



NACIONES UNIDAS  
CONSEJO  
ECONOMICO  
Y SOCIAL



Distr.  
LIMITADA  
E/CEPAL/L.304  
25 de julio de 1984  
ORIGINAL: ESPAÑOL

---

CEPAL

Comisión Económica para América Latina



POSIBILIDADES DE FABRICACION LOCAL DE PRODUCTOS PROPIOS  
DE CALDERERIA Y ESTRUCTURAS METALICAS \*/

---

\*/ Este documento ha sido preparado en el marco de las actividades del Proyecto CEPAL/ONUDI sobre la situación actual y las perspectivas del abastecimiento y la producción de bienes de capital en América Latina (RLA/77/015), que cuenta con el auspicio del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

84-5-673



Indice

	<u>Página</u>
RESUMEN .....	1
Introducción .....	2
1. Equipamiento e infraestructura que determinan la capacidad de fabricación de bienes de capital .....	3
2. Equipamiento disponible en los países de mediano o menor desarrollo metalmeccánico en Latinoamérica .....	4
3. Clasificación de bienes de capital según procesos de producción y niveles de empleo de mano de obra .....	7
4. Productos de mayor demanda: características, posibilidades de producción y tiempo de elaboración .....	11
5. Perfiles de talleres para la fabricación de los diversos grupos de bienes de capital .....	17
6. La transmisión de tecnología entre empresas .....	21
Anexo 1: CLASIFICACION DE BIENES DE CAPITAL SEGUN PROCESOS PRODUCTIVOS CON INDICACION DE LAS HORAS DE TRABAJO DIRECTO NECESARIAS PARA SU FABRICACION .....	23



## RESUMEN

Una importante proporción de los bienes de capital, especialmente para grandes proyectos, se elaboran mediante procesos propios de calderería (en algunos países denominada pailería) o de fabricación de estructuras metálicas. Tales productos tienen diverso nivel de complejidad; muchos de ellos, sin embargo, son relativamente simples y pueden ser hechos, al menos en parte, en talleres que existen en todos los países grandes y medianos y varios de los pequeños de la región latinoamericana. Este documento presenta de manera sintética tanto las características de los productos típicos que se manufacturan con tales procesos como las condiciones que deben cumplir las plantas industriales que pueden fabricarlos. El propósito del trabajo es el difundir información que sirva de apoyo a los esfuerzos de producción local de bienes que generalmente se importan aunque ello no implique ventajas en calidad ni precio.

## Introducción

Dentro del universo de los bienes de capital hay numerosos productos que se obtienen mediante operaciones metalmeccánicas relativamente simples y que pueden ser fabricados por muchas empresas de países de mediano o menor desarrollo en Latinoamérica. En su mayor parte, éstos corresponden a bienes en que predominan los procesos propios de calderería y estructuras, y que pueden tener poco o ningún agregado de procesos mecánicos.

Es importante concentrar inicialmente el mayor esfuerzo de análisis en los productos propios de calderería y estructuras, ya que su fabricación es posible para un gran número de empresas en países de diversos niveles de desarrollo metalmeccánico, lo que no sucede con los que incluyen una mayor proporción de procesos de maquinado, cuya fabricación por lo general, sólo es accesible a unas pocas empresas muy especializadas.

Los bienes de capital en que predominan los procesos propios de calderería y estructuras suelen ser de tipo pesado o semipesado y, debido a la variedad de sus diseños, corresponden en la mayor parte de los casos a una fabricación individual o en pocas unidades. Además, son a menudo voluminosos y de bajo valor en relación a su peso, lo que trae consigo naturalmente una protección derivada del costo del transporte. Todos estos factores hacen más posible su fabricación local, incluso en países de mediano o menor nivel de desarrollo metalmeccánico.

Los productos en que predominan los procesos propios de calderería y de estructuras, sin agregado de procesos mecánicos, corresponden a muchos sectores de demanda; son de grandes tonelajes y casi siempre de menores valores unitarios. Dada su menor complejidad, una gran parte de ellos pueden fabricarse en los países de mediano y menor desarrollo metalmeccánico en los talleres y equipos existentes o con algunas ampliaciones de equipamiento.

Los productos que incluyen procesos de mecanizado cuentan con mercados de gran importancia y de mayores valores unitarios, y sólo en parte pueden ser producidos en los países de mediano desarrollo metalmeccánico, por limitaciones de equipamiento y de tecnología.

En el presente informe se ha procurado clasificar en forma global los bienes de capital según predominen en ellos los procesos propios de calderería y de estructuras o incluyan además procesos de mecanizado. En los productos más característicos y comunes de cada grupo se ha tratado de determinar algunos factores limitantes que suelen dificultar su fabricación, así como el tiempo de trabajo directo que debería emplearse en su producción.

Se incluyen también algunos perfiles tipo de las características y equipamiento básico que deberían tener los talleres especializados en la fabricación de cada grupo de productos en el caso de los países de mediano y de menor desarrollo metalmeccánico en Latinoamérica.

1. Equipamiento e infraestructura que determinan la capacidad de fabricación de bienes de capital

La mayor parte de los bienes de capital en que predominan los procesos propios de calderería y estructura son producidos en talleres que en varios países se denominan maestranzas. La capacidad cualitativa de producción de estas depende no sólo de sus conocimientos técnicos y de la capacitación de su personal, sino en gran medida del equipamiento básico que poseen.

En todas las maestranzas, uno pocos equipos y servicios fundamentales determinan la capacidad para fabricar estos productos. Los principales equipos son los que se enumeran a continuación.

a) Máquinas cilindradoras

Pueden ser de tres o de cuatro cilindros.

