la aplicación de la primera franja de quemado es de 1:18, luego de esta el tiempo se reduce veinte segundos, debido a que el paso No. 4 solo se realiza una vez (preferiblemente) durante el quemado de una vara o el lote entero. Por lo que el tiempo utilizado para las subsiguientes franjas es de 0:58 segundos (en varas de bambú de dos metros de largo).

- **Análisis de posturas**

En este apartado se registran y analizan las posturas adoptadas por el o los operarios al utilizar el sistema de quemado. Esto con el propósito de estudiar su efecto sobre los mismos y compararles con las poses presentadas en el estudio del proceso manual.

Para esto ha sido elaborada una ficha técnica en la cual se describe:

- Estación
- Paso
- Postura
- Descripción y análisis
- Tiempo
- Postura correcta
- Postura incorrecta
- Tipo de postura

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

ANÁLISIS DE POSTURAS

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: APOYO PASO No. 1

POSTURA: ERGUIDO



Notas/observaciones: _____

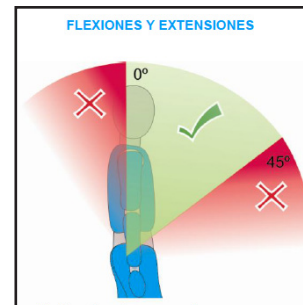
	FORZADA	
	NEUTRA	RELLENAR

- Descripción y análisis:

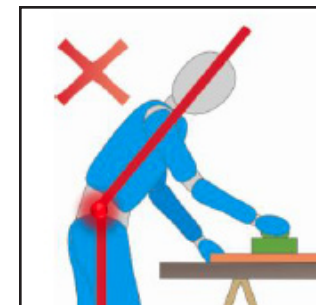
Durante esta acción, el operario coloca la vara a quemar sobre las estaciones de apoyo distribuidas en la entrada del sistema. Para esto, el operario mantiene una posición erguida, sin pasar del rango de los 0° - 45°, por lo que se determina que es una posición neutra.

Tiempo: 0:25 segundos (0:05 segundos promedio, por cada vez que debe colocarse el bambú para ser quemado).

POSTURA CORRECTA



POSTURA INCORRECTA



ANÁLISIS DE POSTURAS




Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: ALINEADO PASO No. 2

POSTURA: ERGUIDO



Notas/observaciones: _____

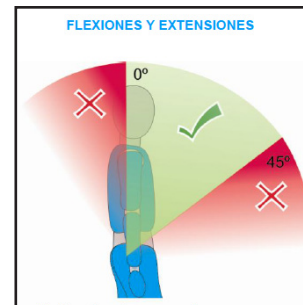
	FORZADA	
	NEUTRA	RELLENAR

- Descripción y análisis:

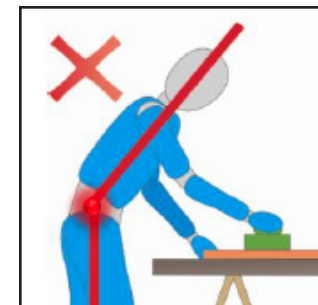
Durante esta acción, el operario ajusta la apertura de los rodos al diámetro de la vara a quemar, halando con la mano el eje móvil. Para esto, el operario mantiene una posición erguida, sin pasar del rango de los 0° - 45°, por lo que se determina que es una posición neutra.

Tiempo: 0:25 segundos (0:05 segundos promedio, por cada vez que debe ajustarse el eje al diámetro del bambú).

POSTURA CORRECTA



POSTURA INCORRECTA



ANÁLISIS DE POSTURAS




Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: MECÁNICA PASO No. 3

POSTURA: ERGUIDO



Notas/observaciones: _____

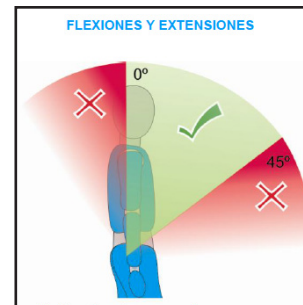
	FORZADA	
	NEUTRA	RELLENAR

- Descripción y análisis:

Durante esta acción, el operario ajusta la apertura de los rodos al diámetro de la vara a quemar, halando con la mano el eje móvil. Para esto, el operario mantiene una posición erguida, sin pasar del rango de los 0° - 45°, por lo que se determina que es una posición neutra.

