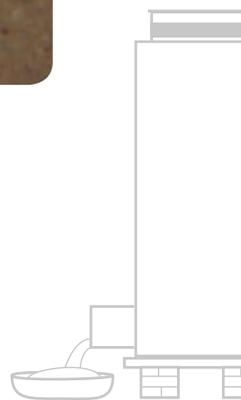
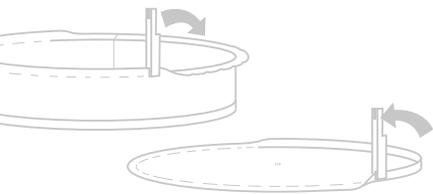




Manual técnico

para la construcción y el uso
de los silos metálicos familiares
para almacenar cereales
y leguminosas de grano



Danilo Mejía-Lorío
Matthew Howell
Adolfo Arancibia

Manual técnico

para la construcción y el uso
de los silos metálicos familiares
para almacenar cereales
y leguminosas de grano

Citación recomendada

FAO. 2014. *Manual técnico para la construcción y el uso de los silos metálicos familiares para almacenar cereales y leguminosas de grano*. Roma

Fotografía de la portada

©FAO/A.Arancibia and D.Mejía-Lorío

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

ISBN 978-92-5-308181-3 (edición impresa)

E-ISBN 978-92-5-308182-0 (PDF)

© FAO, 2014

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, descargar e imprimir el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO apruebe los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a www.fao.org/contact-us/licence-request o a copyright@fao.org.

Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización (www.fao.org/publications) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a publications-sales@fao.org.

Prólogo		v
Agradecimientos		vii
Resumen		viii
Sobre los autores		ix
Capítulo 1	Visión técnica y socioeconómica de la FAO sobre el silo metálico familiar	1
	1.1 Introducción	2
	1.2 ¿Por qué el silo metálico familiar es un aliado efectivo para la seguridad alimentaria?	2
	1.3 Países en los que la FAO ha introducido los silos metálicos familiares por medio de diversos proyectos en el período 1997-2011	3
	1.4 El silo metálico familiar como eslabón funcional en la infraestructura y la logística de distribución de granos y cereales	6
	1.5 Pasos básicos para un uso adecuado del silo	7
	1.6 El costo del silo metálico familiar	7
	1.7 Requerimientos básicos para la construcción y la adopción exitosa del silo metálico familiar	8
	1.8 Estrategias de la FAO para transferir la tecnología del silo metálico familiar	11
	1.9 Conclusiones	11
Capítulo 2	Partes del silo y los aspectos que se deben tener en cuenta en la construcción	13
	2.1 Partes del silo	14
	2.2 Aspectos que se deben tener en cuenta en la construcción de silos	14
Capítulo 3	Herramientas, materiales y equipo	19
	3.1 Herramientas comunes	20
	3.2 Herramientas especiales	20
	3.3 Materiales	25
	3.4 Descripción del banco de trabajo	25
Capítulo 4	Taller y habilidades básicas	27
	4.1 El taller	28
	4.2 Habilidades básicas	28
Capítulo 5	La construcción del silo	41
	5.1 Los primeros pasos	42
	5.2 Formación del cuerpo del silo usando el método de traslape	45
	5.3 Formación de las bases o fondos superior o inferior del silo	52
	5.4 Unión de la base inferior con el cuerpo del silo usando el método de la pestaña	57
	5.5 Fabricación de las aberturas o bocas de entrada y salida	61

	5.6 Fabricación de las tapas para las bocas o aberturas	71
	5.7 Pasos finales	78
Capítulo 6	Reparaciones	81
	6.1 Señales de oxidación	82
	6.2 Agujeros y profundidad de la corrosión	83
Capítulo 7	Instalación, uso, fumigación y mantenimiento del silo	85
	7.1 Instalación	86
	7.2 El techo y la plataforma del silo	86
	7.3 Preparación del grano	87
	7.4 Fumigación para control de plagas	88
	7.5 Sellado hermético del silo	90
	7.6 Dos pruebas simples para determinar el contenido de humedad	92
	7.7 Transporte y mantenimiento del silo	94
Capítulo 8	Aspectos económicos	95
	8.1 Evaluación económica de los silos metálicos	96
	8.2 Estimación de costos	96
	8.3 Estimación de beneficios mínimos esperados	96
	8.4 Estimación de rentabilidad económica	98
	8.5 Costos de fabricación de un silo metálico	98
Bibliografía		101
Anexos		
	1. Silos fabricados con láminas/hojas de 100x200 cm	103
	2. Silos fabricados con láminas/hojas de 122x244 cm	109
	3. Silos fabricados con láminas/hojas de 122x200 cm	115
	4. Silos fabricados con láminas/hojas de 92,7x200 cm	121

El *Manual técnico para la construcción y el uso de los silos metálicos familiares para almacenar cereales y leguminosas de grano* ha sido elaborado en la División de Infraestructuras Rurales y Agroindustrias (AGS) de la FAO como un aporte técnico significativo para la prevención de pérdidas en la etapa de poscosecha de granos y cereales. Está diseñado como un manual de capacitación para la construcción, uso y manejo de los silos metálicos familiares. Su contenido está dirigido a los agricultores que producen granos y cereales básicos de autoconsumo para su seguridad alimentaria y a artesanos hojalateros, herreros y otros artesanos que pueden construirlos y adoptarlos fácilmente para fabricar silos de diferentes capacidades. El contenido del manual está dividido en capítulos y anexos. Estos incluyen datos sobre la construcción de silos metálicos de diversas capacidades, su manipulación y correcto mantenimiento como estructura para el almacenamiento de granos y cereales, dónde y cómo ubicarlos y protegerlos y cómo estimar su costo. En los sitios web www.fao.org/ag/ags y www.fao.org/inpho se pueden descargar archivos en formato Excel para determinar el costo en cualquier lugar del mundo según los precios locales de los materiales requeridos para su construcción y para realizar un análisis sintetizado y práctico del costo-beneficio.

La capacidad de los ejemplos presentados varía entre pequeños silos de 0,12 m³ hasta silos de 4,2 m³ (aproximadamente de 120 hasta 4 000 kg), incluyendo varios tamaños intermedios adaptados a distintas necesidades de los usuarios.

Es importante señalar que parte del material técnico contenido en este manual deriva de cierta experiencia acumulada por la Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (COSUDE) en América Central en proyectos para prevenir pérdidas en poscosecha y que han sido compartidos con la FAO-AGS.

En forma más detallada, el manual se divide en ocho capítulos y cuatro anexos complementarios.

El primer capítulo ofrece una visión socioeconómica y técnica del silo con base en la experiencia de la FAO en algunos países donde se ha introducido. El segundo describe las partes del silo y los aspectos que se deben tener en cuenta en la construcción. El tercero describe y presenta los materiales, herramientas y equipos necesarios para la construcción. El cuarto da las bases del taller y describe las destrezas que deben tener los artesanos o fabricantes. El quinto enseña los pasos básicos necesarios para la construcción del silo. El

sexto explica las reparaciones necesarias para su mantenimiento. El séptimo describe aspectos sobre instalación, uso, fumigación y mantenimiento del silo. Finalmente, el capítulo ocho presenta aspectos relevantes sobre evaluación económica y costos de los silos metálicos.

Por otra parte, este manual consta de cuatro anexos que presentan diferentes planos según el tamaño de las láminas metálicas disponibles en el mercado. Estos planos permiten construir silos desde un volumen de 0,12 m³ hasta 4,2 m³, incluyendo varios tamaños intermedios.

Con la publicación de este manual, nos unimos una vez más al esfuerzo colectivo para contribuir a satisfacer uno de los más importantes desafíos del milenio como es la consecución de la seguridad alimentaria, derecho imprescindible de la humanidad.

Parte de este manual se basa en el documento técnico con título *Technical manual for the construction of small metal silos* publicado por primera vez en 2005 en el sitio web www.fao.org/inpho.

Agradecimientos

El *Manual técnico para la construcción y el uso de los silos metálicos familiares para almacenar cereales y leguminosas de grano* se basa en parte en materiales producidos originariamente por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE); de hecho, la estructura del contenido en algunas secciones ha seguido, en términos generales, la del trabajo original. Posteriormente, la FAO ha ejecutado numerosos proyectos siguiendo este modelo, al que se agregan los esfuerzos de muchas personas que han trabajado y han contribuido de diversas formas para llegar a producir este manual.

Contribuyeron con los planos y textos para la construcción de silos de diferente tamaño y con ilustraciones Mathew Howell y Adolfo Arancibia. La traducción para la versión española ha contado con la contribución de Gustavo Varela, Francisco López y ha sido editada por Cadmo Rosell y Danilo Mejía-Lorío. El estudio socioeconómico resumido que analiza la relación costo-beneficio del silo fue preparado por Dino Francescutti, del Centro de Inversiones (FAO). Asimismo, la revisión de este manual estuvo a cargo de Calvin Miller, Florence Tartanac, Eva Gálvez-Nogales y Jorge Fonseca (AGS).

Además, agradecer igualmente su apoyo a Divine Njie, líder del grupo de Agroindustrias y Alimentos (AGS), a Ann Drummond y Francesca Cabré-Aguilar (AGS) por su asistencia administrativa y logística, a Larissa D'Aquilio (AGS) por la coordinación de la producción, a Blanca Azcárraga por la revisión del texto, y a Simone Morini por el diseño gráfico.

Los autores de este documento son Danilo Mejía-Lorío, oficial de Agroindustrias y Manejo Poscosecha (AGS), que ha coordinado el trabajo técnico, editado y traducido muchas secciones del manual y es autor del primer capítulo y coautor del capítulo 8; Matthew Howell, consultor de la FAO, que elaboró la guía y las ilustraciones en inglés sobre cómo construir el silo metálico familiar para la seguridad alimentaria en los capítulos del 2 al 7 del manual; y Adolfo Arancibia, consultor de la FAO, que elaboró la guía y las ilustraciones en los anexos del 1 al 4 del manual sobre los diversos tamaños de silos que se pueden construir dependiendo de las dimensiones de las láminas metálicas más comunes encontradas en los diversos países y que preparó los archivos Excel sobre cómo determinar los costos del silo metálico familiar en español, inglés y francés.

El *Manual técnico para la construcción y el uso de los silos metálicos familiares para almacenar cereales y leguminosas* de grano presenta de forma didáctica y sencilla las instrucciones para la construcción y uso de diversos tipos de silos familiares, con capacidad de entre 0,12 m³ y 4,2 m³ (aproximadamente entre 120 y 4 000 kg). La contribución de este tipo de silos a la seguridad alimentaria, a la satisfacción de los objetivos del milenio y al bienestar de los pequeños agricultores es sumamente importante, especialmente en épocas de crisis agrícolas causadas por numerosos factores externos, incluyendo problemas financieros. Los silos cumplen una función importante no solo para asegurar la alimentación familiar del sector campesino, sino también para que los pequeños agricultores puedan regular la comercialización de sus excedentes y tener acceso a los mercados en momentos favorables. El manual contiene las directrices para el uso y la fabricación a un costo reducido de los silos familiares en forma accesible para artesanos y agricultores. El manual se basa en experiencias de campo hechas por la Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (COSUDE) y posteriormente por numerosos proyectos ejecutados por la FAO en más de 22 países en desarrollo.

Sobre los autores

Danilo Mejía-Lorio es un ingeniero bioquímico y doctor en ciencia de los alimentos y nutrición. Es oficial de Agroindustrias y Manejo Poscosecha en la División de Infraestructuras Rurales y Agroindustrias (AGS) de la FAO y tiene 39 años de experiencia en el área de educación e investigación superior, principalmente en ciencia y tecnología de los alimentos y nutrición.

Matthew Howell es licenciado en Física por la Universidad de Vermont (los Estados Unidos de América) y ha trabajado como voluntario y como consultor internacional para la División AGS de la FAO.

Adolfo Arancibia es un ingeniero agrónomo boliviano con maestría en administración y organización de negocios agroindustriales. Es gerente general de la “Fundación Poscosecha” y ha trabajado para AGS (FAO) como consultor internacional.

CAPÍTULO 1

Visión técnica y socioeconómica de la FAO sobre el silo metálico familiar

1.1 Introducción

El almacenamiento de granos y cereales es una etapa crítica en la que las pérdidas se deben reducir al mínimo y la calidad se debe conservar al máximo; por lo tanto, es necesario disponer de tecnologías adecuadas para este propósito. Existen diversos sistemas de almacenamiento para el pequeño y mediano productor tales como trojes, galpones, barriles de metal, contenedores de plástico, bolsas de plástico o yute, silos metálicos, etc., y la elección del sistema dependerá de la disponibilidad, conveniencia de uso, eficiencia y relación costo-beneficio que deben ser considerados por el agricultor o usuario.

El *Manual técnico para la construcción y el uso de los silos metálicos familiares para almacenar cereales y leguminosas de grano* describe los aspectos más sobresalientes de esta tecnología. El silo metálico familiar es una tecnología aliada fundamental de la FAO en la lucha contra el hambre en el mundo ya que ayuda a lograr la seguridad alimentaria. En los últimos diez años ha sido probada y validada en más de 20 países de África, Asia y América Latina.

El silo metálico familiar es una estructura simple, permite conservar granos por largo tiempo e impide el ataque de diversas plagas como roedores, insectos o pájaros, entre otros. Además, si los granos han sido secados de forma adecuada (< 14 % de humedad en el caso de cereales y < 10 % en el caso de leguminosas y oleaginosas) y si el silo metálico familiar se coloca bajo techo, no ocurren problemas de condensación de humedad en su interior. Los silos metálicos familiares reciben por lo general desde 100 hasta 3 000 kg. Un silo metálico familiar con 1 000 kg de granos puede conservar los granos necesarios para el consumo de una familia de cinco personas durante un año. Si el pequeño o mediano agricultor cuenta con más de un silo metálico familiar, puede almacenar los excedentes producidos y retenerlos para venderlos cuando los precios sean más convenientes, lo que ayuda a aumentar sus ingresos.

1.2 ¿Por qué el silo metálico familiar es un aliado efectivo para la seguridad alimentaria?

Hay razones técnicas y socioeconómicas que indican claramente que el silo metálico es una tecnología idónea para ayudar a la seguridad alimentaria:

- mantiene la calidad del producto durante el almacenado;
- es hermético y permite una fumigación eficaz con fumigantes no residuales;
- evita el uso de insecticidas;
- requiere poco espacio y se puede colocar cerca de la casa;
- reduce las pérdidas a casi cero;

- permite aprovechar las fluctuaciones de precio de los granos;
- previene la presencia de roedores y otras plagas que pueden tener un impacto adverso en la salud de los consumidores y en la conservación de los granos;
- es fácil de usar, es rentable y tiene un gran impacto en la lucha contra la pobreza;
- su precio es bajo y con un buen mantenimiento puede durar más de 15 años;
- pueden recibir desde 100 hasta 3 000 kg;
- facilita el trabajo de la mujer;
- se puede construir *in situ* con mano de obra local y materiales de fácil acceso;
- es una forma de almacenamiento descentralizado;
- es una tecnología probada y validada en varios países.

Además de las razones mencionadas anteriormente, hay otros criterios que favorecen el uso del silo metálico familiar entre pequeños y medianos agricultores:

- la eficiencia;
- la disponibilidad de materiales para la construcción;
- el precio;
- la rentabilidad;
- la aceptabilidad del usuario.

1.3 Países en los que la FAO ha introducido los silos metálicos familiares por medio de diversos proyectos en el período 1997-2013

La FAO ha introducido los silos metálicos familiares en el Afganistán, Bolivia, Burkina Faso, Camboya, el Chad, el Ecuador, Gambia, Guatemala, Guinea, Honduras, el Iraq, Liberia, Madagascar, Malawi, Malí, Mozambique, Namibia, Nicaragua, Panamá, el Perú, el Senegal, Somalia y Timor-Leste.

Hasta el momento se han construido en estos países cerca de 45 000 silos metálicos familiares con el objetivo de capacitar artesanos en construcción, uso y manejo y para ser entregados a los agricultores beneficiarios. Estos silos pueden almacenar cerca de 38 000 toneladas de granos con un valor aproximado de 8 000 000 USD. Además, más de 1 500 personas entre profesionales, técnicos y artesanos fueron entrenados en la construcción, uso y manejo de los silos metálicos familiares. Esta estimación al término de los proyectos no considera el efecto múltiple que en mayor o menor grado cada proyecto causa después de su implementación. Algunos multiplicadores de la tecnología del silo incluyen instituciones nacionales y organizaciones no gubernamentales (ONG) y su personal.

■ 1 – Visión técnica y socioeconómica de la FAO sobre el silo metálico familiar

Los proyectos de la FAO han apoyado la construcción de diversos tipos de silos metálicos para uso familiar. Estos proyectos han sido financiados por los propios gobiernos, por proyectos de emergencia financiados por donantes internacionales o han sido ejecutados dentro del marco del programa de cooperación técnica de la FAO, entre otros. Es necesario remarcar las numerosas solicitudes para la construcción de estos silos recibidas a través del programa *TeleFood*.

1.3.1 *La experiencia de la FAO con los silos metálicos familiares en Bolivia*

En un estudio socioeconómico llevado a cabo en un proyecto poscosecha del Programa de cooperación técnica de la FAO en Bolivia, se encontró que de seis tecnologías poscosecha analizadas, el silo metálico familiar resultó ser la más aceptada por los beneficiarios. Entre 142 agricultores-usuarios beneficiarios de estos silos en cuatro departamentos de Bolivia, el 96 % indicó que el silo metálico familiar mejora la seguridad alimentaria, reduce las pérdidas poscosecha, preserva la calidad e inocuidad del grano y, en consecuencia, la salud y nutrición de la población. En el mismo estudio se solicitó también la opinión de otros grupos asociados al proyecto como instituciones de transferencia tecnológica, autoridades de comercialización, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales del sector agrícola y técnicos y artesanos que trabajan sobre el tema; todos ellos coincidieron en afirmar que el silo metálico familiar tiene un impacto positivo sobre la infraestructura física y comercial y que mejora la seguridad alimentaria de las comunidades beneficiadas.

A continuación se presenta un resumen de los comentarios y las recomendaciones de los grupos encuestados:

- a) Instituciones de transferencia tecnológica:
 - los talleres teórico-prácticos, demostraciones y charlas audiovisuales contribuyen a transferir esta tecnología;
 - el crédito total/parcial y el «trueque» de trabajo voluntario son estrategias adecuadas para adquirir el silo metálico familiar;
 - son necesarios subsidios para capacitación y adquisición de los materiales para la construcción de los silos metálicos familiares.
- b) Autoridades e instituciones de comercialización:
 - la organización de los usuarios de los silos metálicos familiares contribuye al impacto socioeconómico;
 - la capacitación sobre mercados y redes de información fortalece al usuario en el comercio nacional e internacional;
 - los usuarios que conservaron maíz a un precio de mercado inmediatamente después de la cosecha de 13 USD por 100 kg, cuatro meses después lo vendieron a 38 USD por 100 kg;

- el silo metálico familiar es también útil para la producción de ganado y aves porque permite conservar los granos y los concentrados que estos consumen.
- c) Organizaciones gubernamentales y no gubernamentales del sector agrícola:
 - el silo metálico familiar contribuye a la seguridad alimentaria y a aumentar los ingresos del agricultor;
 - es una tecnología sostenible, de bajo costo y adaptable al entorno nacional;
 - las instituciones de transferencia tecnológica y los técnicos y artesanos son idóneos para la capacitación y difusión del silo metálico familiar;
 - la asistencia técnica, junto con microcréditos e investigación participativa, son útiles para los beneficiarios del silo metálico familiar;
 - la calidad de la semilla para la siembra almacenada en el silo metálico familiar retiene mejor el color y la capacidad de germinación que aquellas almacenadas en bolsas de yute o plástico.
- d) Técnicos y artesanos:
 - felicitan y reconocen a la FAO como organización pionera en la introducción del silo metálico familiar;
 - señalan que varias ONG han adoptado estos silos como tecnología líder en sus programas de trabajo;
 - identifican como principales problemas asociados a la cosecha de granos (en orden descendente): las plagas (insectos, roedores, hongos y pájaros), la falta de infraestructura para el almacenamiento, las malas prácticas de manejo, la comercialización inadecuada y la suciedad de los granos.
- e) Los agricultores sobre el precio del silo: la mayoría recomienda no escatimar recursos a fin de adquirir el silo metálico familiar ya que acarrea beneficios a mediano o largo plazo y contribuye a la seguridad alimentaria de las familias.

CUADRO 1

Cómo consideran el precio del silo metálico familiar los agricultores encuestados en Bolivia (%)*

Barato	59 %
Normal	17 %
Caro	14 %
Regular	8 %
No respondió	2 %

Fuente: FAO, 2008.

*Precios del mercado normal sin subsidio.

■ 1 – Visión técnica y socioeconómica de la FAO sobre el silo metálico familiar

1.3.2 *La experiencia de la FAO con los silos metálicos familiares en el Afganistán*

Dos proyectos del Programa de asistencia técnica (PAT) de la FAO sobre tecnologías de producción y postproducción agrícola fueron ejecutados en 42 distritos de siete provincias vulnerables del Afganistán para fortalecer la seguridad alimentaria. El silo metálico familiar fue una de las tecnologías de mayor difusión. Los hechos más relevantes son:

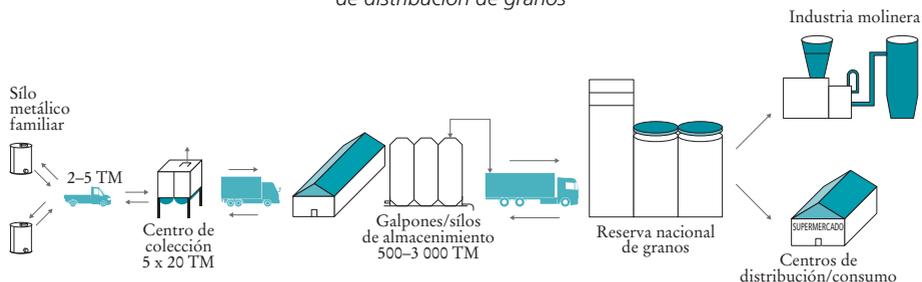
- a través del programa de capacitación recibieron instrucción 25 profesionales y técnicos nacionales que fueron entrenados como maestros en construcción, uso y manejo del silo metálico familiar;
- el grupo maestro nacional capacitó a 61 hojalateros y herreros quienes, a su vez, capacitaron a otros 300 artesanos nacionales;
- alrededor de 25 000 silos para conservar entre 250 kg y 1 800 kg de grano fueron construidos en las siete provincias beneficiadas;
- el personal técnico de algunas organizaciones gubernativas y no gubernativas aprendieron la tecnología y luego se integraron como participantes del proyecto en el programa de capacitación nacional sobre el silo metálico familiar;
- los agricultores beneficiados, con respecto a la estructura tradicional de almacenamiento en silos de arcilla, identificaron como ventajas comparativas del silo metálico familiar que este es más liviano y manejable, es más durable y no presenta riesgos de insectos gracias a su hermeticidad, por lo que las pérdidas son casi inexistentes;
- los agricultores no directamente beneficiados por el proyecto optaron por comprar el material de construcción y pagaron a los artesanos por la mano de obra para construir el silo metálico familiar, o compraron directamente el silo al artesano;
- alrededor de 4 500 silos metálicos familiares adicionales fueron construidos por hojalateros o herreros y artesanos capacitados que crearon sus propias microempresas de fabricación de silos gracias a la capacitación recibida en los proyectos.

1.4 **El silo metálico familiar como eslabón funcional en la infraestructura y la logística de distribución de granos y cereales**

El silo metálico familiar es un eslabón funcional en la logística de distribución de granos y cereales para la seguridad alimentaria. Por ejemplo, en una comunidad agrícola de 1 000 personas, es decir, alrededor de 200 familias, y asumiendo que cada familia consume algo más de 1 kg de granos por día, se alcanza un consumo de alrededor de media tonelada por familia y año. Si cada familia dispone

FIGURA 1

El silo en la infraestructura y la logística de distribución de granos



Fuente: D. Mejía, 2008.

de un silo para conservar una tonelada de grano significa que el conjunto de las 200 familias tendrá 200 toneladas de grano almacenado. Si restamos las 100 toneladas que consumen anualmente, quedan 100 toneladas disponibles para otros usos o para la venta. Esta venta puede ser a otros consumidores, al gobierno local o a cooperativas que pudieran eventualmente almacenar el grano en centros de acopio comunal. Las estructuras de acopio comunal, en este caso, podrían ser cinco unidades de 20 toneladas cada una que permitieran almacenar los granos que luego serán transportados a otros centros de mayor capacidad de almacenamiento, por ejemplo, estructuras de 500 a 3 000 toneladas localizadas generalmente en áreas cercanas a las ciudades. La funcionalidad del silo metálico familiar resulta entonces importante en la logística de distribución de granos para la seguridad alimentaria, como muestra la Figura 1.

1.5 Pasos básicos para un uso adecuado del silo

Es importante tener presente que el funcionamiento eficiente del silo en la conservación de los granos y cereales dependerá en gran medida del protocolo adecuado de uso que se siga. Esto significa, en esencia, seguir los pasos básicos tales como los descritos en la Figura 2.

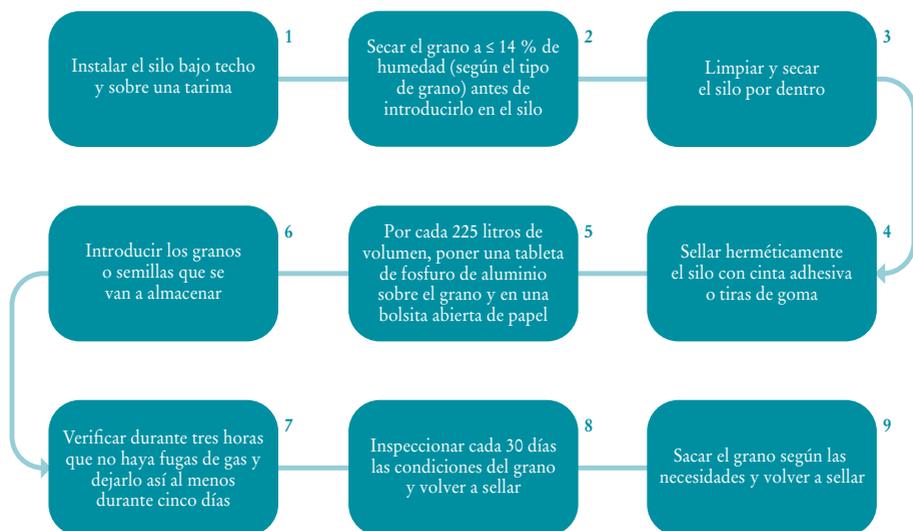
1.6 El costo del silo metálico familiar

Los costos de producción indicados en el Cuadro 2 solo incluyen materiales, mano de obra y depreciación de herramientas; no incluyen utilidad ni el transporte del silo al lugar de destino, entre otros. Si bien los costos aquí presentados varían dependiendo de las circunstancias en cada país, los precios son en general accesibles.

■ 1 – Visión técnica y socioeconómica de la FAO sobre el silo metálico familiar

FIGURA 2

Pasos básicos para un uso adecuado del silo



Fuente: FAO, 2008.

En los proyectos ejecutados por la FAO se promueve la adquisición a través de créditos rotatorios y el pago del silo con grano, entre otras estrategias. A medida que la capacidad del silo aumenta, el costo de almacenamiento por kilo de grano se reduce. En general, se recomienda almacenar semillas para siembra en silos de pequeña capacidad y los granos de consumo en silos de mayor capacidad.

1.7 Requerimientos básicos para la construcción y la adopción exitosa del silo metálico familiar

a) Técnicos en agricultura y artesanos (hojalateros y herreros) capacitados para poder difundir los conocimientos sobre construcción, uso y manejo del silo en las comunidades agrícolas (Fotografía 1).

CUADRO 2

Costo de producción y capacidad del silo metálico familiar en algunos países en los que se ejecutaron proyectos de la FAO (en USD)

País	120 kg	250 kg	500 kg	900 kg	1 800 kg
Afganistán	–	28	70	–	92
Bolivia	20	35	60	77	111
Burkina Faso	26	29	42	56	70
Camboya	12	20	30	–	50
Chad	–	66	97	128	187
Guinea	–	–	59	–	70
Madagascar	–	40	50	70	100
Malawi	–	22	45**	60***	–
Mozambique	20	34	54	75	–
Namibia	–	–	22*	–	–
Senegal	23	42	60	76	100

Fuente: FAO, 2008.

Costo sin subsidios; *un silo de 400 kg; **un silo de 700 kg; ***un silo de 1 000 kg.

FOTOGRAFÍA 1

Técnicos y artesanos



©FAO/D. Mejía-Lorio

Para construir los silos se necesita lámina galvanizada de 100 x 200 cm y 0,5 mm de grosor número 26 y herramientas simples y especiales (Fotografía 2).

■ 1 – Visión técnica y socioeconómica de la FAO sobre el silo metálico familiar

FOTOGRAFÍA 2

Herramientas y láminas



©FAO/D. Mejía-Lorio

El grano que se va a almacenar debe secarse antes de ser introducido en el silo hasta un 14 % o menos de contenido de humedad en el caso de los cereales y a menos de un 10 % en las leguminosas y oleaginosas. Si el secado no es adecuado, las pérdidas podrían ser totales (Fotografía 3).

FOTOGRAFÍA 3

Secado del grano antes del almacenaje



©FAO/D. Mejía-Lorio

Hay que colocar el silo con el grano dentro en un lugar protegido del sol y la lluvia (Fotografía 4).

