



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)

07816-S

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA  
EL DESARROLLO INDUSTRIAL

Distr. LIMITADA

UNIDO/IOD.139

4 enero 1978

ESPAÑOL

Original: INGLES

ESTABLECIMIENTO DE FABRICAS DE TRANSFORMADORES DISTRIBUIDORES DE  
ELECTRICIDAD EN PAISES EN DESARROLLO<sup>2\*</sup>

- Guía preliminar -

preparada por  
la Secretaría de la ONUDI  
en cooperación con  
NGEF Ltd., Bangalore (India)

---

\* El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición de la Secretaría de la ONUDI.

id.78-022

Indice

	<u>Página</u>
Prefacio	1
1. Introducción y resumen	2
2. El producto	3
2.1 Descripción de la gama de productos; su alcance	3
2.2 Su importancia para el desarrollo industrial	3
3. Comercialización; aspectos comerciales y regulatorios	5
3.1 Determinación del tamaño del mercado y de la composición de la gama de productos	5
3.2 Comercialización y distribución	6
3.3 Disposiciones sobre abastecimiento	6
3.4 Posible función del gobierno	7
4. La fábrica	8
4.1 Descripción técnica de la fábrica	8
4.2 Materiales y servicios	11
4.3 Necesidades en materia de personal	14
4.4 Control de calidad	15
4.5 Inversiones en equipo y maquinaria	15
5. Transferencia de tecnología y técnicas de gestión	16
5.1 Necesidad de colaboración	16
5.2 Posible ejecución por etapas	
5.3 Naturaleza de los acuerdos de colaboración	16
6. Análisis financiero provisional	18
7. Enfoque de las medidas complementarias	20
7.1 Estudios	20
7.2 Cooperación técnica	21
8. Bibliografía	22

Figuras

1. Esquema de un transformador distribuidor tipo	4
2. Esquema de la disposición de las instalaciones de una fábrica de transformadores distribuidores (Capacidad 250 MVA)	9

Cuadros

1. Insumo de materias primas	13
2. Servicios (electricidad, agua, etc.) requeridos para una fábrica de transformadores distribuidores	14
3. Plantilla de personal	14
4. Estimación de las inversiones	15
5. Estado de gastos e ingresos pro-forma	19

### PREFACIO

Esta breve guía ha sido preparada con miras a su utilización por países en desarrollo interesados en establecer industrias de equipo eléctrico. Puede resultar de interés para funcionarios encargados de determinar políticas y adoptar decisiones; también ha sido especialmente diseñada para mandos, a nivel operacional, encargados de la definición y ejecución de proyectos.

Los datos cuantitativos y técnicos incluidos en esta guía han sido sintetizados de diversas fuentes y no se debe confiar en su precisión ni se los debe utilizar como base directa para asumir compromisos. Su propósito es más bien indicar algunos de los parámetros que deben considerarse en un caso concreto, así como interrelaciones aproximadas con arreglo a un conjunto arbitrario de supuestos. Este documento constituye, por lo tanto, una guía general para posibles iniciadores y directores de proyectos. En la sección 7 se identifican fuentes más precisas de información y colaboradores.

Se agradecerán las observaciones sobre el concepto y el enfoque de este documento, así como sobre su contenido. También se acogerán con agrado sugerencias sobre temas concretos para futuras publicaciones de naturaleza similar. Se ruega dirigirse a:

Sección de Establecimiento y Gestión de Fábricas  
División de Operaciones Industriales  
ONU  
P.O. Box 707  
Viena (Austria)

## 1. INTRODUCCION Y RESUMEN

La producción de transformadores distribuidores de electricidad constituye un medio conveniente de absorber tecnología eléctrica gradualmente, en etapas, utilizando para ello las aptitudes metal-mecánicas sencillas existentes. Por consiguiente, un proyecto de este tipo probablemente será el primero en la esfera de la maquinaria eléctrica y representará un importante avance en el desarrollo del sector industrial de un país.

El presente documento proporciona una guía preliminar para el establecimiento de una fábrica de transformadores distribuidores. A fin de abarcar las necesidades de mercados pequeños, medianos y grandes, se han elegido en forma arbitraria capacidades nominales de 100, 250, y 400 MVA. En el cuadro que sigue a continuación se resumen los parámetros básicos para estos tres "proyectos tipo" en virtud de los supuestos adoptados para la preparación de la guía:<sup>1/</sup>

	Capacidad nominal (MVA/año)		
	<u>100</u>	<u>250</u>	<u>400</u>
Inversión total (en miles de dólares)	1.400	2.000	2.500
Volumen anual de ventas (en miles de dólares)	900	2.400	3.600
Rentabilidad (porcentaje sobre el capital social)	(pérdida)	13,9%	13,9%
Número de empleados	136	205	272

Por cierto, todo lo expuesto anteriormente está sujeto a las condiciones locales, y se requerirá un estudio especial para determinar las perspectivas reales de cada mercado. Las secciones siguientes tratan, entre otras, de las cuestiones de comercialización, técnicas y financieras que deberán considerarse.

---

<sup>1/</sup> La mayor parte del diseño básico utilizado en la preparación de este documento, así como la mayor parte de los datos sobre fabricación, fueron gentilmente proporcionados por NGEF, Ltd., Bangalore (India).

## 2. EL PRODUCTO

### 2.1 Descripción de la gama de productos; su alcance

En este informe se examina el establecimiento de una fábrica de transformadores distribuidores en la gama de 63 kVA a 1.600 kVA, con tensiones primarias de hasta 33 kV. Los transformadores distribuidores estándar son del tipo de baño de aceite. Se fabrican con potencias nominales de hasta 1.600 kVA y tensiones primarias de hasta 33 kV, de conformidad con VDE 0532, IS:2026 y normas DIN e internacionales pertinentes.

