

Manual de ensamblaje, operación y mantenimiento

Dispositivo boucherie modificado para preservación de bambú

Autores: Jaramillo, A., Batres, J., y Llulluna F.
Grupo interdisciplinario de Arquitectura y Construcción Sostenible

Jaramillo, A., Llulluna, F., Batres, J. Manual de ensamblaje, operación y mantenimiento. Dispositivo boucherie modificado para preservación de bambú. Organización Internacional del bambú y ratán (INBAR).

Acerca de la Organización Internacional del Bambú y el Ratán

La organización Internacional del Bambú y el Ratán, INBAR, es un organismo intergubernamental dedicado a la promoción del desarrollo sustentable del bambú y el ratán. Para mayor información visitar www.inbar.int

Acerca de la institución colaboradora

El grupo interdisciplinario de investigación en Arquitectura y Construcción Sostenible – ACs fue creado en 2020 en la Universidad Regional Amazónica Ikiam. Estudia y produce conocimiento sobre diseño y construcción con enfoque sostenible, profundizando en temas como materiales, procesos, estrategias, técnicas constructivas vernáculas o contemporáneas, acondicionamiento de edificaciones, impacto ambiental, accesibilidad económica y características culturales para enfrentar los desafíos relacionados con habitabilidad que tiene la sociedad actual, respetando las particularidades de cada contexto.



Manual de ensamblaje, operación y mantenimiento. Dispositivo boucherie modificado para preservación de bambú

Este documento es producto del proyecto de investigación realizado por los profesores Andrea Jaramillo, Fredy Llulluna y Jorge Batres; de la Universidad Regional Amazónica Ikiam. Colaboraron en la fase de pruebas del dispositivo los estudiantes de la carrera de Arquitectura Sostenible: Abigail Vargas, Jesús March, Damián Moreno y Jimmy Erazo.

Fue realizado en cooperación con INBAR, gracias al financiamiento del FIDA en el marco del proyecto “innovación y promoción del bambú a través de procesos de investigación – acción para una agricultura resiliente en Colombia, Ecuador y Perú – Bambuzonía”.

El seguimiento técnico por parte de INBAR fue realizado por Carlos Falconí y Laura Alessio.

Diagramación

Abigail Vargas



Tabla de contenidos

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. PRESENTACIÓN DEL DISPOSITIVO.....	7
3. FABRICACIÓN Y ENSAMBLAJE.....	8
3.1. Lista de materiales.....	8
3.2. Lista de herramientas.....	9
3.3. Actividades previas al ensamblaje.....	10
3.4. Ensamblaje paso a paso.....	11
3.5. Pruebas de funcionamiento.....	12
4. USO Y OPERACIÓN.....	13
5. MANTENIMIENTO DEL DISPOSITIVO.....	15
AGRADECIMIENTOS.....	16
BIBLIOGRAFÍA.....	17
ANEXOS.....	18

Introducción

El bambú es un material orgánico que es utilizado en el mundo para varios fines, entre ellos, la construcción, fabricación de muebles y elaboración de artesanías. Antes de su aplicación se utilizan métodos tradicionales y químicos para preservarlo e inmunizarlo, protegiéndolo del ataque de insectos y microorganismos, así como también para aumentar la vida útil del material.

Entre los métodos tradicionales, según lo detallado por Morán-Ubidia (2002), se encuentran el avinagrado, curado con fuego o humo, entre otros. Por otra parte, entre los métodos químicos de preservación que han sido desarrollados más recientemente, están la inmersión, difusión vertical, métodos a presión como el boucherie modificado, etc.

El método de preservación química más difundido en nuestro país es el de inmersión, el cual consiste en sumergir los culmos de bambú en piscinas que contienen una solución líquida preservante y dejarlo ahí por varios días hasta alcanzar el punto de saturación de la fibra; es muy utilizado por su eficacia, principalmente por productores y constructores que trabajan con volúmenes significativos de bambú.

En la región amazónica, el bambú está presente en manchas naturales en los bosques y ha sido plantado en chakras, existen muy pocos cultivos a gran escala de bambú; en este sentido la inversión en una piscina para preservado de bambú sería una inversión innecesaria.

En la búsqueda de alternativas para que los pequeños productores puedan preservar el material, realizar estructuras o infraestructuras para sus propias viviendas y sin fines comerciales, se implementó el proyecto “Dispositivo portátil, tipo boucherie modificado, para preservación de bambú: fabricación y transferencia tecnológica”, como parte de las actividades ejecutadas en Ecuador por el proyecto Bambuzonía impulsado por INBAR y por el grupo de investigación en Arquitectura y Construcción Sostenible de Ikiam.

El boucherie modificado es un método de preservación del bambú que consiste en inyectar a presión el líquido preservante a los culmos por medio de un dispositivo. Presenta ventajas como su efectividad, rapidez de impregnación de la solución en las paredes del bambú y la disminución de desperdicios (Liese y Tang, 2015).

Este manual contiene información acerca de la fabricación, ensamblaje, uso y mantenimiento de un dispositivo boucherie modificado con el fin de adaptarlo para fácil transportación y operación.