FOTOGRAFÍA 4

Silo bajo techo



©FAO

1.8 Estrategias de la FAO para transferir la tecnología del silo metálico familiar

La FAO utiliza diferentes estrategias para transferir la tecnología del silo metálico familiar:

- mediante la cooperación Sur-Sur y la modalidad de talleres de capacitación de una a dos semanas de duración;
- el grupo primario que se va a capacitar suele comprender entre 15 y 20 profesionales y técnicos que trabajan en poscosecha en las instituciones nacionales del sector agrícola;
- un grupo secundario que se capacita está formado por agricultores, artesanos (hojalateros y herreros), técnicos de organismos no gubernamentales y otras instituciones afines;
- mediante la promoción del silo metálico familiar a través de demostraciones y publicidad, resaltando que el silo activa directa e indirectamente una masa crítica de importancia socioeconómica entre los diversos actores involucrados: agricultores, técnicos, artesanos, comerciantes, transportistas y consumidores en general.

1.9 Conclusiones

El silo metálico familiar, al prevenir las pérdidas poscosecha, se vuelve una tecnología muy valiosa para la seguridad alimentaria, especialmente para los pequeños y medianos agricultores. Además, representa un eslabón importante en la infraestructura de distribución de granos. En la mayoría de los países en donde se ha introducido el silo metálico familiar ha causado un efecto positivo y de masa crítica entre varios actores asociados directa e indirectamente a la cadena de producción y distribución de granos.

Partes del silo y los aspectos que se deben tener en cuenta en la construcción

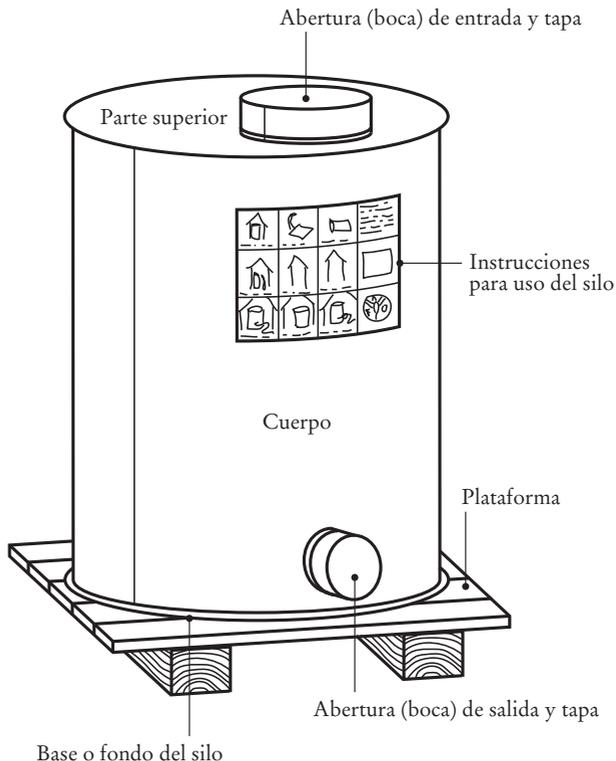
■ 2 – Partes del silo y los aspectos que se deben tener en cuenta en la construcción

2.1 Partes del silo

En la Figura 3 se presentan las diferentes partes del silo metálico familiar.

FIGURA 3

Partes del silo



2.2 Aspectos que se deben tener en cuenta en la construcción de silos

2.2.1 Flexibilidad

Cuando reúna y revise todas las herramientas y materiales necesarios para construir el primer silo, podría no encontrar todo lo que figura en la lista. Es necesario utilizar recursos simples. Si no encuentra ciertas herramientas, puede pedir ayuda a otros herreros u hojalateros que le aconsejarán sobre fuentes alternativas para soldar, sobre el uso de limpiadores y desoxidantes o sobre las sustancias usadas como coadyuvantes de soldadura.

El espesor de las láminas de hierro galvanizado puede variar ligeramente. Recuerde que las láminas gruesas pueden ser más difíciles de cortar con tijeras y las más delgadas pueden no ser lo suficientemente resistentes para los silos grandes. No use láminas de menos de 0,4 mm de espesor. La proporción estaño/plomo en la soldadura también es variable; la mejor es 50/50, pero un 35 % de estaño y un 65 % de plomo es aceptable.

Los soldadores cautines o cauteles de cobre calentados al carbón son herramientas útiles de bajo costo que pueden hacerse y usarse en casi cualquier comunidad. En algunas áreas, los cilindros de gas propano pueden estar disponibles y ser de bajo costo. En este caso, puede usar soldadores a gas, que pueden ser útiles también para otros trabajos con metales.

2.2.2 Seguridad

Es necesario tomar precauciones para que el operador y su familia se protejan de la exposición al plomo:

- No inhale los vapores mientras se está soldando.
- Disponga de una buena ventilación dentro del taller.
- No coma, beba o fume hasta después de lavarse las manos.
- No permita que se acerquen niños al área de trabajo.
- Humedezca el piso cuando se barre para reducir el polvo.
- Conserve los residuos de soldadura en un recipiente separado para entregarlos al chatarrero.
- Lleve ropa de trabajo y déjela en el taller o quitársela antes de entrar en casa.
- Nunca arroje o tire plomo cerca de casas, fuentes de agua o tierras agrícolas.
- Los bordes cortados de las piezas metálicas son muy afilados; use guantes y zapatos especiales y retire los residuos o recortes fuera del banco de trabajo y del piso con un cepillo.
- Protéjase los ojos con gafas o caretas especiales cuando use ácido. Tenga siempre agua limpia en el sitio de trabajo y un neutralizador de ácido, como bicarbonato de sodio (soda de cocina) o carbonato de calcio. No use el ácido directamente desde el envase original, puede ser costoso y peligroso si se derrama. Use una jarra de vidrio pequeña de 50 a 100 ml, con una tapa o tapón. Marque claramente la jarra con la palabra «ÁCIDO» y manténgala en un lugar seguro.

2.2.3 Marcadores

Deberá utilizar un marcador-medidor para señalar las medidas de las partes o piezas del silo. Es especialmente útil con las piezas mayores que requieren grandes modelos o patrones. El marcador-me-

■ 2 – Partes del silo y los aspectos que se deben tener en cuenta en la construcción

didor es un trozo de madera, como una regla, con marcas que ayudan a fijar el compás y a señalar las piezas grandes sin necesidad de usar la cinta medidora (cinta métrica). Puede ayudar a reducir errores de medición. También es importante para señalar la longitud de la banda o faja de entrada y en diversas situaciones, como se muestra en las Figuras 4 y 5.

FIGURA 4

Ejemplo de uso de un marcador-medidor para abrir el compás y marcar el orificio de abertura de entrada

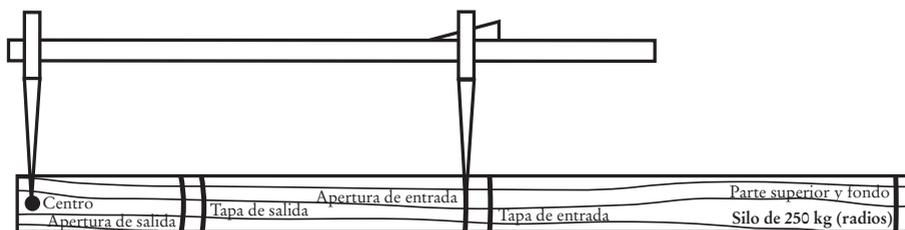
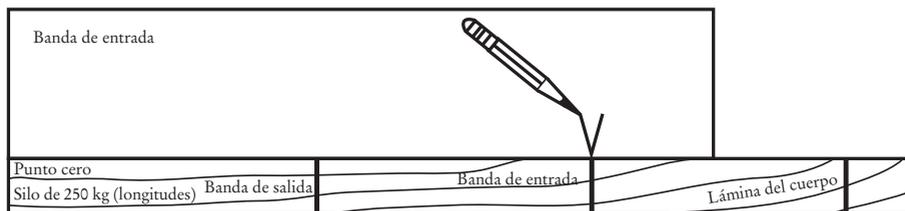


FIGURA 5

Ejemplo de uso de un marcador-medidor para marcar la longitud de la banda de entrada



2.2.4 Modelos o patrones

Piense cómo hacer modelos o patrones para algunas de las piezas más pequeñas del silo. Esto puede ahorrar tiempo cuando se marcan las láminas antes de cortarlas. Se puede usar madera, plástico, cartulina, papel, cartón o recortes de metal. Haga los modelos o patrones cuidadosamente, márkuelos claramente, escriba el nombre de la pieza y el tamaño del silo al que corresponde y conserve los modelos o patrones correspondientes a cada tamaño de silo.

FIGURA 6

Modelos o patrones



Modelo o patrón para marcar el tamaño de la apertura (boca) de salida



Modelo o patrón metálico para marcar el corte de los bordes de cada esquina de las láminas



Modelo o patrón metálico para diseñar círculos grandes si no se cuenta con un compás grande

2.2.5 Desechos y reciclaje

Limpie el espacio de trabajo a menudo y guarde el metal sobrante pues este puede ser vendido al chatarrero. Ponga las piezas pequeñas en un cajón, coloque a un lado todos los recortes grandes y consérvelos ya que se pueden usar para reparar silos dañados, para realizar otros proyectos pequeños o se pueden vender a otro herrero u hojalatero.

2.2.6 Mejorar el taller

Algunas mejoras simples en el taller pueden ayudar a trabajar más rápido y de forma más confortable. Por ejemplo, si se van a construir muchos silos, se pueden comprar varias láminas de una vez. Se puede construir una estantería y almacenar las láminas para que no entorpezcan cuando se trabaja, o se dañen.

2.2.7 El principio de hermeticidad

La hermeticidad es la base de la tecnología que se aplica en el uso de los silos metálicos domésticos. Es la capacidad del silo para que su contenido quede completamente aislado. Esto previene que los insectos o la humedad penetren en el mismo o que los gases de la fumigación puedan escapar. Los gases que se usan en la fumigación son venenosos y mortales y cualquier escape de gas del silo constituye un

■ 2 – Partes del silo y los aspectos que se deben tener en cuenta en la construcción

serio peligro para la familia del agricultor. Por ello, el silo nunca se debe colocar dentro de la casa.

Una buena soldadura con estaño/plomo es el medio más importante por medio del cual el hojalatero o el herrero pueden asegurar un sellado completo y permanente. Además, fortalece el silo y ayuda a evitar que los dobleces se abran cuando el silo se llena con grano. Por estas razones, todos los dobleces y uniones deben ser cuidadosamente soldados, limpiados e inspeccionados en busca de agujeros. Incluso los orificios más pequeños deben cerrarse con soldadura.

Es más simple controlar cada soldadura inmediatamente después de hacerse y no controlar todos los dobleces y uniones cuando se ha completado el silo.

Los lugares en que, por lo general, aparecen pequeños agujeros son:

- alrededor de las aberturas (bocas) de entrada y salida;
- en el punto de intersección de los cierres del cuerpo del silo con la parte superior e inferior del mismo;
- alrededor de pequeños clavos usados para fortalecer las uniones o fijar las manijas de las tapas, si bien se debe evitar en lo posible el uso de clavos.

Herramientas, materiales y equipo

■ 3 – Herramientas, materiales y equipo

Además de los objetos necesarios para construir un silo, se necesita un lugar y una superficie ordenados para poder trabajar. A continuación se presenta una lista pro-memoria.

3.1 Herramientas comunes

La mayoría de estas herramientas se pueden encontrar en la ferretería e incluyen lo siguiente:

- a) una escuadra de 25 cm o más;
- b) una cinta medidora (cinta métrica) de al menos 3 m (flexómetro);
- c) un par de alicates o pinzas de 1 cm de ancho;
- d) un martillo con cabeza de lados planos de 300–400 g;
- e) un cincel para trabajar metal, de 1,5 cm de ancho;
- f) un par de tijeras para cortar metal, número 12, de buena calidad;
- g) un cepillo de acero/alambre;
- h) una brocha pequeña para el ácido o un gotero de plástico;
- i) un destornillador grande plano;
- j) una brocha de pintar de 5 cm de ancho;
- k) dos prensas pequeñas de una abertura mínima de 6 cm;
- l) dos o tres caudales o cauteles (soldadores con cabezas de cobre) de 500–750 g;
- m) un hornillo de carbón o un soplete lanzallamas para los soldadores;
- n) un par de guantes para proteger las manos;
- o) algún tipo de gafas, máscara o visor para proteger los ojos;
- p) un cepillo de metal para limpiar las virutas metálicas y proteger las manos;
- q) un lápiz de grafito o rayador metálico puntiagudo para marcar la lámina;
- r) un marcador o plumón de tinta para marcar e identificar las piezas del silo;
- s) una caja sencilla para guardar las herramientas pequeñas.

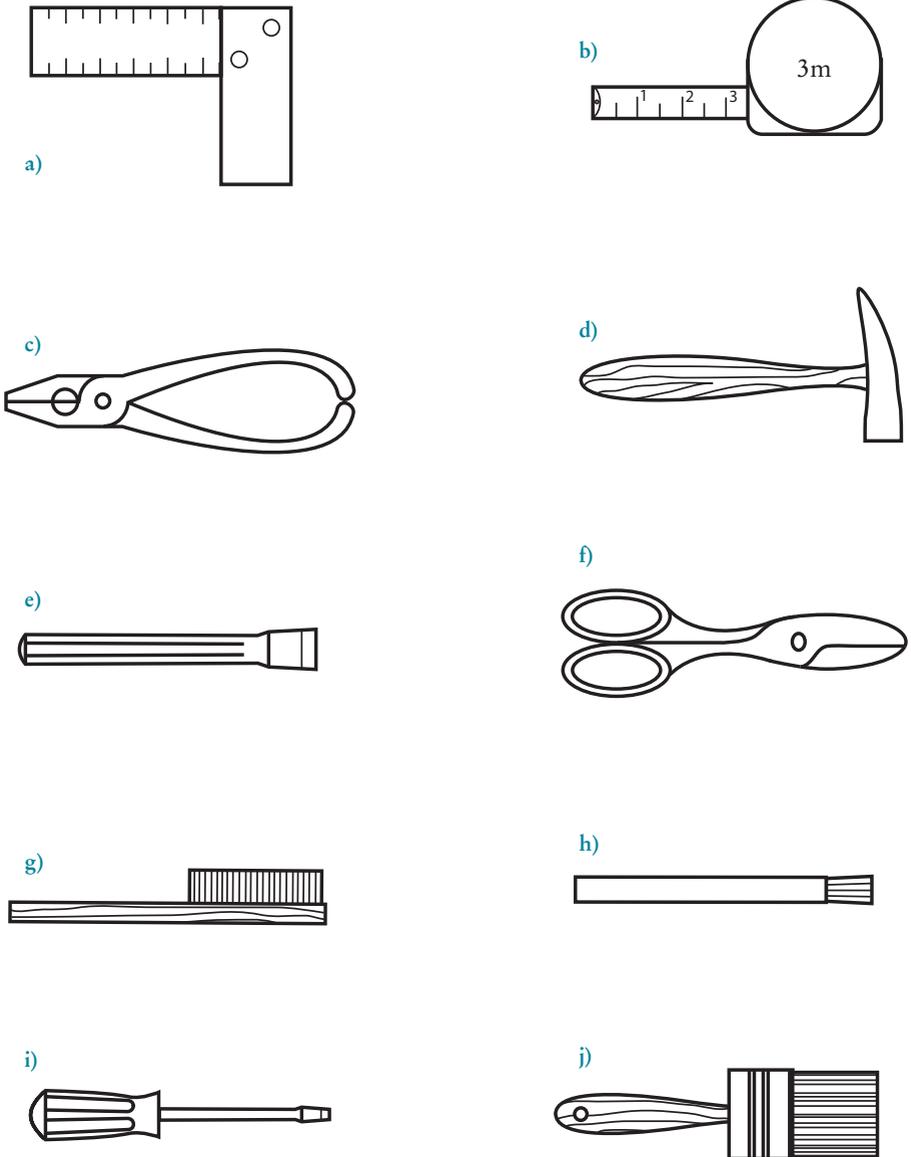
3.2 Herramientas especiales

Algunas de estas herramientas pueden hacerlas un hojalatero o un herrero; otras las puede hacer el propio artesano o el agricultor.

- un contra-golpeador: es una pieza pesada de metal, de cerca de 500 g; podría ser una vieja plancha de hierro o una cabeza grande de martillo;
- un compás grande capaz de abrir 65 cm; también puede ser necesario un compás pequeño para trazar círculos pequeños;
- un marcador o gramil metálico de medidas ya que las medidas deben ser precisas;
- un mazo de madera; se puede usar un pedazo de madera de cerca de 5 cm x 10 cm x 30 cm y hacerle un mango de 10 cm;

FIGURA 7

Descripción de las herramientas comunes

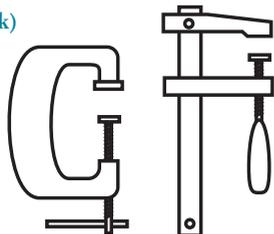


■ 3 – Herramientas, materiales y equipo

FIGURA 7 (continuado)

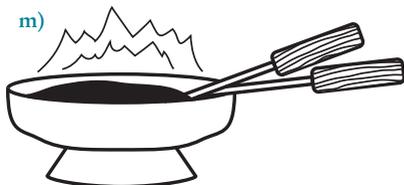
Descripción de las herramientas comunes

k)



l)

m)



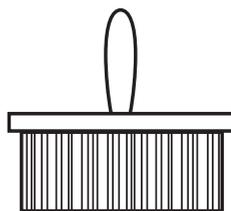
n)



o)



p)



q)



r)



s)

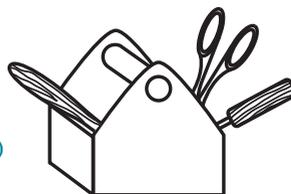
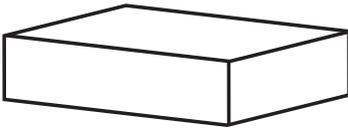


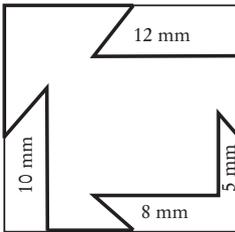
FIGURA 8

Descripción de las herramientas especiales

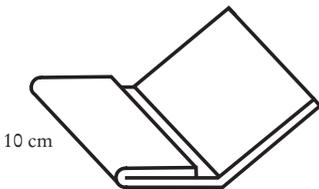
Un contra-golpeador: es una pieza pesada de metal, de cerca de 500 g; podría ser una vieja plancha de hierro o una cabeza grande de martillo



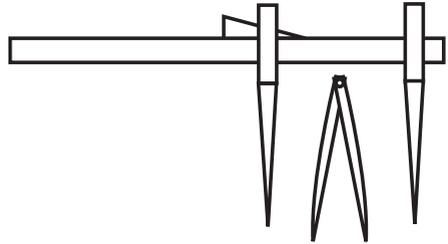
Un marcador o gramil metálico de medidas ya que las medidas deben ser precisas



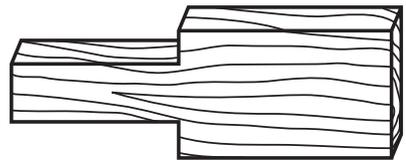
Un espaciador fabricado de la misma lámina o un angular para completar dobleces (figura)



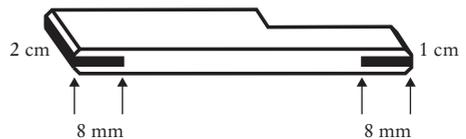
Un compás grande capaz de abrir 65 cm; también puede ser necesario un compás pequeño para trazar círculos pequeños



Un mazo de madera; se puede usar un pedazo de madera de cerca de 5 cm x 10 cm x 30 cm y hacerle un mango de 10 cm



Un doblador de lámina: es una pequeña barra metálica de 2 cm de ancho, 0,5 cm de espesor y 5-10 cm de longitud que tiene un corte en cada terminal de 8 y 5 mm de profundidad (estas medidas son importantes)

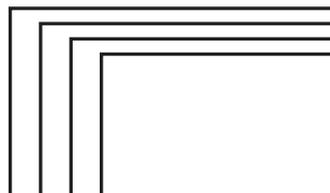


■ 3 – Herramientas, materiales y equipo

FIGURA 9

Materiales para silos de 0,159 m³ a 2,410 m³

Láminas de acero galvanizadas de 0,5 mm de espesor (o el correspondiente al calibre 26); normalmente de 200 cm de largo x 100 cm de ancho (véanse planos para otras dimensiones en los anexos)



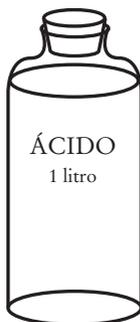
Soldadura en barras o en rollo: la mejor es un 50 % estaño, un 50 % plomo (300 g a 1 kg por silo)

50% Sn / 50% Pb

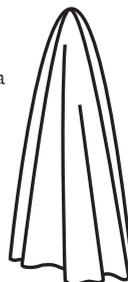
Coadyuvante de soldadura o desoxidante como sal amoniacal o jabón de sal de amonio (cloruro de amonio) (20–50 g/silo)



Ácido clorhídrico o muriático al 10 % de concentración; no use el ácido directamente del recipiente original y utilice una jarra pequeña de vidrio de 50–100 ml, con tapa o tapón (de 20 a 50 ml por silo)



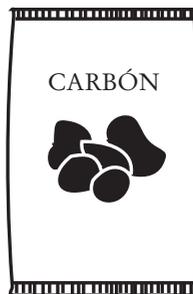
Jabón en polvo y trapos para limpieza



Pintura anticorrosiva color aluminio (80–250 ml/silo); no use nunca pintura a base de plomo



Carbón para calentar los soldadores o gas en garrafas si está disponible (2–6 kg/silo)



- un espaciador: es un trozo del mismo metal usado para construir el silo el cual se le dobla un borde; también se puede usar un angular para completar dobleces;
- un doblador de lámina: es una pequeña barra metálica de 2 cm de ancho, 0,5 cm de espesor y 5–10 cm de longitud que tiene un corte en cada terminal de 8 y 5 mm de profundidad (estas medidas son importantes).

3.3 Materiales

Los materiales son los elementos necesarios para construir un silo. Las cantidades requeridas para silos de 0,159 m³ a 2,410 m³ se muestran a continuación.

3.4 Descripción del banco de trabajo

Se necesita un banco simple de trabajo (se puede construir uno como muestra la Figura 10). Hay que cubrir un borde del tablón de madera con un pedazo de hierro en ángulo. Los materiales necesarios son los siguientes:

- tablón de madera de 5 cm x 25 cm x 2,5 m de largo;
- leño de madera de 10 cm de diámetro x 1 m;
- una pieza de hierro en ángulo de 3 cm x 3 cm x 2,5 m;
- dos barriles o caballetes de cerca 8 cm de altura.

Si se cuenta con una buena y sólida mesa de trabajo, se puede atacar o fijar el hierro en ángulo a la mesa.

Una pieza de hierro en ángulo
de 3 cm x 3 cm x 2,5 m

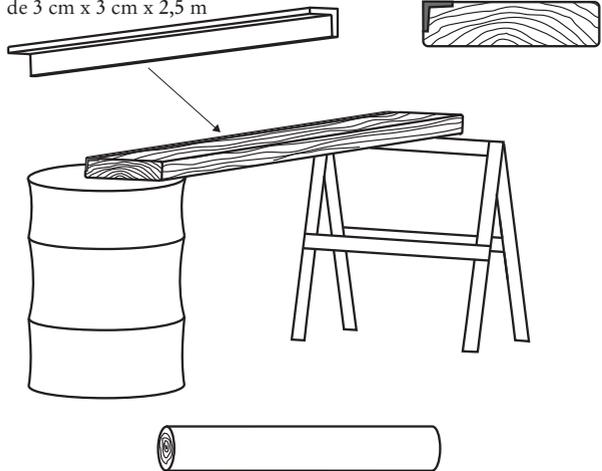


FIGURA 10

Banco de trabajo

CAPÍTULO 4

Taller y habilidades básicas

■ 4 – Taller y habilidades básicas

4.1 El taller

El espacio de trabajo puede ser muy simple. Para construir silos grandes, el taller deberá ser de al menos 2,5 x 5 m, tener un piso duro (el mejor es en cemento) y una mesa pequeña para las herramientas. Las herramientas son valiosas y son la clave para un buen trabajo; si no puede guardarlas bajo llave, lléveselas a su casa.

4.2 Habilidades básicas

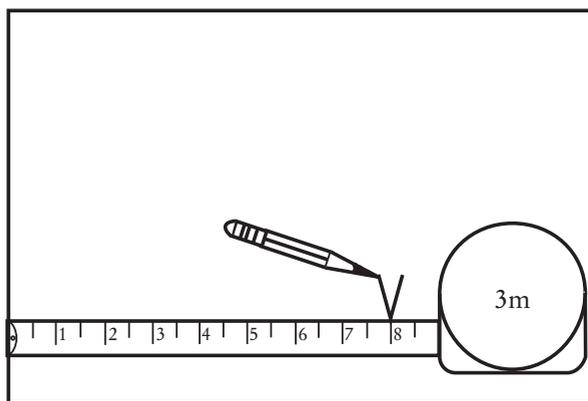
Son las habilidades necesarias para trabajar en cada paso del proceso de construcción del silo.

4.2.1 *Cómo hacer medidas y marcar*

La cinta medidora (cinta métrica) o flexómetro tiene un gancho en el final. Ponga el gancho en el borde de la lámina y haga una marca en forma de V con el punto de la V a su medida. Ponga la cinta paralela a lo largo del borde que se está midiendo.

FIGURA 11

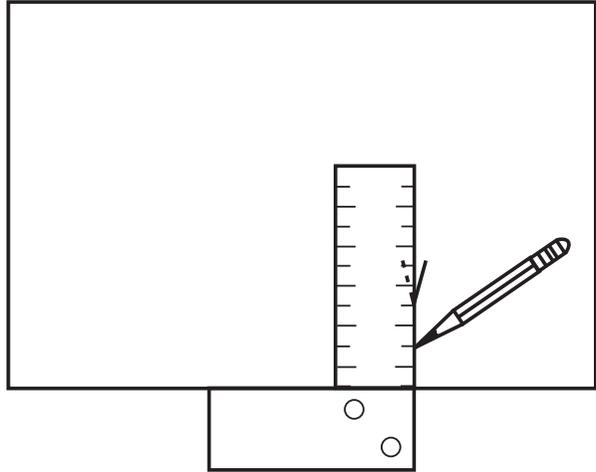
Uso de la cinta medidora para una marca a 8 cm



La escuadra hace marcas a 90° del borde de la lámina. Úsela para marcar líneas cortas. Coloque el perfil de la escuadra a lo largo del borde de la lámina y el asa o cruce en el punto de la marca en V que hizo con la cinta medidora (métrica).

FIGURA 12

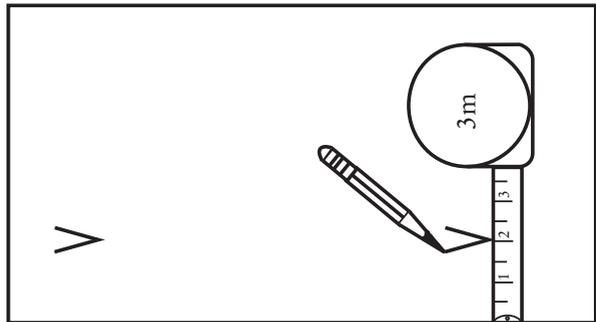
Uso de la escuadra



Son necesarias dos marcas o puntos para trazar una línea larga. Use la cinta medidora para hacer dos marcas de 2 cm desde el borde de la lámina.

FIGURA 13

Uso de la cinta medidora

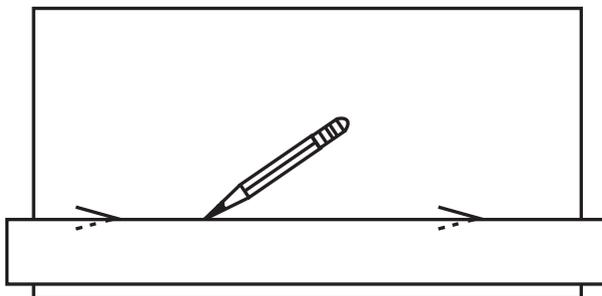


Use el borde derecho para conectar las marcas o puntos.

■ 4 – Taller y habilidades básicas

FIGURA 14

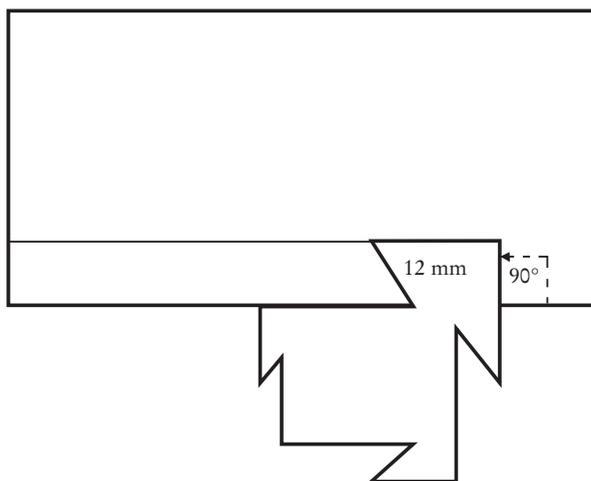
Conectar marcas o puntos



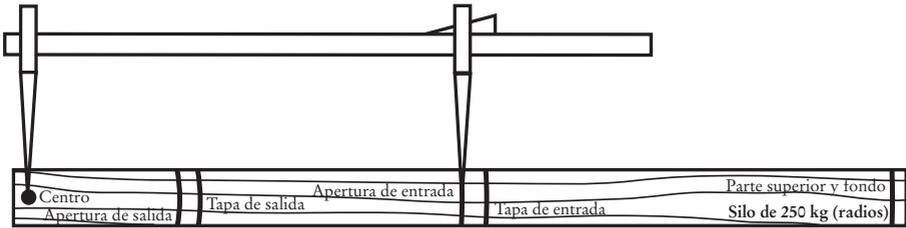
El calibrador de marcas o gramil dibuja una línea paralela con el borde de la lámina. En la Figura 15, el calibrador hace una línea de 12 mm desde el borde. Ponga el calibrador a 90° del borde de la lámina.