Las máquinas de curvar placas son fundamentales en el equipamiento de una maestranza, pues determinan el grosor máximo de las planchas con que puede trabajar la empresa. La información fundamental es la relativa al grosor máximo que puede curvar en frío y el ancho máximo. Normalmente el grosor se indica para planchas de acero corriente, y se reduce considerablemente si se trata de procesar aceros de alta resistencia.

b) Prensa hidráulica

Generalmente en las maestranzas se emplean prensas de cuatro columnas, con cilindros de trabajo superiores e inferiores, para el formado en frío o en caliente de cabezales de recipientes a presión y otras piezas similares, o de piezas especiales que no pueden formarse por cilindrado. La información básica corresponde a la presión máxima y a la distancia libre entre columnas.

c) Rebordeadoras-bombeadoras

Son máquinas utilizadas en las plantas de calderería que necesitan producir muchos cabezales para recipientes a presión, intercambiadores de calor y otros productos similares.

En las rebordeadoras se indica siempre el diámetro máximo y el grosor de los cabezales que pueden formar.

d) Máquinas soldadoras

Una planta de calderería necesita disponer de máquinas soldadoras eléctricas de varios tipos y capacidades, incluso para soldadura automática de arco sumergido en diversas posiciones. Normalmente se indica la capacidad máxima de un sistema de soldadura en amperes.

/e) Banco

e) Banco de oxicrote

En todos los talleres de calderería y estructuras se requiere un banco de oxicrote con varios sopletes, para cortes automáticos o semiautomáticos, para cortes rectilíneos o con sistema copiador, para corte y biselado de planchas.

Otros equipos de producción, también necesarios pero no determinantes en la capacidad de una planta son la guillotina o cizalla, para corte rápido de chapas; la prensa plegadora, para el doblado de plancha y formado de perfiles, y las punzonadoras y taladros.

Los principales equipos de infraestructura de una planta, determinantes para su capacidad cualitativa de producción son los siguientes:

i) Las grúas-puentes. La capacidad y altura libre disponible en las grúas-puentes de los talleres de producción determinan, evidentemente, el tamaño y peso de los mayores elementos que se pueden fabricar en una planta.

ii) Horno de eliminación de tensiones. La existencia de un horno de tratamiento térmico para eliminar tensiones puede ser determinante en la fabricación de elementos soldados en que este proceso es exigido por normas. Los antecedentes fundamentales son las dimensiones y temperaturas máximas de operación del horno.

iii) Elemento de control de soldadura. Estos elementos pueden ser rayos X, rayos gama, ultrasonido y equipos de pruebas hidráulicas, y su disponibilidad puede ser determinante para la fabricación de ciertos bienes de capital. No necesariamente deben formar parte de la planta o basta con que esta pueda disponer de ellos en su oportunidad. A este respecto, cabe observar que debería establecerse un sistema de control de calidad para permitir la calificación de la empresa, ya que su responsabilidad no termina con el ensayo de recepción del producto, sino que continúa con toda su vida operacional. Sólo un proceso de calificación del fabricante podrá asegurar la calidad del producto.

2. Equipamiento disponible en los países de mediano o menor desarrollo metalmeccánico en Latinoamérica

Aparte de Argentina, Brasil y México, países con un mayor grado de desarrollo metalmeccánico que disponen de talleres de calderería y mecánica muy completos, y pueden producir la mayor parte de los bienes de capital que necesitan, el resto de los países se puede agrupar en dos niveles o categorías.

Un primer grupo está formado por los países mayores de la subregión andina (Colombia, Perú y Venezuela), a los que deben agregarse Chile y Paraguay. En ellos, las mayores maestranzas pueden cilindrar planchas de 50 y 60 mm de espesor, y excepcionalmente de 75 mm, incluyendo el proceso de eliminación de tensiones. El peso de los mayores componentes que pueden fabricarse en este grupo de países alcanza a 60 toneladas.

/Un segundo



Un segundo grupo se encuentra integrado por los países menores de la subregión andina (Ecuador y Bolivia), a los que pueden agregarse Uruguay y algunos países de Centroamérica. Las mayores maestranzas de estos países pueden cilindrar planchas de 20 mm de espesor -y en el caso de Ecuador hasta 45 mm- aunque no poseen hornos para eliminar tensiones. El peso de los mayores componentes elaborables en este segundo grupo de países puede alcanzar entre 20 y 30 toneladas.

Dentro del primer grupo, destaca la capacidad de producción de Venezuela, dotada de algunas maestranzas con equipamiento moderno y gran capacidad. Este país ha orientado especialmente su equipamiento al suministro de bienes demandados por el sector de hidrocarburos y de petroquímica. En Colombia, con equipos más antiguos y algo más limitados, aunque de larga tradición como fabricantes, se destaca especialmente la capacidad de fabricación de generadores de vapor. Perú cuenta también con un equipamiento un tanto envejecido, y se ha especializado en la fabricación de bienes que demandan los sectores de minería. El equipamiento es bastante antiguo en Chile, algunas de cuyas mayores maestranzas han paralizado temporalmente su producción. En Paraguay, la fabricación de elementos mayores de calderería y estructuras es muy reciente, ya que se ha desarrollado a partir de la construcción de la central de Itaipú. Su mayor capacidad está en la fabricación de tuberías a presión y compuertas.

Dentro del segundo grupo, destaca la capacidad de producción de Ecuador, que ha desarrollado en los últimos años la fabricación de equipos, principalmente para el sector de hidrocarburos. Los otros países de este grupo presentan diversas limitaciones en su equipamiento, aunque algunas de sus maestranzas tienen una larga experiencia como fabricantes.

En los cuadros 1 y 2 se han resumido los principales indicadores de la capacidad de fabricación de equipos en algunos países de Latinoamérica. Aunque los datos pueden estar incompletos o haber sufrido alguna variación, se estima que constituyen una indicación útil de la capacidad aproximada actual de los países.

Cuadro 1

INDICADORES DE LA CAPACIDAD DE MAESTRANZAS EN ALGUNOS  
PAISES DE AMERICA LATINA

País	Cilindrado en frío grosor máx. a/	Capacidad levante (grúas) b/	Horno de elimina- ción de ten- siones	Prensa hi- dráulica	Sodadora de arco sumergido
Colombia	60 mm	120 t	5.60x5.60x23.0m	1 000 t	1 500 A
Perú	50 mm	60 t	6.00x5.00x 8.5m	c/	c/
Venezuela	75 mm	200 t	6.50x6.50x18.0m	2 000 t	1 500 A
Chile	50 mm	55 t	4.00x5.00x20.0m	400 t	1 200 A
Paraguay	75 mm	100 t	6.00x4.00x10.0m	2 000 t	c/

Fuente: CEPAL, sobre la base de datos suministrados por las empresas.

a/ Correspondiente a un ancho de chapa de 1.5 m.

b/ Incluso utilizando medios complementarios.

c/ No se dispone de la información correspondiente.