Tiempo: 0:25 segundos (0:05 segundos promedio, por cada vez que debe ajustarse el eje al diámetro del bambú).

POSTURA CORRECTA



POSTURA INCORRECTA



ANÁLISIS DE POSTURAS

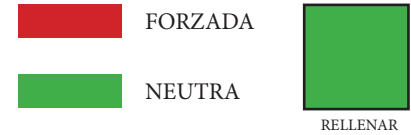
Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: QUEMADO PASO No. 4

POSTURA: ERGUIDO



Notas/observaciones: Durante el ajuste de la altura de la antorcha,
puede que se sobrepase los 45° de inclinación, sin embargo, por lo
breve de esta acción, no se considera relevante su análisis.

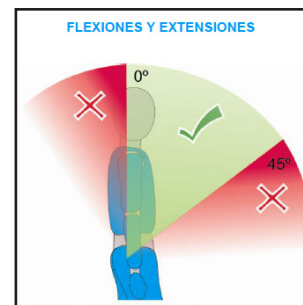


- Descripción y análisis:

Durante esta acción, el operario primero ajusta la altura y separación de la antorcha. Una vez graduada, este procede a encenderla utilizando el chispero. Para esto, el operario mantiene una posición erguida, sin pasar del rango de los 0° - 45°, por lo que se determina que es una posición neutra.

Tiempo: 0:20 segundos (cada vez que se cambie de diámetro de bambú a quemar).

POSTURA CORRECTA



POSTURA INCORRECTA



ANÁLISIS DE POSTURAS




Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: MECÁNICA PASO No. 5

POSTURA: ERGUIDO



Notas/observaciones: El tiempo en que se mantiene esta postura, puede disminuir o incrementar según el diámetro y/o nivel de humedad del bambú a quemar.

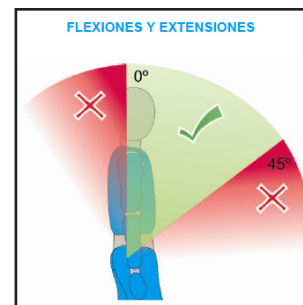
	FORZADA	
	NEUTRA	RELLENAR

- Descripción y análisis:

Durante esta acción, el operario gira la manivela a velocidad constante desplazando el bambú frente a la llama de la antorcha. Para esto, el operario mantiene una posición erguida, sin pasar del rango de los 0° - 45°, por lo que se determina que es una posición neutra.

Tiempo: 2:30 minutos (0:30 segundo promedio, para quemado de vara de 3 pulg. de diámetro y 2 m. de largo).

POSTURA CORRECTA



POSTURA INCORRECTA



ANÁLISIS DE POSTURAS

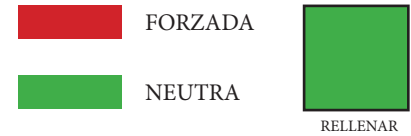
Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

ESTACIÓN: APOYO PASO No. 6

POSTURA: ERGUIDO



Notas/observaciones: El tiempo en que se mantiene esta postura, puede disminuir o incrementar según el diámetro y/o largo del bambú a quemar.

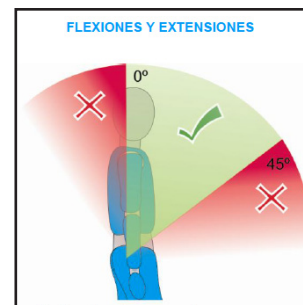


- Descripción y análisis:

Durante esta acción, participan ambos operarios, uno recibe la vara de bambú ya quemada y termina de halarla (cuando el rodo deja de tener contacto con esta), para luego entregársela al otro operador, quién la coloca de nuevo al principio del sistema. Para esto, los operarios mantienen una posición erguida, sin pasar del rango de los 0° - 45°, por lo que se determina que es una posición neutra.

Tiempo: 0:50 segundos (0:10 segundos promedio, cada vez que se recoloca el bambú para varas de 2 m. de largo).

POSTURA CORRECTA



POSTURA INCORRECTA



Durante toda la secuencia de uso del sistema de quemado ambos operarios permanecieron en una sola postura, erguidos, variando únicamente el grado de inclinación entre cada acción pero permaneciendo siempre dentro del rango considerado neutro. Motivo por el cual no se ha registrado ninguna postura forzada, lo cual confirma que el sistema ha reducido el nivel de fatiga del proceso de quemado en comparación con el proceso manual/artesanal utilizado actualmente por los artesanos nacionales (analizado en la situación actual). En el cual se registraron tres posturas distintas, todas presentando diversos tipos de posturas forzadas durante todo el proceso del quemado.