FIGURA 15

Uso del calibrador



El compás es necesario para hacer los círculos. Para medir la apertura de los puntos del compás, use el marcador-medidor y ajuste el compás a la señal.

FIGURA 16*Uso del marcador-medidor*

Cuando la medida sea justa, use el compás como muestra la Figura 17 para encontrar dónde ubicar el punto central del círculo (no raye demasiado fuerte, podría dañar el galvanizado) y dibuje el círculo (Figura 18).

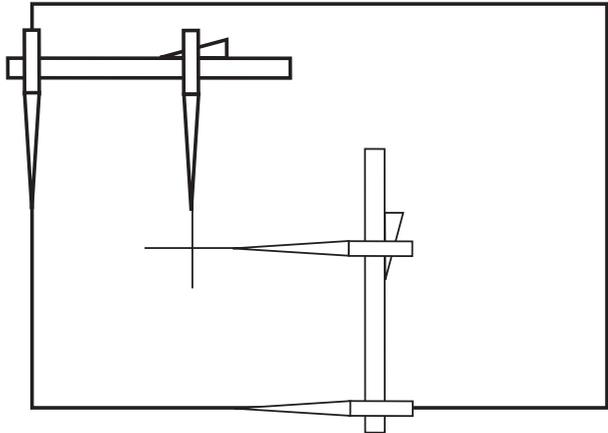
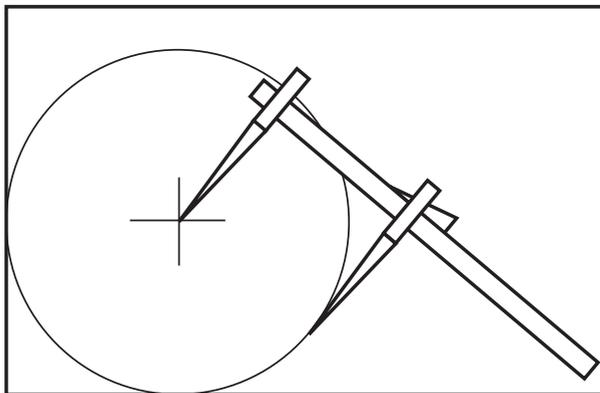
FIGURA 17*Uso del compás*

FIGURA 18

Dibujo del círculo



4.2.2 Cómo soldar

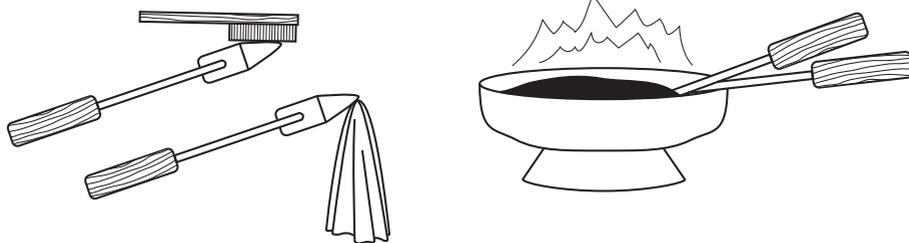
Soldar es otra parte importante de este proceso. Aprender a soldar bien y rápido ahorra tiempo, soldadura y carbón. También ayudará a hacer silos de calidad que duren mucho tiempo.

Lo primero que se debe preparar son los cautines o cauteles soldadores. La cara del cautín que usará para soldar debe estar limpia y cubierta con estaño; comience por limpiar la cara del cautín con el cepillo de acero y luego límpielo con un trapo.

Caliente los cautines en el fuego. Cuando caliente los cautines para soldar, nunca deben estar al rojo vivo ya que podría dañar el cobre y gastar tiempo y carbón.

FIGURA 19

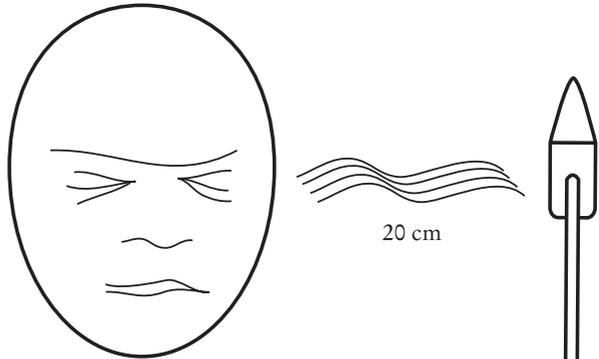
Limpieza y calentamiento de los cautines



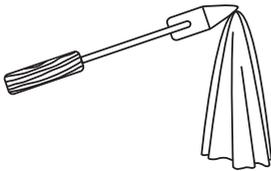
Remueva uno de los cautines para ver si están lo suficientemente calientes (están listos cuando los pueda resistir a 20 cm de su cara).

FIGURA 20

Cautines suficientemente calientes



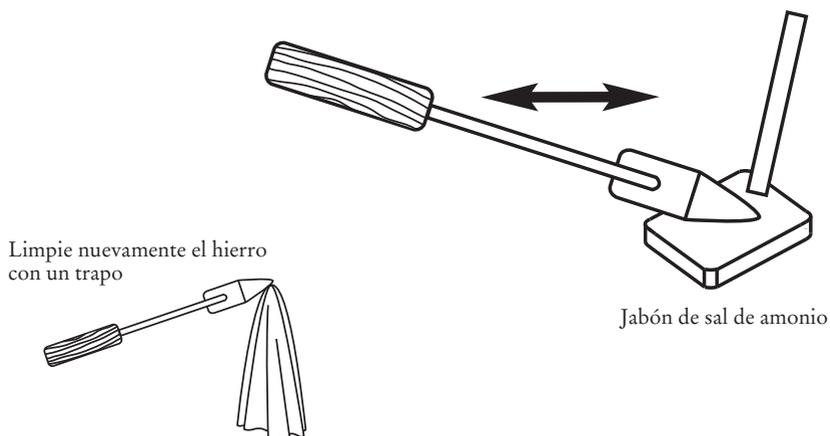
Limpie el cautín con un trapo



Frote suavemente la punta y algo de los lados del cautín sobre el jabón de sal de amonio, añadiendo soldadura hasta que la punta de este quede cubierto de la soldadura. Este procedimiento se llama «estañado del cautín». También se puede usar resina en un plato plano, mezclándola con un poco de arena.

FIGURA 21

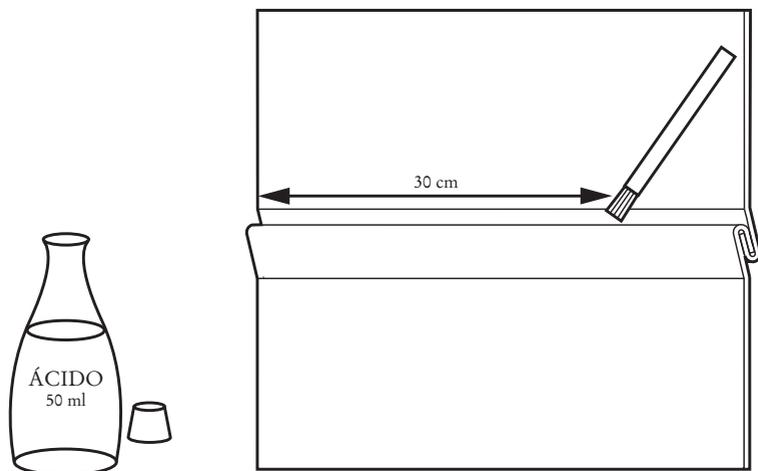
Estañado del cautel



Aplique un poco de ácido para limpiar la unión justo antes de soldar. Para uniones largas, aplique el ácido solamente para un máximo de 30 cm. Sea cuidadoso de no esparcir el ácido sobre otras partes del metal.

FIGURA 22

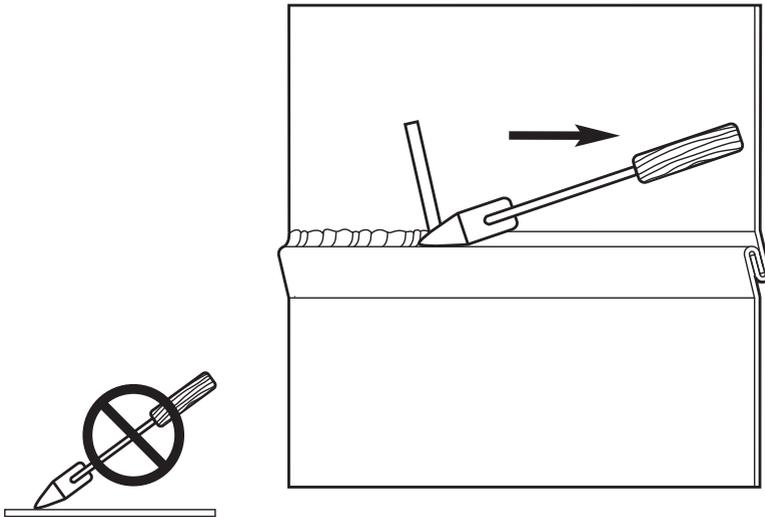
Aplicación del ácido



Use la cara limpia del cautín para derretir la soldadura dentro de la unión. Tenga la cara completa del cautín sobre la unión y tire el cautín suavemente a lo largo de la soldadura derretida desde la barra. Si se nota algún hueco, regrese y cúbralo. Cuando la soldadura no se derrita fácilmente, regrese el cautín al fuego y use el otro.

FIGURA 23

Uso del cautín para derretir la soldadura



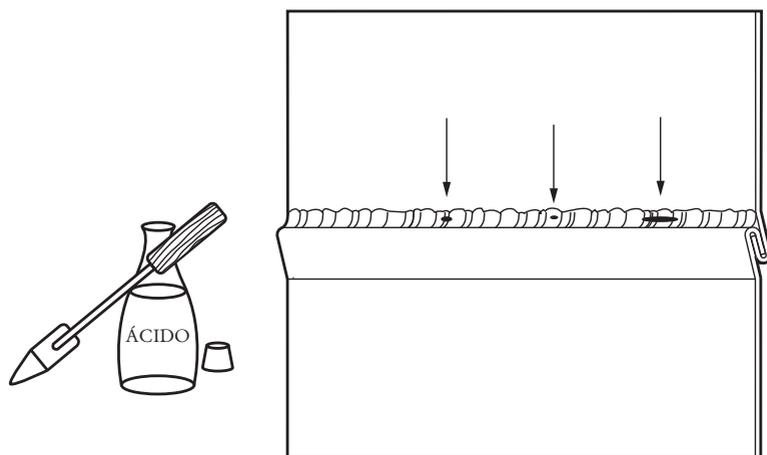
! ¡Importante!

Use la cara completa del cautín y no solo la punta.

Revise los huecos a lo largo de toda la unión. Si se encuentra alguno, aproveche ahora para tapanlo. Aplique una gota de ácido en el punto y derrita un poco de soldadura dentro del hueco.

FIGURA 24

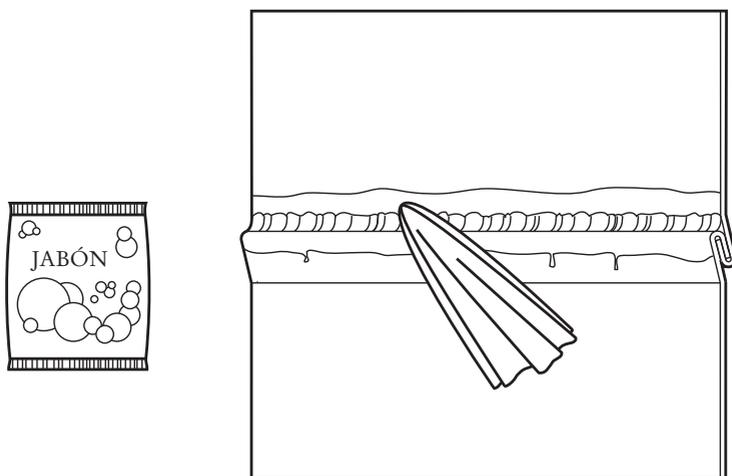
Tapado de huecos



Use un trapo con jabón y agua para limpiar las áreas donde ha tocado el ácido. Seque el área con otro trapo o paño.

FIGURA 25

Secado del área



4.2.3 Consideraciones sobre la hermeticidad del silo

Si los dobleces están bien soldados se logra una buena hermeticidad, como se describe en el apartado 2.2.7., y por tanto no es necesario usar clavos o remaches. La presencia de clavos o remaches en un silo terminado son una indicación de que los dobleces no están bien hechos.

El uso de pintura para cerrar agujeros o de productos para el sellado de las uniones no necesariamente hace que el silo sea más fuerte o que quede completamente hermético. No confíe en la pintura para cerrar los agujeros porque después de un tiempo se descascara y el silo pierde hermeticidad.

Haga todas las uniones y dobleces cuidadosamente, séllelos y refuérce los con soldadura. Esta combinación de precisión en las uniones y dobleces y el uso de una soldadura adecuada hacen que la calidad del silo sea fuerte y permanente y, con un buen mantenimiento, ayuda a conservarlo hasta 15 o 20 años.

Otro detalle importante es que la altura del cuello de las tapas sea menor que la altura del cuello de las bocas a fin de tener espacio suficiente entre los cierres de las tapas y cuellos y poder colocar bandas o tiras de goma para hermetizarlas.

Trate siempre de:

- hacer con atención y cuidado todas las juntas y los dobleces;
- soldar todas las uniones y dobleces con un soldador de estaño/plomo;
- limpiar y revisar todas las uniones de las soldaduras;
- rellenar todos los agujeros con soldadura.

No use en ningún caso:

- clavos o remaches;
- productos para sellar uniones;
- pintura para tapar agujeros.

Eventualmente, para verificar que el silo no tenga pequeños orificios o aberturas presentes inadvertidas después de su construcción, es conveniente verificar la hermeticidad antes de usar el silo. Una posibilidad de verificación simple sería llenar el silo de agua y observar que no tenga fugas en las uniones y dobleces. Esto sería, por lo tanto, un modo práctico y recomendable de controlar la hermeticidad del silo.

Por otra parte, es conveniente e importante que, después de hacer esta prueba de hermeticidad con agua y antes de usar el silo, se elimine la humedad que pudo haber quedado en el interior del silo secándolo y ventilándolo adecuadamente. De esta manera se evita

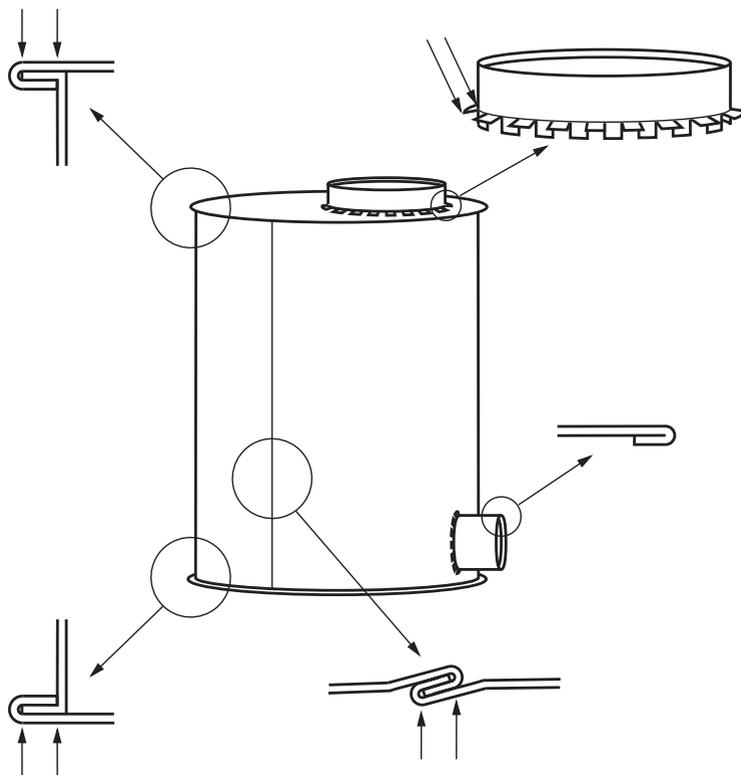
■ 4 – Taller y habilidades básicas

humedecer el grano seco que va a ser introducido y conservado dentro silo.

La Figura 26 muestra algunos detalles y puntos en el cuerpo del silo que deben ser considerados para verificar que no hay presencia de orificios o aberturas.

FIGURA 26

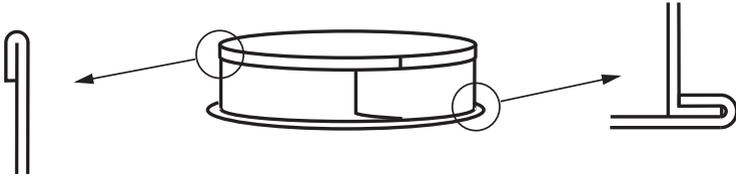
Detalles de construcción sobre el cierre



Todas las uniones y dobleces deben soldarse.

FIGURA 27

Tapas



CAPÍTULO 5

La construcción del silo

! ¡Importante!

Lea el manual antes de comenzar el trabajo para entender el proceso básico.

5.1 Los primeros pasos

Antes de comenzar a construir un silo se deben agrupar todas las herramientas y materiales y limpiar el espacio de trabajo.

Con una escuadra, revise que los ángulos esquineros de cada lámina son de 90°. Esto es especialmente importante para las láminas que serán usadas en el cuerpo del silo. Corte la mínima cantidad posible de lámina de los extremos en caso que tenga que cuadrar la lámina.

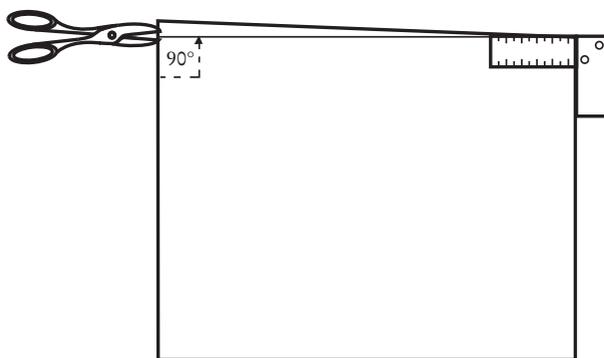


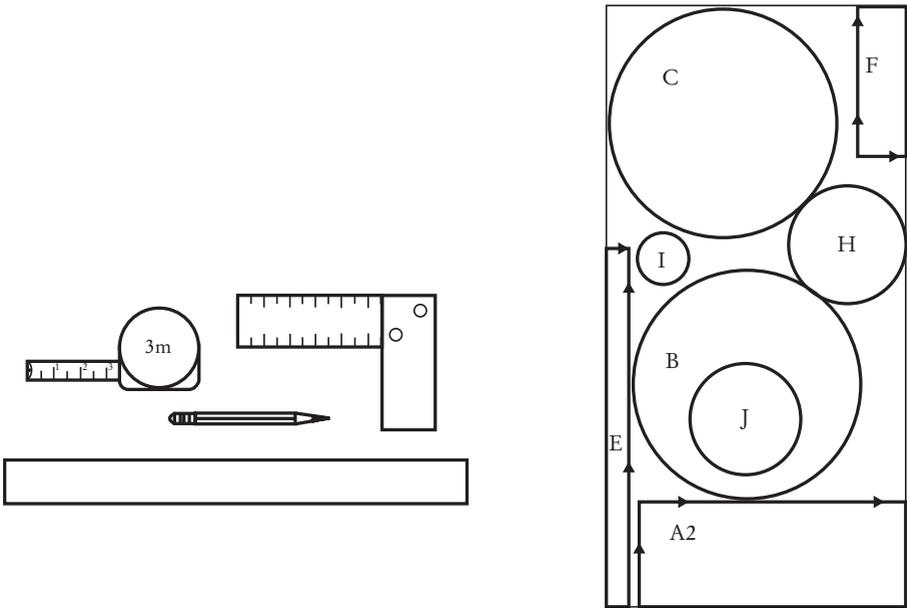
FIGURA 28

Corte de la lámina

Con la cinta medidora (métrica) o los patrones o modelos, marque las piezas para el cuerpo, aberturas, bocas y las tapas del silo. Consulte las páginas que muestran los planos para el silo que se quiere construir. Antes de comenzar a cortar, asegúrese de escribir el nombre de cada pieza sobre la misma.

FIGURA 29

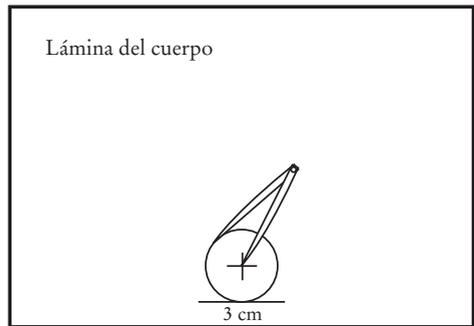
Marcado de las piezas



Corte el espacio circular de la abertura (boca) de salida en una de las láminas del cuerpo. El borde de la abertura debe estar a 3 cm del borde de la lámina.

FIGURA 30

Corte de la boca de salida

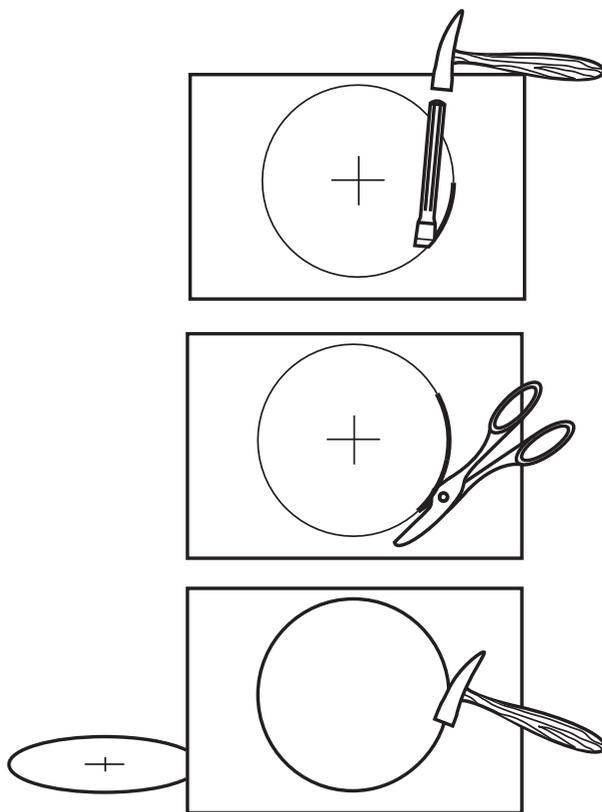


■ 5 – La construcción del silo

Use el martillo y el cincel para comenzar a cortar y finalice con las tijeras. Aplane el corte del borde del hueco con el martillo sobre el banco de trabajo.

FIGURA 31

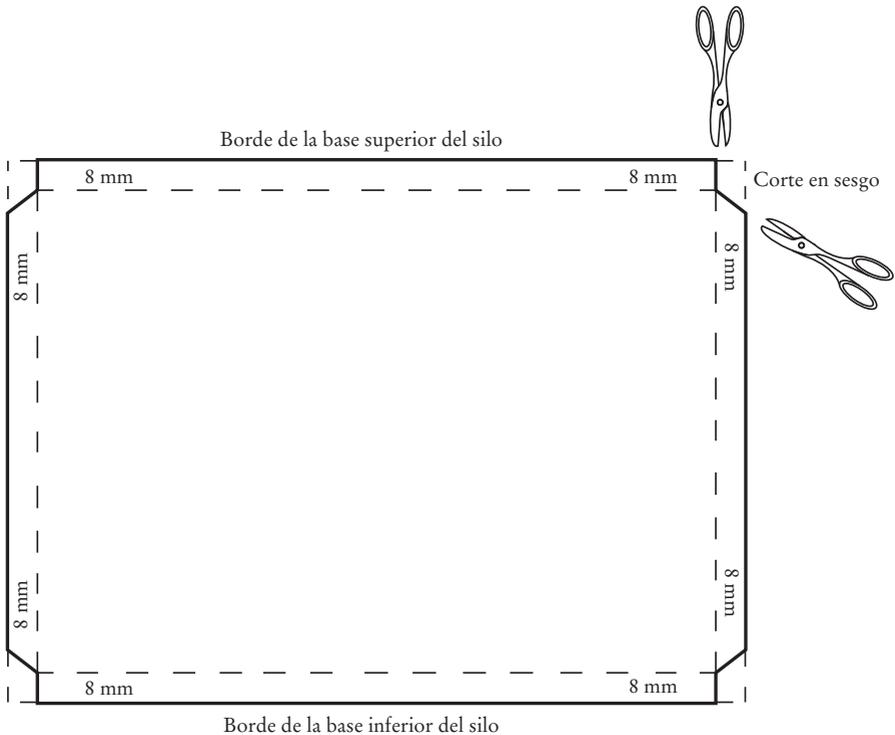
Corte



Haga el corte en sesgo en las cuatro esquinas de las láminas que forman el cuerpo; los cortes rectos o a escuadra en los extremos o bordes que se unirán a la tapa superior y con la tapa inferior para formar el fondo del silo; y los cortes angulados sobre los bordes que se unirán o traslaparán entre ellos para formar el cuerpo del silo.

FIGURA 32

Cortes de la lámina



5.2 Formación del cuerpo del silo usando el método de traslape

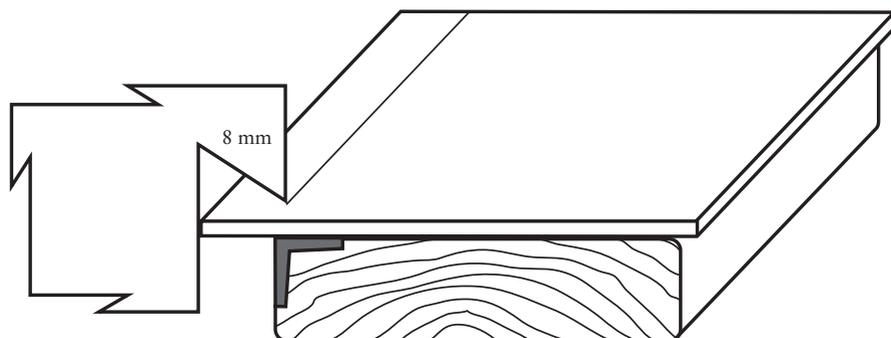
El método de doblez o traslape se usa para unir los extremos de las láminas que forman el cuerpo del silo. Haga el proceso completo en ambos bordes opuestos de cada lámina de modo que se vean exactamente como en la Figura 33.

Use el calibrador o gramil para hacer una marca de 8 mm a lo largo del filo que se dispone doblar.

■ 5 – La construcción del silo

FIGURA 33

Marcado previo al doblar



Use el mazo de madera y el borde del banco de trabajo con el hierro en ángulo para comenzar a doblar.

FIGURA 34

Inicio del doblar

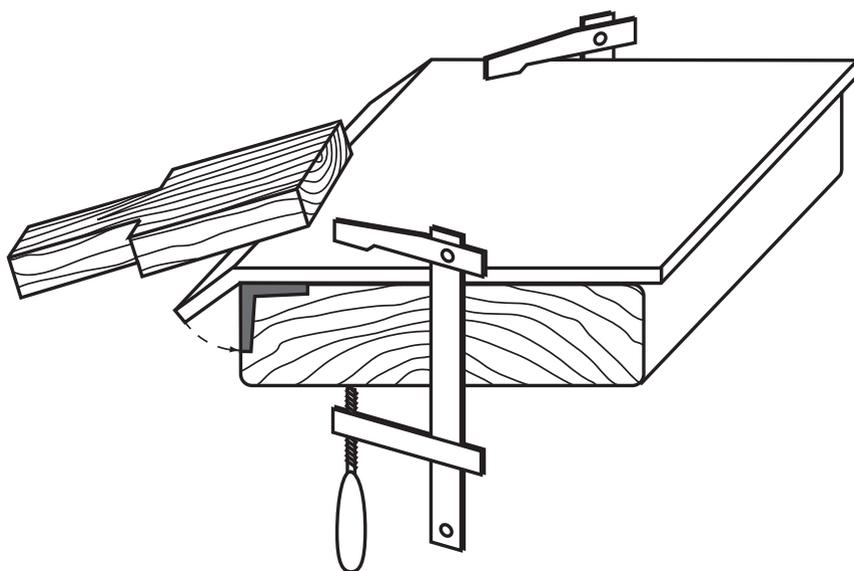
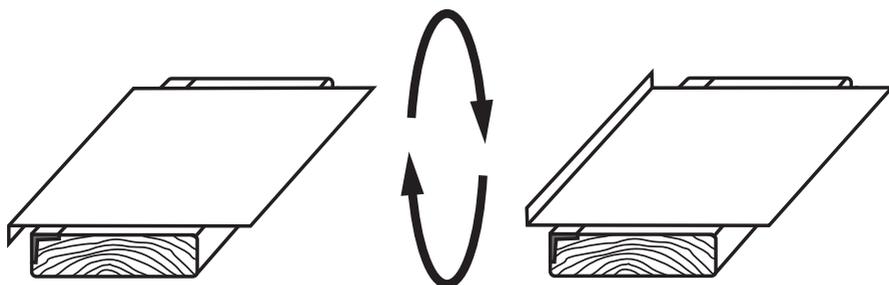
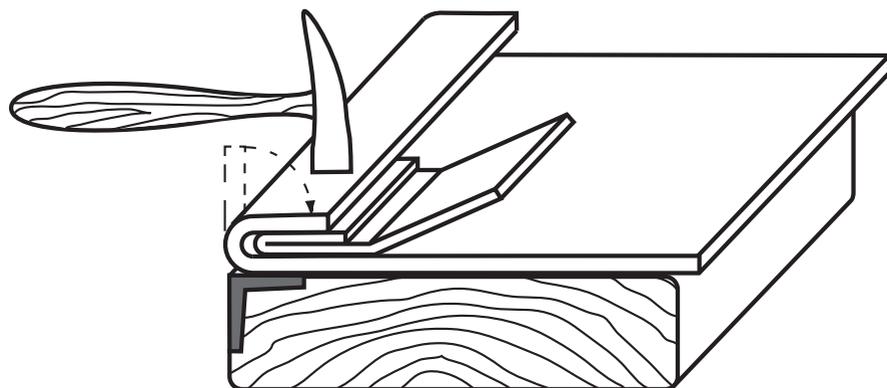


FIGURA 35

Volteo de la lámina

Use el espaciador o angular mientras se hace el doblé a lo largo de todo el borde. En este punto el doblé deberá ser uniforme y continuo.