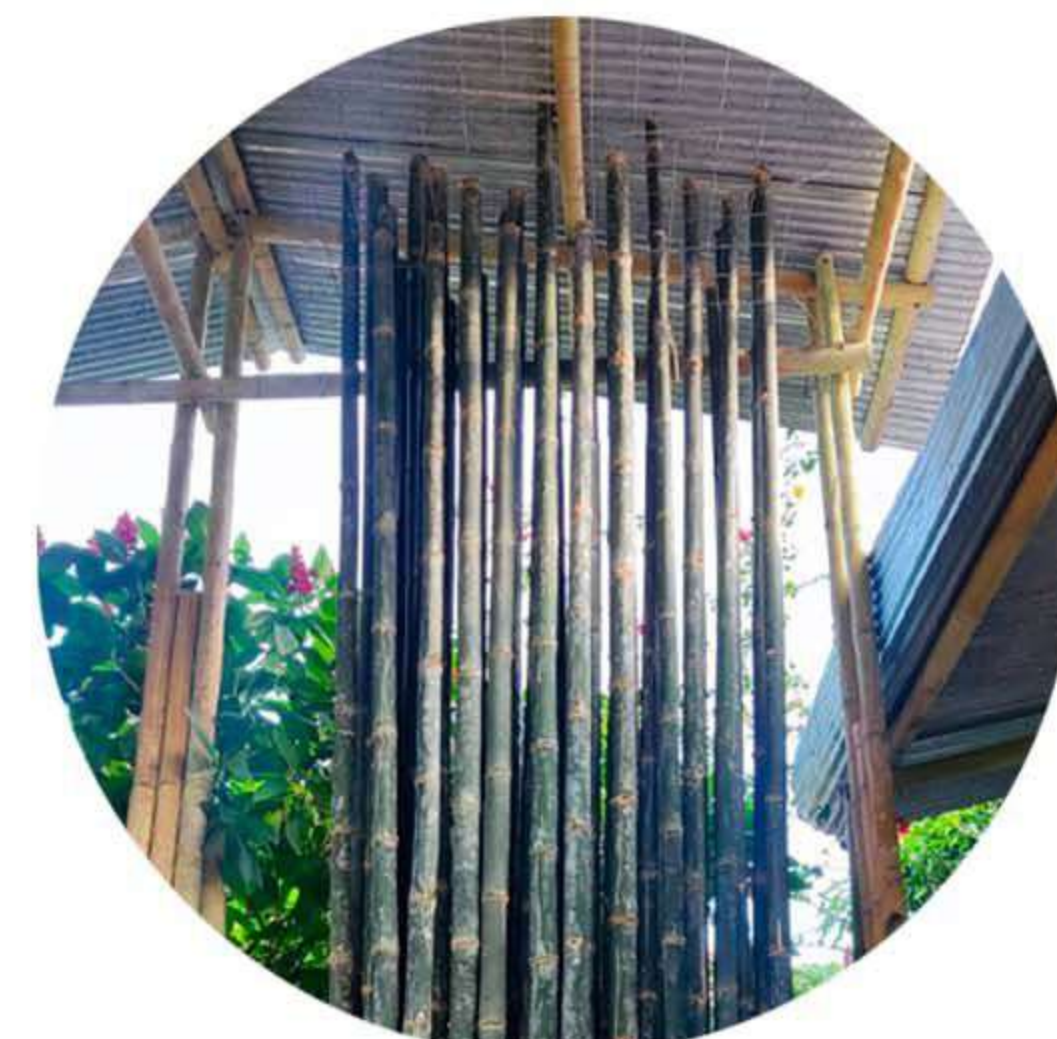
Artesanías hechas con bambú



Método de curado por fuego o humo



Método de difusión vertical



Método de inmersión de bambú



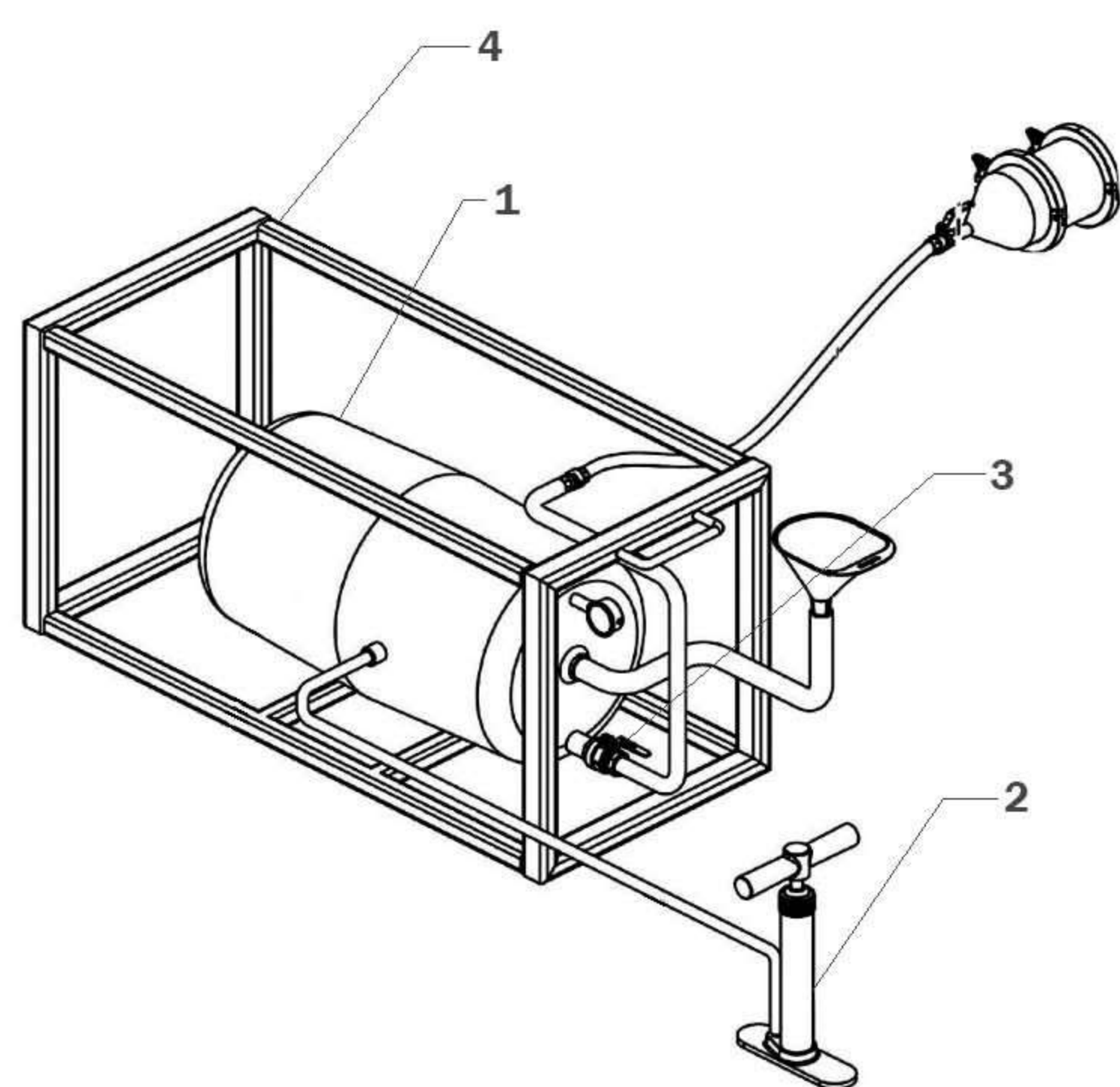
Dispositivo portátil tipo boucherie modificado para preservación de bambú