Cuadro 2

INDICADORES DE LA CAPACIDAD DE MAESTRANZAS EN ALGUNOS  
PAISES DE AMERICA LATINA

País	Cilindrado en frío grosor máx.	Capacidad levante (grúas)	Horno de eli- minación de tensiones	Prensa hidráulica
Ecuador	45 mm	30 t	No hay	600 t
Bolivia	20 mm	10 t	No hay	a/
Uruguay	20 mm	20 t	2.50x2.50x10.50m	a/
Centroamérica	20 mm	10 t	No hay	a/

Fuente: CEPAL, sobre la base de información de las empresas.

a/ No se dispone de la información exacta. Se estima que es del orden de 200 ton en cada país.

3. Clasificación de bienes de capital según procesos de producción y niveles de empleo de mano de obra

Con el fin de determinar en forma aproximada las posibilidades técnicas de fabricación de bienes de capital por parte de los talleres de países latinoamericanos de mediano y pequeño desarrollo metalmeccánico, se procurará clasificar los principales productos en que predominan los procesos propios de calderería y estructuras según los niveles de dificultad de su fabricación. La clasificación se ha basado en los procesos básicos de producción y en las horas de trabajo directo que se emplean en ella, estudiando principalmente los productos más comunes, que corresponden a varios sectores de demanda.

Las horas de trabajo directo indicadas en cada caso son las que podrían esperarse en una planta de perfil similar al indicado en el punto 5; es decir, se trata de cifras que pueden alcanzarse en corto plazo en los mejores talleres de los países en desarrollo intermedio en Latinoamérica. Dichas cifras son inferiores a las horas-hombre que efectivamente utilizadas en la actualidad en estos países, superan entre 20% y 30% a las que pueden considerarse normales actualmente en los países de la OCDE.

En los cuadros siguientes se presenta una clasificación tentativa de bienes de capital en los que predominan los procesos propios de calderería y estructura, ordenados según orden creciente de empleo de mano de obra. Se indican en cada caso los principales sectores de demanda y los factores que pueden ser limitantes para su fabricación.

Cuadro 3

PRODUCTOS QUE INCLUYEN SOLO PROCESOS DE CALDERERIA

---

Tuberías de gran diámetro (NAB 73.19)

Sectores de demanda: Hidrocarburos, petroquímica, electricidad, minería  
Incluyen: Desde aducciones simples a conductos forzados  
Limitantes: Cilindrado, peso de tubos, prueba hidráulica y de soldadura  
Mano de obra: 40 a 65 horas-hombre por tonelada

Depósitos de almacenamiento (NAB 73.22)

Sectores de demanda: Hidrocarburos, petroquímica  
Incluyen: Depósitos cilíndricos verticales con techo fijo o flotante  
Limitantes: Cilindrado de plancha  
Mano de obra: 50 horas-hombre por tonelada (techo fijo)  
55 horas-hombre por tonelada (techo flotante)

Chimeneas, ductos, silos, etc. (NAB 73.21)

Sectores de demanda: Todos los sectores  
Incluyen: Calderería liviana miscelánea  
Limitantes: No hay limitaciones destacables  
Mano de obra: 50 a 60 horas-hombre por tonelada

Recipientes con presión (NAB 73.24)

Sectores de demanda: Hidrocarburos, petroquímica  
Incluyen: Recipientes para propano (L.P.G.) y productos químicos  
Limitantes: Prensa o rebordadora para cabezales. Tamaño y peso del recipiente. Eliminación de tensiones en recipientes de mayor grosor  
Mano de obra: 50 a 70 horas-hombre por tonelada

Esferas a presión (NAB 73.24)

Sectores de demanda: Hidrocarburos, petroquímica  
Incluyen: Grandes esferas para propano (L.P.G.) incluso  $\emptyset$  20 m x 38 mm  
Limitantes: Capacidad prensa y control de soldadura  
Mano de obra: 70 a 90 horas-hombre por tonelada

Compuertas planas (NAB 73.21)

Sectores de demanda: Sector generación de electricidad  
Incluyen: Compuertas sin sus mecanismos  
Limitantes: Peso de sección mayor  
Mano de obra: 80 a 95 horas-hombre por tonelada

Parte estructural de grúas-puentes (NAB 84.22)

Sectores de demanda: Todos los sectores  
Incluye: Marco de vigas principales, sin los mecanismos  
Limitantes: Peso de sección mayor  
Mano de obra: 130 a 150 horas-hombre por tonelada

---

Cuadro 4

PRODUCTOS QUE INCLUYEN SOLO PROCESOS PROPIOS DE ESTRUCTURAS

---

Estructuras livianas (NAB 73.21)

Sectores de demanda: Todos  
Incluyen: Estructuras simples sin recubrimiento con perfiles laminados, con peso de hasta 40 kg/m<sup>2</sup>  
Limitantes: No hay  
Mano de obra: 60 a 80 horas-hombre por tonelada

Estructuras medianas y semipesadas (NAB 73.21)

Sectores de demanda: Todos  
Incluyen: Estructuras de 40 a 120 kg/m<sup>2</sup>  
Limitantes: Peso de secciones mayores  
Mano de obra: 60 a 80 horas-hombre por tonelada

Torres de alta tensión (NAB 73.21)

Sectores de demanda: Energía eléctrica  
Incluyen: Torres completas  
Limitantes: Necesidad de cortadoras y punzonadoras automáticas. Instalaciones para galvanizar  
Mano de obra: 40 a 50 horas-hombre por tonelada + 15 a 20 horas-hombre por tonelada si son galvanizadas

Escalas, cabinas, tolvas (carpintería metálica) (NAB 73.21)