FIGURA 36

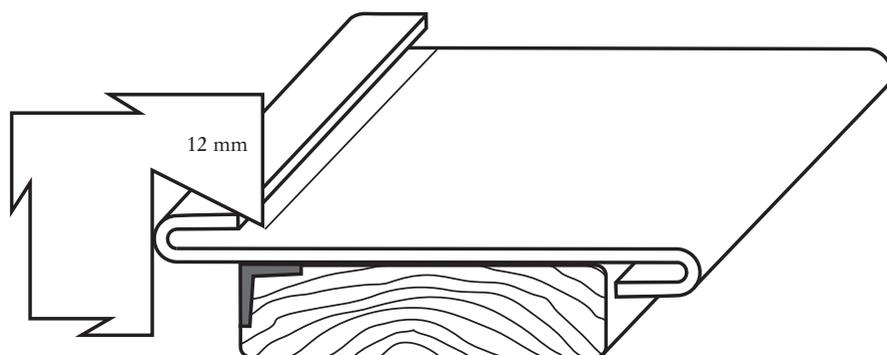
Uso del espaciador o angular durante el doblé

Use el calibrador o gramil para hacer una marca de 12 mm sobre el mismo lado de la lámina como en el doblé.

■ 5 – La construcción del silo

FIGURA 37

Uso del calibrador o gramil



Use el espaciador y el mazo de madera para doblar el borde alrededor de 20° sobre el banco de trabajo. El borde debe estar doblado del lado opuesto al doblez.

FIGURA 38

Doblado del borde

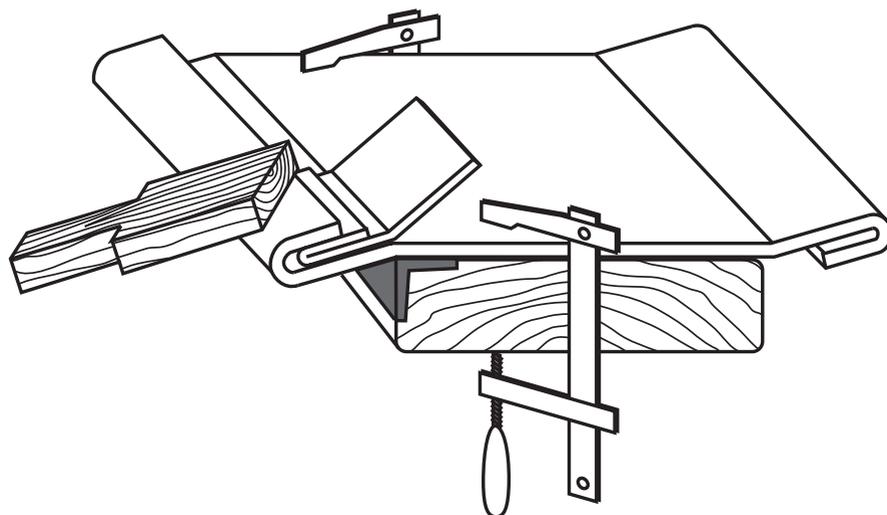
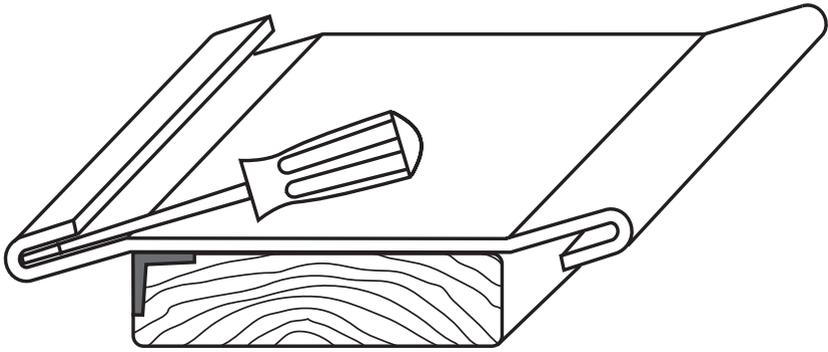


FIGURA 39

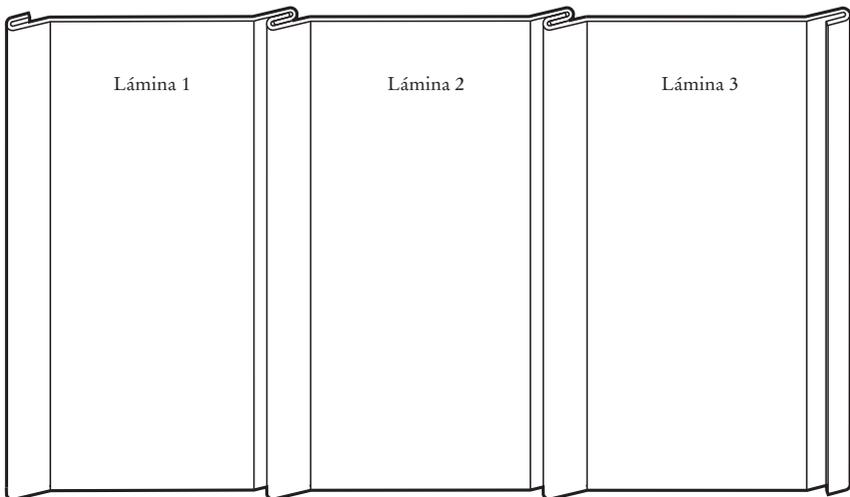
Uso del destornillador para reabrir el borde doblado



El cuerpo del silo que se está construyendo puede estar hecho de más de una lámina galvanizada. Coloque las láminas sobre el banco de trabajo o sobre el piso, pero en lugar plano. Esto es muy importante. Asegúrese de que los dobleces o ganchos se traslapen a todo lo largo del borde de la lámina y de que la base superior e inferior de las dos láminas estén bien alineadas.

FIGURA 40

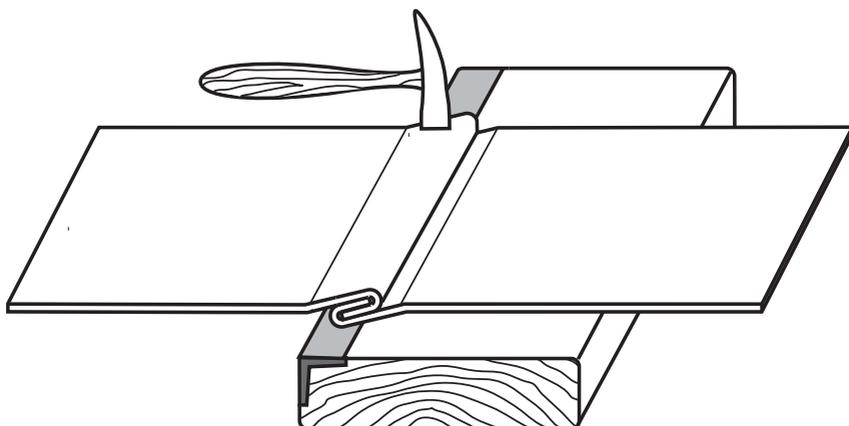
Varias láminas galvanizadas con los dobleces traslapados



■ 5 – La construcción del silo

FIGURA 41

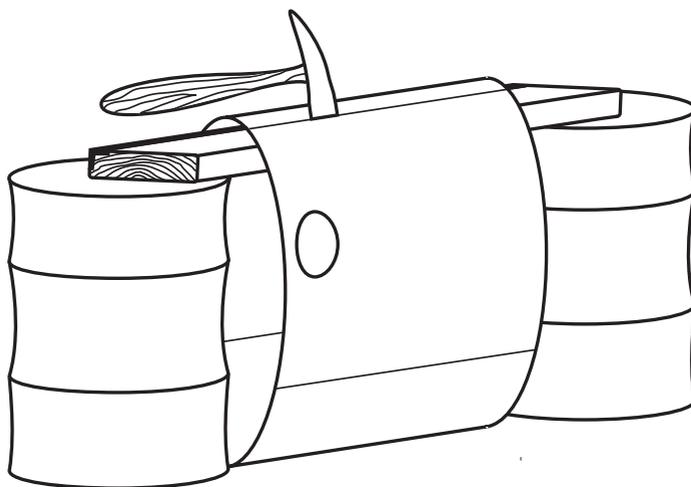
Martilleado de los dobleces traslapados



Una los dobleces o ganchos de los extremos encima del banco de trabajo, de modo que se traslapen para formar el último doblez. Cíerrello de la misma forma en que se hizo con los otros.

FIGURA 42

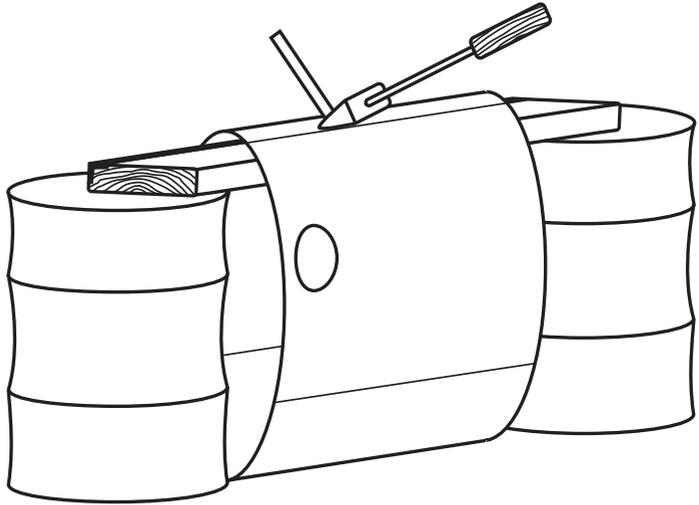
Unión de los dobleces



Suelde los dobleces o traslapes en un lado de la lámina. El doblez debe estar completamente sellado con soldadura. La soldadura debe quedar en la parte exterior del silo.

FIGURA 43

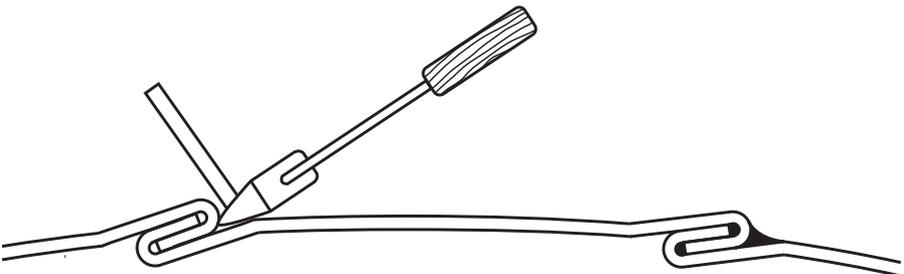
Soldado de los dobleces



Suelde únicamente por el lado de afuera del silo.

FIGURA 44

Soldado por el lado exterior del silo

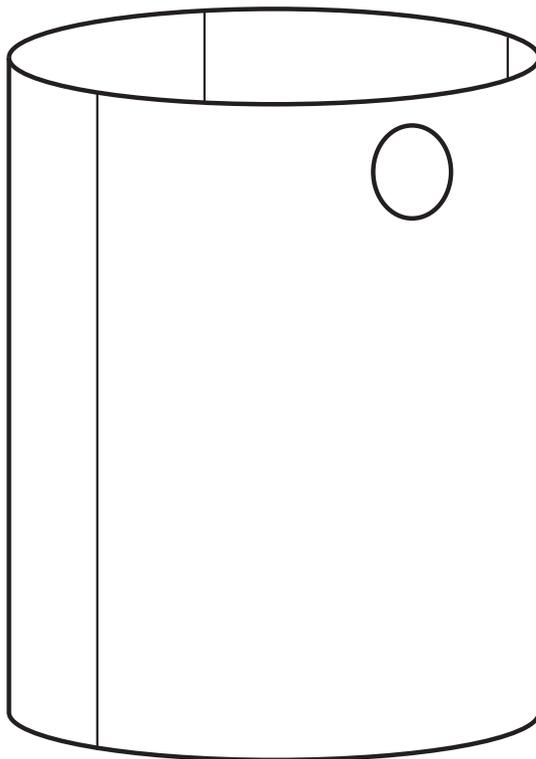


■ 5 – La construcción del silo

Levante el silo con la abertura o boca de salida hacia arriba para comenzar el proceso de unión de la base inferior o fondo del silo con el cuerpo del mismo.

FIGURA 45

Silo de pie con la boca de salida hacia arriba

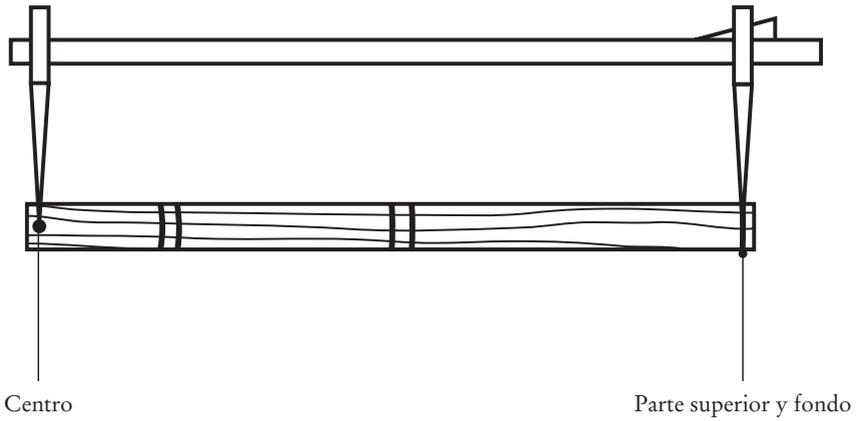


5.3 Formación de las bases o fondos superior o inferior del silo

Los silos más pequeños tienen bases o fondos superiores e inferiores hechos de una sola pieza. Los silos más grandes tienen bases o fondos superiores e inferiores hechos de dos piezas. Esta sección muestra cómo hacer ambos tipos de bases o fondos.

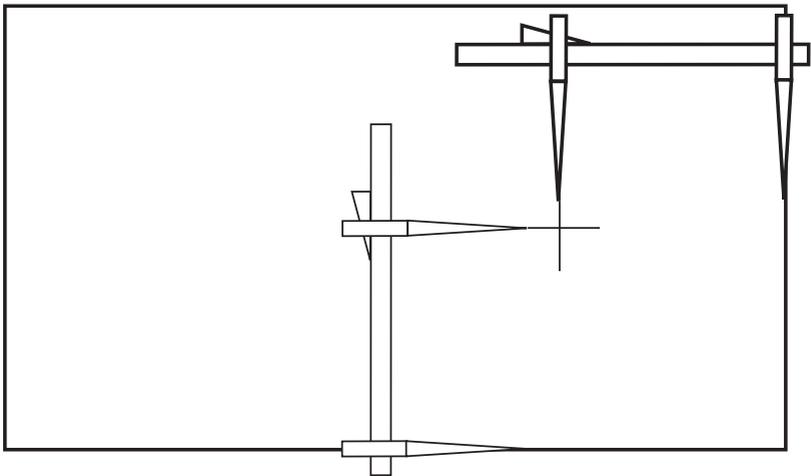
El compás dibuja los círculos grandes. Para medir la abertura de los puntos del compás, use el medidor-marcador y ajuste el compás a la marca del radio de la base superior e inferior.

FIGURA 46

Uso del medidor-marcador

Cuando se haya hecho la medida, use el compás como se muestra en la Figura 47 para encontrar el lugar donde ubicar el punto central del círculo.

FIGURA 47

Uso del compás

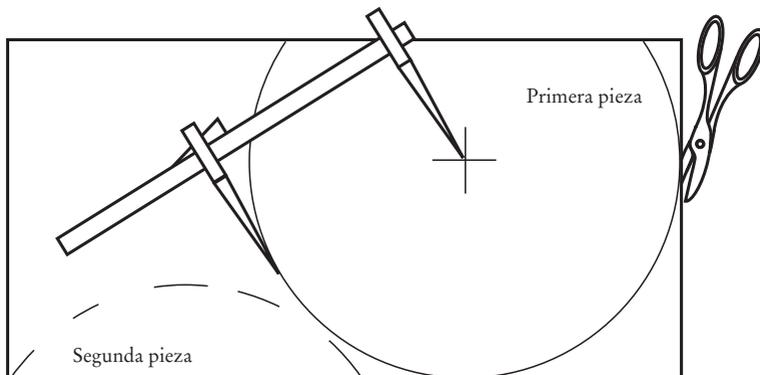
■ 5 – La construcción del silo

Los próximos pasos muestran cómo hacer bases o fondos superiores e inferiores de dos piezas.

Señale con claridad el punto central. Será necesario encontrar nuevamente el centro después de dibujar la parte más pequeña del círculo. Tenga cuidado de no agujerear el punto central.

FIGURA 48

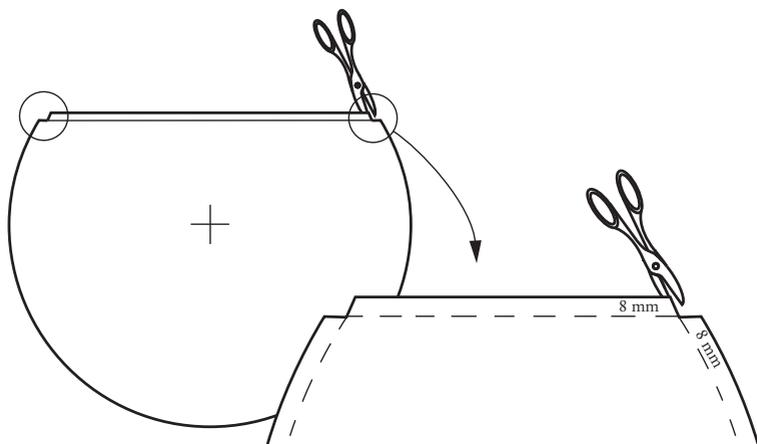
Marcado del punto central



Haga cortes de relevo o angulares en el borde del extremo o parte recta, es decir, donde quedará el doblado o traslape.

FIGURA 49

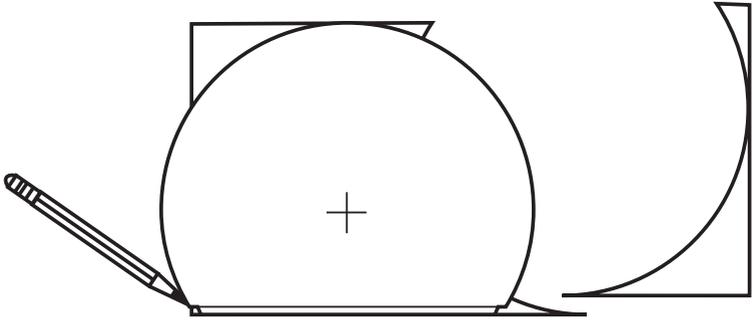
Cortes de relevo



Ponga la pieza más grande del círculo sobre la base superior de la lámina que se usará para la pieza más pequeña. Alinee los bordes y trace los cortes para los bordes.

FIGURA 50

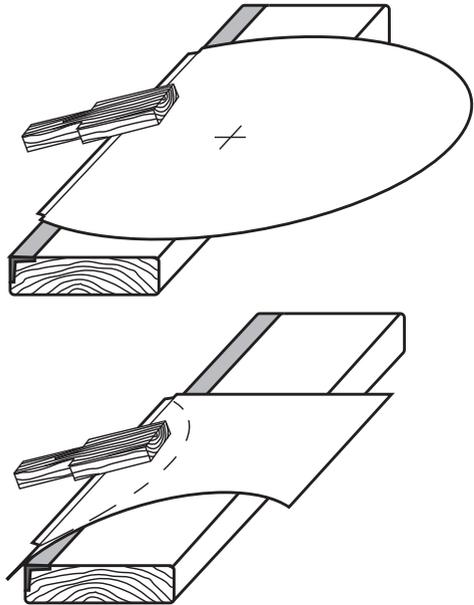
Colocación de las piezas y trazado de cortes



Use el método de traslape de los dobleces para unir las piezas.

FIGURA 51

Unión de dobleces mediante traslape

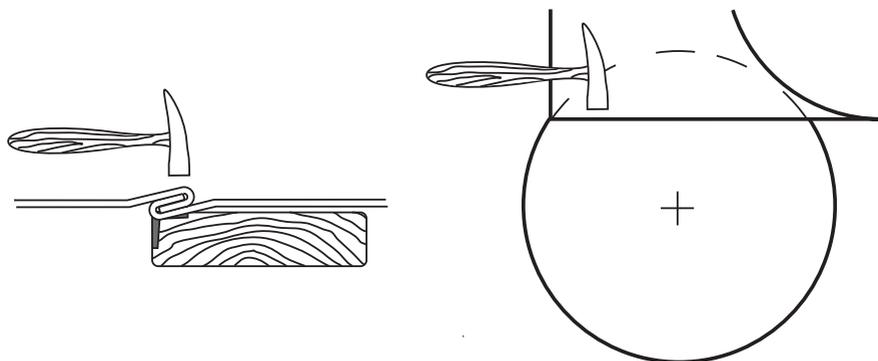


■ 5 – La construcción del silo

Martillee el traslape de los dobleces hasta cerrarlos pero no los suelde todavía.

FIGURA 52

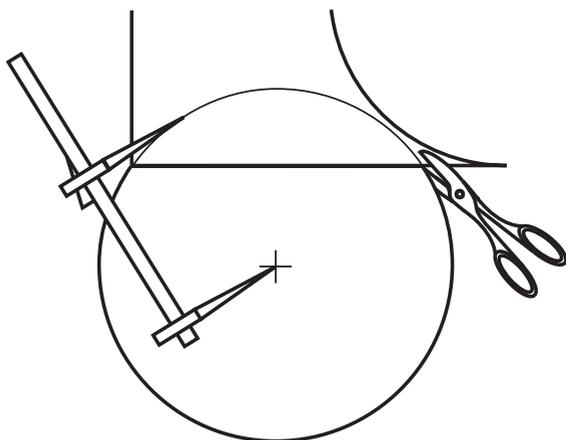
Martilleado del traslape



Use el mismo punto central. Marque y corte el resto del círculo.

FIGURA 53

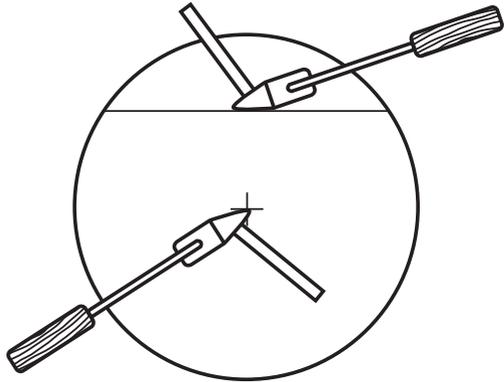
Marcado y corte del resto del círculo



Suelde únicamente por el lado exterior del silo. Ponga un punto de soldadura para cubrir el punto central del círculo.

FIGURA 54

*Soldadura del lado exterior
y del punto central*



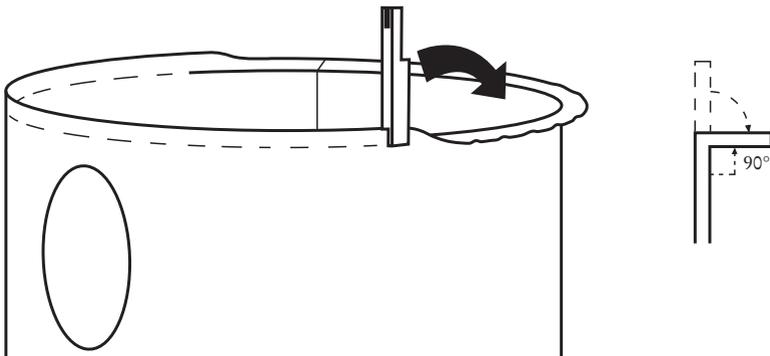
5.4 Unión de la base inferior con el cuerpo del silo usando el método de la pestaña

El método de la pestaña se usa para unir las bases o fondos superior e inferior con el cuerpo del silo. Esta sección describe la unión de la base inferior con el cuerpo del silo; el método es el mismo que para los otros ensambles.

Use el doblador de 8 mm para crear una pestaña alrededor de la circunferencia completa del cilindro. La pestaña debe doblarse a 90° hacia fuera del silo.

FIGURA 55

Pestaña doblada a 90° alrededor de la circunferencia

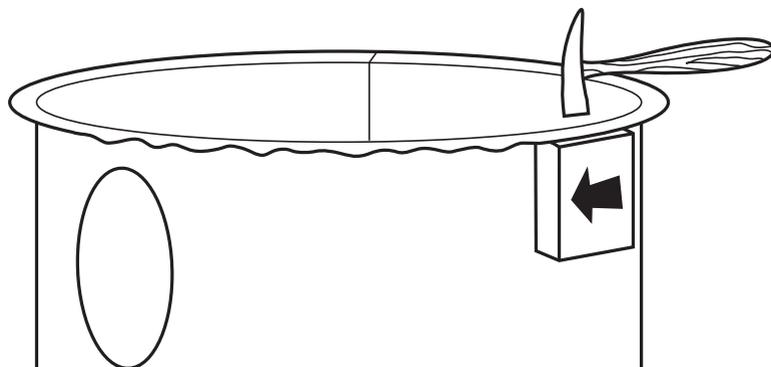


■ 5 – La construcción del silo

Después de usar el doblador, la pestaña será ondulada e irregular. Pase cuidadosamente con el martillo y el contra-golpeador alrededor del borde para aplanar la pestaña por fuera hasta que la pestaña esté plana y uniforme.

FIGURA 56

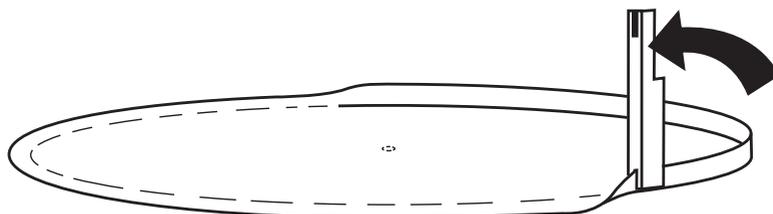
Aplanamiento de la pestaña con el martillo y el contra-golpeador



Utilice el doblador de 8 mm para crear otra pestaña alrededor del borde de la pieza de la base inferior. Doble el borde completo hacia arriba 90° alrededor de toda la base. No es necesario aplanar esta pestaña como antes porque cuando se haya terminado estará completamente doblada.

FIGURA 57

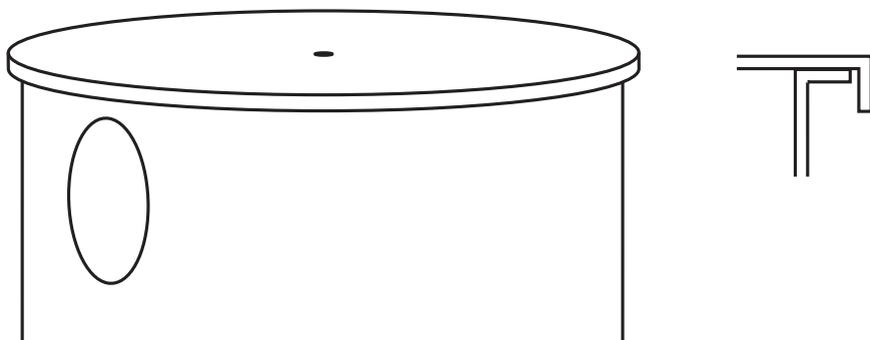
Doblado del borde hacia arriba



Coloque la pieza de la base o fondo inferior con la pestaña hacia abajo y por encima del cuerpo del silo para verificar si tienen la misma forma.

FIGURA 58

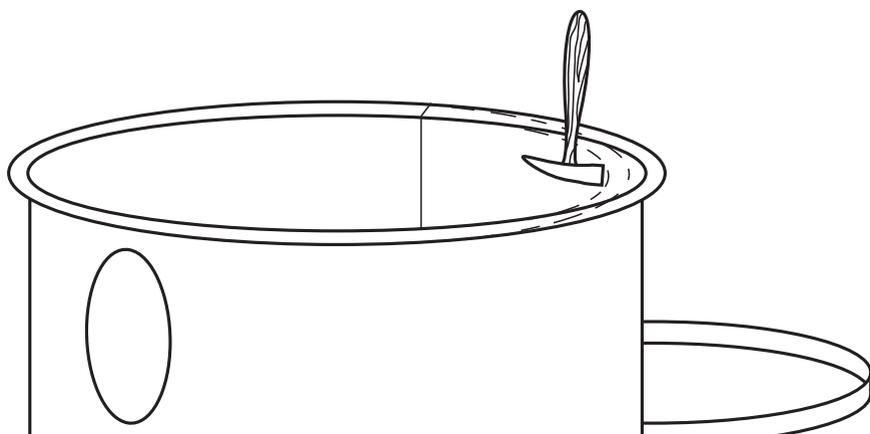
Verificación de la forma



Cuando se unan las piezas en la primera prueba podrían no coincidir. El cuerpo del silo podría no ser un círculo perfecto. Marque con un lápiz los puntos donde este no se ajuste a la base inferior. Luego, martillee cuidadosamente desde adentro. Golpee solo cerca del borde con cuidado de no dañar los dobleces soldados.