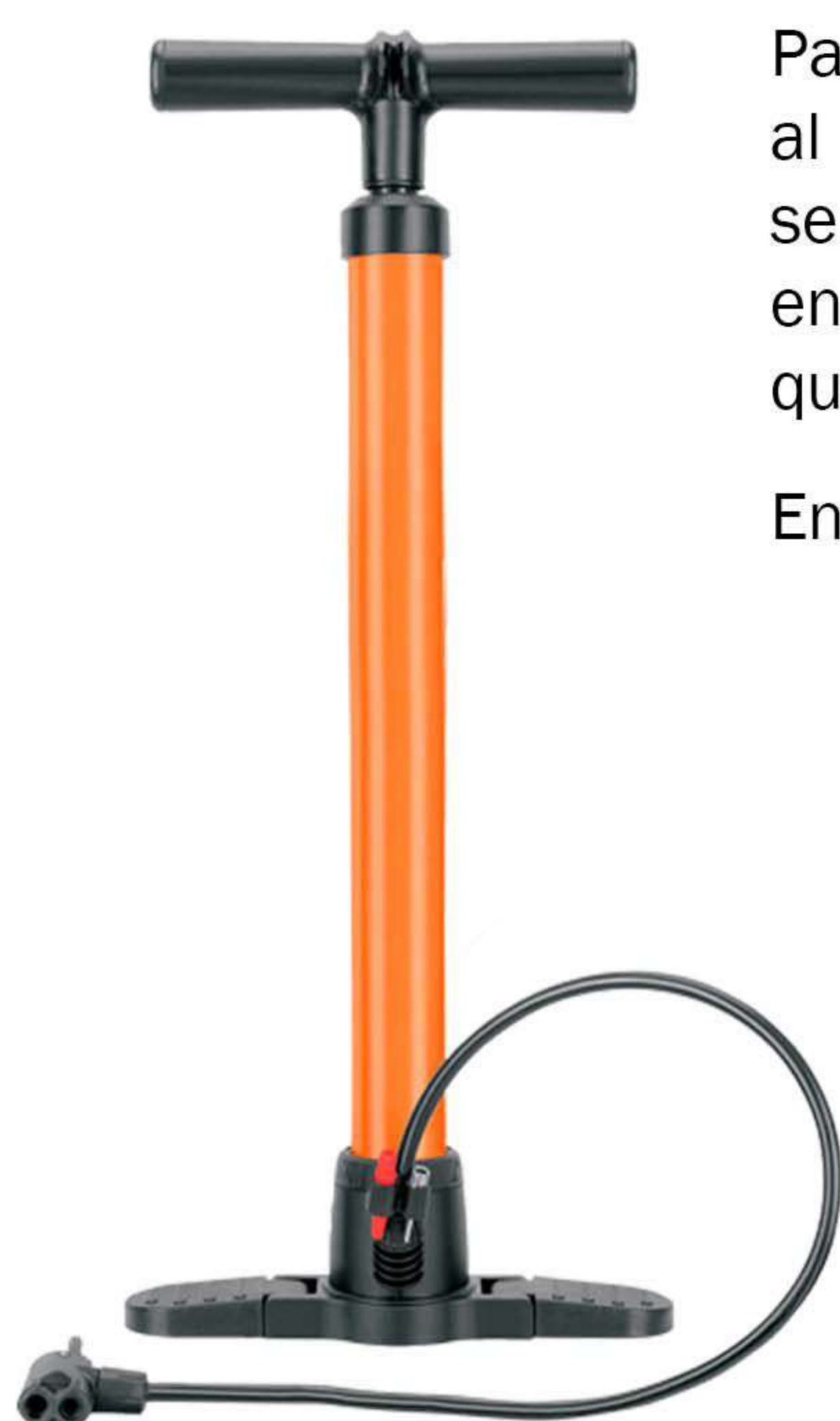
Presentación del dispositivo

El dispositivo que presentamos en este manual está diseñado para ser construido con insumos disponibles en la región amazónica, se puede operar sin electricidad y como se ilustra en este manual, también es fácil de fabricar, montar, transportar, reparar y mantener. Estas características posibilitan que un solo dispositivo, fabricado a un costo accesible, pueda ser trasladado y utilizado por varios miembros de una comunidad o compartido con otras comunidades, en plantaciones o en cualquier sitio que se requiera.

El dispositivo para preservación de culmos de bambú está compuesto por: (1) un tanque conectado a (2) una bomba manual, donde dicha bomba manual está configurada para bombear un fluido dentro del tanque; (3) un conducto con una entrada y una salida, en donde la entrada está conectada al tanque, y la salida está configurada para distribuir el fluido contenido en dicho tanque; y (4) una estructura de soporte conectada al tanque. Esta estructura está configurada para sustentar la estructura, resguardar la bomba manual y las mangueras flexibles así como los acoples de sujeción con bambú, lo que permite que un usuario pueda transportar el dispositivo.



- 1** Tanque de presión de capacidad de 20 galones.
- 2** Bomba manual conectada con una manguera a una de las entradas del tanque.
- 3** Conducto de entrada y salida de distribución de fluido
- 4** Estructura de soporte metálica mandada a hacer con soldador, para sostener el tanque y transportarlo.



Bomba manual referencial para ingresar aire al tanque

Para generar presión en el tanque se utiliza una bomba manual, que permite al usuario preservar culmos de bambú en zonas donde no se cuenta con el servicio de energía eléctrica y, además, permite desplazar dicho dispositivo en caminos rurales estrechos o con mucha vegetación, sin que ello implique que se deba desarmar el dispositivo.

Entre las principales características del dispositivo podemos mencionar:

- 1** No requiere de tanto espacio para su uso y reduce la cantidad de líquido preservante necesario y el desperdicio.
- 2** Puede ser utilizado con un compresor o adaptarlo de forma manual para su uso en lugares donde no haya electricidad.
- 3** Una vez montado se ensambla sin necesidad de herramientas gracias a su sistema de acoples.
- 4** Puede ser transportado fácilmente.
- 5** Es posible preservar culmos de diferentes largos.

Fabricación / Ensamblaje

En la siguiente sección describimos el proceso de ensamblaje del dispositivo, la lista de materiales y herramientas necesarias, las indicaciones de los trabajos previos de suelda y el montaje.

Lista de materiales

10



Abrazadera Inox
118 - 140 mm

14



Abrazadera Inox
6 - 16 x 8 mm

10



Abrazaderas
especiales de 4"
*Ajuste mediante
mariposa y parte
interna con
neopreno

9



Acoples especiales
1/2" a 1/4" de bronce
o plástico hembra/
hembra o reducciones

5



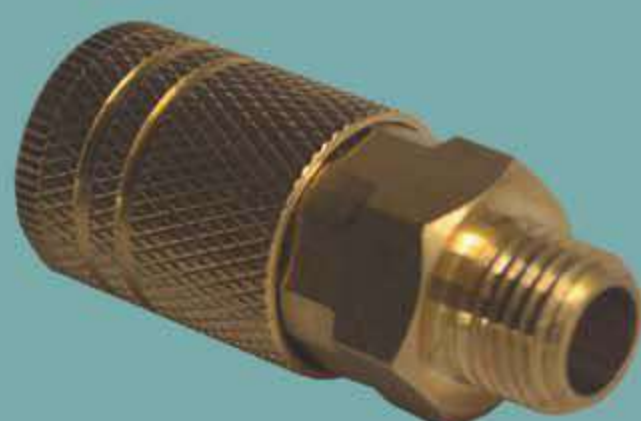
Acople metálico 1/2"
a 4" / Cono
*Mandado a construir

14



Acoples rápidos de
presión macho 1/4"

14



Acoples rápidos de
presión hembra 1/4"

1



Bomba de
desplazamiento positivo /
bomba manual
*Varios acoples

2



Cinta de teflón 3/4"
x 0.2 x 15 m
estándar

4



Codo roscable HH 90
grados de 1/2"

1



Manguera de neopreno de 4"
pulgadas de diámetro y 1 metro
de largo, espesor 1/4".
*El diámetro de esta manguera
puede variar dependiendo del
que se necesite para tratar
bambú, se recomienda tener
un juego de varios diámetros
(4", 5", etc), generalmente
están disponibles bajo pedido.

Malla metálica para
la caja contenedora
*Mandada a
construir





1

Manguera de presión para aire / Nylon 1/4" (15 metros)



1

Manómetro de 200 psi estándar

16



Neplo roscable plastigama 1/2"

1



Permatex 1B 3 oz

2



Rueda neumática de 8"

1



Tanque de presión de 20 galones con 2 entradas y una salida; 550 mm de diámetro ***
*Mandado a construir

1



Tapa de 1" con rosca / Tapón de ingreso
*El diámetro depende del tamaño de la salida que viene en el tanque

6



Tee roscable plastigama 1/2"

4



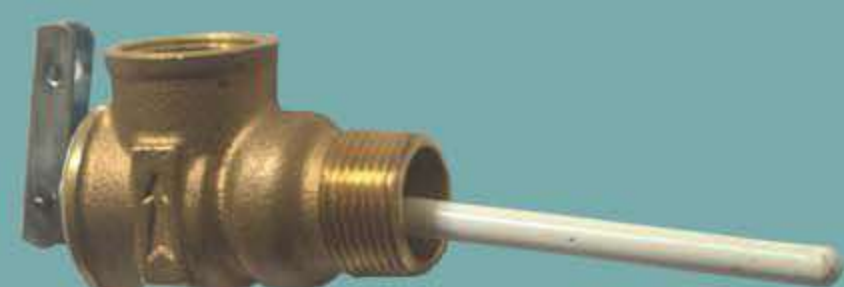
Tubo cuadrado estructural de 40 mm x 1.8 mm de espesor (6 metros) - ASTM A-513

6



Válvula de esfera 1/2", conexiones roscadas hembra/hembra

1



Válvula de seguridad 3/4"

1



Válvula para ingreso de aire al tanque 1/4"

*** Esta capacidad es para tratar 5 bambúes de 6m de largo simultáneamente en dos rondas, llenando el tanque al 70% de su capacidad.