Sectores de demanda: Todos los sectores  
Incluyen: Carpintería metálica miscelánea  
Limitantes: No hay  
Mano de obra: Variable, de 50 a 100 horas-hombre por tonelada

Rejas hidráulicas (NAB 73.21)

Sectores de demanda: Generación de energía eléctrica  
Incluyen: Rejas de perfiles o barras. Parte fija  
Limitantes: No hay  
Mano de obra: 80 a 100 horas-hombre por tonelada

---

Cuadro 5

PRODUCTOS QUE INCLUYEN CALDERERIA Y MECANIZADO

---

Columnas de proceso (NAB 84.17)

Sectores de demanda: Hidrocarburos (refinerías); petroquímica, química  
Incluyen: Columnas (torres) con o sin bandejas interiores  
Limitantes: Peso y dimensiones; eliminación de tensiones; mecanizado, tecnología  
Mano de obra: 100 a 130 horas-hombre por tonelada (sin bandejas interiores)  
150 a 170 horas-hombre por tonelada (con bandejas interiores)

Intercambiadores, evaporadores, condensadores (NAB 84.17)

Sectores de demanda: Hidrocarburos (refinerías); petroquímica, química  
Incluyen: Intercambiadores de tubos y equipos similares  
Limitantes: Mecanizado (radial con C.N.), soldaduras, tecnología  
Mano de obra: Variable, 120 a 220 horas-hombre por tonelada

Compuertas radiales (sectores) (NAB 73.21)

Sectores de demanda: Sector generación de electricidad  
Incluyen: Compuertas con o sin mecanismos  
Limitantes: Mandrilado de pivotes. Peso y dimensiones en premontaje  
Mano de obra: 120 a 150 horas-hombre por tonelada, sin mecanismos

Hornos de proceso (NAB 84.14)

Sectores de demanda: Sectores de hidrocarburos (refinerías); petroquímica e industrias químicas  
Incluyen: Hornos de calefacción, reforma, etc.  
Limitantes: Mecanizado, soldadura, tecnologías especiales  
Mano de obra: Variable según tipo y presiones, de 150 a 200 horas-hombre por tonelada

Vagones de carga y coches de ferrocarril (NAB 86.07 y 86.05)

Sectores de demanda: Sector transporte ferroviario, minería, siderurgia  
Incluyen: Vagones y coches excepto bogies  
Limitantes: Equipamiento especial, posicionadores, tamaño y peso  
Mano de obra: 100 a 140 horas-hombre por tonelada en vagones de carga y  
300 horas-hombre por tonelada en coches de pasajeros

Generadores de vapor (calderas) (NAB 84.01)

Sectores de demanda: Hidrocarburos, electricidad, petroquímica  
Incluyen: Calderas de variados tamaños y presiones  
Limitantes: Mecanizado, cilindrado, tecnología  
Mano de obra: Hasta 20 000 kg vapor/hr: 200 a 220 horas-hombre por tonelada

Grúas-puentes completas (NAB 84.22)

Sectores de demanda: Todos los sectores  
Incluyen: Vigas, carro, aparejos de izaje, mecanismos  
Limitantes: Peso sección mayor; mandrilado; eliminación de tensiones  
Mano de obra: 160 a 200 horas-hombre por tonelada

---

#### 4. Productos de mayor demanda: características, posibilidades de producción y tiempo de elaboración

En esta parte del trabajo se presentan algunas características de los bienes de capital de mayor utilización que se fabrican esencialmente mediante procesos propios de calderería y estructuras. Se analizan algunas de sus características y se estiman los tiempos de elaboración que pueden considerarse más adecuados, todo ello con el fin de aportar antecedentes acerca de sus posibilidades de producción y de las dificultades que esta última podría presentar.

##### a) Productos que incluyen sólo procesos de calderería

i) Tuberías de gran diámetro (NAB 73.19). Su demanda corresponde principalmente a los sectores de generación eléctrica, refinerías y petroquímica, además de a los oleoductos, gasoductos y aducciones de agua utilizados por diversos sectores.

Dentro del total de tuberías de gran diámetro destacan por el tonelaje que representan y por su mayor dificultad de fabricación las tuberías de presión, tales como las conducciones forzadas y los blindajes utilizados en las centrales hidroeléctricas y en algunos grandes oleoductos y gasoductos. En los últimos años se ha puesto de manifiesto, en el caso de las tuberías de presión, la tendencia al empleo de aceros soldables de alta resistencia. En el caso de tuberías de grandes diámetros y que representan tonelajes, es cada vez más común su fabricación en faenas cercanas a las obras, para disminuir el costo de los fletes. Es también común en las tuberías de presión el empleo de anillos transversales soldados a los tubos, para aumentar la rigidez y resistencia, y el empleo de planchas de un ancho mínimo de tres metros, con el fin de disminuir el número de cordones de soldadura.

El empleo de planchas anchas de alta resistencia requiere contar con máquinas cilindradoras de gran potencia para efectuar las operaciones de cilindrado. Así, si una máquina tiene potencia suficiente para cilindrar en frío planchas de 2 m de ancho por 50 mm de espesor en acero corriente, por ejemplo API-5L en grado B, de 35 000 psi de límite de fluencia, al utilizar aceros de alta resistencia, por ejemplo API 5LX grado X-65 de 65 000 psi en planchas de 3 m de ancho, sólo podría curvar hasta espesores de 35 mm.

Los principales factores limitantes para la fabricación de tuberías de gran diámetro son la necesidad de contar con una máquina cilindradora de gran potencia, la capacidad de manipular tubos de grandes dimensiones y alto tonelaje, la necesidad de contar con equipos adecuados de soldadura (de preferencia automática por arco sumergido), con equipos de inspección de soldadura y con equipos de prueba hidráulica.

También puede ser un factor limitante la necesidad de disponer de equipos para revestimiento interno de tubos, si así se especifica.

La fabricación de tuberías de gran diámetro puede requerir entre 40 y 65 horas-hombre por tonelada, de acuerdo a sus características.