FIGURA 59

Martilleado para ajustar a la base inferior

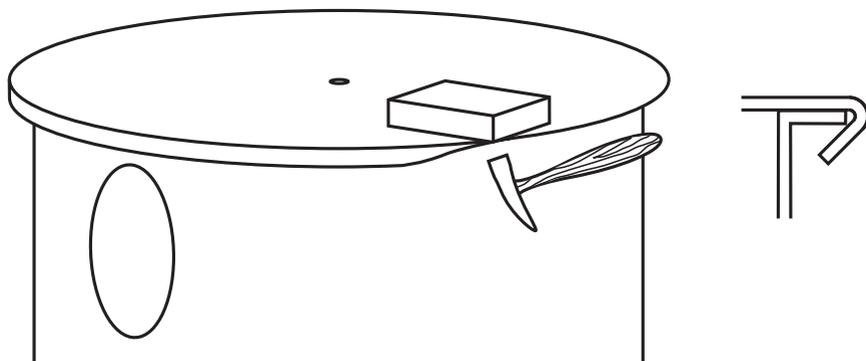


■ 5 – La construcción del silo

Cuando el cuerpo del silo coincide con la base o fondo inferior se puede comenzar a unirlos. Use el contra-golpeador por encima del punto que se está martillando como si se trabajara alrededor del cuerpo del silo. Primero golpee la pestaña cerca de 45°.

FIGURA 60

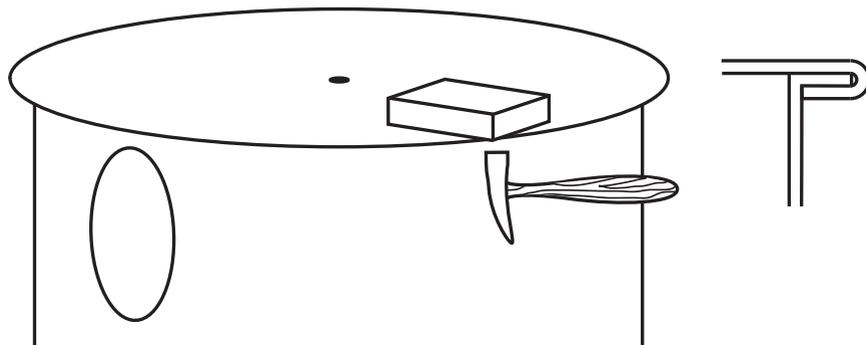
Unión del cuerpo del silo con la base inferior



Pase nuevamente alrededor del círculo con el martillo y el contra-golpeador. Cierre completamente la pestaña de la pieza de la base inferior por encima de la pestaña del cuerpo del silo. Trate de evitar arrugas en la pestaña cada vez que se martille por debajo y tenga cuidado de no dañar el cuerpo del silo con el martillo.

FIGURA 61

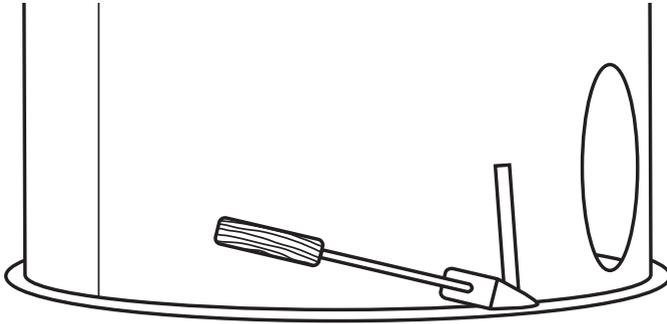
Cierre completo de la pestaña de la pieza de la base inferior por encima de la pestaña del cuerpo del silo



Vuelva a la parte superior del silo. Suelde alrededor de la pestaña. Tenga cuidado de no dejar huecos, especialmente alrededor de los dobleces o uniones del cuerpo del silo.

FIGURA 62

Soldadura alrededor de la pestaña



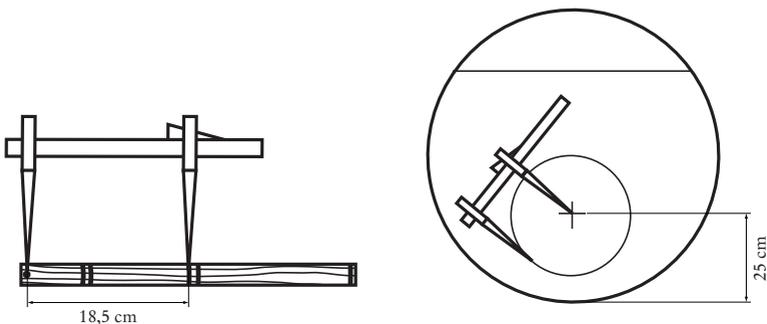
5.5. Fabricación de las aberturas o bocas de entrada y salida

Esta sección describe cómo hacer las aberturas o bocas usadas para el llenado y el vaciado del silo. La abertura de entrada es el hueco grande en la parte superior y la abertura de salida es el hueco pequeño en el lado del silo cerca de la base.

Coloque el compás grande a 18,5 cm y marque el hueco para la apertura de entrada en la pieza de la base superior. El centro del círculo debe estar a 25 cm del borde de la pieza superior.

FIGURA 63

Marcado de la boca de entrada

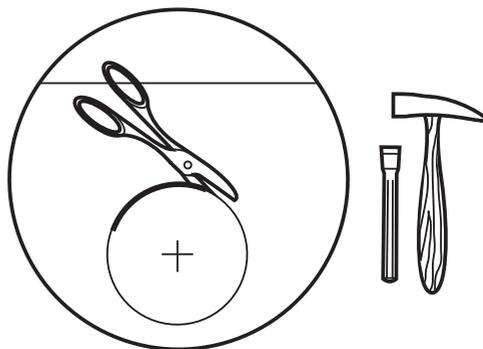


■ 5 – La construcción del silo

Use el cincel y las tijeras para cortar el hueco.

FIGURA 64

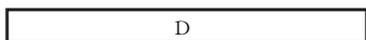
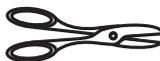
Corte del hueco



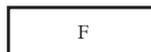
Corte las piezas D y F.

FIGURA 65

Corte de las piezas D y F



Banda o faja de la abertura (boca) de entrada
(11 x 118,2 cm)

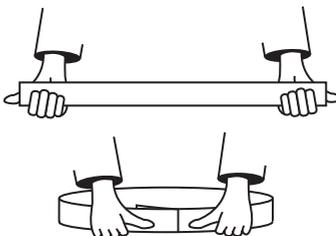


Banda o faja de la abertura (boca) de salida
(16 x 49,1 cm)

Tome la pieza D y dóblela cuidadosamente en forma circular.

FIGURA 66

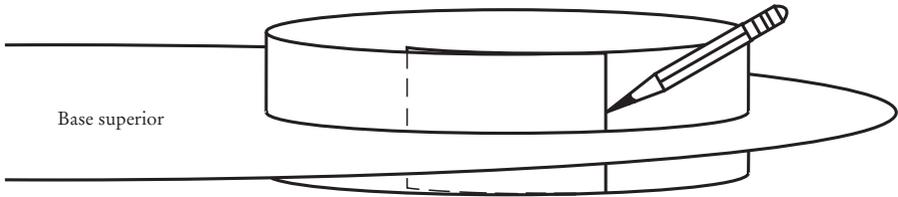
Doblado de la pieza D



Coloque la banda o faja dentro del hueco en la base superior. Asegúrese de que los bordes largos estén alineados hacia arriba de manera uniforme. Haga una marca donde el borde de la banda o faja se sobrepona, pero no la corte todavía.

FIGURA 67

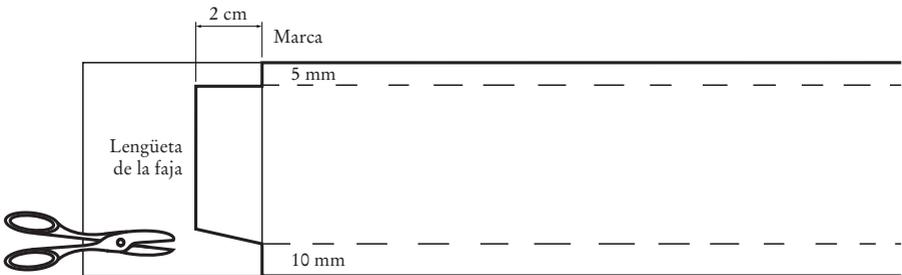
Marca donde la banda se sobrepone



Aplane la banda o faja otra vez. Desde la marca que se ha hecho, agregue 2 cm para hacer la pieza más larga. Estos 2 cm serán la oreja. La oreja necesita cortes con relieve para que los bordes de la faja puedan doblarse.

FIGURA 68

Marcas y cortes de la oreja

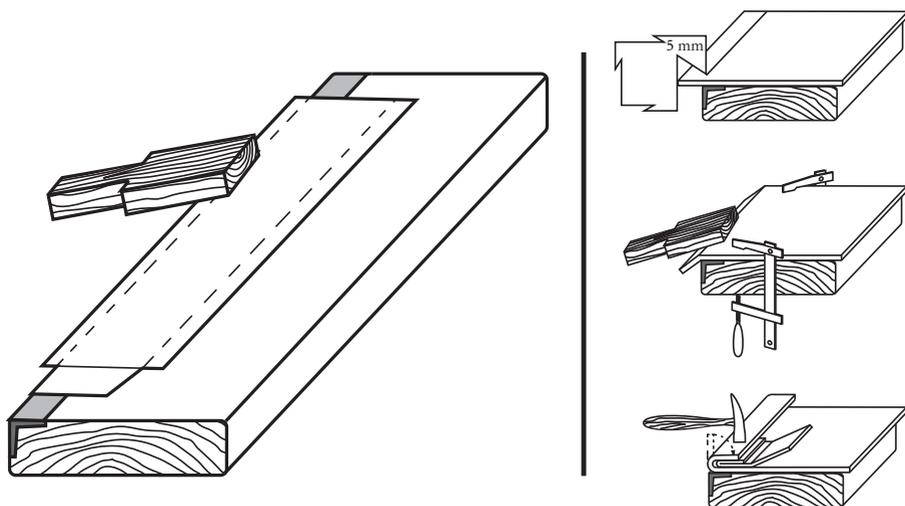


Doble los 5 mm del borde de la faja.

■ 5 – La construcción del silo

FIGURA 69

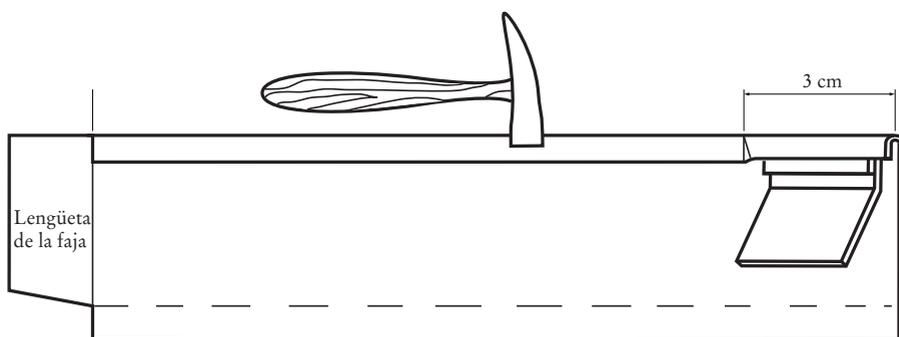
Doblado del borde de la faja



Martillee para cerrar completamente el doblé pero use el espaciador para los últimos 3 cm de distancia de la lengüeta de ensamble.

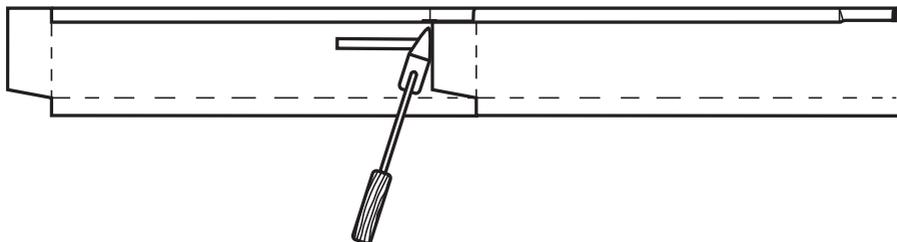
FIGURA 70

Cierre del doblé



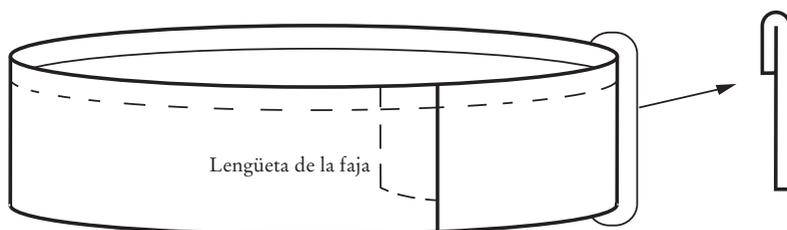
En algunos silos, las bandas o fajas de metal usadas para hacer las aberturas (bocas) están hechas de dos piezas. Es todo lo que se puede conseguir de los materiales disponibles usando el menor número de láminas. Haga una pestaña con cada pieza y súeldelas.

FIGURA 71

Soldado de la pestaña

Doble la banda o faja en forma circular con el borde doblado hacia adentro. Alinee con cuidado las marcas de medida. La lengüeta debe ir por dentro del círculo. El borde de la lengüeta de la base superior se une por debajo del borde doblado de la banda o faja.

FIGURA 72

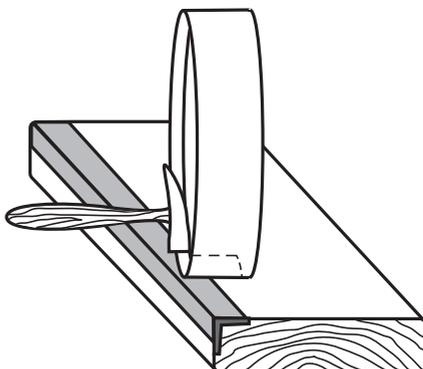
Doblado de la banda

El borde doblado debe cerrarse donde se superpone con la lengüeta de unión.

■ 5 – La construcción del silo

FIGURA 73

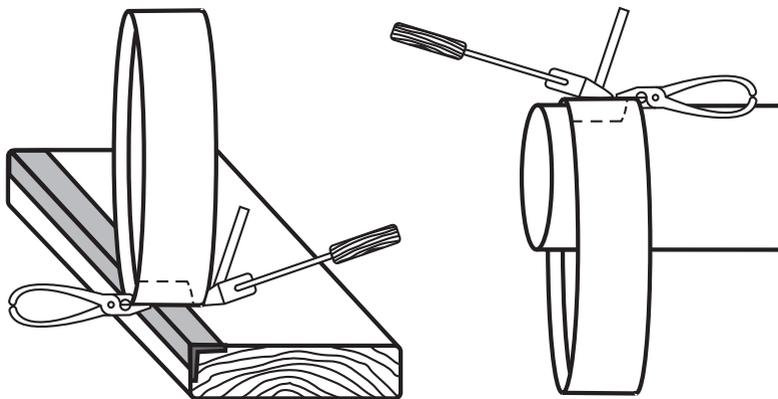
Cierre del borde



Use ácido para limpiar todas las partes metálicas que pudieran estar en contacto. Fije la unión con una prensa o con las pinzas. Suelde la unión de ambos por dentro y por fuera, especialmente por debajo de la pestaña.

FIGURA 74

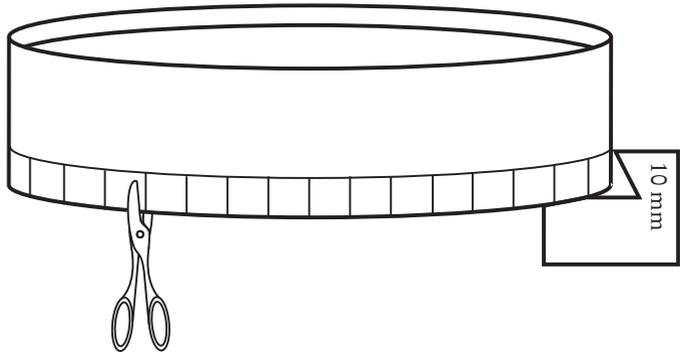
Fijación y soldadura de la unión



Use el marcador o gramil para marcar 10 mm desde el borde de la base inferior. Haga un pequeño corte a través de la línea cada 15 mm. Corte exactamente hasta la línea. Esto ayudará a hacer una buena unión.

FIGURA 75

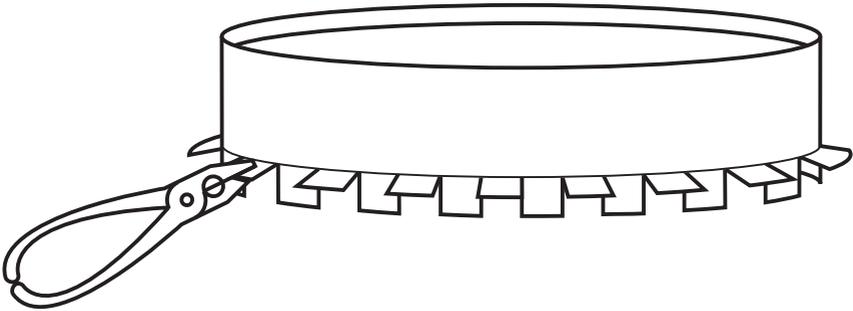
Corte de 10 mm cada 15 mm



Doble alternando un diente sí y otro no a 90° hacia fuera. Tenga cuidado de doblar exactamente sobre la línea marcada.

FIGURA 76

Doblado alternado de los dientes

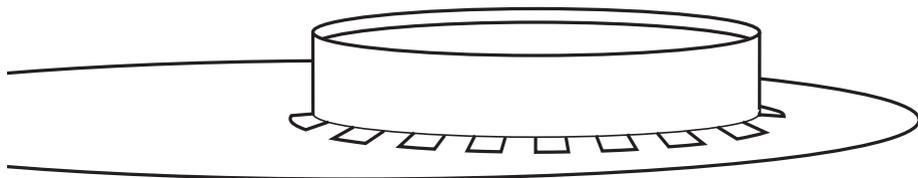


Coloque la abertura o boca en el hueco circular sobre la base superior del silo. Los dientes que no están doblados van por dentro del hueco.

■ 5 – La construcción del silo

FIGURA 77

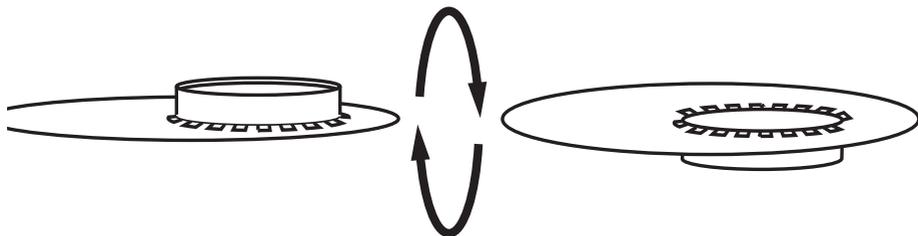
Posición de la abertura sobre la base superior del silo



Voltee la pieza superior.

FIGURA 78

Giro de la pieza superior



Doble algunos de los dientes para fijar la abertura en su lugar. Martillee alrededor del círculo usando el borde del banco de trabajo. Golpee los dientes para aplanarlos.

FIGURA 79

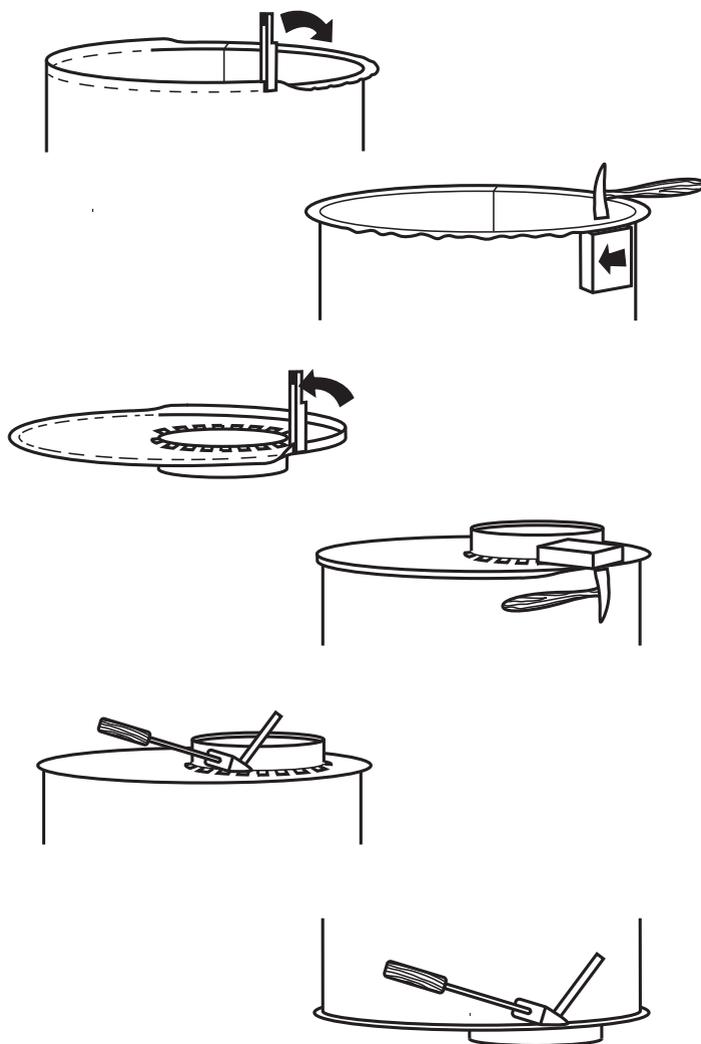
Fijación de la abertura



La parte superior del silo está lista para ser unida con el cuerpo. Use el método de la pestaña que se utilizó para unir la parte inferior o fondo del silo con el cuerpo.

FIGURA 80

Método de la pestaña



■ 5 – La construcción del silo

Use el mismo proceso para hacer la abertura o boca de salida.

FIGURA 81

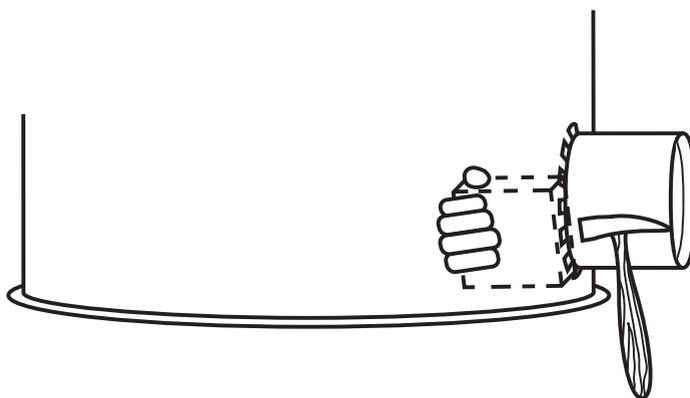
Realización de la boca de salida



Ponga el borde del contra-golpeador contra el lado de interior del silo. Los golpes del martillo deben hacer un sonido sólido a medida que se golpean los dientes contra el cuerpo del silo.

FIGURA 82

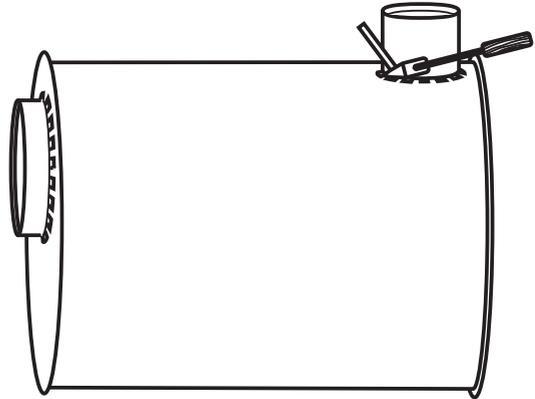
Fijación de la boca de salida con el cuerpo del silo



Suelde bien.

FIGURA 83

Soldado de la boca de salida al silo



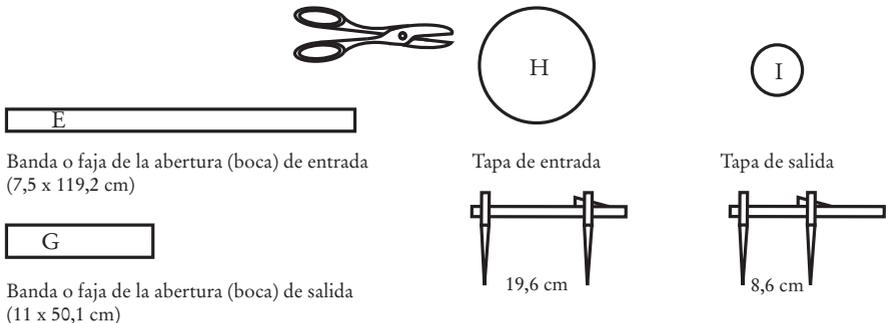
5.6 Fabricación de las tapas para las bocas o aberturas

Las tapas tienen dos partes: la banda o faja de la tapa y la base superior. Una tapa hermética retiene los gases de la fumigación y previene el intercambio de humedad, insectos y hongos. El proceso de fabricación es igual para ambas tapas, la boca de entrada y la boca de salida.

Corte las piezas E, G, H e I.

FIGURA 84

Corte de las piezas E, G, H e I

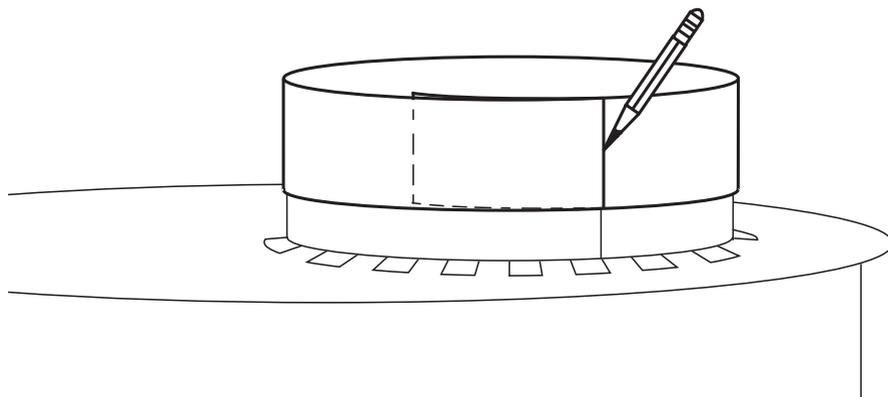


Envuelva la parte E alrededor de la apertura de entrada. Haga una marca donde se sobrepone a sí misma.

■ 5 – La construcción del silo

FIGURA 85

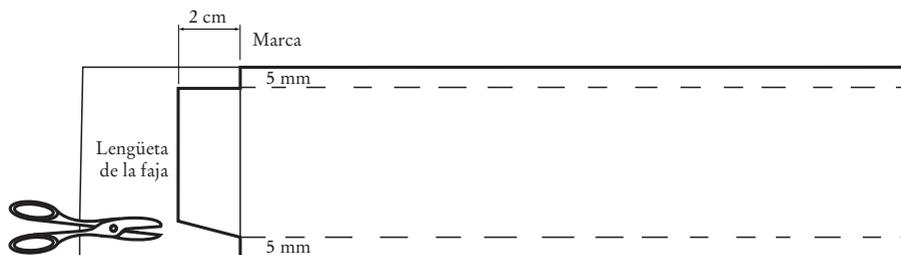
Marca de superposición de la parte E con la boca de entrada



Coloque la banda o faja plana por fuera y agregue 2 cm a la longitud. Esta vez la pestaña será de 5 mm. Use el método de la lengüeta como se hizo antes con las aberturas.

FIGURA 86

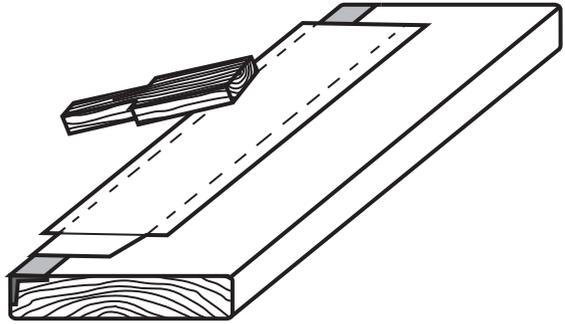
Método de la lengüeta



Doble 5 mm del borde de la banda o faja.

FIGURA 87

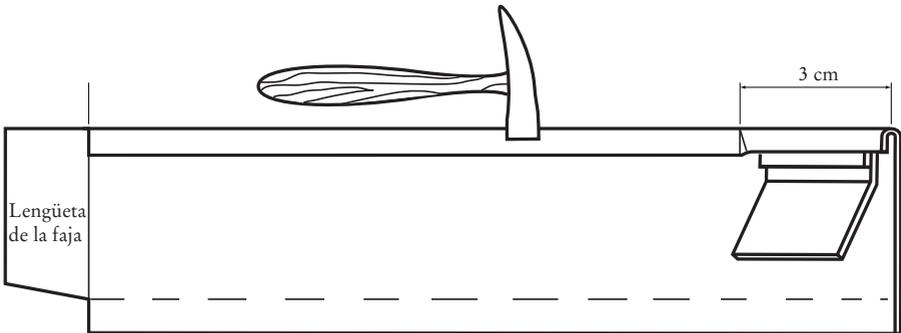
Doblado del borde



Martillee para cerrar el doblez, pero use el separador para los últimos 3 cm de la parte de ensamble de la lengüeta del extremo de la banda o faja.