A continuación se dan las características de construcción principales de un transformador tipo. El tanque del transformador se fabrica de chapa de acero, con paredes laterales onduladas. El elemento activo está formado por el núcleo y los devanados. En la construcción del núcleo se utilizan chapas de acero al silicio de grano orientado y laminado en frío; en la de los devanados se utilizan conductores de aluminio o cobre revestidos de papel. El núcleo se construye con secciones transversales rectangulares o redondas según el diseño escogido; para fijarlo en su posición se utiliza un marco de madera impregnada en aceite, o de acero, también según el diseño escogido. Se incorpora asimismo un cambiador de la relación de transformación con un accionador vertical. El elemento activo se fija a la cubierta del tanque. También en ella se monta un depósito de aceite. Otros accesorios necesarios son un indicador del nivel de aceite, un pozo térmico para termómetro, válvulas, bornes, un deshumidificador, etc. En la figura 1 se da un esquema de un transformador distribuidor tipo.

### 2.2 Su importancia para el desarrollo industrial

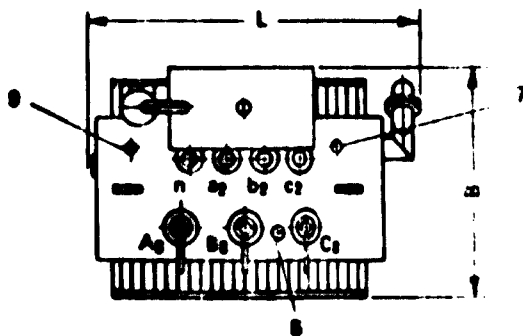
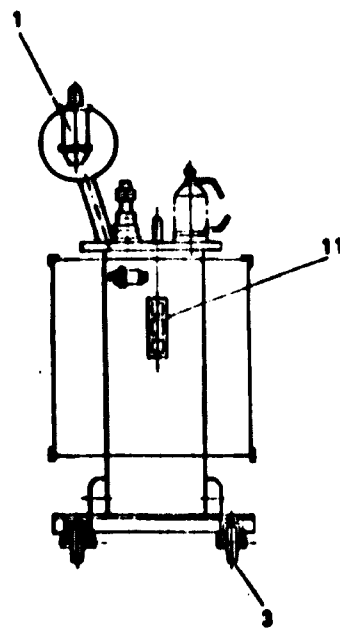
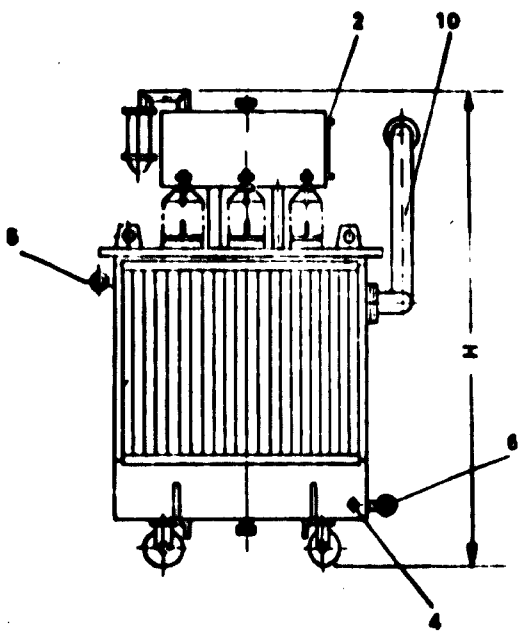
La ampliación de la red de energía eléctrica<sup>1/</sup> es un requisito básico para el desarrollo industrial descentralizado de un país. Por lo tanto, es probable que, si se puede diseñar un proyecto viable, se otorgue atención prioritaria a la fabricación nacional del equipo necesario. De entre las principales piezas de equipo -turbinas, generadores y transformadores- los últimos son los más sencillos y los económicamente más atractivos como paso inicial en este sentido. Como se ha mencionado en la sección precedente, la producción de transformadores distribuidores puede realizarse en etapas, basándose inicialmente en las aptitudes metal-mecánicas existentes. En la etapa inicial, la tecnología eléctrica puede limitarse a las técnicas de montaje y ensayo, y a los servicios de reparación y mantenimiento.

---

<sup>1/</sup> Se refiere tanto a la generación como a la distribución de energía eléctrica.

Figura 1. Esquema de un transformador distribuidor tipo

(50 kVA a 200 kVA, 11 kV a 22 kV. 100 kVA a 200 kVA, 33 kV)



1. Deshumidificador deshidratador
2. Indicador del nivel de aceite
3. Ruedas bidireccionales
4. Terminal de la conexión a tierra
5. Válvula filtro
6. Filtro con válvula de drenaje
7. Pozo térmico para termómetro
8. Cambiador de la relación de transformación
9. Abertura de salida de aire
10. Chimenea de seguridad contra explosiones
11. Placa con especificaciones

PARA POTENCIAS NOMINALES INFERIORES A 100 kVA SE USAN FLANCHAS ONDULADAS SOLO EN EL LADO DE BAJA TENSION.

La absorción de tecnología de maquinaria eléctrica, aunque sea gradual, es de importancia fundamental, ya que permite ir aumentando paso a paso la gama de productos de fabricación nacional. En tal diversificación de productos pueden incluirse interruptores y motores eléctricos, así como generadores y, posiblemente en una etapa posterior, turbinas y otros productos.<sup>1/</sup> Dado que los mercados locales de piezas de equipo más grandes suelen ser limitados, conviene especialmente considerar la posibilidad de aprovechar los procesos tecnológicos comunes involucrados creando un complejo de fabricación de equipo eléctrico bajo gestión integrada.

### 3. COMERCIALIZACION; ASPECTOS COMERCIALES Y REGULATORIOS

#### 3.1 Determinación del tamaño del mercado y de la composición de la gama de productos

A largo plazo, la demanda interna de transformadores distribuidores será del orden de dos veces el aumento anual medio de la capacidad de generación de energía.<sup>2/</sup> Sin embargo, dado que las unidades en que se mide la capacidad de las plantas generadoras tienden a ser mucho más grandes que las de los transformadores distribuidores, es esencial proyectar la situación de la demanda en forma más precisa. Por consiguiente, será necesario considerar los planes futuros concretos de la empresa o empresas de abastecimiento de electricidad respecto de la ampliación de las redes de distribución o del aumento de la capacidad de la red existente. Lo mismo habrá que hacer, en forma separada, con respecto al programa de electrificación rural del gobierno, según cual sea el marco orgánico.