/ii) Depósitos

ii) Depósitos de almacenamiento (NAB 73.22). Los depósitos de almacenamiento más comunes en esta categoría son los verticales, sin presión, generalmente de techo flotante, que se emplean en grandes cantidades en el sector de hidrocarburos (refinerías y extracción), petroquímica, industrias químicas, etc. Su capacidad suele oscilar entre 50 000 y 500 000 barriles.

La fabricación requiere instalaciones de cilindrado, soldadura e inspección de soldadura. En los depósitos de los tamaños indicados, puede ser necesario cilindrar planchas de grosores cercanos a 40 mm.

Los depósitos de esas dimensiones pueden fabricarse con techo flotante y apoyos, en un máximo de 55 horas-hombre por tonelada en condiciones normales.

iii) Recipientes con presión (NAB 73.24). Se utilizan ampliamente en los sectores de hidrocarburos (refinerías) y petroquímica.

Son comunes los recipientes horizontales para almacenamiento de propano (LPG) en capacidades de 10 000 a 60 000 galones. En este último tamaño tienen un diámetro de 3.35 m y un largo de 27 metros y su peso alcanza a las 50 toneladas, con un espesor de manto de 25 mm, al fabricarse en acero de resistencia corriente.

La fabricación de estos recipientes requiere principalmente lo siguiente: prensa o máquina rodonadora para formar los cabezales; cilindradora para curvado de plancha gruesa; posibilidad de mover elementos de gran volumen y peso; equipos de soldadura, preferentemente automática de arco sumergido; posicionadores; equipos de control de soldadura, y horno de eliminación de tensiones para espesores de manto superiores a 1.1/4".

La fabricación de los depósitos con presión en los tamaños indicados requiere alrededor de 50 a 70 horas-hombre por tonelada.

iv) Esferas a presión (recipientes esféricos) (NAB 73.24). Se utilizan comúnmente en las refinerías de petróleo, plantas petroquímicas e industrias químicas, y en almacenamiento de propano (LPG) u otros gases a presión. Suelen ser de grandes dimensiones (10 a 20 m de diámetro) y de grosores de 20 a 40 milímetros.

Los factores limitantes para su fabricación local son la necesidad de contar con prensa de gran capacidad, para formar los cascos o secciones, y la necesidad de contar con equipos adecuados para soldar y para el control de la soldadura.

La fabricación de esferas a presión requiere entre 70 y 90 horas-hombre por tonelada.

v) Compuertas planas (NAB 73.21). Los sectores de demanda corresponden a generación de energía eléctrica y a obras de embalses y represas para riego.

/Las compuertas



Las compuertas planas pueden fabricarse sin incluir los mecanismos de accionamiento, y en este caso corresponderían a elementos de calderería relativamente simples.

El mayor factor limitante para su fabricación es la necesidad de mover en el taller partes o conjuntos que pueden ser de gran peso. En las compuertas de gran tamaño, es común que se separen en algunos subconjuntos; en estos casos, sin embargo, se exige un premontaje en el taller.

La fabricación de compuertas planas requiere entre 80 y 95 horas-hombre por tonelada.

vi) Grúas-puentes y pórticos rodantes (NAB 84.22). Su demanda corresponde principalmente a los sectores de generación eléctrica, siderurgia, minería y cemento.

Las posibilidades de fabricación de su parte estructural varían ampliamente, según sus características y uso. Las grúas-puentes más simples son aquellas no esenciales, utilizadas en los sectores de demanda enumerados anteriormente, en capacidades de hasta 50 toneladas. Una línea de pórticos simples se utiliza para maniobrar compuertas en las centrales hidroeléctricas. Las grúas-puentes más difíciles de fabricar corresponden a las de transporte de metal líquido en siderurgia y minería. Los mayores pórticos se utilizan para el traslado de materiales a granel, también en actividades siderúrgicas y mineras.

El principal factor limitante para su fabricación es el peso del conjunto o componente mayor, que suele corresponder a las vigas principales.

La fabricación de la parte estructural de la grúa-puente y de los pórticos se puede asimilar a las exigencias propias de fabricar estructuras medianas y semipesadas, con un mayor grado de precisión que en el caso de las estructuras comunes.

La fabricación de estructuras de grúas-puentes y de pórticos requiere alrededor de 130 a 150 horas-hombre de trabajo directo por tonelada, sin contar los componentes mecánicos, para grúas-puentes y pórticos corrientes, de capacidades de 10 a 100 toneladas.

b) Productos que incluyen sólo procesos propios de estructuras

i) Estructuras medianas y semipesadas (NAB 73.21). Todos los sectores de inversiones de bienes de capital significan demanda de estructuras medianas y semipesadas, especialmente los de siderurgia, minería, generación eléctrica, refinerías, petroquímica y cemento.

La producción de estructuras metálicas medianas está al alcance de empresas de todos los países de Latinoamérica, ya que los requisitos para su fabricación son mínimos y pueden cumplirse con facilidad en casi todos los talleres de producción de estructuras.

/La fabricación

La fabricación de estructuras semipesadas y pesadas, demandadas principalmente por el sector de siderurgia, tiene algunos requisitos que pueden ser difíciles de cumplir para muchas empresas. Estos se refieren al peso de las mayores secciones o elementos estructurales, al grosor de plancha que requiera equipos de soldadura de alta potencia, y al grosor de plancha que obligue a efectuar eliminación de tensiones.

La fabricación de estructuras medianas y semipesadas, entre 40 y 120 kg por metro cuadrado, requiere entre 60 horas-hombre por tonelada y 80 horas-hombre por tonelada para su fabricación.

ii) Torres de alta tensión (NAB 73.21). Su único sector de demanda corresponde a generación de energía eléctrica (transmisión).

Las torres de alta tensión se fabrican a partir de perfiles, y pueden ser galvanizadas o bien formadas con perfiles de acero resistente a la corrosión.

Aunque pueden fabricarse en talleres con escasos medios, la necesidad de producirlas con bajo empleo de horas-hombre por tonelada, para ser competitivos en costo, obliga a disponer de ciertas instalaciones, lo que puede resultar limitante para su fabricación.