Lista de herramientas



Destornillador en cruz



Llave tipo racha con dados de 13 y de 10 mm



Estilete, navaja o cuchilla



Playo

Actividades previas al ensamblaje / en conjunto con un soldador

Tanque de presión

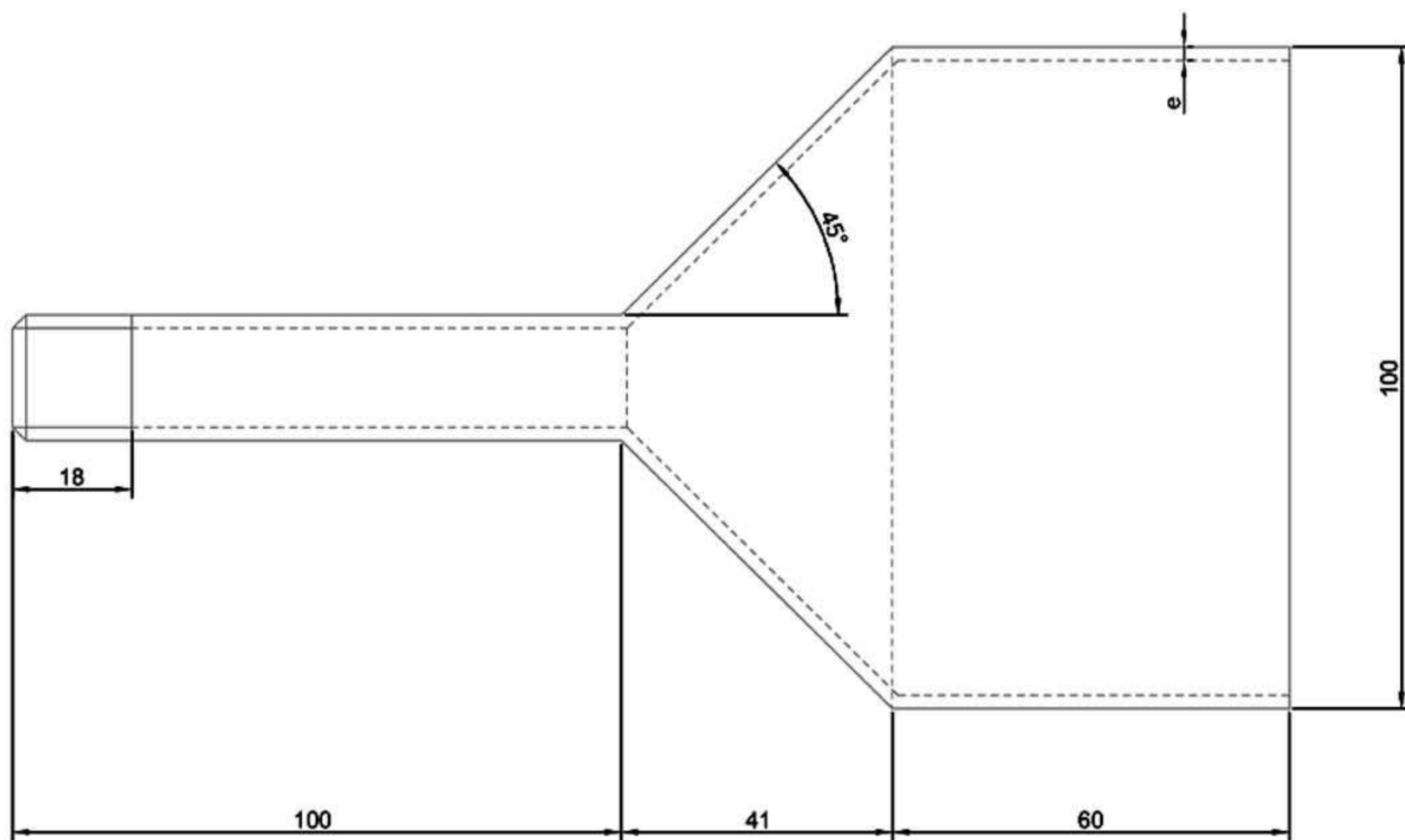
Soldar el manómetro al tanque de presión y revisar que no existan fugas, como se indica en la siguiente fotografía.



Acoples metálicos en forma de conos para sujeción del bambú (diferentes diámetros)

Fabricar los acoples como indican las especificaciones del siguiente plano:

Acople Especial Metálico
1/2 a 4"



Adicionalmente ajustar la válvula de esfera que a su vez conecta a la manguera para dar paso al líquido preservante, tal y como se ilustra en la siguiente imagen:



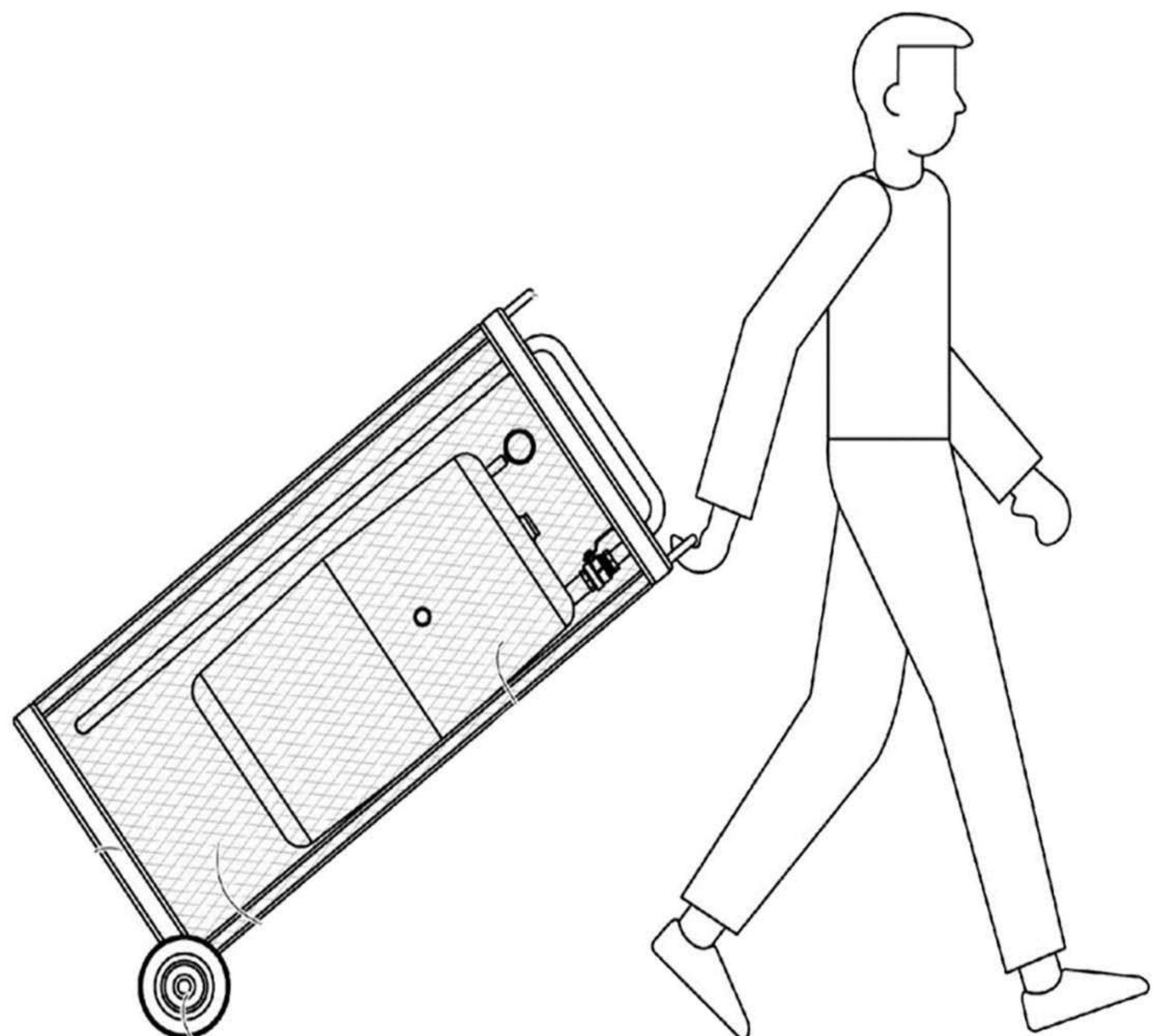
Nota: Los diámetros de los conos (boquillas metálicas) pueden cambiar según el diámetro del bambú a ser tratado. Se sugiere mandar a fabricar un juego de conos con diámetros diferentes para tener un mayor rango de posibilidades.