Lo antedicho presupone que el proyecto habrá de tener acceso a los planes futuros pertinentes de las instituciones interesadas. Si esto no es posible inmediatamente, el gobierno podría prestar asistencia (véase la sección 3.4).

En cualquier caso, aun cuando no hubiera capacidad de fabricación nacional debería ser posible estimar, a partir de las estadísticas de importación, en qué medida se han utilizado los transformadores distribuidores. Esto serviría de guía aproximada y permitiría obrar con cautela en caso de que otras

---

<sup>1/</sup> Por ejemplo, alambres y cables, postes, aisladores y pararrayos.

<sup>2/</sup> Esto presupone que el sistema nacional de energía eléctrica es autónomo. Deben realizarse los ajustes apropiados cuando existan corrientes de salida o entrada netas debidas a intercambio con otros países.



proyecciones dieran resultados radicalmente diferentes. De más está decir que es también importante determinar los niveles de precios corrientes para las diversas capacidades.

A los fines de la planificación, será también necesario estimar aproximadamente la composición de la gama de productos, es decir, el número de transformadores de cada tipo que se podrían vender. A los efectos de este informe se supone la siguiente gama de productos para cada una de las tres capacidades nominales que se examinan:

Capacidad en kVA	100 MVA		250 MVA		400 MVA	
	Núm.	MVA	Núm.	MVA	Núm.	MVA
63	365	23	390	56	1.460	92
100	370	37	930	93	1.480	148
200	60	12	150	30	240	48
500	16	8	40	20	64	32
1.000	12	12	30	30	48	48
1.600	5	8	13	21	20	32
<b>TOTAL:</b>	<b>828</b>	<b>100</b>	<b>2.053</b>	<b>250</b>	<b>3.312</b>	<b>400</b>

### 3.2 Comercialización y distribución

En la mayoría de los países, la empresa (o empresas) de abastecimiento de electricidad es el principal cliente para los transformadores distribuidores. Según cual sea la práctica local, las industrias y los edificios comerciales, entre otros, pueden obtener permiso para instalar sus propias plantas, o pueden estar obligados a ello. Según cual sea el grado de concentración del mercado que de ello resulte, el director del proyecto deberá formular una estrategia de mercado adecuada.

### 3.3 Disposiciones sobre abastecimiento

Si hasta el momento en que se inicia el proyecto los transformadores se han obtenido exclusivamente de fuentes extranjeras mediante importaciones, es probable que para el éxito del proyecto sea fundamental velar por que el cambio a las fuentes de abastecimiento locales se realice sin tropiezos. Debido a las considerables economías de escala involucradas, es conveniente capturar la mayor parte del mercado que sea posible técnica y económicamente. Por consiguiente, se requerirán consultas tempranas e intensas con el cliente o clientes principales y con funcionarios del Gobierno. Desde un punto de vista

financiero, sería muy arriesgado comprometer una inversión sin tener el mercado asegurado, quizá mediante un arreglo de abastecimiento a largo plazo. Por cierto, sería conveniente considerar la posibilidad de ofrecer un puesto en la junta de directores al jefe ejecutivo de la empresa de electricidad, como demostración de que se tiene el propósito de mantener una colaboración estrecha.

Si ya existe capacidad de fabricación de transformadores en el país, la cuestión de la posible participación en el mercado resulta más complicada. Habrá que reunir y evaluar información sobre competencia a fin de determinar si la nueva fábrica puede obtener apoyo suficiente como para ser viable.

Reviste considerable importancia financiera la cuestión de la producción de transformadores principalmente para mantener en depósito como existencias o para satisfacer pedidos a largo plazo, quedando el cliente encargado de acumular las existencias de bienes acabados. Por tal motivo, esta cuestión debe estar prevista en todo acuerdo de ventas pertinente y merece un tratamiento cauteloso. Es evidente que si la comercialización se realiza principalmente por medio de tales arreglos no será necesario contar con un distribuidor.

#### 3.4 Posible función del gobierno

El patrocinador del proyecto probablemente querrá sacar provecho de cualquier incentivo que ofrezca el gobierno. Además de cualquier tipo de beneficio impositivo inicial, probablemente tratará de obtener cierto grado de protección para su industria "incipiente". Entre las medidas de ese tipo pueden figurar protección contra importaciones, así como contra el posible establecimiento de fábricas nacionales competidoras.

En el primer caso, las disposiciones más comunes se refieren a derechos de importación y diversos tipos de licencias, sistemas de cuotas, o simplemente prohibiciones. Son bien conocidos los diversos argumentos, desde el punto de vista nacional, en pro y en contra de cada medida. En el caso de que haya una sola empresa principal de electricidad como cliente, el gobierno por cierto deseará participar como observador en los primeros contactos. La intervención del gobierno tendrá por objeto proteger los intereses nacionales, dado que no hay ninguna garantía de que esto se pueda lograr plenamente a través de negociaciones comerciales directas.

Los posibles beneficios para el país pueden ser la creación de puestos de trabajo y un ahorro de divisas importantes. Sería lamentable que la empresa

de electricidad no estuviera dispuesta a cooperar con miras a sacar el máximo provecho de las nuevas instalaciones de fabricación nacionales. Como forma genuina de cooperación, cabría esperar que se hiciesen conocer con la máxima antelación posible las necesidades en materia de transformadores, y que se hiciese todo lo posible por satisfacer las necesidades del sistema mediante transformadores de potencia estándar, sin características especiales que creasen problemas a los fabricantes. También podrían arbitrarse medios para que personal técnico de la empresa de electricidad prestara asistencia directa al nuevo fabricante durante la etapa inicial de operaciones.

#### 4. LA FABRICA

##### 4.1 Descripción técnica de la fábrica

Las instalaciones de la fábrica se han planeado de forma que ésta sea lo más autosuficiente posible. La distribución general de los talleres para las diferentes actividades de fabricación se indica en el esquema de la figura 2.

También se ha previsto espacio suficiente para el edificio de administración, salas de esparcimiento, cafeterías, etc.