Es necesario disponer de máquinas cortadoras y punzonadoras automáticas de ángulos, y de instalaciones de galvanizado, si las torres se especifican con ese tipo de protección.

La fabricación de torres de alta tensión requiere entre 40 y 50 horas-hombre por tonelada para los procesos básicos, más entre 15 y 20 horas-hombre por tonelada para galvanizar las distintas partes o componentes.

c) Productos que incluyen calderería y procedimientos mecánicos

i) Columnas de proceso o destilación (NAB 84.17). Su demanda corresponde a los sectores de refinерías y de química y petroquímica.

Las grandes columnas o torres de proceso requieren para su fabricación de un buen equipamiento propio de calderería y de mecánica, incluso equipos de infraestructura como horno de eliminación de tensiones, y la posibilidad de manipular elementos de grandes volúmenes y elevados tonelajes.

Además del trabajo propio de calderería requerido en la fabricación de las torres o columnas (como cilindrado y soldadura de planchas) se precisa también trabajo mecánico en el maquinado de las bandejas de proceso y distribución. La fabricación de las bandejas requiere además diversas operaciones en prensas excéntricas.

Las torres de proceso alcanzan muchas veces alturas superiores a 40 metros y pesos totales que sobrepasan las 100 toneladas y muy comúnmente en su fabricación requieren un tratamiento térmico de eliminación de tensiones. Todos estos aspectos y la necesidad de contar con la tecnología adecuada, configuran la dificultad de la fabricación local de estos equipos.

/La fabricación

La fabricación de columnas de destilación en los países de Latinoamérica debería requerir entre 100 y 130 horas-hombre de trabajo directo por tonelada, sin incluir elementos mecánicos internos, tales como campanas de barboteo. Al incluirlas, aumentaría a un rango de 150 a 170 horas-hombre por tonelada.

ii) Cambiadores de temperatura, evaporadores y condensadores (NAB 84.17).

Los mayores sectores de demanda de estos productos son los hidrocarburos (refinerías), petroquímica y plantas químicas, aunque hay diversos otros sectores que también los utilizan.

Los cambiadores de temperatura son de diversos tipos. Aquí se consideran sólo los más comunes: los de haces de tubos paralelos.

Para altas temperaturas es cada vez más común el empleo de cambiadores fabricados con aleaciones de aceros especiales, incluso inoxidables, y aleaciones bimetálicas.

La fabricación de estos cambiadores y productos similares podría tener como factor limitante la falta de elementos tales como equipamiento y tecnología para soldar aceros especiales, equipo para cilindrado de planchas gruesas en pequeño diámetro (máquina curvadora), y para eliminación de tensiones, que puede requerir disponer de un horno, prensa o rebordeadora para formar cabezales, taladro radial de control numérico, por el gran número de perforaciones de alta precisión que puede requerirse en discos (plancha) de gran espesor, y equipos de pruebas, especialmente de soldadura.

La fabricación de cambiadores de temperatura y equipos similares requiere un número de horas de trabajo directo que puede variar mucho, de acuerdo a sus características. Para cambiadores con placas de 1" de grosor se puede estimar un tiempo adecuado de entre 120 a 220 horas-hombre por tonelada.

iii) Compuertas radiales (sectores) (NAB 73.21). La demanda corresponde al sector de generación de energía eléctrica y a obras de riego (represas y embalses).

Las compuertas radiales suelen alcanzar grandes tamaños (tableros de 10 x 15 m y mayores) y pesos superiores a 100 toneladas. Los mecanismos de accionamiento pueden fabricarse separadamente.

Los principales factores limitantes para su fabricación son la necesidad de movimiento en taller de grandes partes o conjuntos, que pueden ser de gran peso y muy voluminosos -aunque la compuerta se separe en subconjuntos, se necesita siempre un premontaje en el taller o patio del fabricante-, y la necesidad de mandrinado de los apoyos del pivote central sobre el que gira la compuerta.

La fabricación de las compuertas radiales requiere entre 120 y 150 horas-hombre por tonelada, sin incluir los mecanismos de accionamiento.

/iv) Hornos

iv) Hornos de proceso (NAB 84.14). Los sectores de demanda de estos productos son principalmente los de hidrocarburos (refinerías), petroquímica y plantas químicas.

La amplia gama de utilización de hornos de proceso explica su gran variedad de tipos y características: de calentamiento, de procesos específicos en vacío o en altas presiones, y con grandes variaciones de temperatura. Por consiguiente, se fabrican en muy diversos materiales.

La fabricación de hornos de proceso presenta varios factores limitantes, que en parte son similares a los que representa la fabricación de cambiadores de temperatura, ya que requieren equipos y tecnología de soldaduras, equipos para control de soldaduras, máquinas dobladoras de tubos y equipos para corte y perforación de placas.

La fabricación de hornos de proceso requiere un total de trabajo directo que varía entre 150 y 200 horas-hombre por tonelada según sus características.

v) Vagones y coches de ferrocarril (NAB 86.07 y 86.05). El mayor sector de demanda es el de transporte terrestre. Los vagones de carga también pueden tener demanda en otros sectores de inversión, como minería y siderurgia, que requieren transporte interno de grandes tonelajes.

Para una fabricación eficiente de vagones y coches de ferrocarril se necesita disponer de varias instalaciones especializadas, tales como posicionadores para soldar conjuntos, equipos de soldadura automática y su control, prensa plegadora y guillotina, y punzonadoras automáticas de planchas y perfiles.

La fabricación de los vagones de carga (sin incluir los bogies) requiere entre 100 y 140 horas-hombre por tonelada, como mano de obra directa, excepto en los carros planos, en que puede ser de sólo 70 horas-hombre por tonelada.

La fabricación de coches de pasajeros requiere mucho más trabajo directo, que puede estimarse en alrededor de 300 horas-hombre por tonelada. Esta cifra incluye la subcontratación de muchos componentes.

vi) Generadores de vapor (calderas) (NAB 84.01). La demanda de calderas corresponde a numerosos sectores. Las mayores unidades generadoras de vapor suelen emplearse en generación de energía eléctrica (centrales térmicas). Otras grandes calderas se emplean en ingenios azucareros, refinerías de petróleo, plantas de papel y celulosa, cervecerías, etc.