Por lo tanto, se concluye que el sistema (verídicamente) proporciona mejores condiciones, físicas y tecnológicas, para el quemado de bambú.

- **Pruebas de quemado**

En este apartado, se han registrado las especificaciones de cada vara de bambú que ha sido quemada y el resultado final obtenido, con el propósito de establecer parámetros (guías) que permitan:

- Elaborar una paleta de tonos finales.
- Obtener valores de intensidad de antorcha, velocidad y distancias según el tono final de quemado.
- Usar estos valores como referencia en futuras ocasiones de quemado para conseguir el mismo tono.

A continuación se presentan las fichas obtenidas.

PRUEBA DE QUEMADO No. 1

Propósito: registrar los resultados de las pruebas de quemado con distintos niveles de intensidad de llama, velocidad y diámetros, largos y especies de bambú.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

- Indicar unidades utilizadas en cada sección.

- **Características de vara de bambú:**

Diámetro: 5 pulgadas

Grosor: 8 mm

Largo: 2 metros

- **Graduación de equipo:**

Intensidad de llama (quemador): baja

Tiempo de quemado (vara completa): 7:00 minutos

. **Notas/observaciones**

Esta vara fue quemada con dos personas operando el quemador.

- **Antes (sin quemar)**



- **Después (quemada)**



PRUEBA DE QUEMADO No. 2

Propósito: registrar los resultados de las pruebas de quemado con distintos niveles de intensidad de llama, velocidad y diámetros, largos y especies de bambú.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

- Indicar unidades utilizadas en cada sección.

- **Características de vara de bambú:**

Diámetro: 5 pulgadas

Grosor: 8 mm

Largo: 2 metros

- **Graduación de equipo:**

Intensidad de llama (quemador): baja

Tiempo de quemado (vara completa): 7:00 minutos

. **Notas/observaciones**

Esta vara fue quemada con dos personas operando el quemador. Se utilizó la misma intensidad de llama con una velocidad más lenta a la prueba No 1.

- **Antes (sin quemar)**



- **Después (quemada)**



PRUEBA DE QUEMADO No. 3

Propósito: registrar los resultados de las pruebas de quemado con distintos niveles de intensidad de llama, velocidad y diámetros, largos y especies de bambú.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

- Indicar unidades utilizadas en cada sección.

- **Características de vara de bambú:**

Diámetro: 5 pulgadas

Grosor: 8 mm

Largo: 2 metros

- **Graduación de equipo:**

Intensidad de llama (quemador): baja

Tiempo de quemado (vara completa): 7:00 minutos

. **Notas/observaciones**

Esta vara fue quemada con dos personas operando el quemador. Se utilizó la misma intensidad de llama pero una intensidad menor a la prueba No 2.

- **Antes (sin quemar)**



- **Después (quemada)**



PRUEBA DE QUEMADO No. 4

Propósito: registrar los resultados de las pruebas de quemado con distintos niveles de intensidad de llama, velocidad y diámetros, largos y especies de bambú.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

- Indicar unidades utilizadas en cada sección.

- **Características de vara de bambú:**

Diámetro: 4 pulgadas

Grosor: 12 mm

Largo: 2 metros

- **Graduación de equipo:**

Intensidad de llama (quemador): media-baja

Tiempo de quemado (vara completa): 6:20 minutos

. **Notas/observaciones**

Esta vara de bambú fue quemada por una sola persona.

- **Antes (sin quemar)**



- **Después (quemada)**



PRUEBA DE QUEMADO No. 5

Propósito: registrar los resultados de las pruebas de quemado con distintos niveles de intensidad de llama, velocidad y diámetros, largos y especies de bambú.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

- Indicar unidades utilizadas en cada sección.

- **Características de vara de bambú:**

Diámetro: 4 pulgadas

Grosor: 12 mm

Largo: 2 metros

- **Graduación de equipo:**

Intensidad de llama (quemador): media-baja

Tiempo de quemado (vara completa): 6:20 minutos

. **Notas/observaciones**

Esta vara de bambú fue quemada por una sola persona. En esta prueba se utilizó una velocidad menor a la prueba No 4.