Estructura metálica móvil

Construir la estructura contenedora (caja metálica) acorde a las especificaciones /indicaciones para el soldador, que se mencionan en el siguiente diagrama.



Para la estructura usamos los siguientes materiales: tubo cuadrado de 1", electrodo E60-1, malla soporte estándar para cubrir los laterales, ruedas de 8", soldadas en extremo inferior. Jaladoras en la parte media de la estructura para facilitar el transporte.

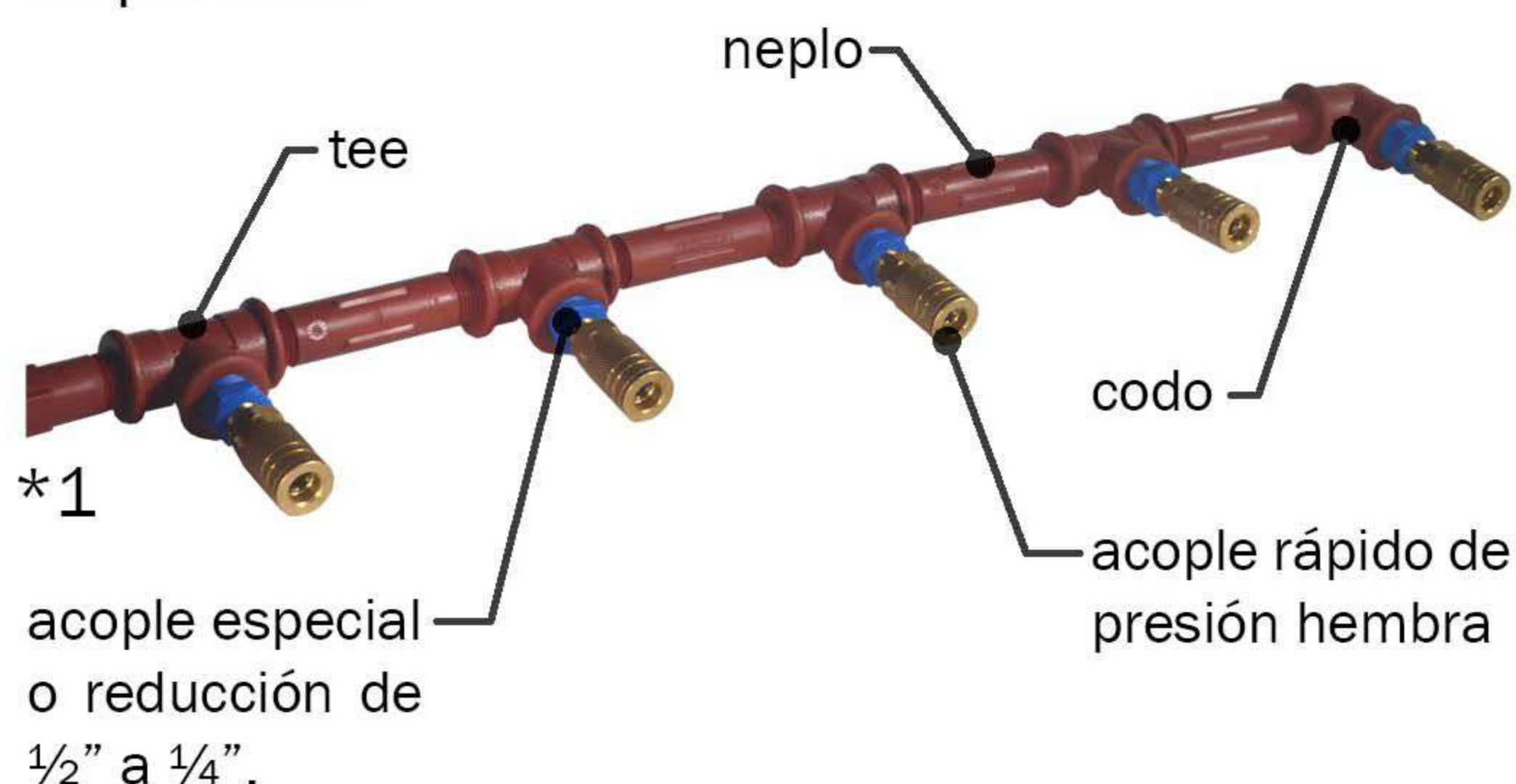


La estructura metálica debe ser lo más cómoda posible para poder transportar cada uno de los elementos del dispositivo dentro de la misma.