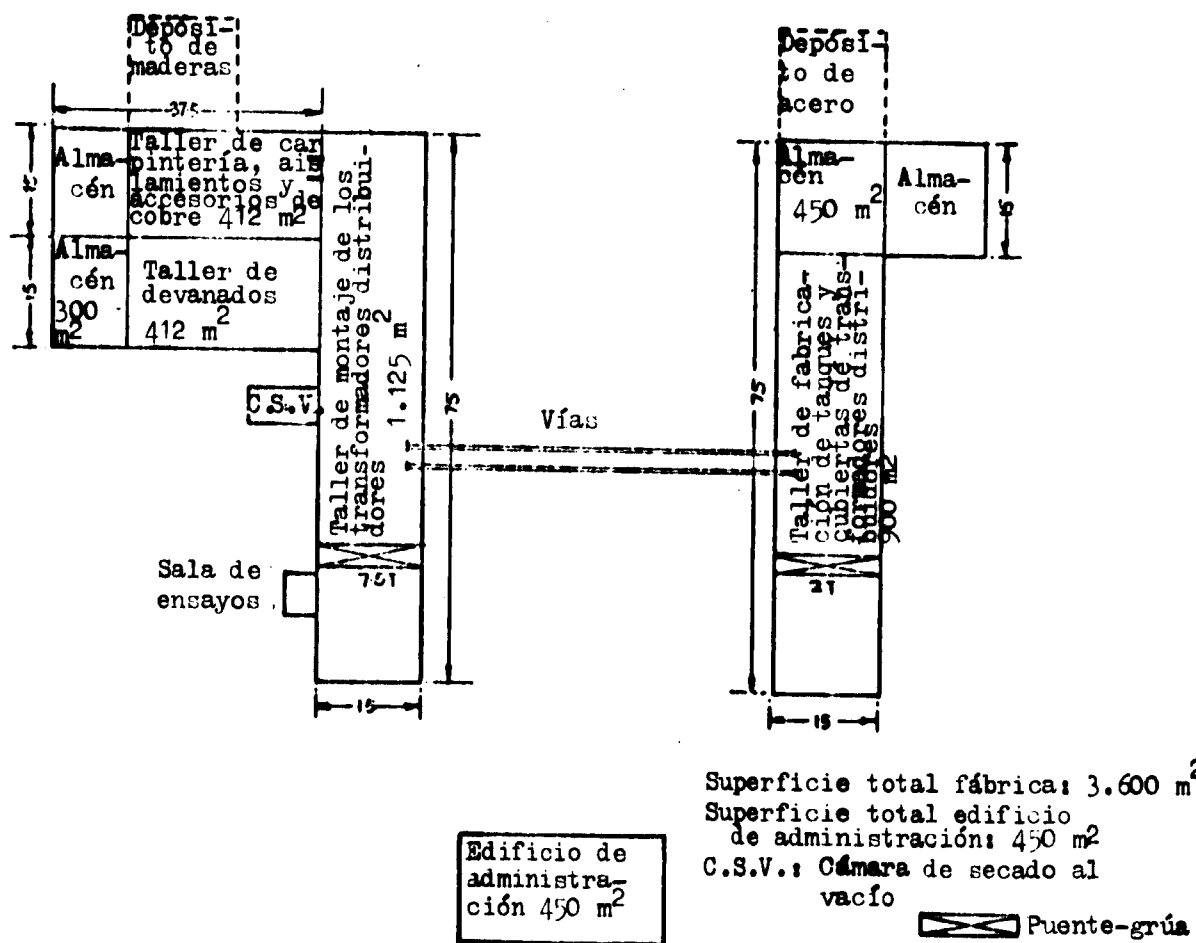
A los fines de la evaluación de las necesidades de equipo y maquinaria, la actividad de fabricación se divide en dos partes distintas: una comprende la fabricación de chapa de metal y las operaciones de maquinado, y la otra comprende carpintería, aislamiento, fabricación de accesorios de cobre, devanado y montaje final. Las necesidades en materia de maquinaria se basan en un solo turno de trabajo, con algunas excepciones tendientes a reducir la inversión de capital.

En los párrafos siguientes se describen las funciones de los principales talleres:

##### TALLER DE FABRICACION DE CHAPA DE METAL

La mayor parte del trabajo en este taller de fabricación consiste en operaciones de oxicorte, oizallamiento, punzado, soldadura oxiacetilénica y eléctrica, laminado, taladrado, granallado y pintura. Los principales componentes que se fabrican en este taller son el tanque, la cubierta o tapa, los depósitos de aceite, planchas onduladas y otros accesorios. El taller tiene un puente-grúa de capacidad suficiente para la manutención de partes pesadas.

Figura 2. Esquema de la disposición de las instalaciones de una fábrica de transformadores distribuidores (Capacidad 250 MVA)



#### TALLER MECANICO

El taller mecánico contiene equipo de torneado, fresado, taladrado y roscado. También contiene maquinaria para operaciones de rectificación de herramientas esenciales. En este taller se fabrican componentes de bornes, como bulones terminales, y otras partes de cobre y bronce. El taller mecánico puede utilizarse ocasionalmente para tareas de mantenimiento.

#### TALLER DE CARPINTERIA

En el taller de carpintería se fabrican partes de madera, papel especial y cartón prensado tales como accesorios y bases de núcleo, piezas de presión, sujetadores, soportes, etc. Este taller contiene una planta de curado e impregnación de madera.

#### TALLER DE AISLAMIENTO

En este taller se realizan operaciones de punzado, doblado, cizallamiento y aislación, y se fabrican elementos de cartón prensado tales como aislamiento de soportes, piezas de ensamble a cola de milano, tubos, conductores de salida, etc.

#### ACCESORIOS DE COBRE

Se realizan operaciones de cizallamiento, punzado, doblado y cobre-soldadura en partes de cobre, bronce y aluminio. Se fabrican conductores de salida, piezas de conexión, etc.

#### TALLER DE DEVANADOS

Las máquinas de devanado están previstas para operaciones en dos turnos; con estas máquinas se pueden utilizar conductores redondos o rectangulares y se pueden hacer arrollamientos continuos con salidas. Este taller cuenta también con una prensa hidráulica de doble columna para bobinado a presión, y con una grúa de horca para la manutención de bobinas pesadas.