- **Antes (sin quemar)**



- **Después (quemada)**



PRUEBA DE QUEMADO No. 6

Propósito: registrar los resultados de las pruebas de quemado con distintos niveles de intensidad de llama, velocidad y diámetros, largos y especies de bambú.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

- Indicar unidades utilizadas en cada sección.

- **Características de vara de bambú:**

Diámetro: 3 1/2 pulgadas

Grosor: 9 mm

Largo: 2 metros

- **Graduación de equipo:**

Intensidad de llama (quemador): alta

Tiempo de quemado (vara completa): 5:00 minutos

. **Notas/observaciones**

Esta vara de bambú fue quemada por una sola persona.

- **Antes (sin quemar)**



- **Después (quemada)**



PRUEBA DE QUEMADO No. 7

Propósito: registrar los resultados de las pruebas de quemado con distintos niveles de intensidad de llama, velocidad y diámetros, largos y especies de bambú.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

- Indicar unidades utilizadas en cada sección.

- **Características de vara de bambú:**

Diámetro: 3 pulgadas

Grosor: 10 mm

Largo: 2 metros

- **Graduación de equipo:**

Intensidad de llama (quemador): media-alta

Tiempo de quemado (vara completa): 5:00 minutos

. **Notas/observaciones**

Esta vara de bambú fue quemada por una sola persona.

- **Antes (sin quemar)**



- **Después (quemada)**



PRUEBA DE QUEMADO No. 8

Propósito: registrar los resultados de las pruebas de quemado con distintos niveles de intensidad de llama, velocidad y diámetros, largos y especies de bambú.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

- Indicar unidades utilizadas en cada sección.

- **Características de vara de bambú:**

Diámetro: 3 pulgadas

Grosor: 10 mm

Largo: 2 metros

- **Graduación de equipo:**

Intensidad de llama (quemador): media-alta

Tiempo de quemado (vara completa): 5:00 minutos

. **Notas/observaciones**

Esta vara de bambú fue quemada por una sola persona. En esta prueba se utilizó una velocidad menor a la de la prueba No 7.

- **Antes (sin quemar)**



- **Después (quemada)**



PRUEBA DE QUEMADO No. 9

Propósito: registrar los resultados de las pruebas de quemado con distintos niveles de intensidad de llama, velocidad y diámetros, largos y especies de bambú.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

- Indicar unidades utilizadas en cada sección.

- **Características de vara de bambú:**

Diámetro: 3 pulgadas

Grosor: 10 mm

Largo: 2 metros

- **Graduación de equipo:**

Intensidad de llama (quemador): baja

Tiempo de quemado (vara completa): 3:40 minutos

. **Notas/observaciones**

Prueba realizada en el taller de Bambumaya con dos operadores de la
empresa.

- **Antes (sin quemar)**



- **Después (quemada)**



- **Mostrario de tonalidades**

En esta sección se han clasificado los tonos obtenidos en las diversas pruebas realizadas, empezando desde el más claro hasta el más oscuro. Además, se ha colocado debajo de cada uno (tonos) los siguientes datos:

- Intensidad (de la antorcha)
- Distancia (separación antorcha-bambú)

A continuación se presentan las fichas obtenidas.

MUESTRARIO DE TONALIDADES

Propósito: recopilar y crear un muestrario de los tonos obtenidos con niveles de intensidad y velocidad determinados para cada uno.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

TONALIDAD 1

Intensidad: <u> baja </u>
Distancia: <u> 35 cm </u>

TONALIDAD 2

Intensidad: <u> baja </u>
Distancia: <u> 30 cm </u>

TONALIDAD 3

Intensidad: <u> media - baja </u>
Distancia: <u> 30 cm </u>

. Notas/observaciones

La única variación (a parte de la intensidad) entre el grupo de muestras, fue la velocidad con la que se aplicó el quemado a cada una de ellas.

Con excepción de la tonalidad 1, en la cual se utilizó una distancia de 35 cm.

MUESTRARIO DE TONALIDADES

Propósito: recopilar y crear un muestrario de los tonos obtenidos con niveles de intensidad y velocidad determinados para cada uno.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

TONALIDAD 4

Intensidad: <u> baja </u>
Distancia: <u> 30 cm </u>

TONALIDAD 5

Intensidad: <u> media- alta </u>
Distancia: <u> 30 cm </u>

TONALIDAD 6

Intensidad: <u> media- baja </u>
Distancia: <u> 30 cm </u>

. Notas/observaciones

La única variación (a parte de la intensidad) entre el grupo de muestras, fue la velocidad con la que se aplico el quemado a cada una de ellas.