FIGURA 88

Cierre del doblado

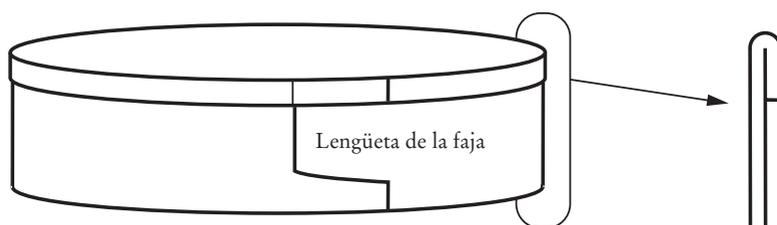


Doble la banda o faja en forma circular con la lengüeta y el borde doblado hacia afuera.

■ 5 – La construcción del silo

FIGURA 89

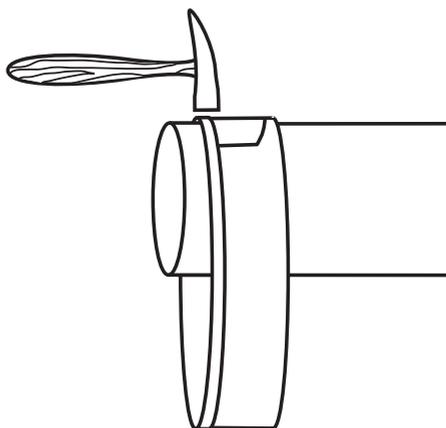
Doblado de la banda



Cierre el doblado o ensamble donde este se sobrepone a la lengüeta.

FIGURA 90

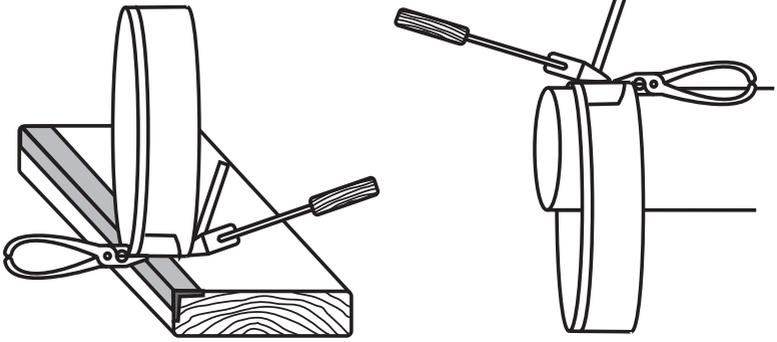
Cierre del doblado



Suelde bien por dentro y por fuera.

FIGURA 91

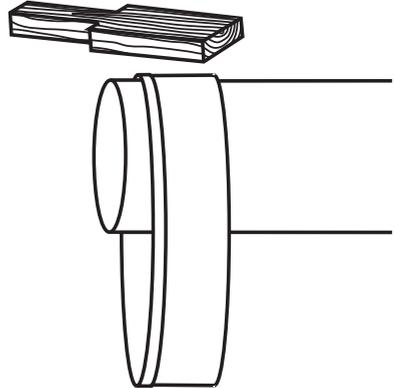
Soldadura del dobléz



Use el mazo de madera para alisar el círculo.

FIGURA 92

Alisado del círculo

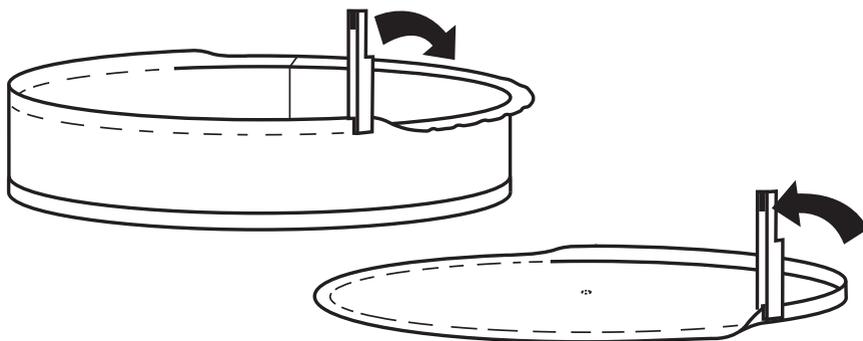


Utilice el método de la pestaña para unir la base superior de la tapa con el cuello. Use la pinza de doblar de 8 mm.

■ 5 – La construcción del silo

FIGURA 93

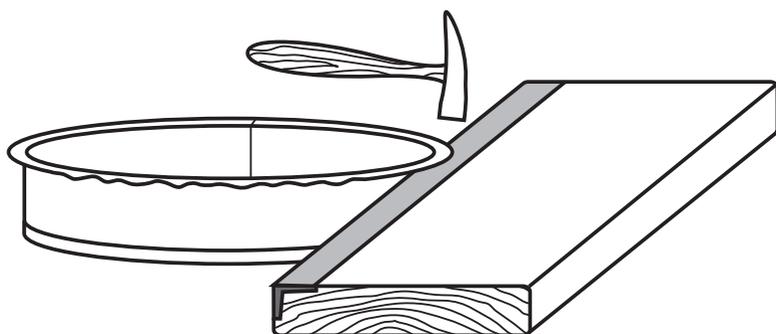
Unión de la base superior de la tapa con el cuello por el método de la pestaña



Aplane la pestaña del cuello de la tapa sobre el banco de trabajo.

FIGURA 94

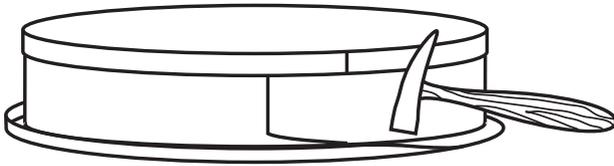
Aplanamiento de la pestaña del cuello de la tapa



Cierre la pestaña de la parte superior por encima de la pestaña del cuello.

FIGURA 95

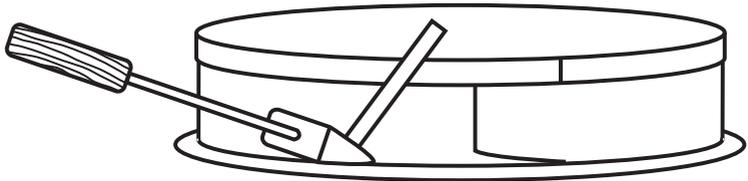
Cierra de la pestaña



Suelde bien alrededor de la pestaña.

FIGURA 96

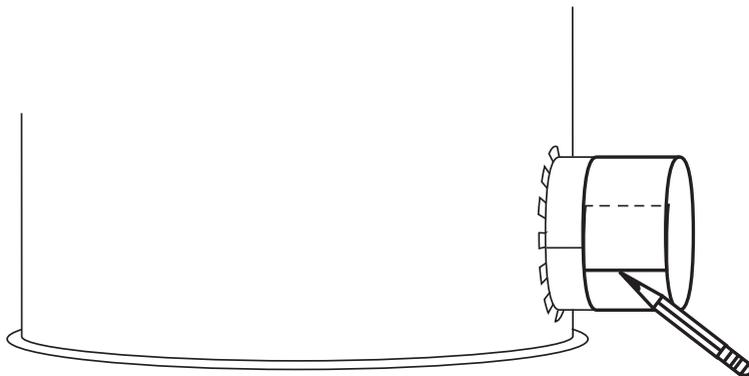
Soldadura



Repita el proceso para fabricar la tapa de la abertura o boca de salida.

FIGURA 97

Fabricación de la tapa de boca de salida



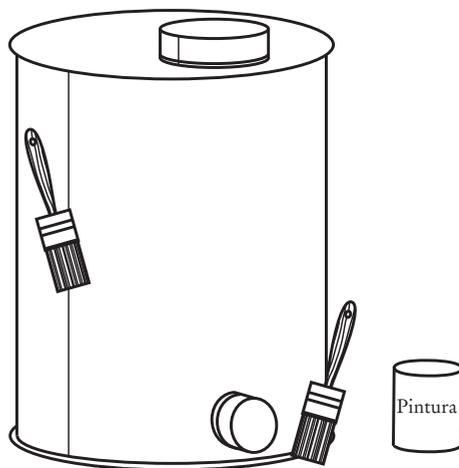
5.7 Pasos finales

El silo está casi terminado pero faltan aún algunas cosas importantes. Pintar las uniones ayuda a prevenir la corrosión del metal. Es necesaria una tarima para prevenir la corrosión contra el suelo y retirar más fácilmente los granos almacenados. La hoja de instrucciones es importante para mostrar cómo se usa el silo.

Pinte todas las uniones por dentro y por fuera con pintura anticorrosiva sin plomo. Pinte igualmente todos los raspones o áreas donde el ácido haya tocado.

FIGURA 98

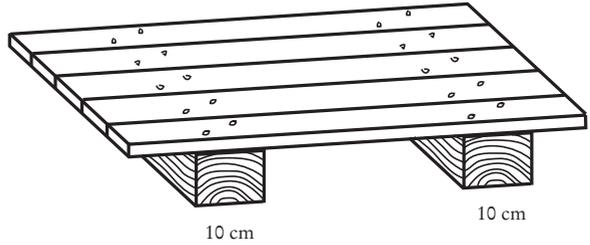
Pintado de las uniones y raspones



Fabrique la plataforma de madera del mismo tamaño de la base inferior del silo. Esta debería ser de 15 cm de alto. Los silos grandes, cuando están llenos, son pesados y necesitan una plataforma sólida.

FIGURA 99

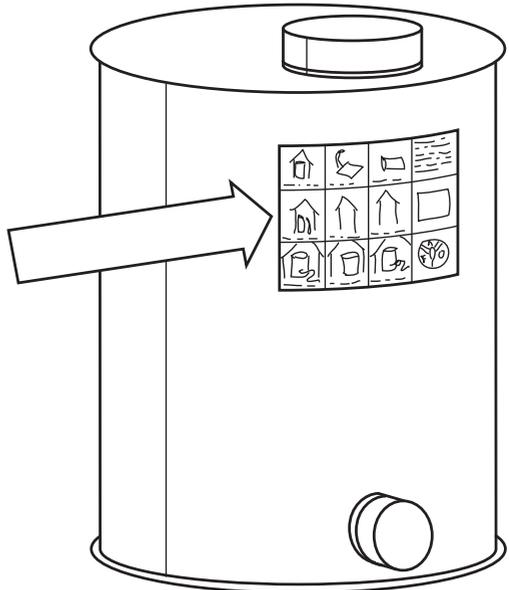
Plataforma para sujetar el silo



Coloque la hoja de instrucciones en el cuerpo del silo donde sea fácil de ver.

FIGURA 100

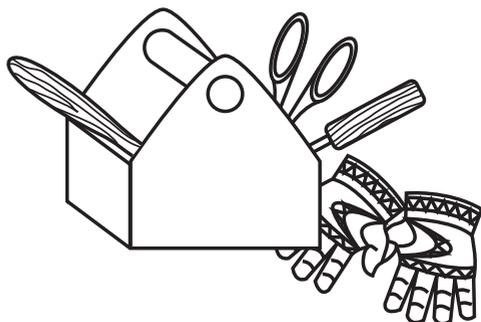
Hoja de instrucciones en el cuerpo del silo



■ 5 – La construcción del silo

En este manual se describen en los anexos del 1 al 4 un total de 20 tamaños diferentes de silos que se pueden construir dependiendo del tamaño de la lámina de zinc galvanizado disponibles en el mercado. Las capacidades de almacenamiento aproximado van desde 95 kg el más pequeño hasta el de 3 200 kg el más grande, con tamaños intermedios muy adecuados para las necesidades del usuario.

Buen trabajo. ¡El silo está terminado!



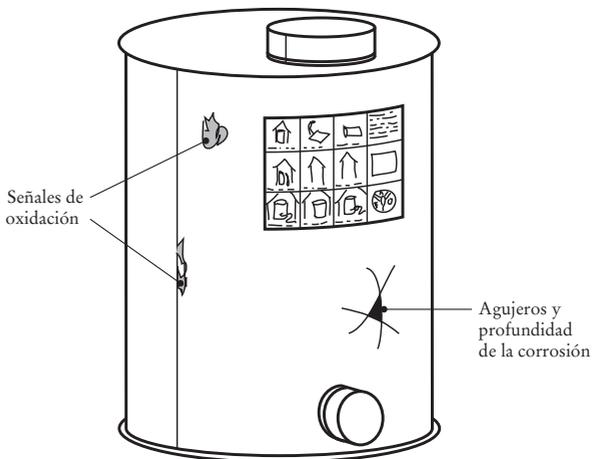
CAPÍTULO 6

Reparaciones

Existen diferentes tipos de daños que puede sufrir un silo. Después de muchos años, aun si están bien hechos y conservados, los silos pueden comenzar a oxidarse. También pueden aparecer agujeros y esto afecta la hermeticidad (véase el apartado 4.2.3. del Capítulo 4) que se desea. Por tanto, conviene revisarlo periódicamente.

FIGURA 101

Signos de daños

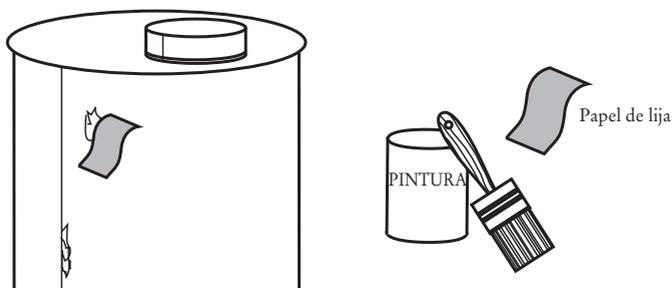


6.1 Señales de oxidación

La oxidación es común en los silos más viejos; un pequeño mantenimiento ayudará a conservarlos por más tiempo. Si la oxidación está sobre la superficie del silo, quítela con papel de lija y pinte toda el área. Después de hacer todas las reparaciones de las uniones, revise en busca de nuevos agujeros pequeños en la soldadura.

FIGURA 102

Reparación de oxidación sobre la superficie del silo



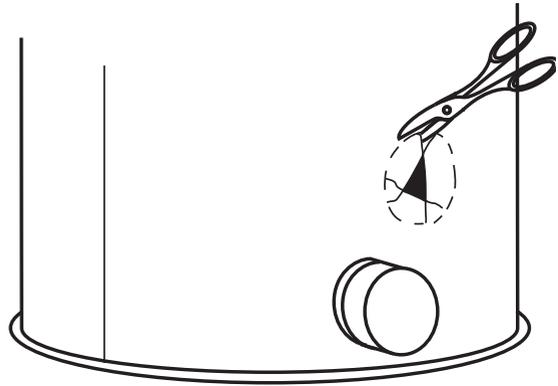
6.2. Agujeros y profundidad de la corrosión

Una rotura grande que aparezca en el silo muy probablemente pueda ser reparada con un parche. Un parche puede usarse para fijar o cubrir un área corroída donde el metal ha comenzado a ser demasiado delgado para ser lijado y pintado. El silo debe estar vacío antes de comenzar a reparar el área dañada.

Use las tijeras para cortar cualquier desecho de metal y suavizar los márgenes de la rotura.

FIGURA 103

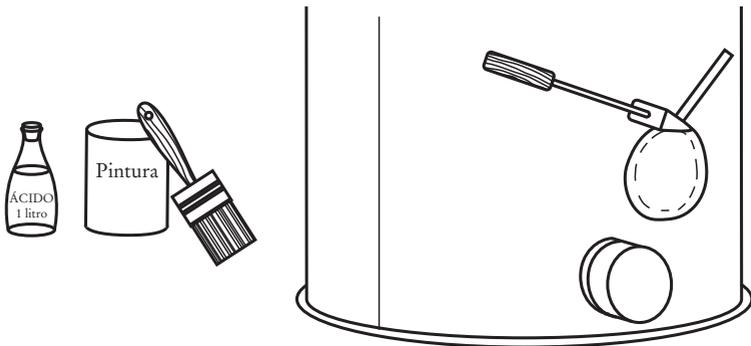
Corte de desechos de metal con las tijeras



Corte un parche de los desechos de metal, lo suficientemente grande para cubrir la rotura, 2 cm mayor de la parte que se deba cubrir. Use ácido para limpiar el metal. Suelde el parche y pinte las uniones soldadas por dentro y por fuera como se hace normalmente.

FIGURA 104

Colocación del parche



Instalación, uso, fumigación y mantenimiento del silo

■ 7 – Instalación, uso, fumigación y mantenimiento del silo

7.1 Instalación

El silo debe ser instalado en un lugar techado, bajo sombra, aireado y evitando el contacto directo con el suelo. Por un lado, la radiación solar directa y la falta de ventilación del ambiente pueden producir el recalentamiento del grano y migraciones de humedad que provocan su deterioro. Por otro, el contacto con el suelo puede producir la oxidación de la base del silo; además, al subir el nivel de la apertura o boca de salida se logra mayor comodidad para extraer el grano.

! ¡Importante!

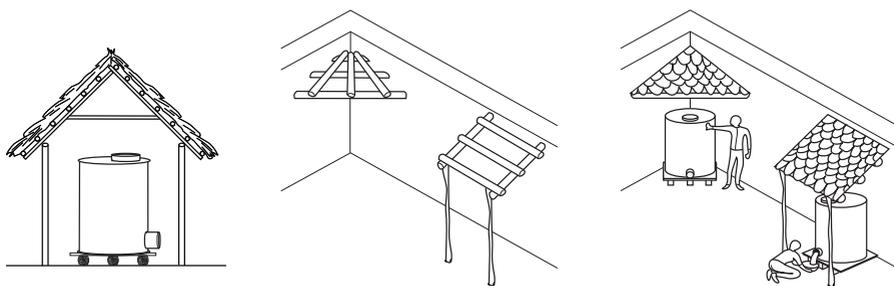
¡El silo nunca se debe poner en las habitaciones dentro de la casa!

7.2 El techo y la plataforma del silo

Un silo bien conservado puede durar de 15 a 20 años. Para ello se debe cubrir con un techo y colocarlo sobre una plataforma o tarima. El techo debe ser al menos un metro más alto que el silo, de modo que permita un llenado fácil y ser lo suficientemente grande para protegerlo del sol y la lluvia.

FIGURA 105

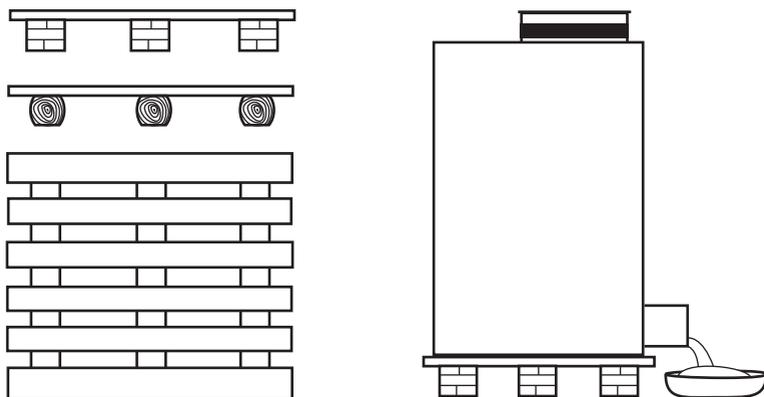
Techado del silo



La plataforma o tarima debe ser un poco más ancha que el fondo del silo y debe tener al menos 15 cm de alto. Se construye con tablas de madera de 1,5 cm de espesor sobre cubos de madera o ladrillos de barro cocido como soporte, como muestra la Figura 106.

FIGURA 106

Plataforma del silo



Las dimensiones de la plataforma se especifican en el Cuadro 3.

CUADRO 3

Dimensione de la plataforma

Tamaño del silo:	Altura de la plataforma	Tamaño de la plataforma:	Número de soportes
120 kg	15–20 cm	50 x 50 cm	2
250 kg		75 x 75 cm	2
500 kg		100 x 100 cm	3
900 kg		125 x 125 cm	3
1 800 kg		125 x 125 cm	3

7.3 Preparación del grano

Antes de introducir el grano en el silo, el grano y el silo deben estar bien limpios y secos. El contenido de humedad del grano debería ser, como máximo, de un 14 % en el caso de los cereales y menor a un 10 % en las leguminosas y oleaginosas a fin de permitir una buena conservación (véase el apartado 7.6.). Si el grano se introduce húmedo, se podría perder todo el producto.

El grano se carga en el silo por la abertura o boca superior y no se debe llenar completamente. Debe haber un espacio superior libre de 5 a 10 cm para permitir una buena circulación de los gases de fumigación. Si se colocan bolsas dentro del silo, estas deben ser de tela y no de plástico.

7.4 Fumigación para control de plagas

Hay que usar tabletas fumigantes de fosforo de aluminio que al reaccionar con la humedad liberan el gas tóxico fosforo de hidrógeno (fosfamina o fosfina) dejando un residuo de hidróxido de aluminio. Existen varios productos comerciales de fumigantes adecuados para silos a base de fosforo de aluminio. En cualquier caso, se deben seguir las recomendaciones indicadas por el fabricante en las etiquetas de los envases del producto. En general contiene un 55 % de producto activo.

Las tabletas no son combustibles pero su exposición al aire húmedo libera fosforo de hidrógeno que es un gas tóxico e inflamable. La combustión espontánea puede ocurrir cuando la tableta entra en contacto con agua, ácido u otros líquidos.

Las mezclas de fosforo de hidrógeno con aire por encima del límite mínimo pueden encenderse espontáneamente. La ignición de altas concentraciones de fosforo de hidrógeno puede producir una reacción violenta. En estas condiciones pueden ocurrir explosiones y causar serias lesiones personales. Se deben tomar precauciones en caso de intoxicación y recurrir de inmediato a los servicios médicos.

El número de tabletas que se debe agregar para fumigar depende principalmente del volumen del silo y no de la cantidad de grano en su interior. El peso del grano que se va a ensilar varía según la especie y, en general, el peso aproximado de un volumen de 1 m³ de frijoles y de trigo es de 780 kg, de 720 kg de maíz y de 580 kg de arroz con

CUADRO 4

Dosis recomendadas de tabletas para diferentes tipos de productos

Capacidad del silo (en m ³)	Equivalente en kg (peso específico del grano kg/m ³)			Cantidad de tabletas (de 3 g a un 55 % de fosforo de aluminio)
	Trigo 780 kg	Maíz 720 kg	Arroz con cáscara 580 kg	
4,20	3 360	3 024	2 436	16
2,41	1 930	1 880	1 398	9
2,00	1 600	1 440	1 160	7
1,76	1 400	1 268	1 020	6
1,00	800	720	580	3,5
0,50	400	360	290	2
0,32	250	230	185	1
0,12	100	72	58	0,5

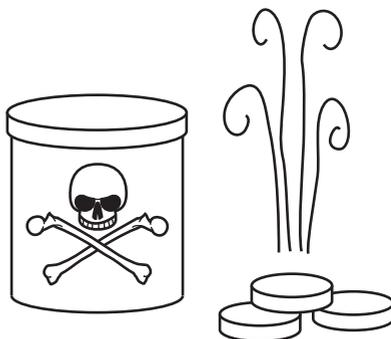
Fuente: C. Rosell y D. Mejía-Lorio; elaboración propia, 2010.

cáscara es de. Las dosis recomendadas para algunos de los modelos de silos descritos en este trabajo se especifican en el Cuadro 4.

Las tabletas de fumigación deben ser manejadas con cuidado y no manejarlas con las manos descubiertas. Cuando las tabletas se retiran del envase original, este debe ser cerrado cuidadosamente para preservar las tabletas sobrantes.

FIGURA 107

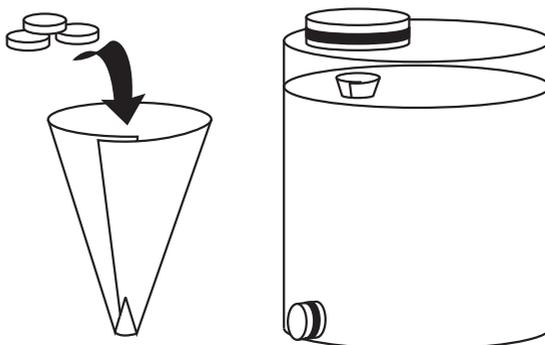
Envase de tabletas cerrado tras extraer algunas



Las tabletas que se van a usar para la fumigación deben ponerse rápidamente en un cono de papel y este debe colocarse sobre la superficie del grano dentro del silo, como se muestra en la Figura 108. Las tabletas no deben estar en contacto directo con el grano. El período recomendado de fumigación es de 10 días. Después de este tiempo, el grano estará libre de huevos, larvas o insectos adultos.

FIGURA 108

Colocación de las tabletas en el cono y en el silo

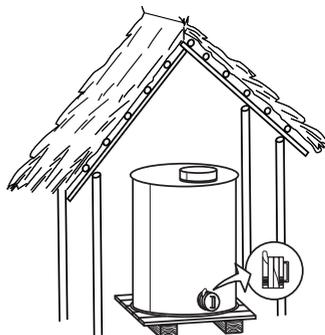


7.5 Sellado hermético del silo¹

Una vez que el silo contenga el grano con las tabletas fumigantes, debe sellarse inmediatamente de forma hermética rodeando el borde de las tapas con tiras o fajas de goma (p. ej., de neumáticos), cinta adhesiva ancha (cinta para embalar), grasa animal o jabón. De este modo quedan selladas las uniones entre los cuellos internos y externos de las tapas de las bocas de carga y descarga.

FIGURA 109

Sellado del silo tras la fumigación



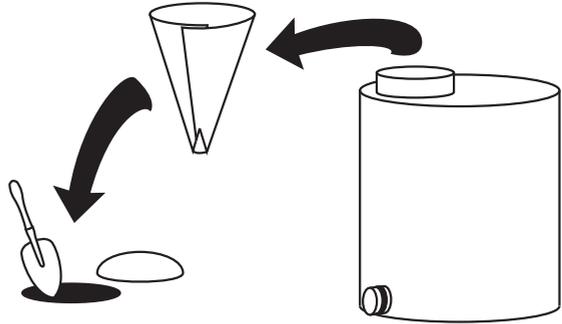
Durante las primeras tres a cinco horas de fumigación, es importante controlar si hay pérdidas de gases. Si se detecta gas con olor a ajo o cebolla, es importante encontrar la pérdida sin demora y sellarla inmediatamente con grasa o jabón. Se debe mantener el silo sellado por lo menos 10 días para asegurar una reacción completa de las tabletas y el control de los insectos en sus diferentes estados. Después de este tiempo el grano estará libre de huevos, larvas o insectos adultos.

Después de fumigar se debe destapar el silo para ventilar el grano durante dos horas. El cono de papel que contiene los residuos de las tabletas debe retirarse y enterrarse como muestra la Figura 110. Después de la fumigación y la ventilación posterior, el grano está listo para ser usado, pero es importante controlarlo periódicamente cada 30 días para identificar la presencia de insectos.

¹ Véanse además los apartados 2.2.7. y 4.2.3.

FIGURA 110

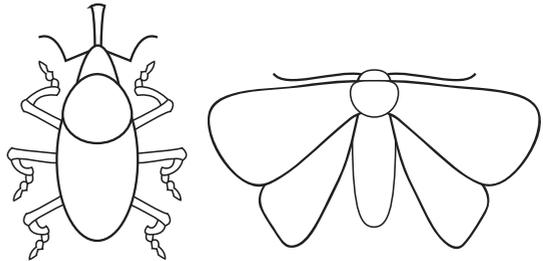
Retirar y enterrar el cono con los restos de las tabletas



Si se encuentran insectos vivos como en la Figura 111, repita el proceso anterior de fumigación. Después de ventilar se puede consumir, siempre y cuando no persista el olor característico. Cada vez que abra el silo se debe volver a sellar para evitar una reinfestación.

FIGURA 111

Insectos

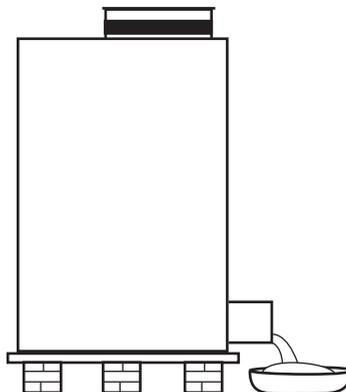


Además, es necesario controlar periódicamente el contenido de humedad del grano; si fuera necesario, el grano debería secarse nuevamente (véase el apartado 7.6.).

La remoción del grano para el consumo se hace a través de la abertura (boca) inferior. Use un pequeño rastrillo de madera para vaciar completamente el silo. No incline el silo, ni siquiera durante el vaciado final.

FIGURA 112

Remoción del grano



También es importante inspeccionar periódicamente la condición del silo, especialmente pérdidas, corrosión, etc., de modo de asegurar una larga vida.

7.6 Dos pruebas simples para determinar el contenido de humedad

El grano que se coloca en el silo debe estar bien seco. Para secarlo, dispense el grano sobre una tela o una lámina de plástico directamente al sol durante un par de días. Para su mejor conservación dentro del silo, el grano debe tener un contenido máximo de humedad de un 14 % en el caso de los cereales y menor a un 10 % en el caso de leguminosas y oleaginosas. Hay varias formas simples de estimar el contenido de humedad.

! ¡Atención!

Si el grano no está seco se puede deteriorar dentro del silo; si cree que el grano no está suficientemente seco, déjelo al sol un día más.

La primera prueba consiste en morder un grano. Si se rompe con un corte definido, está seco. Si se siente que el grano está blando, no está seco y en condiciones de ser almacenado; debe dejarse más tiempo al sol.