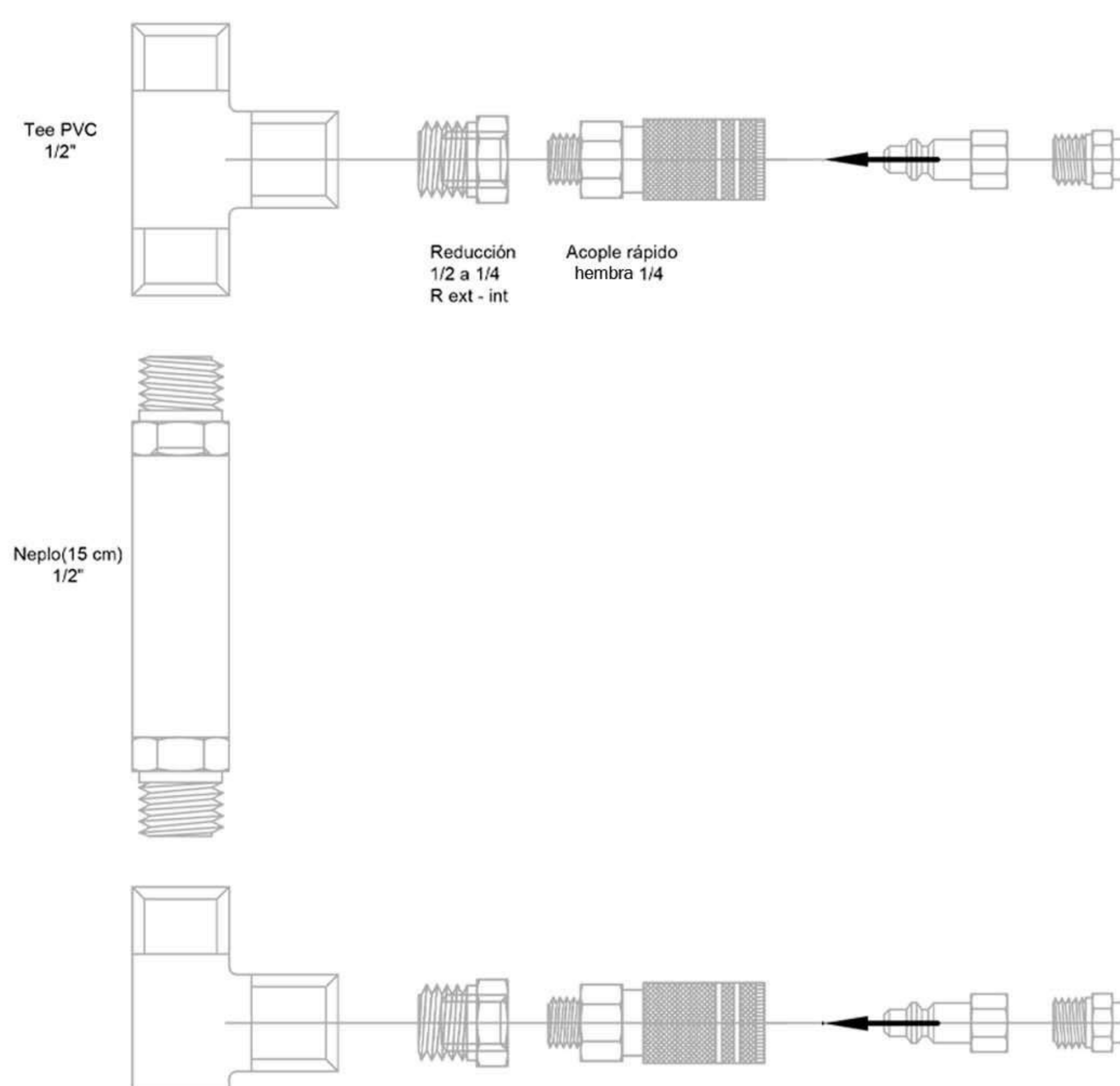
Ensamblaje paso a paso

1. Ensamblaje del manifold

Seleccionar los elementos que conforman el dispositivo:



Según el siguiente plano se procede a unir el codo y las tees, por un extremo con la reducción de 1/2" a 1/4", y luego se le une el acople rápido hembra.



En los extremos laterales de las tees, se procede a unir por medio de los neplos de 10 cm, con las demás tees, tal y como se muestra en la primera imagen. Se recomienda envolver la rosca de cada pieza con 3 vueltas de teflón para asegurar que no existan fugas.

*1. El manifold debe tener un total de 6 uniones, debido a que la capacidad del dispositivo tratará a 5 bambúes, y en la última unión se conectará la manguera que ingrese el tratamiento a presión.

2. Mangueras de conexión

Cortar las mangueras de presión a una longitud de 2 metros cada una, dando un total de 5 pedazos. En uno de los extremos de las mangueras unir el acople rápido de presión macho y asegurar con las abrazaderas inox 6-16x8mm, como se indica en la siguiente fotografía:



En el lado restante de la manguera, unir el acople rápido de presión hembra y asegurar con las abrazaderas inox 6-16x8mm.

3. Acople metálico en forma de cono con salida de 1/2" a 4"

Ajustar el acople rápido de presión (macho) al acople especial de 1/4" a 1/2", posteriormente unir a la válvula de esfera de 1/2". Finalmente unir la válvula de esfera al cono metálico de 4" por medio de la rosca de 1/2" con teflón para asegurar la estanqueidad.



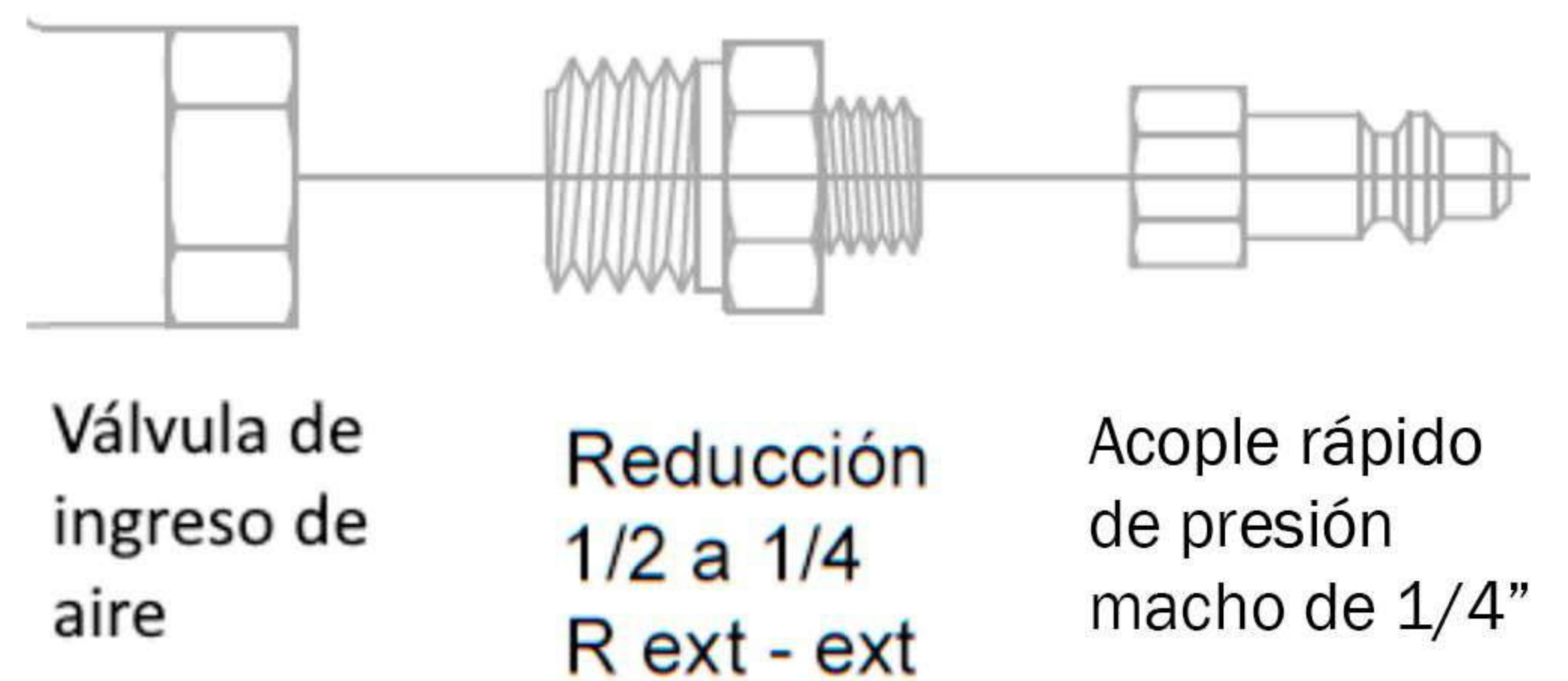
4. Accesorios de tanque de presión

Ajustar la válvula de seguridad en uno de los orificios identificados, posteriormente ajustar la válvula de esfera para la salida del líquido preservante y conectar el acople rápido de presión macho.