MUESTRARIO DE TONALIDADES

Propósito: recopilar y crear un muestrario de los tonos obtenidos con niveles de intensidad y velocidad determinados para cada uno.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

TONALIDAD 7

Intensidad: <u>media- alta</u>
Distancia: <u>30 cm</u>

TONALIDAD 8

Intensidad: <u>media - alta</u>
Distancia: <u>30 cm</u>

TONALIDAD 9

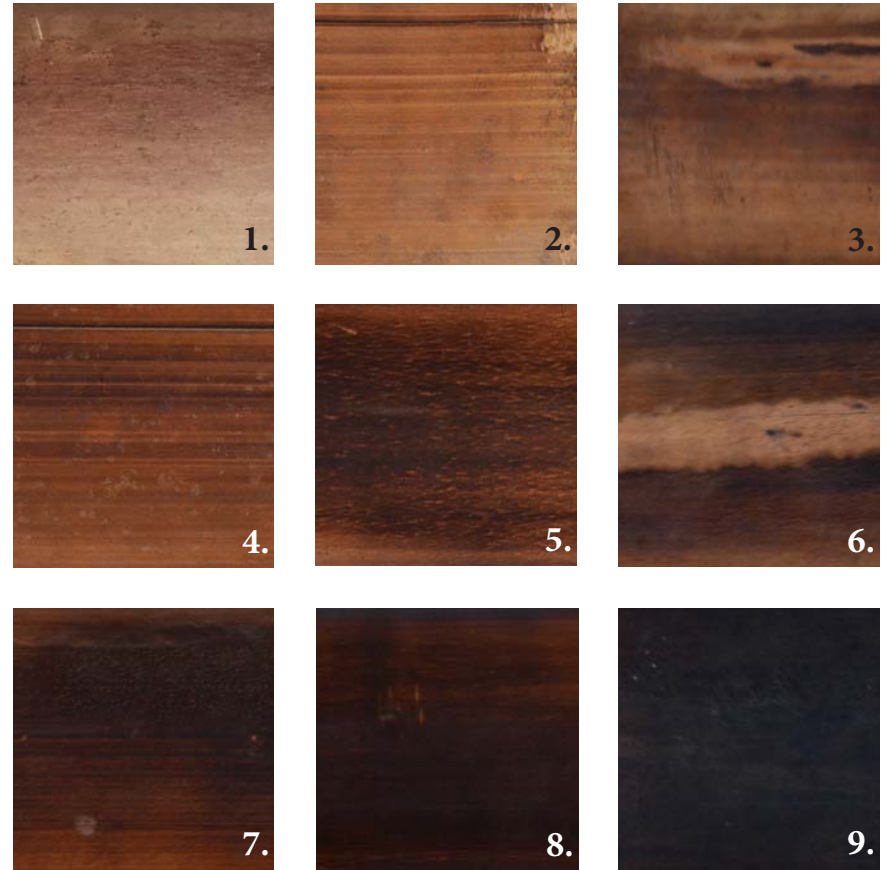
Intensidad: <u>media- alta</u>
Distancia: <u>30 cm</u>

. Notas/observaciones

La única variación (a parte de la intensidad) entre el grupo de muestras, fue la velocidad con la que se aplico el quemado a cada una de ellas.

MUESTRARIO DE TONALIDADES

En total, se registraron nueve tonalidades distintas de quemado. Sin embargo, las posibilidades obtenibles no se reducen únicamente a las que aquí se presentan. Ya que aspectos como la especie de bambú utilizada y/o porcentaje de humedad contenido en este también contribuyen al resultado final del quemado; al ser estos niveles inconstantes las posibilidades de tonos es abundante.