#### TALLER DE MONTAJE

El taller de montaje tiene instalaciones para secar al vacío y llenar con aceite transformadores con capacidad de hasta 1600 kVA/33 kV. También cuenta con instalaciones para filtrado de aceite, y con un puente-grúa móvil para las operaciones de montaje y embarque.

### SALA DE ENSAYOS

El equipo de la sala de ensayos se utiliza para probar transformadores con capacidad de hasta 1.600 kVA/33 kV. Con este equipo se pueden realizar todos los ensayos tipo y de rutina.

### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Este laboratorio cuenta con instalaciones para realizar ensayos y análisis mecánicos, eléctricos y químicos de los materiales. Dado que parte del equipo necesario ya se encuentra en la sala de ensayos, no se lo incluye en el laboratorio a fin de evitar la duplicación.

### ABASTECIMIENTO DE ELECTRICIDAD, AGUA, GAS Y AIRE COMPRIMIDO

Se prevé una estructura exterior de entrada de 11 kV, conectada por cables subterráneos a una subestación. Esta última, con los transformadores e interruptores necesarios, debe estar situada próxima al edificio de la fábrica. El equipo de distribución de energía eléctrica debe tener capacidad suficiente para abastecer a las diferentes actividades de la fábrica.

También se prevén instalaciones sanitarias y de abastecimiento de agua, así como un pozo artesiano, un tanque cubierto, un sistema de distribución, etc.

También se prevén instalaciones para el suministro de aire comprimido y gas, donde se necesite.

#### 4.2 Materiales y servicios (electricidad, agua, etc.)

Los principales materiales que se requieren para la fabricación de transformadores distribuidores son los siguientes:

- Planchas de acero para núcleos
- Alambre de cobre/aluminio revestidos de papel
- Aisladores
- Cambiadores de la relación de transformación
- Deshumidificadores
- Componentes de aluminio y cobre fundidos
- Acero en chapas
- Aceite para transformadores

En el cuadro 1 se dan estimaciones de las cantidades y el costo de los principales materiales que se requieren para cada uno de los tres tamaños nominales de fábricas. De esas cifras se desprende que los artículos de mayor costo son los materiales para los devanados, el acero para el núcleo y el aceite

de aislamiento. Puede haber variaciones según se elijan conductores de cobre o de aluminio, pero la gama de variación se limita a unos pocos puntos porcentuales.<sup>1/</sup>

En el cuadro 2 se dan estimaciones de las necesidades en materia de servicios principales (electricidad, aire comprimido, agua).

---

<sup>1/</sup> El paso siguiente, con miras a reducir el elevado costo de los materiales, sería realizar una integración regresiva preparando los conductores que se utilizan en las bobinas. Esto comprendería, por lo menos, el revestimiento con papel y luego el trefilado de alambre a partir de barras.

Cuadro 1

Insumo de materias primas<sup>1/</sup>

<u>Material</u>	100 MVA		250 MVA		400 MVA		Costo unitario dólares por kg
	tone- ladas	miles de dólares	tone- ladas	miles de dólares	tone- ladas	miles de dólares	
Cobre <sup>2/</sup>	14,7	64	37,3	163	58,9	258	4,38
Aluminio <sup>2/</sup>	47,0	182	117	454	188	729	3,88
Laminados	159	318	397	794	636	1.272	2,0
Aceite para transformadores	119	134	297	336	477	539	1,13
Acero de construcción	120	49	299	122	479	196	0,41
Papel de aislamiento	1,5	5	3,8	12	6,1	19	3,13
Cartón prensado	4,4	7	10,9	18	17,5	29	1,63
Madera	<u>19,5</u>	<u>5</u>	<u>49,7</u>	<u>12</u>	<u>78,5</u>	<u>20</u>	<u>0,25</u>
	485	764	1.212	1.911	1.941	3.062	
Ajuste por funcionamiento al 80% de la capacidad		611		1.529		2.450	
Más 5% para otros materiales como bornes de cambiadores de la relación de transformación, etc.		<u>31</u>		<u>76</u>		<u>122</u>	
Total para funcionamiento al 80% de la capacidad		642		1.605		2.572	

<sup>1/</sup> Todas las cantidades son promedios aproximados basados en la clasificación de productos de potencia estándar dada en la sección 3.1, y en un funcionamiento al 100% de la capacidad nominal.

<sup>2/</sup> Basado en la utilización de arrollamientos de aluminio hasta 200 kVA, y de cobre para potencias más elevadas. Por otro lado, el cobre podría utilizarse para toda la gama pero el tonelaje total sería entonces un tercio más elevado. El alto costo unitario resulta de los derechos de importación del 60% que se aplican en la India y de que los conductores se compran con el aislamiento de papel incluido.



Cuadro 2

Servicios (electricidad, agua, etc.) requeridos para una fábrica de transformadores distribuidores

<u>Servicios</u>	<u>Capacidad en MVA por año</u>		
	<u>100</u>	<u>250</u>	<u>400</u>
Energía eléctrica (miles de Kwh/mes)	50	101	148
Demanda máxima (KW)	179	311	390
Aire comprimido (m <sup>3</sup> /hora)	280	400	418
Agua (miles de litros/día)	14	23	30

4.3 Necesidades en materia de personal

Se han hecho estimaciones de las necesidades en materia de personal tanto para la fábrica como para los servicios de administración. Estas estimaciones se resumen en el cuadro 3, junto con proyecciones de costos (basadas en niveles de sueldos de la India). Con ciertas excepciones, los cálculos se basan en producción en turno único.

Cuadro 3  
Plantilla de personal

<u>Tipo de empleados</u>	<u>100 MVA</u>		<u>250 MVA</u>		<u>400 MVA</u>		<u>Remuneración media total dólares por año<sup>1/</sup></u>
	<u>Núm.</u>	<u>Miles de dólares</u>	<u>Núm.</u>	<u>Miles de dólares</u>	<u>Núm.</u>	<u>Miles de dólares</u>	
Operarios calificados	21	32	35	53	51	77	1.500
Operarios semicalificados	59	71	96	115	121	145	1.200
Operarios no calificados	16	16	24	24	40	40	1.000
Personal de secretaría y profesional	36	61	46	78	56	95	1.700
Ejecutivos	4	22	4	22	4	22	5.500
<b>TOTAL</b>	<b>136</b>	<b>201</b>	<b>205</b>	<b>292</b>	<b>272</b>	<b>379</b>	

<sup>1/</sup> Includo incentivos, vivienda y beneficios sociales, según sea aplicable.