5. Ingreso de aire

Ajustar la válvula de ingreso de aire / válvula check (antiretorno) en uno de los orificios disponibles en el tanque, posteriormente unir la reducción de 3/4 a 1/2 pulgada. Luego unir de con acople rápido de presión para el ingreso inmediato del aire como se muestra en la siguiente fotografía.



Pruebas de funcionamiento: aire, presión, etc

Para un correcto funcionamiento del dispositivo necesitamos seguir los siguientes pasos:

- a** Verificar que todo el sistema sea ajustado acorde a las indicaciones anteriores (repetir nuevamente los procedimientos).
- b** Colocar una o todas las mangueras flexibles en el manifold mediante los acoples rápidos de presión. 
- c** Cerrar todas las válvulas de esfera de líquido de los conos metálicos de 4". 
- d** Conectar la manguera de la bomba de bicicleta a la válvula de ingreso de aire con ayuda del acople rápido de presión. 
- e** Verificar que las válvulas de seguridad y la válvula de esfera, que se encuentran en la parte baja del tanque, se encuentren selladas. 
- f** Una vez completados los pasos anteriores, introducir el aire al tanque con ayuda de la bomba de bicicleta, hasta alcanzar los 25 PSI de presión. 
- g** Verificar que no exista ninguna fuga de aire en el sistema. 
- h** Abrir la válvula de esfera cercana a la válvula de seguridad y verificar que no exista ninguna obstrucción. 

Nota: Si no existe paso de aire verificar que la válvula de seguridad esté abierta o en su defecto cerrar y abrir nuevamente.



Si existe alguna fuga de aire, identificar el elemento, dejar salir todo el aire del tanque y luego asegurar con teflón el elemento que presenta fuga.



NO INTENTE INGRESAR LÍQUIDO PRESERVANTE AL INTERIOR DEL TANQUE CUANDO TENGA PRESIÓN (aire en su interior), ESTO PUEDE CAUSAR ACCIDENTES CON EL TAPÓN DE INGRESO.

Uso y Operación

Una vez que el dispositivo está ensamblado y las pruebas de funcionamiento terminadas, iniciamos la operación para preservar el bambú. A continuación, explicaremos paso a paso cómo realizar los procedimientos:

- 1 Preparar la solución del preservante. Las sales de boro se agregan en agua con temperatura mayor o igual a 70°C y se mezcla hasta verificar que estén disueltas.

IMPORTANTE: Es necesario usar agua caliente para garantizar la mezcla y la disolución.



La norma ecuatoriana de la construcción recomienda que por cada 96 litros de agua se usen 2 Kg de bórax y 2Kg de ácido bórico. Se consigue su disolución en recipientes de 5 galones a temperatura entre 50°C y 80°C.

- 2 Verificar que el tanque esté desconectado de la manguera de alimentación al manifold.



- 3 Verificar que todas las válvulas estén cerradas.

- 4 Con la ayuda de un embudo, verter de 20 a 30 litros del líquido preservante dentro del tanque. Realizar esta actividad con cuidado para evitar desperdicios, adicionalmente se recomienda no llenar el tanque a un volumen mayor al 50% de su capacidad.



- 5 Tapar el tanque de manera manual o usando un playo, tener presente usar el teflón para sellar correctamente y evitar fugas.

- 6 Colocar el tanque en posición horizontal, conectar la manguera flexible para la carga de aire y al otro extremo se acopla a la bomba de bicicletas. Comenzar a bombear/introducir el aire por aproximadamente unos 15 min (si se realiza de manera manual) o 4 min con ayuda del compresor hasta que el tanque pueda alcanzar la presión de 20 - 25 MPa.



Nota: el sistema está diseñado para ser utilizado de manera manual o automática con la ayuda de un compresor.

7

Conectar la manguera de alimentación al manifold manteniendo todas las válvulas cerradas.



8

De manera simultánea a los pasos anteriores se puede introducir las bases de los culmos de bambú en los acoples especiales metálicos (conos), para esto es necesario verificar los diámetros y garantizar que la sujeción quede completamente hermética (sin fugas), esto se logra al colocar un tubo de llanta entre cada culmo y boquilla y luego asegurar externamente con una abrazadera metálica, a manera de teflón.

Se deben colocar los culmos con las bases que están conectadas al dispositivo más arriba que el otro extremo (nivel de inclinación mínimo 5%) en el cual se debe colocar un recipiente para recolectar los excedentes de la solución preservante.



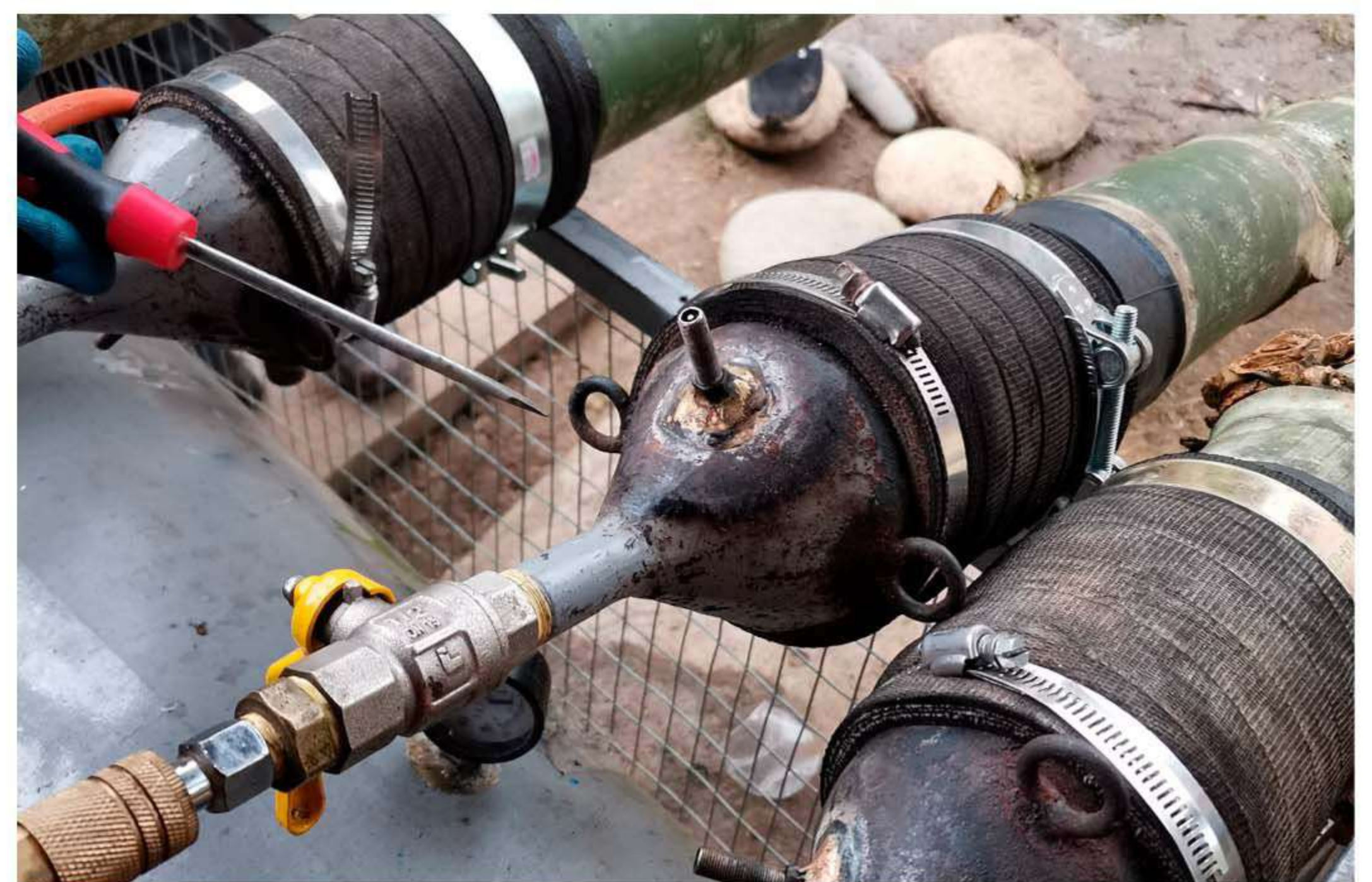
Dado que el manifold tiene varias salidas de alimentación, se puede hacer este proceso en varias boquillas al mismo tiempo.