- **Comparación de resultados: Sistema de quemado vs Proceso manual.**

En esta sección, se analizan y comparan:

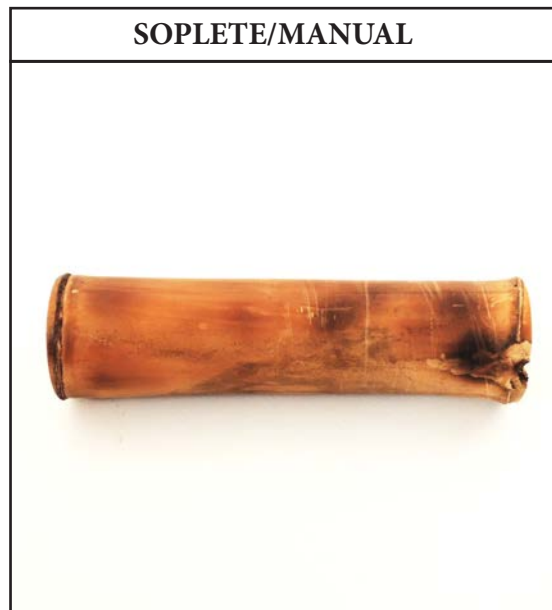
- Resultados de quemado obtenidos con el sistema de quemado propuesto, con los producidos manualmente.
- Tiempos de quemado del sistema propuesto, confrontados con los registrados en el proceso manual (situación actual).

A continuación, se adjuntan las tablas utilizadas para la comparación de resultados de quemado en ambos procesos. Luego se presentan las conclusiones de este análisis y del contraste de los tiempos obtenidos en los mismos.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE QUEMADO

Propósito: examinar los resultados de ambos métodos de quemado y así determinar las diferencias y similitudes.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.



. Descripción:

Esta muestra presenta un quemado
disparejo, presentando diversas manchas de
diversas tonalidades en toda la superficie
visible.



. Descripción:

El quemado de esta muestra pre-
senta una evidente mejoría en la calidad del
resultado final, las áreas de distinto tono al
general son menores en cantidad y menos
perceptibles.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE QUEMADO

Propósito: examinar los resultados de ambos métodos de quemado y así determinar las diferencias y similitudes.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.



. Descripción:

Con este proceso, se dificulta mantener la calidad y uniformidad del quemado en lotes extensos de bambú.



. Descripción:

Facilita mantener la uniformidad del quemado en cualquiera de los tonos que se desee alcanzar. Produciendo varas con mayor valor estético y económico.

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE QUEMADO

Propósito: examinar los resultados de ambos métodos de quemado y así determinar las diferencias y similitudes.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.



. Descripción:

El diámetro pequeño del soldador autógeno, es un factor que aplaza el tiempo de quemado dentro de este proceso. Incidiendo mayormente en el quemado de varas mayores a los 3 m. de largo y/o de 3 pulg. de diámetro, respectivamente.



. Descripción:

La antorcha utilizada en este sistema, reduce considerablemente el tiempo de aplicación del quemado (se amplia más adelante); debido a que el área de quemado se ha duplicado al utilizar esta herramienta.

Luego de haber analizado las imágenes anteriores, se puede determinar que la calidad, condiciones y resultados del quemado de bambú han sido mejorados notablemente. Para afirmar dicho enunciado, se procederá a analizar y evaluar el sistema de quemado (completo) contra los requerimientos y parámetros correspondientes. Para ello, se han utilizado los datos obtenidos en el estudio de secuencia de uso.

COMPROBACIÓN DE REQUERIMIENTO

Propósito: analizar si los requerimientos planteados fueron cumplidos, manera y grado.

Instrucciones: rellenar los espacios en blanco con la información solicitada.

Código de requerimiento: A.2

ESTACIÓN: SISTEMA COMPLETO DE QUEMADO

REQUERIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">Reducir el tiempo de quemado por vara.

PARÁMETRO
<ul style="list-style-type: none">Tiempos actuales (rango, varia dependiendo del tono deseado, diámetro, largo y humedad del bambú): 20 – 90 minutosPorcentaje de tiempo que se pretende reducir: 40 %Equivalencia en tiempo (rango de reducción): 8 – 36 minutos

- Forma en la que se resuelve:

El tiempo necesario para quemar totalmente una vara de 2 m. de largo y 3 pulg. de diámetro (tono claro), es de: 3:50 min.; utilizando dos operarios. Utilizando unicamente un operario, los tiempos que se registran permanecen entre el rango de: 5:00 a 7:00 min., siendo este último el tiempo necesario para la quema de varas de 2 m. de largo y 5 pulg. de diámetro (tono medio). Por lo que se proyecta que el tiempo necesario para quemar una vara de 5 pulg. de diámetro y 6 m. de largo, es de 21:00 min.; utilizando como referencia el tiempo máximo que se



registró, al operar el sistema con una sola persona. Este tiempo puede ser reducido aproximadamente a 15:00 minutos, al utilizar dos trabajadores.