**Nota:** Las plantillas se han previsto con arreglo a un aprovechamiento del 100% de la capacidad. Con espíritu conservador, las mismas cifras se utilizan en los análisis financieros para un funcionamiento al 80% de la capacidad.

#### 4.4 Control de calidad

Los transformadores distribuidores se fabrican normalmente de conformidad con las normas VDE 0532 e IS: 2026, normas DIN pertinentes, y otras normas internacionales. El control de la calidad y las salvaguardias consisten en el cuidadoso ensayo de las materias primas y la inspección y los ensayos mecánicos y eléctricos en diversas etapas de fabricación. A tal fin se ha previsto, entre otras cosas, un laboratorio de ensayo de materiales (ensayos físicos y químicos) y una sala de ensayos. Esta última está equipada con aparatos para ensayos de cortocircuito, circuito abierto, impedancia, alto voltaje, voltaje inducido y elevación de temperatura.

#### 4.5 Inversiones en equipo y maquinaria

Se han preparado listas detalladas de piezas de equipo y precios para cada una de las tres capacidades nominales. Sobre la base de estas estimaciones, en el cuadro 4 se presenta un resumen de las principales categorías de inversión. También se incluye un fondo para imprevistos del 10%.

Para fines de ejemplo, se ha supuesto que el capital de operaciones necesario asciende a la cifra de negocios de dos meses. Esta cifra por supuesto depende, en gran medida, de los arreglos comerciales que se hayan hecho con los clientes y los abastecedores.

Cuadro 4  
Estimación de las Inversiones  
(en miles de dólares)

	<u>100 MVA</u>	<u>250 MVA</u>	<u>400 MVA</u>
Equipo y maquinaria básicos	627	717	924
Ensayos, transporte y servicios	175	237	287
Herramientas, matrices y accesorios	44	54	65
Material de oficina	18	29	35
Terrenos y edificios	279	404	475
Imprevistos (10%)	<u>80</u>	<u>96</u>	<u>130</u>
INVERSION FIJA TOTAL	1.223	1.537	1.916
CAPITAL DE OPERACIONES <sup>1/</sup>	<u>150</u>	<u>400</u>	<u>600</u>
INVERSION TOTAL	<u>1.373</u>	<u>1.937</u>	<u>2.516</u>

<sup>1/</sup> Equivalente de la cifra de negocios de dos meses.

## 5. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA Y TECNICAS DE GESTION

### 5.1 Necesidad de colaboración

Este proyecto comprende productos relativamente complejos. Por consiguiente, sería muy difícil, para quien no tuviera mucha experiencia en materia de gestión, iniciar la fabricación de estos productos sin ayuda externa. Probablemente no haya sustituto para la experiencia comercial, de fabricación y de ensayo pertinente, aun cuando se pudieran obtener gratuitamente datos detallados de diseño. Si se acepta este principio, las cuestiones que se plantean son las siguientes: 1) qué clase de colaboración se necesita, y 2) cómo se la puede obtener a un precio favorable.

### 5.2 Posible ejecución por etapas

Los cuadros y figuras de este informe se han preparado para el supuesto de que se construya una nueva planta completa en una sola etapa. En la práctica, parece más prudente elegir uno de los diversos planes de ejecución en etapas, los cuales ofrecen ventajas tales como una inversión inicial reducida y la posibilidad de comenzar las operaciones con procesos menos complicados, mientras se va capacitando a los operarios. Los principales planes de ejecución en etapas consisten en:

- 1) Comenzar la producción con toda la gama de procesos pero con capacidad de producción reducida, y elevar gradualmente el volumen de la producción.
- 2) Inicialmente, realizar sólo el montaje de conjuntos "CKD" adquiridos en el extranjero, y gradualmente ir sumando procesos de producción para aumentar el valor agregado.
- 3) Una variación de 1) ó 2), o una combinación de ellos.

La decisión a este respecto dependerá probablemente de las aptitudes de la fuerza de trabajo disponible. Por ejemplo, si se cuenta con expertos en fabricación de piezas de metal probablemente sea útil considerar la posibilidad de importar núcleos y arrollamientos acabados y montarlos en tanques de fabricación nacional.

### 5.3 Naturaleza de los acuerdos de colaboración

Aunque teóricamente es posible ejecutar todo el proyecto sin colaboración externa, las posibilidades de alcanzar el éxito se verían realizadas mediante la aplicación de alguna forma de acuerdo de licencia o empresa mixta, especialmente si se escoge un enfoque de montaje/fabricación en etapas progresivas. Lógicamente, la elección del colaborador es básica para el éxito del

proyecto. La selección debe realizarse en una etapa relativamente temprana del desarrollo del proyecto, dado que la identidad del colaborador determinará muchos detalles del diseño de la planta y los procesos, así como de los aspectos económicos del proyecto.

Aparte de las consideraciones de tipo financiero, algunos de los criterios que deben tenerse en cuenta en la selección del colaborador son la calidad de la asistencia propuesta en materia operacional y para la capacitación del personal nacional a todos los niveles; el grado de responsabilidad que aceptará el colaborador en cuanto a la calidad del producto; y el conjunto de restricciones que tratará de imponer en relación con aspectos tales como cambios de diseño, utilización de bienes y servicios adquiridos en el país, exportación, etc. Con toda probabilidad, una comprensión y aceptación mutuas de los objetivos de ambas partes (y quizá también de los del gobierno huésped) habrán de contribuir en gran medida al éxito a largo plazo.<sup>1/</sup>

Un conjunto de servicios tipo que podría ofrecer un posible colaborador sería el siguiente:

- Asistencia en la planificación del proyecto.
- Suministro de todos los datos técnicos, las especificaciones de diseño y ensayo, y el know-how de fabricación.
- Suministro de herramientas, matrices y accesorios, o de planos de ellos (para su obtención de otras fuentes).
- Asistencia en la selección y capacitación del personal.
- Asistencia en el funcionamiento de la planta y la promoción de las ventas.
- Asistencia en el servicio y mantenimiento del producto después de la venta.