La fabricación de calderas tiene varios factores limitantes, tales como necesidad de contar con cilindradora de gran capacidad, necesidad de prensa hidráulica de gran tonelaje, capacidad de grúas para manejar grandes pesos, taladros radiales con control numérico para perforar placas, dobladoras de tubos, equipamientos en soldadura, equipos de control de soldadura y pruebas hidráulicas, y horno de eliminación de tensiones para domos de grandes calderas.

/La fabricación

La fabricación de calderas requiere un número de horas de trabajo directo que puede variar mucho según la capacidad, presión, temperaturas y otras características. Para generadores de vapor de hasta 20 000 kg por hora, se puede considerar adecuado un empleo de entre 200 y 220 horas-hombre por tonelada.

5. Perfiles de talleres para la fabricación de los diversos grupos de bienes de capital

En el presente capítulo se reseñarán el equipamiento y las características principales que debería tener un taller especializado en la fabricación de los grupos de productos en que predominan los procesos básicos de calderería, estructuras y calderería con mecanizado. Se harán dos perfiles: uno correspondiente a países de mediano desarrollo metalmeccánico, y otro a países de desarrollo menor en dicho campo.

Estos perfiles de talleres especializados en productos de calderería son similares a los de los mejores talleres actuales existentes en ambos grupos de países, aunque ponen de manifiesto la necesidad de disponer de más equipamiento automático. En el caso de los talleres especializados en estructuras y en productos que incluyen procesos de mecánica, las deficiencias de equipamiento de los talleres actuales son comparativamente más notorias. No se presenta un perfil de taller para productos de calderería y mecanizado en países de menor desarrollo metalmeccánico; dada la complejidad de este tipo de productos, no existiría la posibilidad de fabricarlos adecuadamente

a) Perfil de un taller de calderería en países de mediano desarrollo metalmeccánico

Productos típicos:

Tuberías de gran diámetro  
Depósitos y recipientes sin presión  
Recipientes con presión  
Esferas a presión  
Compuertas planas (sin mecanismos)  
Parte estructural de grúas-puentes y pórticos

Dimensiones y equipo básico:

Personal total:	400 a 500 personas
Superficie de talleres:	6 000 a 7 500 m <sup>2</sup>
Capacidad de levantamiento de cargas en taller:	60 toneladas
Horno de eliminación de tensiones:	5.00 x 5.00 x 12.00 m
Cilindradora:	50 mm espesor x 3.00 m ancho
Prensa hidráulica (4 columnas):	1 000 toneladas
Guillotina (cizalla):	20 mm x 6.00 m
Prensa plegadora:	800 ton x 6.00 m
Rebordeadora:	Ø 5.00 m x 25 mm espesor

/Máquinas para

Máquina para achaflanar planchas  
Taladro radial multiorientable:  
Oxicorte automático y semiautomático  
con banco de 4.00 x 18.00 m con  
varios sopletes para cortar y  
achaflanar

Ø 60 mm en acero

Máquinas soldadoras:

hasta de 1 400 Amp incluyendo  
automáticas de arco sumergido  
en varias posiciones

Equipos de control de soldadura:  
Equipos para pruebas hidráulicas

Rayos X, Gama y ultrasonido

b) Perfil de un taller de estructuras en países de mediano desarrollo  
metalmecánico

Productos típicos:

Estructuras livianas  
Estructuras medianas y semipesadas  
Tolvas  
Torres de alta tensión  
Rejas hidráulicas

Dimensiones y equipo básico:

Personal total:	300 personas
Superficie de talleres:	5 500 m <sup>2</sup>
Capacidad de levantamiento de cargas en taller	30 toneladas
Cizalla (guillotina):	20 mm x 6.00 m
Prensa plegadora:	800 ton x 6.00 m
Cortadora de perfiles	
Máquinas universales para cortar y punzonar perfiles y barras	
Punzonadora automática múltiple para perfiles	
Punzonadora automática para planchas hasta 25 mm	
Equipos de soldadura semiautomática y automática para perfiles, hasta 1 000 Amp	
Equipos de control de soldadura	
Taladro radial hasta Ø 50 mm en acero y taladros varios	

c) Perfil de un taller de calderería y mecánica en países de mediano  
desarrollo metalmecánico

Productos típicos:

Columnas de proceso  
Intercambiadores, evaporadores, condensadores  
Compuertas radiales completas  
Compuertas planas con sus mecanismos  
Hornos de proceso  
Vagones y coches de ferrocarril  
Generadores de vapor  
Grúas-puentes y pórticos completos

/Dimensiones y

Dimensiones y equipo básico:

Personal total:	600 personas
Superficie de talleres:	10 000 m <sup>2</sup>
Capacidad de levantamiento de carga en taller:	60 toneladas
Horno de eliminación de tensiones:	5.00 x 5.00 x 18.00 m
Cilindradora (roladora):	50 mm espesor x 3.00 m ancho
Prensa hidráulica (4 columnas):	1 000 ton
Rebordeadora:	Ø 5.00 m x 25 mm espesor
Guillotina (cizalla):	20 mm x 6.00 m ancho
Prensa plegadora:	800 ton x 6.00 m
Máquina para achaflanar planchas	
Máquinas punzonadoras automáticas	
Curvadoras de tubos y de perfiles	
Oxicorte automático:	banco de 4.00 m x 18.00 m con sopletes para corte y achaflanado
Máquinas soldadoras:	hasta de 1 400 Amp incluyendo equipos automáticos de arco sumergido y soldaduras especiales. Posicionadores
Mandrilladora husillo 160 mm; montante móvil 8 m C.N.	
Radial universal transportable Ø 60 mm en acero	
Radial con montante móvil 8 m; husillo Ø 75 mm en acero C.N	
Torno vertical Ø 5.00 m C.N	
Torno paralelo hasta 6.00 m entre puntas	
Equipos de control de soldadura:	Rayos X, Gama y ultrasonido
Equipos para control dimensional y para pruebas hidráulicas	

d) Perfil de un taller de calderería en países de menor desarrollo metalmeccánico