Notas/observaciones:

a) Quemado de varas de 6 m. x 5 pulg.: reducido 69 -75 minutos.

b) Quemado de varas de 6 m x 3 pulg.: reducido 9.5 minutos.

Porcentaje que se resuelve: 100% (ya que en ambos casos se superan los parámetros establecidos.

Utilizando los tiempos de quemado proyectados en el ficha anterior, se ha elabora una tabla comparativa en la cual se evidencia que el nuevo sistema de quemado es doblemente eficaz con respecto a la producción promedio del método tradicional. Así mismo, se puede observar la efectividad en la cantidad de producto que se obtiene por jornada laboral, aumentando significativamente la capacidad productiva diaria.

TIEMPOS DE QUEMADO PROPUESTO	
VARA DE 6 A 8 METROS:	15:00 – 21:00 MINUTOS (PROMEDIO)
JORNADA DE TRABAJO:	10 HORAS
VARAS QUEMADAS POR JORNADA:	28 VARAS (PROMEDIO)
QUEMADO DE 150-200 VARAS :	7 DÍAS (PROMEDIO)

TIEMPOS DE QUEMADO MANUAL	
VARA DE 6 A 8 METROS:	60:00 – 90:00 MINUTOS (PROMEDIO)
JORNADA DE TRABAJO:	10 HORAS
VARAS QUEMADAS POR JORNADA:	DE 6 A 8 VARAS (PROMEDIO)
QUEMADO DE 150-200 VARAS :	15 DÍAS (PROMEDIO)

7. Conclusiones y recomendaciones.

La implementación del sistema propuesto incidió positivamente en la optimización del proceso artesanal de quemado de bambú, debido a que el nuevo diseño disminuye las ineficiencias de dicho proceso, logrando un incremento en la calidad del resultado final, la capacidad de producción de bambú quemado por día, mejoramiento de las condiciones ergonómicas y físicas para la aplicación del proceso.

Para asegurar que los logros descritos anteriormente sean obtenidos y/o mejorados, se recomienda que el sistema propuesto siempre sea empleado por dos operarios. De esta manera ambos podrán turnarse la aplicación del quemado, cuando consideren necesario, durante la jornada de trabajo y así mantener su nivel de fatiga bajo, lo cual garantiza un quemado de mejor calidad.

Respecto a la calidad de los materiales y procesos utilizados, se concluye que la mayoría cumplen satisfactoriamente con los requisitos y objetivos establecidos para el desarrollo del proyecto; con excepción de la pintura

utilizada, la cual ha presentando desgaste en las superficies que entran en contacto con las bases móviles de la estación mecánica y alineado. Por lo que se recomienda la utilización de pintura electrostática (en polvo) para la fabricación de modelos futuros; así mismo, se sugiere que este tipo de acabado sea utilizado únicamente en las estaciones descritas con el propósito de no elevar el costo final de producción del sistema entero.

Una de las fortalezas más relevantes del sistema desarrollado es la posibilidad de evolución que presenta luego de haber sido adquirido, ya que piezas clave del diseño, como la antorcha pueden ser reemplazada por un quemador de aro (pieza más sofisticada y por ende más costosa) o inclusive motorizar el sistema, potencializando el desempeño de la máquina y sus resultados. Esto permite que el sistema de quemado pueda irse adaptando y evolucionando a medida que la producción y/o capacidad económica del artesano o taller artesanal también lo haga.