Como pago por tales servicios, se podría negociar alguna combinación de suma global y honorario basado en la producción o en las ventas. Todo acuerdo, para ser viable, debe ser muy detallado y específico en la descripción de los servicios y los costos relacionados, y en la especificación de las metas en cuanto a la capacitación de los nacionales del país para tomar a su cargo las operaciones de la fábrica.

---

<sup>1/</sup> Véase The International Transfer of Industrial Management Skills, UNIDO/IOD.106.

## 6. ANALISIS FINANCIERO PROVISIONAL

En vista de las diversas incertidumbres que se plantean, incluidas las diversas formas posibles de ejecución en etapas, no se pueden estimar plenamente los resultados financieros sin analizar las condiciones locales. Sin embargo, a modo de ejemplo y a los fines de una posible comparación, se ha preparado un estado de ingresos y gastos pro-forma (véase el cuadro 5) en el que se han reunido los datos presentados en los cuadros y figuras anteriores.

Este análisis muy preliminar -basado en supuestos en gran parte arbitrarios- parece indicar que se requerirían medidas especiales para que la planta más pequeña fuera financieramente viable. Cabe señalar, sin embargo, que no se han hecho esfuerzos por evaluar posibles ahorros en divisas, la creación de puestos de trabajo y la contribución que tal proyecto sin duda aportaría para aumentar la autosuficiencia técnica y de gestión nacional. Por lo tanto, es posible que, con ciertos ajustes, aun el proyecto más pequeño sea económicamente deseable desde el punto de vista nacional.

Dados estos supuestos, las dos plantas más grandes son razonablemente rentables trabajando al 80% de su capacidad. Su nivel de rentabilidad se encuentra aparentemente entre el 50% y el 60% de la capacidad nominal, debido al costo muy variable de los insumos materiales. Si se obtienen condiciones favorables y se hace funcionar la fábrica a una tasa elevada de su capacidad, las cifras pueden ser aún más atractivas.

Cuadro 5

Estado de gastos e ingresos pro-forma  
(en miles de dólares)

	<u>100 MVA</u>	<u>250 MVA</u>	<u>400 MVA</u>
Ingresos por concepto de ventas <sup>1/</sup>	<u>900</u>	<u>2.400</u>	<u>3.600</u>
Materiales y suministros <sup>2/</sup>	642	1.605	2.572
Mano de obra	201	292	379
Depreciación <sup>3/</sup>	100	123	153
Servicios (electricidad, agua, etc.) y gastos diversos	<u>40</u>	<u>60</u>	<u>80</u>
Subtotal <sup>4/</sup>	983	2.080	3.184
Beneficio, sin descontar cargas financieras e impuesto a la renta	(83)	320	416
Menos: carga financiera <sup>5/</sup>	<u>69</u>	<u>97</u>	<u>126</u>
Beneficio, sin descontar impuesto a la renta	(152)	223	290
Menos: impuesto a la renta <sup>6/</sup>	<u>-</u>	<u>89</u>	<u>116</u>
Beneficio neto:	<u>(152)</u>	<u>134</u>	<u>174</u>
Beneficio neto como porcentaje del capital	-	13,8%	13,8%
Beneficio neto como porcentaje de las ventas	-	5,6%	5,5%

<sup>1/</sup> Sobre la base de un funcionamiento al 80% de la capacidad.

<sup>2/</sup> Comprende los derechos de importación, es decir, 60% sobre el cobre y el aluminio para los arrollamientos.

<sup>3/</sup> Sobre la base de un 8% anual para el equipo y un 5% anual para los edificios.

<sup>4/</sup> Se omite toda asignación explícita para primas de tecnología y de otro tipo relacionadas con la colaboración extranjera.

<sup>5/</sup> Se supone que un 50% de la inversión se ha obtenido en préstamos al 10% anual.

<sup>6/</sup> Se supone una tasa de impuesto a la renta del 40%.

## 7. ENFOQUE DE LAS MEDIDAS COMPLEMENTARIAS

### 7.1 Estudios

Se hace especial hincapié en la realización de un estudio de mercado muy concreto, como primera medida del desarrollo del proyecto. Las breves observaciones que figuran en la sección 3 pueden servir de guía. Además, se debe prestar especial atención a la determinación de los precios unitarios específicos que se han pagado en fecha reciente por transformadores de distintas potencias. Un índice "dólares por kilogramo" puede resultar útil en la fase del estudio de mercado, si se lo utiliza cuidadosamente.

Los pasos siguientes en el desarrollo del proyecto podrían determinarse tras un examen de los resultados del estudio de mercado. Si el mercado nacional fuera muy restringido, cabría considerar la posibilidad de realizar un proyecto conjunto con uno o más países vecinos.

Hay diversas empresas y organizaciones de reputación conocida que podrían proporcionar los tipos de asesoramiento y asistencia descritos en la sección 5.3. Como ya se ha mencionado, NCEF Ltd. de la India ha aportado la mayor parte de la base técnica y económica de esta publicación. La Elin-Union Company, de Austria, prestó asistencia en la preparación de una publicación anterior. Las direcciones de estas dos empresas (dadas a modo de ejemplo) son las siguientes:

NCEF Ltd.  
Byappanahalli  
Post Bag 384  
Bangalore 1  
Mysore - INDIA

ELIN-UNION  
Aktiengesellschaft für  
Elektrische Industrie  
Penzinger Str. 76  
1141 VIENNA - AUSTRIA

## 7.2 Cooperación técnica

Además de la colaboración (comercial) examinada en la sección 5, los patrocinadores quizá desearan contar con asesoramiento externo en diversas etapas del proyecto. La ONUDI proporciona tal asesoramiento y asistencia a pedido de gobiernos, con sujeción solamente a consideraciones financieras y de programación.