Productos típicos:

Tuberías de gran diámetro  
Depósitos y recipientes sin presión  
Recipientes y esferas a presión  
Chimeneas, cabinas, silos  
Compuertas planas (sin mecanismos)  
Parte estructural de pórticos y grúas-puentes pequeñas

Dimensiones y equipo básico:

Personal total:	200 a 250 personas
Superficie de talleres:	3 500 a 4 000 m <sup>2</sup>
Capacidad de levantamiento de cargas en taller:	15 toneladas
Cilindradora:	25 mm espesor x 2.50 m ancho
Prensa hidráulica (4 columnas):	500 ton
Guillotina:	15 mm x 4.00 m
Prensa plegadora:	450 ton x 5.00 m
Oxicorte automático y semiautomático con banco de 3.00 m x 15.00 m	
Máquinas soldadoras:	hasta 1 000 Amp. incluyendo arco sumergido
Taladro radial:	hasta Ø 50 mm en acero
Equipos de control de soldadura	
Equipos para pruebas hidráulicas	

e) Perfil de un taller de estructuras en países de menor desarrollo metalmeccánico

Productos típicos:

Estructuras livianas  
Estructuras medianas y semipesadas  
Tolvas  
Torres de alta tensión  
Rejas hidráulicas

Dimensiones y equipo básico:

Personal total:	180 personas
Superficie de talleres:	3 500 m <sup>2</sup>
Capacidad de levantamiento de cargas en taller:	15 toneladas
Cizallas (guillotina)	15 mm x 6.00 m
Prensa plegadora:	500 ton x 6.00 m
Cortadora de perfiles	
Punzonadoras para perfiles y planchas, incluso automáticas	
Equipos de soldadura semiautomática y automática para perfiles	
Taladro radial hasta Ø 50 mm en acero	
Taladros de columna y de banco	



## 6. La transmisión de tecnología entre empresas

Para fabricar un bien de capital no basta con equipos o infraestructura; es preciso además haber adquirido y asimilado un determinado nivel de conocimientos tecnológicos. La necesidad de dichos conocimientos, llamados comúnmente "know-how", puede ser de poca importancia para productos simples, pero resulta fundamental en aquellos que incorporan cierto grado de elaboración mecánica, como por ejemplo los intercambiadores de temperatura, las columnas de proceso, las compuertas radiales, los generadores de vapor, etc. Generalmente un contrato de tecnología incluye el derecho al uso de la marca o nombre comercial de la empresa de origen, la que aporta los servicios de asistencia técnica (ingeniería de producto).

La transferencia de tecnología puede realizarse en forma especialmente adecuada entre empresas de países de Latinoamérica. En la región ya hay experiencias industriales importantes, convenientemente asimiladas en un lapso de más de veinte años por las mayores empresas de Argentina, Brasil y México, e incluso por algunas de los países de mediano desarrollo. Dichas empresas podrían concentrar acuerdos de transferencia tecnológica con otras empresas de los países de mediano o menor grado de desarrollo metalmeccánico de la región que proyecten expandir su actual nivel de operación hacia productos de mayor complejidad.

Si bien se han concertado numerosos acuerdos de transferencias de tecnología entre empresas de la región y otras mucho mayores y más avanzadas de Europa o de los Estados Unidos, en muchos casos los resultados no han sido satisfactorios. Aparte de las dificultades propias de la distancia, de las diferencias de idioma y de mentalidad, esto puede atribuirse a la gran diferencia entre el nivel tecnológico de las firmas participantes en la transferencia, lo que hace muy difícil una asimilación efectiva de la tecnología que se ha querido transmitir. El proceso de transferencia de tecnología resulta más fácil y efectivo entre empresas que no se encuentran en niveles tecnológicos extremadamente distintos.



Anexo 1

CLASIFICACION DE BIENES DE CAPITAL SEGUN PROCESOS PRODUCTIVOS CON  
INDICACION DE LAS HORAS DE TRABAJO DIRECTO NECESARIAS  
PARA SU FABRICACION a/

	<u>Horas-hombre por tonelada</u>
<u>Procesos de calderería</u>	
Tuberías de gran diámetro, soldadas	40- 65
Depósitos de almacenamiento sin presión, techo cónico	50
Depósitos de almacenamiento sin presión, techo flotante	55
Depósitos cilíndricos de presión	50- 70
Esferas de presión	70- 90
Chimeneas, ductos y silos	50- 60
Condensadores de superficie	150
Conexiones y curvas soldadas	80-100
Precalentadores de aire	120-150
Secadores	120-150
Reactores	150-180
Conductos forzados	40- 65
Compuertas planas, sin incluir mecanismos	80- 90
Parte estructural de grúas-puentes	130-150
<u>Procesos propios de estructuras metálicas</u>	
Estructuras livianas	60- 80
Estructuras medianas y semipesadas	80- 80
Estructuras pesadas	70- 80
Torres de alta tensión	45- 60
Rejas hidráulicas	80-100
Escalas, cabinas, tolvas	50-100
<u>Procesos de calderería con procedimientos mecánicos</u>	
Columnas de proceso sin bandejas interiores	100-130
Columnas de proceso con bandejas interiores	150-170
Intercambiadores de temperatura	120-220
Evaporadores	120-220
Condensadores de superficie	120-220
Generadores de vapor pirotubulares	200-220
Generadores de vapor acuotubulares	200-220
Hornos de calentamiento	150-200
Grúas-puentes (con sus mecanismos)	160-200
Grúas de pórtico	160-200
Juntas de expansión	150-160
Compuertas radiales (con sus mecanismos)	120-150
Vagones ferroviarios (de carga)	100-140
Coches de ferrocarril (de pasajeros)	300
Alimentadores	160
Transportadores de correa	150-200
Transportadores de rosca o gusano	150-200
Elevadores de cangilones	150-200

a/ No incluye la mano de obra del montaje.