La siguiente prueba se conoce como prueba de la sal y consiste en lo siguiente:

- Secar cerca de 30 g de sal fina de mesa en una paila sobre el fuego y una botella de vidrio de cerca 750 ml. Tanto la sal como la botella deben estar perfectamente secas.

FIGURA 113

Prueba de la sal

1. Secar la sal en una paila al fuego



2. Poner la sal y el grano en la botella seca



3. Sacudir la botella durante un minuto



4. Poner la botella a la sombra durante 15 minutos



5. Sacudir la mezcla otra vez



6. Mirar las paredes de la botella

Húmedo



Seco



Si la sal se adhiere a las paredes de la botella, el grano no está seco aún.

Si la sal no se adhiere a las paredes de la botella, el grano está seco y puede ser colocado en el silo.

■ 7 – Instalación, uso, fumigación y mantenimiento del silo

- Llenar la botella a un tercio de su capacidad con el grano que se desea probar.
- Agregar la sal y cerrar la botella.
- Sacudir la mezcla durante un minuto y dejar la botella a la sombra.
- Después de 15 minutos, sacudir la mezcla otra vez.
- Mirar las paredes de la botella.
- Si se adhiere sal a las paredes de la botella, el grano no está seco aún. Si no se adhiere sal a las paredes de la botella, el grano está seco y puede ser colocado en el silo.

7.7 Transporte y mantenimiento del silo

Debido a su volumen y fragilidad, el transporte del silo es relativamente difícil, por esto se recomienda su fabricación local por personal calificado. Cuando las distancias son largas, el silo puede transportarse en una camioneta, sujetándolo con cuerdas desde la boca; se debe cuidar que el cuerpo no esté presionado por algún otro objeto para evitar que se abolle. Cuando las distancias son cortas, dos personas pueden transportar el silo con dos palos amarrados con una soga a modo de camilla.

En cuanto al mantenimiento, después de vaciar el silo se debe secar y limpiar por dentro y por fuera. Si existe alguna parte oxidada, se debe limpiar con lija de agua #0, lavar, secar con un paño y pasar pintura anticorrosiva. Cuando esté vacío, es necesario sujetarlo para que no se caiga y se dañe. Con estos cuidados simples el silo puede durar entre unos 15 y 20 años.

CAPÍTULO 8

Aspectos económicos

8.1 Evaluación económica de los silos metálicos

El silo metálico de almacenamiento es una estructura muy útil para mejorar la seguridad alimentaria de pequeños y medianos productores de granos y cereales. La tecnología es bastante simple, relativamente fácil de implementar y permite además conservar y mantener la calidad de estos productos durante su almacenamiento.

Sus principales características y ventajas son:

- la capacidad de almacenaje puede ir desde 120 kg hasta 1 800 kg;
- requiere tecnología local para su manufactura y mantenimiento, la cual puede ser provista por las propias comunidades rurales;
- es fácil de adquirir y es rentable;
- es hermético y permite una fumigación efectiva;
- requiere muy poco espacio;
- no requiere uso de insecticidas y permite el uso de fumigantes que no dejan residuos.

Sus principales beneficios son:

- las pérdidas del grano almacenado pueden ser reducidas casi en su totalidad;
- permite almacenar y vender más tarde, y a un mejor precio, los excedentes de la cosecha;
- conserva una alta la calidad del grano;
- mantiene el hogar libre de roedores y de posibles enfermedades transmitidas por ellos;
- facilita el trabajo de la mujer;
- es una tecnología simple que puede durar hasta 20 años.

8.2 Estimación de costos

El Cuadro 5 muestra los costos del silo según el tamaño en algunos países en desarrollo donde estos han sido introducidos. Dichos costos de fabricación incluyen: costos de materiales, amortización del equipo de fabricación, mano de obra, costos financieros y utilidad del fabricante artesano. Los materiales suplementarios representan un 2 % del costo total y son esencialmente tabletas de fosforo de aluminio y cinta adhesiva o de goma para sellar la tapa. Dichos costos fueron actualizados a costos de 2009 sobre la base del índice de precios al productor del Fondo Monetario Internacional (FMI) y, finalmente, se estimó su promedio general.

8.3 Estimación de beneficios mínimos esperados

Teniendo en cuenta los beneficios citados anteriormente, la reducción de pérdidas poscosecha es el rubro principal y comúnmente estimado. Dependiendo del país y el producto almacenado, dichas pérdidas oscilan entre un 10 y un 50 %. Considerando un escenario

CUADRO 5*Costos de fabricación de silos metálicos y materiales suplementarios (USD/silo)*

País	Capacidad de almacenaje				
	120 kg	250 kg	500 kg	900 kg	1 800 kg
Afganistán	–	37	92	–	122
Bolivia	36	63	108	–	–
Burkina Faso	49	55	79	106	132
Camboya	21	35	53	–	88
Chad	–	54	79	104	152
Guinea	–	–	103	–	123
Madagascar	–	53	66	92	132
Mozambique	35	60	95	131	–
Senegal	43	79	113	143	189
Promedio	37	54	88	115	134

Fuente: varios estudios realizados por la FAO entre 1998 y 2005, con actualización de precios a 2009 según el índice de precios al productor del FMI.

conservador en el cual las pérdidas poscosecha sean del 10 %, el beneficio mínimo anual esperado del silo metálico sería el valor de reducir dicha pérdida de un 10 % a casi un 0 %. El Cuadro 6 presenta una estimación de dicho beneficio sobre la base del valor de los productos más comúnmente almacenados. El valor económico se estima sobre la base de los precios internacionales de los productos considerando un promedio de los últimos tres años y un factor conservador de corrección entre el precio internacional y el precio a puerta de explotación de un 2 %.

CUADRO 6*Beneficio mínimo esperado para una reducción de pérdidas poscosecha del 10 %*

Producto	Valor (kg)*	Capacidad de almacenaje				
		120 kg	250 kg	500 kg	900 kg	1 800 kg
Maíz	0,19	2,30	4,78	9,57	17,22	34,44
Trigo	0,23	2,75	5,73	11,46	20,64	41,27
Sorgo	0,18	2,10	4,38	8,75	15,76	31,51
Arroz	0,40	4,83	10,07	20,15	36,26	72,52
Frijol	0,90	10,82	22,54	45,07	81,13	162,26

Fuente: World Bank Commodity Price Data: precios promedios 2008-10 para frijol; Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados de México (SNIIM): precios promedios 2008-10 para frijol negro.

8.4 Estimación de rentabilidad económica

Si el beneficio mínimo esperado en el cuadro anterior se obtuviera durante los 20 años de vida útil de los silos metálicos, se puede estimar una tasa interna de retorno económica mínima para silos de distintas capacidades y para los productos más comunes. Dicho análisis se basaría en el costo promedio de los países citados en Cuadro 5, actualizando dicho costo a precios de 2009. Al final de la vida útil, se reconoce un valor de rescate del silo del 10 % de su valor inicial. Los resultados de dicho análisis se presentan en Cuadro 7.

Hay que resaltar que, si pudiéramos valorar otros beneficios – como la mejora en la calidad del grano, la reducción de daños por roedores y la reducción del trabajo de la mujer rural–, dicha rentabilidad económica sería sustantivamente mayor. Si bien el retorno económico mínimo estimado para silos de 120 kg es negativo para el maíz y muy bajo para el trigo y el sorgo, dicho retorno es igual o mayor a un 10 % en el caso del arroz y el frijol. Considerando dicha situación, este silo solo es recomendable para almacenaje de semilla de maíz, trigo y sorgo, ya que el grano para semilla es de mayor valor comparado con el grano de consumo.

8.5 Costos de fabricación de un silo metálico

En los sitios web www.fao.org/ag/ags y www.fao.org/inpho está disponible un pequeño programa para calcular el costo de fabricación de silos de todas las dimensiones publicadas en este manual y en cualquier moneda. El programa (en formato Excel) está en inglés, francés y español. El presente ejemplo es para Bolivia con los precios de diciembre de 2007.

CUADRO 7

Estimación de la tasa interna de retorno económica considerando beneficios mínimos

País	Capacidad de almacenaje				
	120 kg	250 kg	500 kg	900 kg	1 800 kg
Maíz	0 %	4 %	7 %	13 %	25 %
Trigo	2 %	7 %	10 %	16 %	30 %
Sorgo	-1 %	3 %	6 %	11 %	23 %
Arroz	10 %	17 %	22 %	31 %	54 %
Frijol	29 %	41 %	51 %	70 %	121 %

Fuente: Mejía y Francescutti, 2011.

Tipo del silo: silo de 2,41 m³.

Capacidad del silo (maíz): 1 806 kg.

Volumen: 2,41 m³.

Número de láminas: 6.

CUADRO 8

Detalle de los costos

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Materiales	–	–	–	645,40
Calamina núm. 26 (100 x 200 cm)	6	Lámina	90,00	540,00
Soldadura Sn-Pb (50 %)	1,18	kg	70,00	82,60
Ácido clorhídrico	0,06	Litros	60,00	3,60
Sal de amonio/Flux	40	g/ml	0,20	8,00
Pintura anticorrosiva aluminio	0,25	Litros	40,00	10,00
Carbón	1,2	kg	1,00	1,20
Mano de obra				180,00
Maestro	12	Horas	10,00	120,00
Ayudante	12	Horas	5,00	60,00
Depreciación herramientas				4,79
Costo de un kit de herramientas	1	Juego	1 534,00	
Otros costos	1	Global	0,00	0,00
Total costo de producción				830,19
25 % de utilidad				207,55
			Total BOB	1 037,74
			Total USD	135,30

Fuente: Arancibia/TCP/MLW/3103, 2007.

Tasa de cambio: 7,67 BOB = 1 USD.

Mano de obra: la mano de obra fue calculada sobre la base de un día de trabajo de un artesano calificado (maestro) de 80 BOB/día y un ayudante a 40 BOB/día y la estimación del requerimiento de 12 horas para la fabricación de un silo de esta medida: $80/8 = 10 \times 12 = 120$ y $40/8 = 5 \times 12 = 60$; $120 + 60 = 180$ BOB.

■ 8 – Aspectos económicos

Depreciación de herramientas: la depreciación de las herramientas se calculó a partir del costo total de las mismas, estimada en 1 534 BOB, una duración de 2 años o 480 días de trabajo y el requerimiento estimado de 12 horas para la fabricación de un silo de esta medida: $1\,534/480 = 3,19$ BOB/día; $3,19/8 = 0,40$ BOB/hora; $0,40 \times 12 = 4,79$ BOB.

Los precios unitarios de todos los elementos cambian para cada caso o país.

Bibliografía

■ Bibliografía

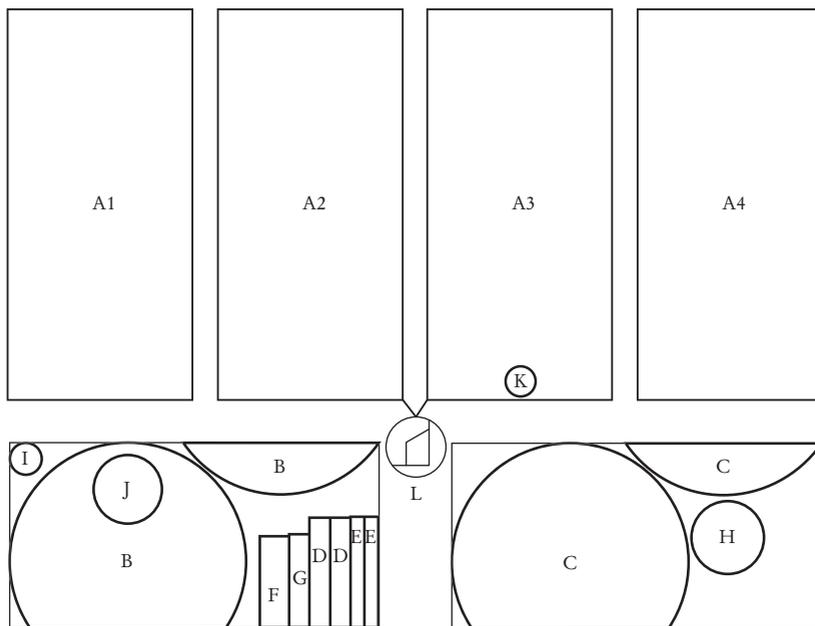
- Banco Mundial.** 2013. Commodity Markets [página web] (disponible en: <http://econ.worldbank.org>).
- CONSULGRAN.** 2013. [página web] (disponible en: www.consulgran.com).
- COSUDE.** 1998. *Manual para la fabricación de silos metálicos para almacenar granos*. Programa Regional de Poscosecha de Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua. Cuarta edición. COSUDE, Managua (Nicaragua).
- FAO.** 1998. *Estudio de impacto en aspectos técnicos y socioeconómicos del programa poscosecha en Bolivia*. Reporte Final del proyecto GCP/Bol/020-029-032/Net (inédito).
- FAO.** 2008. *Silos metálicos familiares: aliados fundamentales de la FAO en la lucha contra el hambre* [folleto]. Roma (disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ags/publications/silos_S_light.pdf).
- FMI.** 2013. IMF Primary Commodity Prices [página web] (disponible en: <http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx>).
- Mejía, D.** 2004. El silo metálico familiar. *LEISA Revista agroecológica*: p. 16 (disponible en: http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/3-manejando-la-poscosecha/el-silo-metalico-familiar/at_download/article_pdf).
- Mejía, D. y Francescutti, D.** 2011. Evaluación económica de los silos metálicos familiares para almacenamiento de granos y cereales. *Revista Granos & Poscosecha Latinoamericana*, 84: 30-32.
- Schneider, K.** 1997. *Everybody gets a grain silo. Postcosecha in Central America: the story of a successful project in post-harvest protection*. Report on experience. Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Lindau (Suiza).
- SNIIM** [página web] (disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>).

ANEXO 1

Silos fabricados con láminas de 100 x 200 cm

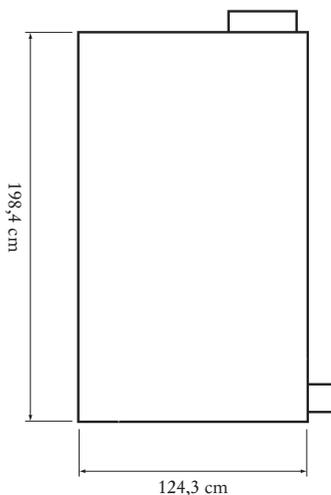
■ Anexo 1 – Silos fabricados con láminas de 100 x 200 cm

Plano para un silo de 2,410 m³
6 láminas (100 x 200 cm) / Contenido aproximado: 1 800 kg

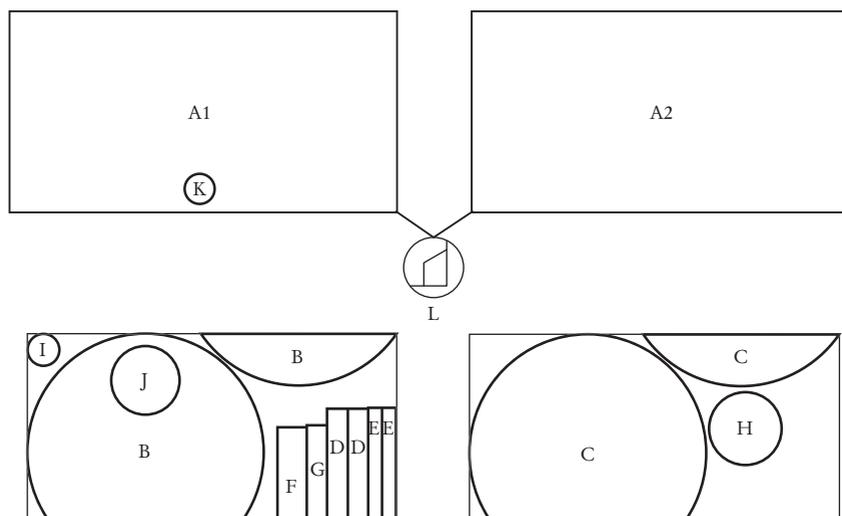


- A1, A2, A3, A4: Láminas para el cuerpo (100 x 200 cm)
 B: Parte superior del silo ($r = 64$ cm)
 C: Fondo del silo ($r = 64$ cm)
 D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
 E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
 F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
 G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
 H: Parte superior de la tapa de entrada ($r = 19,6$ cm)
 I: Parte superior de la tapa de salida ($r = 8,6$ cm)
 J: Abertura de entrada ($r = 18,5$ cm; centro a 25 cm del borde)
 K: Abertura de salida ($r = 7,5$ cm; centro a 10,5 cm del borde)
 L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)

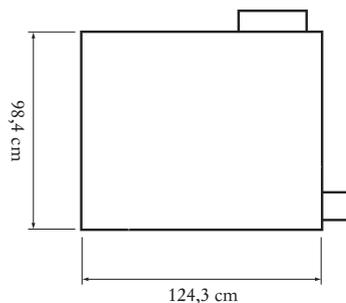
Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.



Plano para un silo de 1,190 m³
4 láminas (100 x 200 cm) / Contenido aproximado: 900 kg



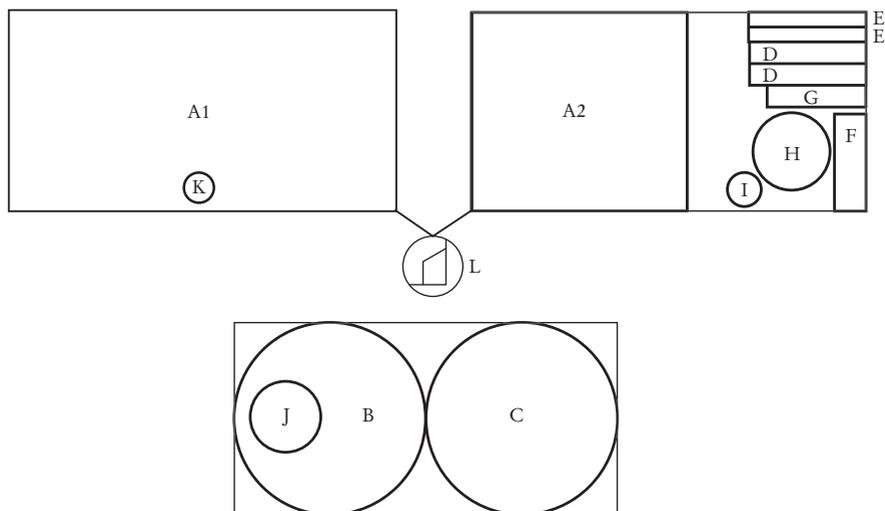
- A1: Lámina para el cuerpo 1 (100 x 200 cm)
- A2: Lámina para el cuerpo 2 (100 x 195,2 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 64$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 64$ cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada ($r = 19,6$ cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida ($r = 8,6$ cm)
- J: Abertura de entrada ($r = 18,5$ cm; centro a 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida ($r = 7,5$ cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)



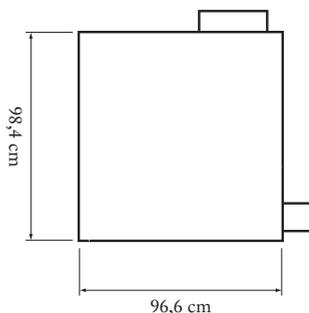
Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

■ **Anexo 1 – Silos fabricados con láminas de 100 x 200 cm**

Plano para un silo de 0,721 m³
3 láminas (100 x 200 cm) / Contenido aproximado: 500 kg

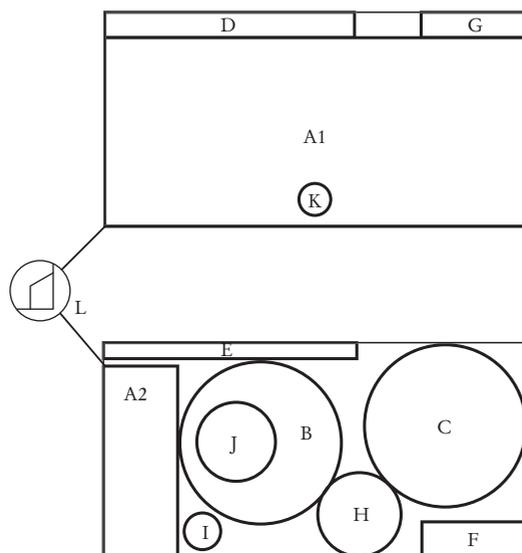


- A1: Lámina para el cuerpo 1 (100 x 200 cm)
- A2: Lámina para el cuerpo 2 (100 x 108,3 cm)
- B: Parte superior del silo (r = 50 cm)
- C: Fondo del silo (r = 50 cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada (r = 19,6 cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida (r = 8,6 cm)
- J: Abertura de entrada (r = 18,5 cm; centro a 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida (r = 7,5 cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)

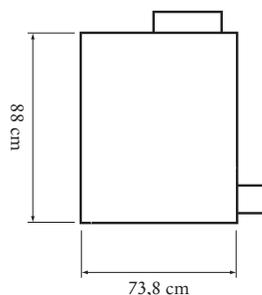


Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

Plano para un silo de 0,376 m³
2 láminas (100 x 200 cm) / Contenido aproximado: 250 kg



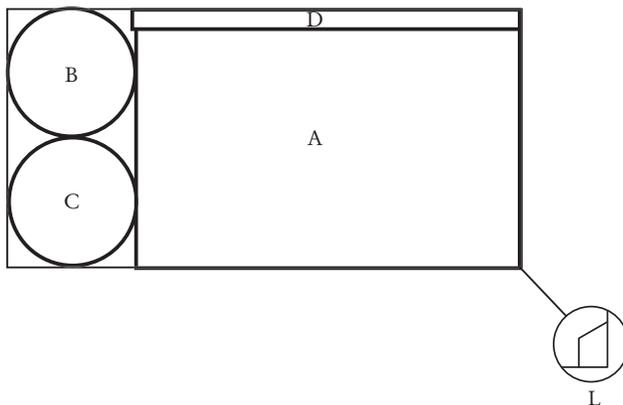
- A1: Lámina para el cuerpo 1 (89 x 200 cm)
- A2: Lámina para el cuerpo 2 (89 x 34,9 cm)
- B: Parte superior del silo (r = 38 cm)
- C: Fondo del silo (r = 38 cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada (r = 19,6 cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida (r = 8,6 cm)
- J: Abertura de entrada (r = 18,5 cm; centro a 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida (r = 7,5 cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,5 cm recto; 0,7 cm sesgo)



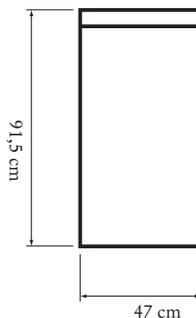
Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 5 mm hacia un lado y de 10 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, de la parte superior, del fondo y de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

■ **Anexo 1** – Silos fabricados con láminas de 100 x 200 cm

Plano para un silo de 0,159 m³
1 lámina (100 x 200 cm) / Contenido aproximado: 120 kg



- A: Lámina para el cuerpo (149,1 x 92,5 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 24,7$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 24,6$ cm)
- D: Faja de la tapa de la boca de entrada (150,6 x 7,5 cm)
- L: Corte en sesgo (0,5 cm recto; 0,7 cm sesgo)

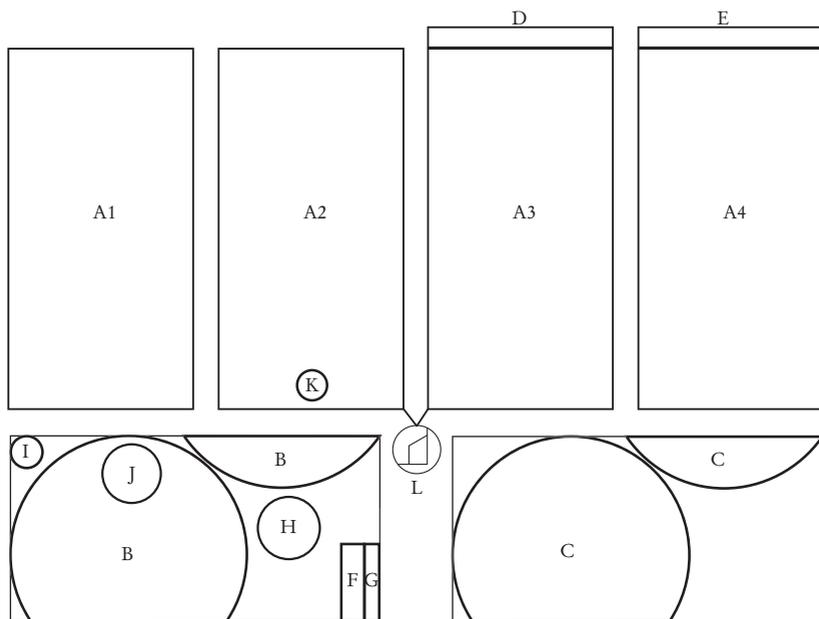


Nota: el traslape o costura del cuerpo se hace con un doblez de 5 mm hacia un lado y de 10 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo y de la tapa miden 5 mm.

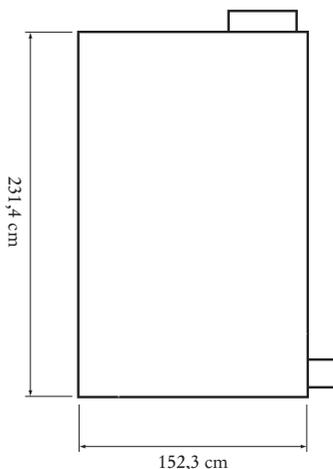
Silos fabricados con láminas de 122 x 244 cm

■ **Anexo 2 – Silos fabricados con láminas de 122 x 244 cm**

Plano para un silo de 4,214 m³
6 láminas (122 x 244 cm) / Contenido aproximado: 3 200 kg

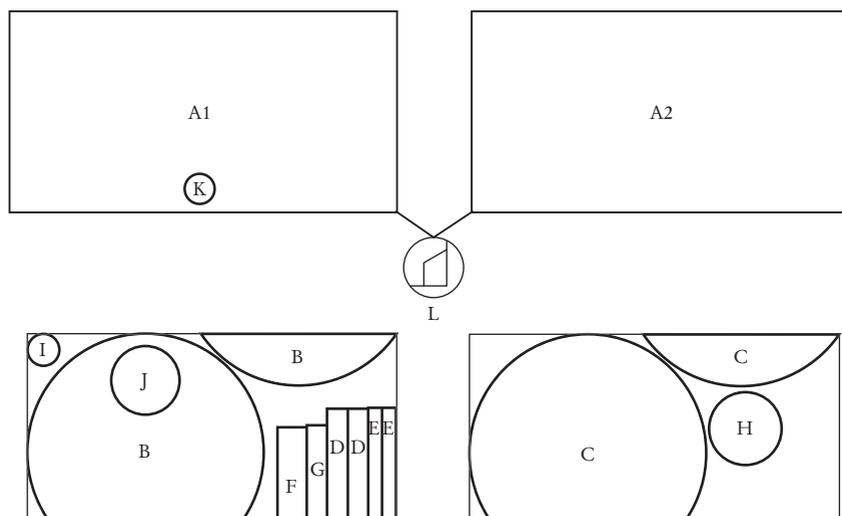


- A1, A2, A3, A4: Láminas para el cuerpo (122 x 233 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 78$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 78$ cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada ($r = 19,6$ cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida ($r = 8,6$ cm)
- J: Abertura de entrada ($r = 18,5$ cm; centro a 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida ($r = 7,5$ cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)

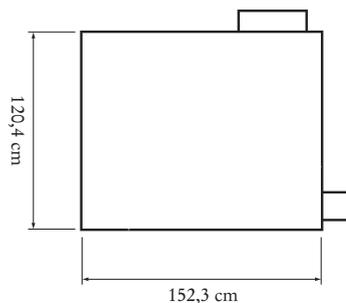


Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

Plano para un silo de 2,190 m³
4 láminas (122 x 244 cm) / Contenido aproximado: 1 600 kg



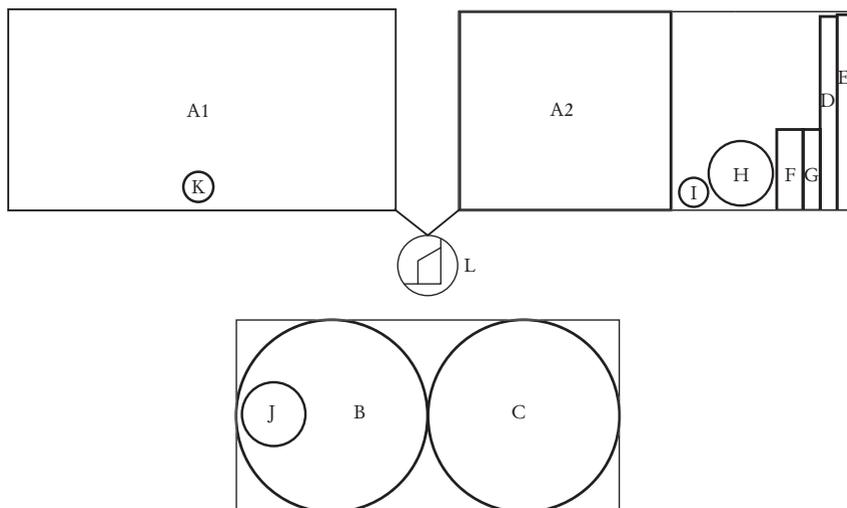
- A1: Lámina para el cuerpo 1 (100 x 200 cm)
- A2: Lámina para el cuerpo 2 (100 x 195,2 cm)
- B: Parte superior del silo (r = 64 cm)
- C: Fondo del silo (r = 64 cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada (r = 19,6 cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida (r = 8,6 cm)
- J: Abertura de entrada (r = 18,5 cm; centro a 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida (r = 7,5 cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)