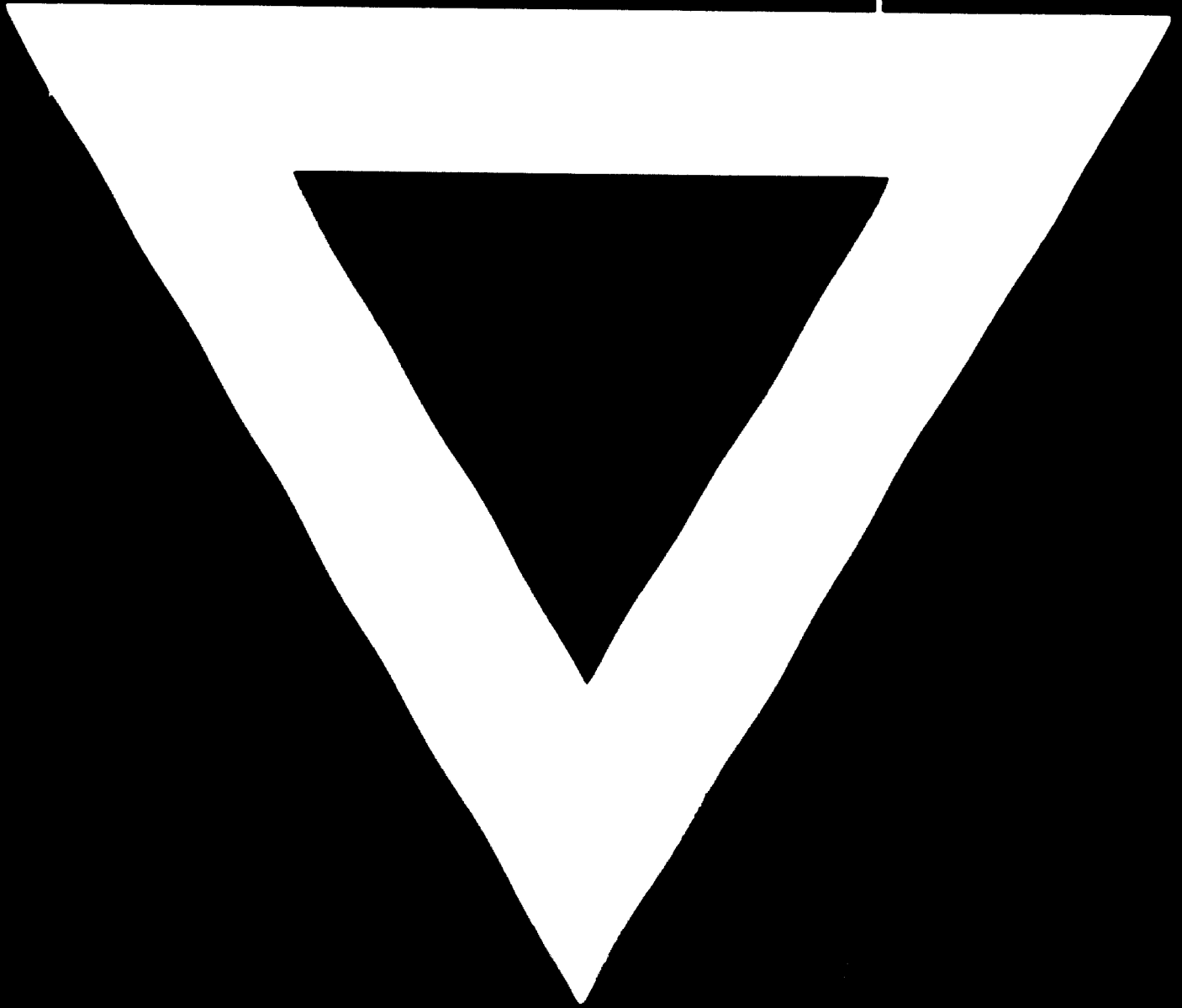
Por ejemplo, la ONUDI podría prestar asistencia en la realización de los estudios de mercado; también podría prestar asesoramiento en la etapa de la negociación de los arreglos de colaboración, sistemas de gestión, etc., según las necesidades concretas. El interés por estos servicios puede hacerse conocer a través de los representantes locales o dirigiéndose directamente a la Sección de Establecimiento y Gestión de Fábricas.



## 8. BIBLIOGRAFIA

- a) Sobre transformadores distribuidores de electricidad
- Producción de transformadores distribuidores en países en desarrollo, publicación de las Naciones Unidas, Núm. de venta S.70.II.B.11
  - Se puede obtener información sobre normas internacionales para la producción de transformadores distribuidores solicitándola a Organización Internacional de Normalización, 1 Rue de Varemba, Box 56, 1211 Ginebra 20 (Suiza)
  - Project Reports for Establishing Distribution Transformer Unit in Developing Countries, agosto de 1977, NGEF Ltd. (no publicados)
- b) Otras publicaciones de la ONUDI del mismo alcance y preparadas con miras a su utilización por posibles patrocinadores de proyectos industriales (seleccionadas)
- Establecimiento, en países en desarrollo, de plantas de depuración de aceite lubricante para automóviles, UNIDO/IOD.111
  - Pautas para la fabricación y comercialización de láminas de resinas acrílicas en los países en desarrollo, publicación de las Naciones Unidas, Núm. de venta S.71.II.B.21
  - Aspectos técnicos y económicos de la industria de elaboración del fruto de la palma oleaginosa, publicación de las Naciones Unidas, Núm. de venta S.74.II.B.10
  - Planta de mezcla a granel y ensacado de fertilizantes, publicación de las Naciones Unidas, Núm. de venta S.76.II.B.2
  - Guidelines for the Establishment and Operation of Vegetable Oil Factories, UNIDO/ID/196
- c) Publicaciones seleccionadas de la ONUDI que proporcionan directrices funcionales especializadas para el establecimiento de nuevas fábricas
- Pautas para la adquisición de tecnología extranjera por los países en desarrollo (con especial referencia a los acuerdos de licencia de tecnología), publicación de las Naciones Unidas, Núm. de venta S.73.II.B.1
  - Planificación y organización de contratos, publicación de las Naciones Unidas, Núm. de venta S.74.II.B.4
  - Cómo superar la solución de continuidad en el proceso de establecimiento de fábricas, UNIDO/IOD.105, 10 de agosto de 1977
  - National Approaches to the Acquisition of Technology, UNIDO/DTT.2
  - Argumentos en favor de los servicios nacionales de consultoría industrial, UNIDO/IOD.125
  - Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies, UNIDO/ICIS.33

**C-107**



**80.02.22**