IMPORTANTE: Los bambúes a ser tratados deben estar cosechados máximo 8 horas antes de iniciar el procedimiento de preservación, para que no se obstruyan los poros y vasos del culmo. En caso de que esto suceda, se recomienda cortar de 10 cm a 15 cm el extremo del culmo para facilitar la penetración del preservante.

9

Una vez que se tengan todos los culmos de bambú asegurados a las boquillas y el tanque con el preservante y la presión indicada, se puede comenzar con el proceso de tratamiento:

En el siguiente paso es necesario abrir una a una las válvulas, iniciando con la que está más cercana al tanque, luego la de seguridad y finalmente una a una de las boquillas. En cada boquilla se debe activar las válvulas de salida para desalojar todo el aire y garantizar que se inyecte únicamente líquido preservante en el bambú.



Una vez que todo el aire haya salido, dejar los culmos en posición y esperar que el preservante sea inyectado en todos los bambúes, bajo las condiciones de este dispositivo y la presión indicada este procedimiento tomará aproximadamente dos horas, este dependiendo de las características de los culmos (especie, largo, espesor de pared, madurez, etc).

Cuando se conectan las boquillas y se abren las válvulas se percibirá que en pocos minutos se expulsan gotas de agua en el otro extremo del bambú, esta será la contenida en el culmo; el bambú estará tratado tiempo después que el líquido preservante haya sustituido toda el agua que tenía al interior.



La norma ecuatoriana de la construcción sugiere: "(...) La efectividad del método es comprobable mediante el control del líquido desplazado y el entrante, por medio de papeles medidores de ácido o de tinturas de color que permitan verificar la absorción del preservante en las paredes del culmo. "

Mantenimiento del dispositivo

● Después de cada uso, verificar que el tanque quede vacío, enjuagar con agua limpia el interior del mismo para evitar que existan obstrucciones debido al secado de la solución salina u corrosión.



● Rociar a los elementos metálicos con "antioxidante W-40" para evitar la corrosión de los metales luego de cada uso del dispositivo.



Marca referencial, antioxidante, lubricante y antihumedad.

● Cambiar el teflón de la tapa de ingreso de preservante al tanque.



● Desconectar las mangueras y expulsar el agua o el líquido preservante que haya quedado en su interior.



● Resguardar el dispositivo en lugar seco, bajo sombra con el fin de aumentar la vida útil de todos sus componentes.



● Al volver a utilizar el equipo, cerciorarse de que todas las piezas se encuentren en buen estado, para evitar fugas, caso contrario ajustarlas o de ser posible reemplazar el teflón en cada pieza.

Agradecimientos

Agradecemos al Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola - FIDA y la Organización Internacional del Bambú y Ratán - INBAR por hacer posible el desarrollo del dispositivo a través del Proyecto Bambuzonia.

A los expertos Germán Villarreal y Jorge Augusto Montoya por las valiosas recomendaciones para el desarrollo y ajustes del dispositivo.

A Mery Sanmartín y su familia, por recibirnos en su propiedad y apoyarnos en la realización de las pruebas de campo del dispositivo.



Bibliografía

- Añazco, M., Rojas, S. (2015). Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie *Guadua angustifolia*. 1ra ed. INBAR. Recuperado de <https://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2017/06/GA-BAR-Cadena-Bambu-Ecuador.pdf>
- Hidalgo-López, O. (2003). *Bamboo: the Gift of the Gods*. Oscar Hidalgo-López editor.
- INEN – Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2016). NEC-SE-Guadúa: Estructuras de Guadúa. Recuperado de: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>
- Liese, W. y Tang, T.K. H. (2015). Properties of the Bamboo Culm, Preservation and Drying of Bamboo. En W. Liese y M. Kohln (Ed.) *Bamboo: The Plant and its Uses*.(pp. 227-297). Springer.
- Minke, G. (2010). *Manual de construcción con bambú*. Merlín.
- Montoya, J. A. (2008). Evaluación de métodos para la preservación de la *Guadua angustifolia* Kunth. *Scientia Et Technica*, vol. XIV, núm. 38, junio, pp. 443-448. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia.
- Montoya, J. A. (2005). Sap displacement method - Método de desplazamiento de savia (método boucherie) para la preservación de *Guadua angustifolia* Kunth. *Scientia Et Technica*, Vol. XI, Núm. 28, octubre-sin mes, pp. 211-216. Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia
- Morán Ubidia, J. A. (2002). *Traditional Bamboo Preservation Methods in Latin America*. Inbar Technical Report #25. INBAR.
- Pereira, M. A. y Beraldo, A. L. (2016). *Bambú de corpo e alma*. 2.o ed. Canal 6.

Anexos Presupuesto

PRESUPUESTO - DISPOSITIVO PORTÁTIL				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	C. UNIT	C. TOTAL
3	Manguera de presión para aire. Nylon 1/4" (15 metros)	1	8,88	8,88
4	Acoples rápidos de presión hembra. 1/4"	14	0,87	12,18
5	Acoples rápidos de presión macho. 1/4"	14	4,89	68,46
6	Válvula de esfera 1/2". Conexiones roscadas hembra/hembra.	6	5,01	30,06
8	Válvula de seguridad 3/4"	1	21,67	21,67
9	Tee roscable plastigama 1/2"	6	0,59	3,54
10	Neplo roscable plastigama 1/2"	16	0,41	6,56
11	Codo roscable HH 90 grados 1/2"	4	0,45	1,80
12	Abrazadera Inox 6 -16x8mm	14	0,46	6,44
13	Abrazadera Inox 118-140mm	6	1,14	6,84
14	Tanque de presión 20 Gal. Well tank; Dmax :550 mm	1	55,73	55,73
15	Permatex 1B. 3oz	1	3,85	3,85
16	Rueda neumática de 8"	2	30,00	60,00
17	Manómetro de 200 psi Estándar	1	3,85	3,85
18	Cinta teflon 3/4"x0.2x15m Estandar	2	0,80	1,60
19	Bomba de desplazamiento positivo. Varios acoples	1	13,55	13,55
20	Válvula de antiretorno de aire 3/4 pulg	1	10,00	10,00
23	Sello de Neopreno D 4" pulg (1m) - cortar 5 pedazos de 20cm	1	65,00	65,00
24	Boquillas metálicas de 1/2 a 4 pulg	5	22,50	112,50
25	Estructura soporte del dispositivo	1	250,00	250,00
			subtotal	742,51
			IVA	89,10
			Total	831,61