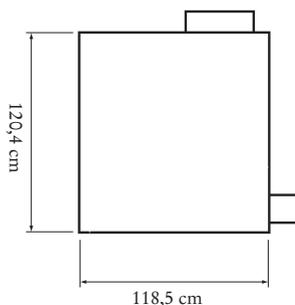
Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

■ Anexo 2 – Silos fabricados con láminas de 122 x 244 cm

Plano para un silo de 1,327 m³
3 láminas (122 x 244 cm) / Contenido aproximado: 1 000 kg

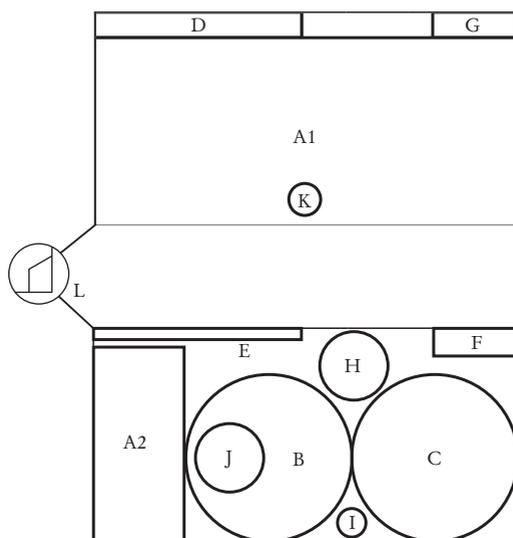


- A1: Lámina para el cuerpo 1 (122 x 244 cm)
- A2: Lámina para el cuerpo 2 (122 x 133 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 61$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 61$ cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada ($r = 19,6$ cm)
- I: Partes superior de la tapa de salida ($r = 8,6$ cm)
- J: Abertura de entrada ($r = 18,5$ cm; centro a 25cm del borde)
- K: Abertura de salida ($r = 7,5$ cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)

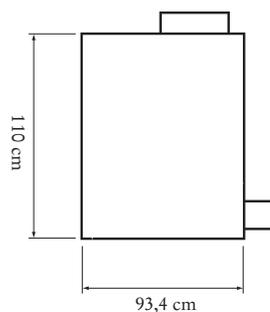


Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

Plano para un silo de 0,754 m³
 2 láminas (122 x 244 cm) / Contenido aproximado: 600 kg



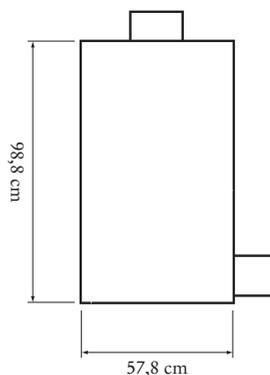
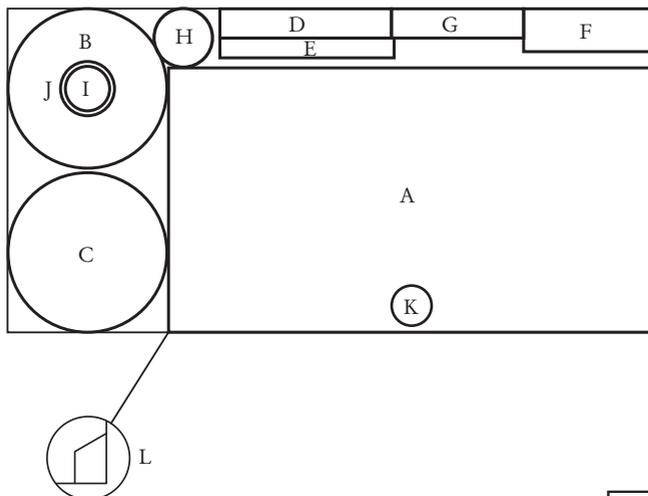
- A1: Lámina para el cuerpo 1 (244 x 111 cm)
- A2: Lámina para el cuerpo 2 (52,4 x 111 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 47,8$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 47,8$ cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada ($r = 19,6$ cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida ($r = 8,6$ cm)
- J: Abertura de entrada ($r = 18,5$ cm; centro a 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida ($r = 7,5$ cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,5 cm recto; 0,7 cm sesgo)



Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 5 mm hacia un lado y de 10 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, de la parte superior, del fondo y de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

■ **Anexo 2 – Silos fabricados con láminas de 122 x 244 cm**

Plano para un silo de 0,259 m³
1 lámina (122 x 244 cm) / Contenido aproximado: 200 kg



- A: Lámina para el cuerpo (183,1 x 99,8 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 30$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 30$ cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 64,8 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 65,8 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada ($r = 11,1$ cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida ($r = 8,6$ cm)
- J: Abertura de entrada ($r = 10$ cm; centro de B)
- K: Abertura de salida ($r = 7,5$ cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,5 cm recto; 0,7 cm sesgo)

Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hace con un doblez de 5 mm hacia un lado y de 10 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, de la parte superior, del fondo y de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

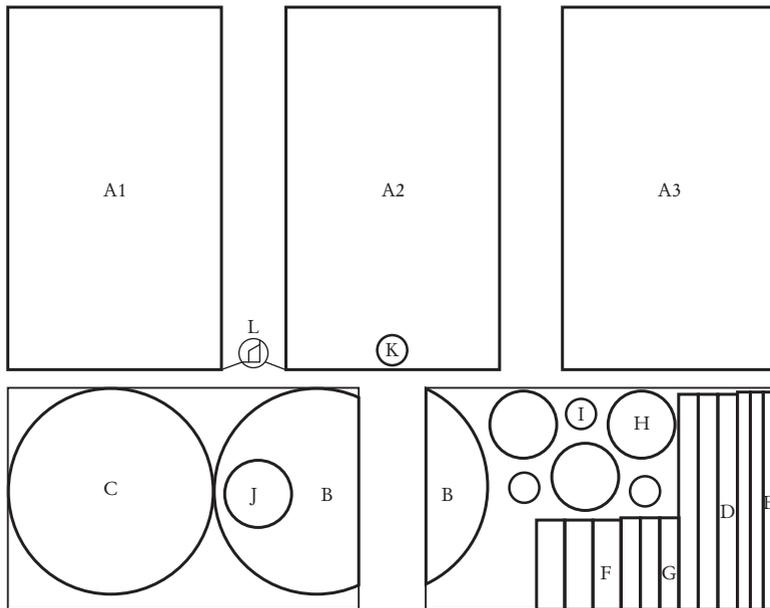
ANEXO 3

Silos fabricados con láminas de 122 x 200 cm

■ **Anexo 3 – Silos fabricados con láminas de 122 x 200 cm**

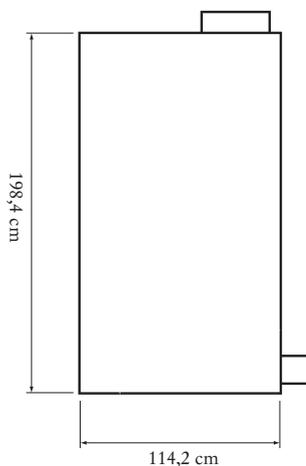
Plano para un silo de 2,030 m³
4(1/3) láminas (122 x 200 cm) / Contenido aproximado: 1 520 kg

Los elementos del D al I pueden ser cortados para tres silos de una sola lámina

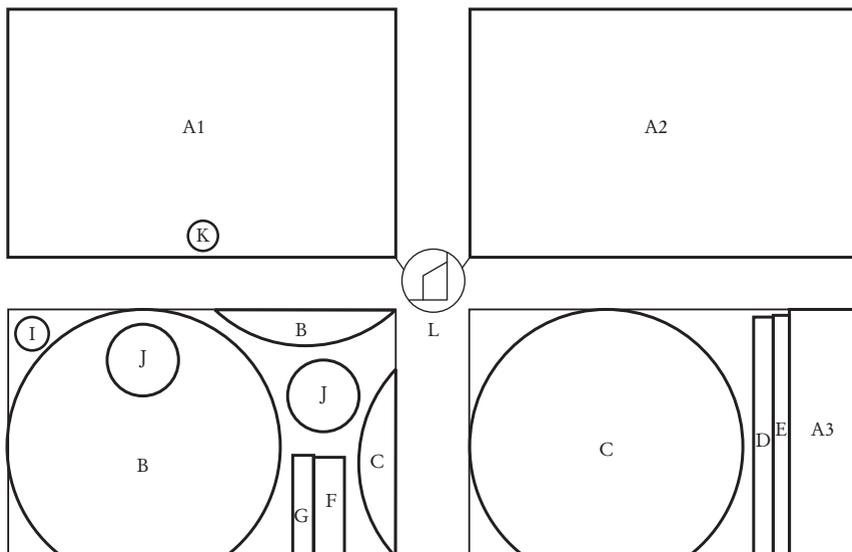


- A1, A2, A3: Láminas para el cuerpo (122 x 200 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 58,9$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 58,9$ cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11x50,1cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada ($r = 19,6$ cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida ($r = 8,6$ cm)
- J: Abertura de entrada ($r = 18,5$ cm; centro a 25cm del borde)
- K: Abertura de salida ($r = 7,5$ cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)

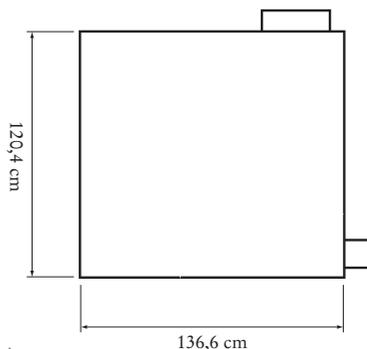
Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.



Plano para un silo de 1,758 m³
4 láminas (122 x 200 cm) / Contenido aproximado: 1 400 kg



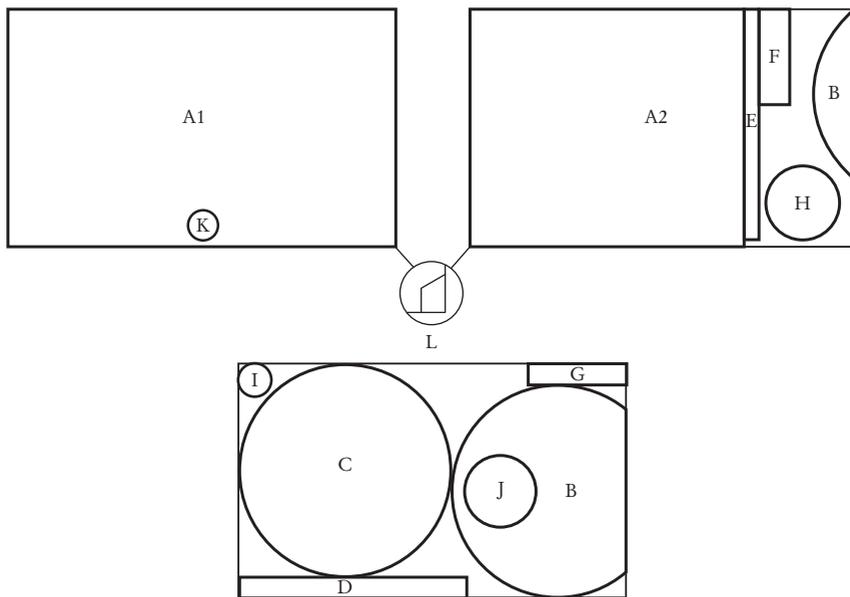
- A1, A2: Láminas para el cuerpo 1 y 2 (200 x 122 cm)
- A3: Lámina para el cuerpo 3 (35,5 x 122 cm)
- B: Parte superior del silo (r = 70 cm)
- C: Fondo del silo (r = 70 cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada (r = 19,6 cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida (r = 8,6 cm)
- J: Abertura de entrada (r = 18,5 cm; centro a 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida (r = 7,5 cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)



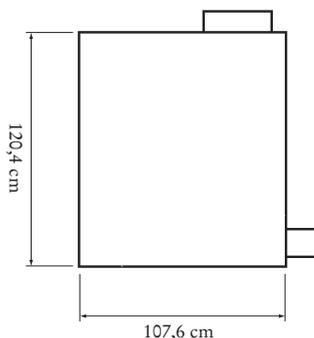
Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

■ **Anexo 3 – Silos fabricados con láminas de 122 x 200 cm**

Plano para un silo de 1,095 m³
3 láminas (122 x 200 cm) / Contenido aproximado: 800 kg

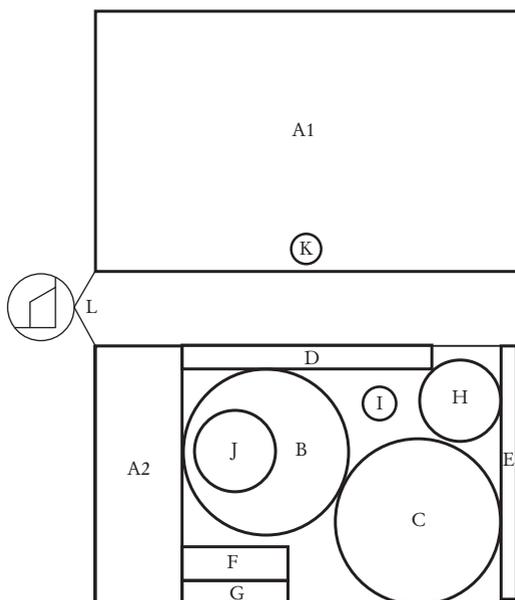


- A1: Lámina para el cuerpo 1 (200 x 122 cm)
- A2: Lámina para el cuerpo 2 (142,8 x 122 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 55,5$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 55,5$ cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada ($r = 19,6$ cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida ($r = 8,6$ cm)
- J: Abertura de entrada ($r = 18,5$ cm; centro 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida ($r = 7,5$ cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)

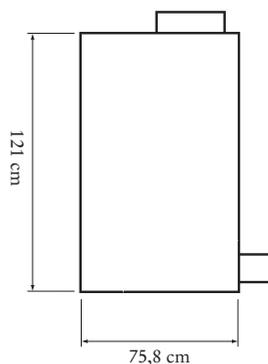


Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

Plano para un silo de 0,546 m³
 2 láminas (122 x 200 cm) / Contenido aproximado: 400 kg



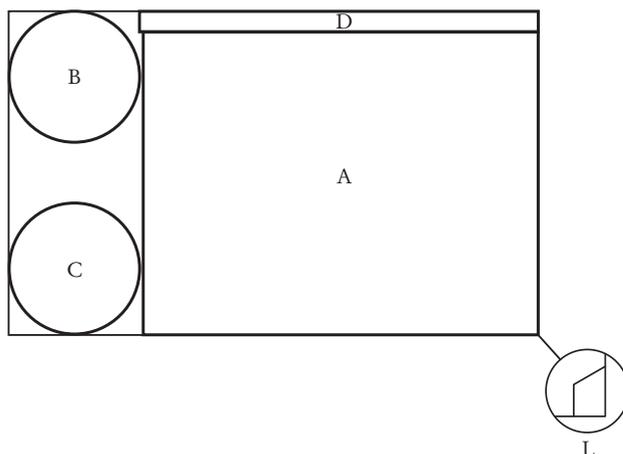
- A1: Lámina para el cuerpo 1 (200 x 122 cm)
- A2: Lámina para el cuerpo 2 (41,1 x 122 cm)
- B: Parte superior del silo (r = 39 cm)
- C: Fondo del silo (r = 39 cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada (r = 19,6 cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida (r = 8,6 cm)
- J: Abertura de entrada (r = 18,5 cm; centro 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida (r = 7,5 cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,5 cm recto; 0,7 cm sesgo)



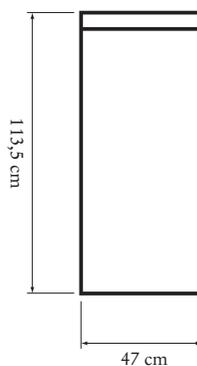
Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 5 mm hacia un lado y de 10 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, de la parte superior, del fondo y de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

■ **Anexo 3** – Silos fabricados con láminas de 122 x 200 cm

Plano para un silo de 0,197 m³
1 lámina (122 x 200 cm) / Contenido aproximado: 150 kg



- A: Lámina para el cuerpo (149,1 x 114,5 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 24,7$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 24,6$ cm)
- D: Faja de la tapa de la boca de entrada (150,6 x 7,5 cm)
- L: Corte en sesgo (0,5 cm recto; 0,7 cm sesgo)

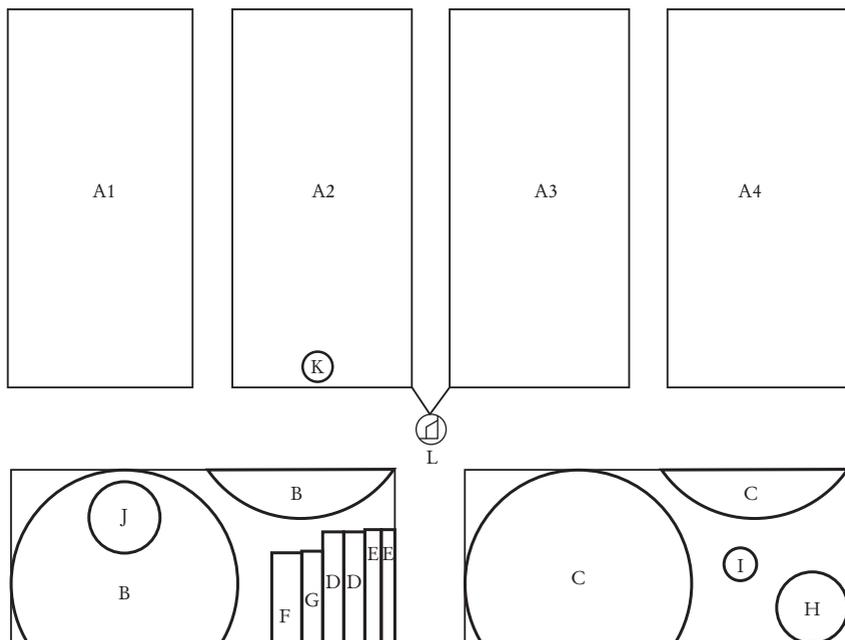


Nota: el traslape o costura del cuerpo se hace con un doblé de 5 mm hacia un lado y de 10 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo y de la tapa miden 5 mm.

Silos fabricados con láminas de 92,7 x 200 cm

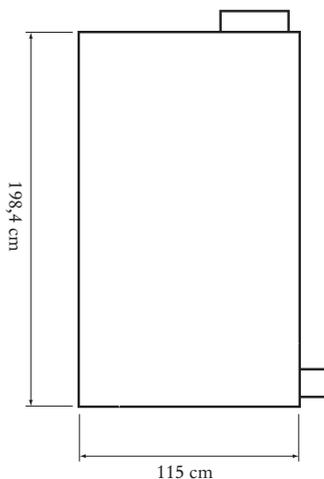
■ Anexo 4 – Silos fabricados con láminas de 92,7 x 200 cm

Plano para un silo de 2,060 m³
6 láminas (92,7 x 200 cm) / Contenido Aproximado: 1 540 kg

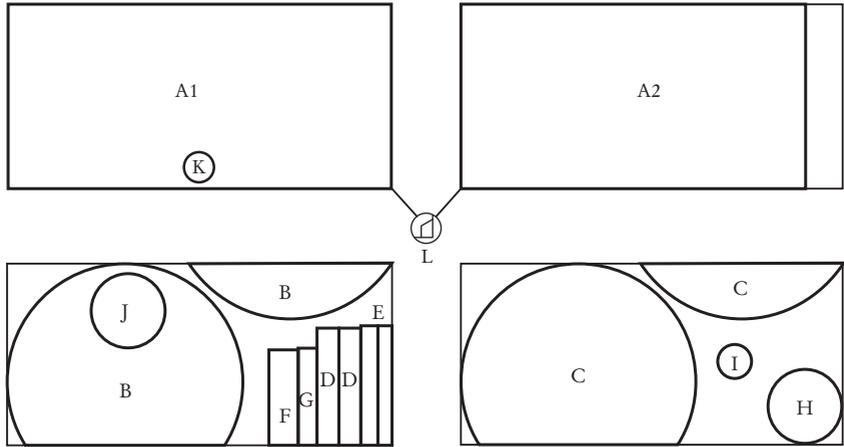


- A1, A2, A3, A4: Láminas para el cuerpo (92,7 x 200 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 59,3$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 59,3$ cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada ($r = 19,6$ cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida ($r = 8,6$ cm)
- J: Abertura de entrada ($r = 18,5$ cm; centro a 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida ($r = 7,5$ cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)

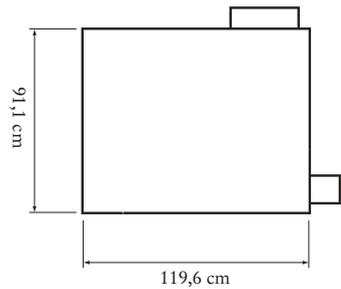
Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.



Plano para un silo de 1,020 m³
4 láminas (92,7 x 200 cm) / Contenido aproximado: 770 kg



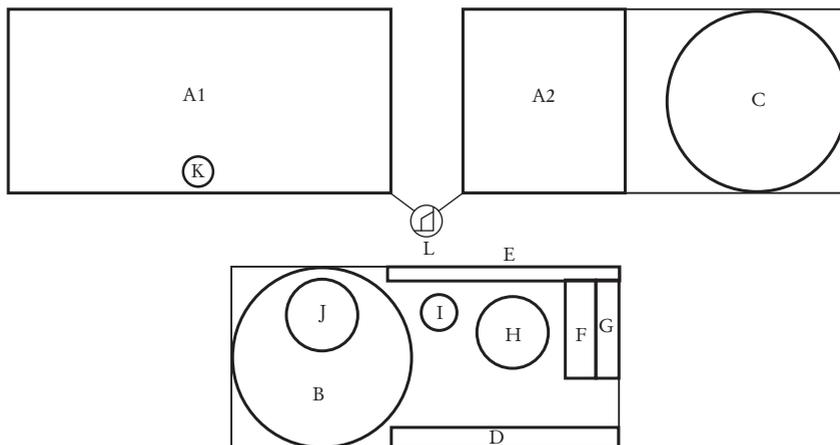
- A1: Lámina para el cuerpo 1 (200 x 92,7 cm)
- A2: Lámina para el cuerpo 2 (180,5 x 92,7 cm)
- B: Parte superior del silo (r = 61,6 cm)
- C: Fondo del silo (r = 61,6 cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada (r = 19,6 cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida (r = 8,6 cm)
- J: Abertura de entrada (r = 18,5 cm; centro a 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida (r = 7,5 cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)



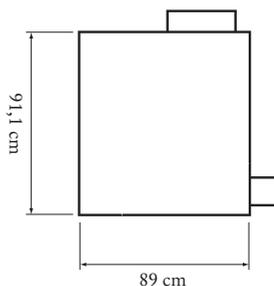
Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

■ **Anexo 4 – Silos fabricados con láminas de 92,7 x 200 cm**

Plano para un silo de 0,570 m³
3 láminas (92,7 x 200 cm) / Contenido aproximado: 425 kg

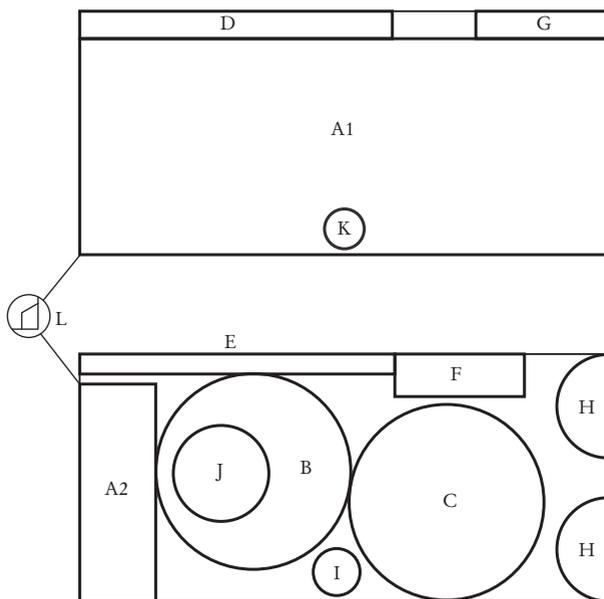


- A1: Lámina para el cuerpo 1 (200 x 92,7 cm)
- A2: Lámina para el cuerpo 2 (84,4 x 92,7 cm)
- B: Parte superior del silo (r = 46,3 cm)
- C: Fondo del silo (r = 46,3 cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada (r = 19,6 cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida (r = 8,6 cm)
- J: Orificio de entrada (r = 18,5 cm; centro a 25 cm del borde)
- K: Orificio de salida (r = 7,5 cm; centro 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,8 cm recto; 1,2 cm sesgo)

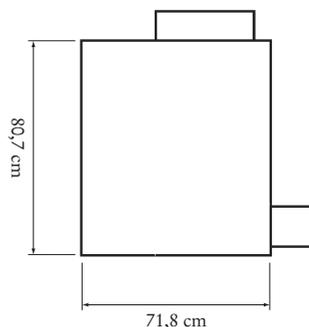


Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 8 mm hacia un lado y de 12 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, la parte superior y el fondo miden 8 mm. Las pestañas de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

Plano para un silo de 0,327 m³
2 láminas (92,7 x 200 cm) / Contenido aproximado: 245 kg



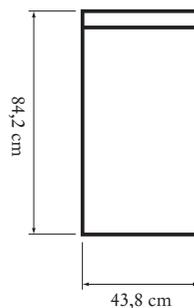
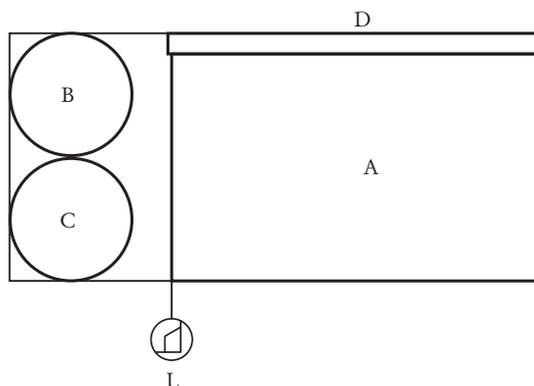
- A1: Lámina para el cuerpo 1 (200 x 81,7 cm)
- A2: Lámina para el cuerpo 2 (28,6 x 81,7 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 37$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 37$ cm)
- D: Faja de la boca de entrada (11 x 118,2 cm)
- E: Faja de la tapa de la boca de entrada (7,5 x 119,2 cm)
- F: Faja de la boca de salida (16 x 49,1 cm)
- G: Faja de la tapa de la boca de salida (11 x 50,1 cm)
- H: Parte superior de la tapa de entrada ($r = 19,6$ cm)
- I: Parte superior de la tapa de salida ($r = 8,6$ cm)
- J: Abertura de entrada ($r = 18,5$ cm; centro a 25 cm del borde)
- K: Abertura de salida ($r = 7,5$ cm; centro a 10,5 cm del borde)
- L: Corte en sesgo (0,5 cm recto; 0,7 cm sesgo)



Nota: los traslapes o costuras del cuerpo se hacen con un doblez de 5 mm hacia un lado y de 10 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo, de la parte superior, del fondo y de las tapas de entrada y salida miden 5 mm.

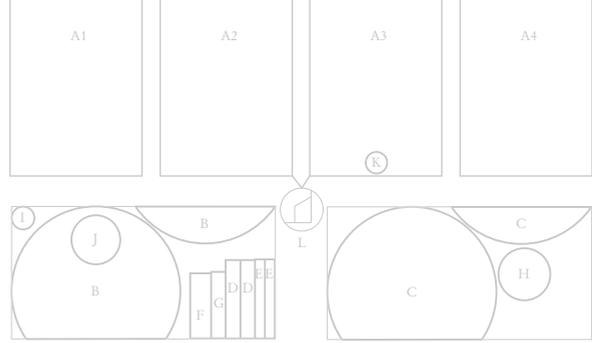
■ **Anexo 4** – Silos fabricados con láminas de 92,7 x 200 cm

Plano para un silo de 0,127 m³
1 lámina (92,7 x 200 cm) / Contenido aproximado: 95 kg



- A: Lámina para el cuerpo (139 x 85,2 cm)
- B: Parte superior del silo ($r = 23,1$ cm)
- C: Fondo del silo ($r = 23$ cm)
- D: Faja de la tapa de boca de entrada (140,5 x 7,5 cm)
- L: Corte en sesgo (0,5 cm recto; 0,7 cm sesgo)

Nota: el traslape o costura del cuerpo se hace con un doblez de 5 mm hacia un lado y de 10 mm hacia el otro. Las pestañas del cuerpo y de la tapa miden 5 mm.



Manual técnico para la construcción y el uso de los silos metálicos familiares para almacenar cereales y leguminosas de grano

El *Manual técnico para la construcción y el uso de los silos metálicos familiares para almacenar cereales y leguminosas de grano* presenta de forma didáctica y sencilla las instrucciones para la construcción y uso de diversos tipos de silos familiares, con capacidad de entre 0,12 m³ y 4,2 m³ (aproximadamente entre 120 y 4 000 kg). La contribución de este tipo de silos a la seguridad alimentaria, a la satisfacción de los objetivos del milenio y al bienestar de los pequeños agricultores es sumamente importante, especialmente en épocas de crisis agrícolas causadas por numerosos factores externos, incluyendo problemas financieros. Los silos cumplen una función importante no solo para asegurar la alimentación familiar del sector campesino, sino también para que los pequeños agricultores puedan regular la comercialización de sus excedentes y tener acceso a los mercados en momentos favorables. El manual contiene las directrices para el uso y la fabricación a un costo reducido de los silos familiares en forma accesible para artesanos y agricultores. El manual se basa en experiencias de campo hechas por la Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (COSUDE) y posteriormente por numerosos proyectos ejecutados por la FAO en más de 22 países en desarrollo.