8. Bibliografía

1. Real Academia Española. (2014). Diccionario de la lengua española. Madrid: Espasa Libros, S. L. U.
2. Luis Botero Cortés. (2004). Manual de Industrialización del bambú. Argentina.
3. Mario Álvarez del Valle. (2009). Propuesta de mobiliario en bambú, para el mejoramiento del entorno de comunidades marginales de la ciudad de Guatemala. Guatemala.
4. Misión Técnica Agrícola de la República de China (Taiwán). (s/f). Elaboración de muebles de bambú. Guatemala.
5. Ing. Shyh-Shiun Lin. (s/f). Fabricación de muebles en bambú. Guatemala.
6. Bonnie Grant. (s/f). ¿Cuál es la diferencia entre el bambú caramelizado y carbonizado?. 19 de febrero de 2014, de eHow. Sitio web: http://www.ehow.com/info_1205398_difference-between-carmelized-carbonized-bamboo.html
7. Alexis González San Martín. (2010). Tratamiento del Bambú. 19 de febrero de 2014, de Scribd. Sitio web: <http://www.scribd.com/doc/38588381/Tratamiento-Del-Bambu#scribd>
8. Misión Técnica Agrícola de la República de China (Taiwán). (s/f). Tratamiento de material con diesel para la construcción con bambú.
9. Wolfram Schott. (2006). Bamboo in the Laboratory. A few observations on heat-treating of bamboo for rod making purposes.
10. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2,012). Máquinas y herramientas para la agricultura familiar. Argentina: Ediciones INTA.
11. Victor Margolin, traducción por Gabriela Ubaldini. (2005). Las políticas de lo artificial. Ensayos y Estudios sobre Diseño. México: Editorial Designio
12. Iván Castro. (2003). Diseño Industrial y Artesanía. En Reflexiones en torno a la artesanía y diseño en Colombia(26-44). Colombia: Centro Editorial Javeriano.
13. G. Bonsiepe & S. Fernández. (2008). Historia del diseño en América Latina y el Caribe. Industrialización y comunicación visual para la autonomía. Brasil: Editora Blücher.
14. D.I Valeria Pintos Pérez. (2013). Métodos de mejora productiva e incorporación de diseño e innovación tecnológica.

15. Angélica Sátiro. (2007). Creatividad como motor para el desarrollo. Guatemala: Proyecto Cultural El Sitio.
16. Jorge Luján Muñoz. (1983). El artesano tradicional y su papel en la sociedad contemporánea. Guatemala: Sub-Centro Regional de Artesanías y Artes Populares.
17. Karlos Pérez de Armiño y Néstor Zabala. (s/f). Tecnología apropiada. 19 de febrero de 2014, de Diccionario de Acción Humanitaria. Sitio web: <http://www.dicc.hegoa.ehu.es/listar/mostrar/214>
18. Héctor Massuh. (s/f). Acerca de las tecnologías apropiadas y apropiables para la vivienda popular.
19. Pontificia Universidad Católica de Perú. (s/f). Trabajando por el desarrollo rural del Perú.
20. Eade y Williams. (1995). The Oxfam Handbook of Development and Relief. Oxford: Oxfam Publications.
21. República de Costa Rica. (1981). Norma oficial para la utilización de colores en seguridad y su simbología.
22. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS). (1958). Reglamento general sobre higiene y seguridad en el trabajo.
23. Cecilia Flores. (2001). Ergonomía para el diseño. México: Editorial Designio.
24. Rosalío Ávila Chaurand. (2001). Antropometría laboral del sector floricultor colombiano. En Dimensiones antropométricas de población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile (p.220 - 228). México: Universidad de Guadalajara, Centro de Investigaciones en Ergonomía.
25. Universidad Politécnica de Cataluña. (2011). Posturas seguras de trabajo, recomendaciones ergonómicas. 19 de febrero de 2014, de Universidad Politécnica de Cataluña. Sitio web: <https://www.upc.edu/prevenio/es/ergonomia-y-psicosocial/archivos/re-002-01-posturas-de-trabajo-pdf>
26. Materiales para la construcción: Segundo capítulo: Metales . (s/f).
27. Ing. Ruano. (s/f). Polímeros: Caucho, propiedades y aplicaciones.
28. Stolz y Toledo. (2,011). Máquinas, mecanismos y sistemas de poleas.
29. IES Villalba Hervás. (s/f). Elementos de máquinas y sistemas.

9. Glosario

- 1) **Autoclave:** proceso de vaporización a base de un mecanismo que utiliza altas temperaturas, humedad y presión.
- 2) **Xilófagos:** grupo de insectos cuya dieta consiste principalmente en madera.
- 3) **Culmo:** palabra utilizada para designar al tallo principal de los bambués.
- 4) **Homogenizar:** acción referente a uniformar la composición de algún material.
- 5) **Asa o asas:** elementos de una pieza, generalmente curvos, que facilitan su manejo.
- 6) **Descobajadora:** mecanismo que remueve la cáscara primaria que poseen algunos frutos.
- 7) **Metalúrgico:** referente a procesos, operaciones físicas y químicas básicas que se utilizan para la obtención de metales.
- 8) **Ductilidad:** propiedad que presentan algunos materiales, los cuales pueden deformarse plásticamente sin romperse al estar bajo la acción de una fuerza.