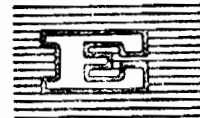


A



NACIONES UNIDAS  
CONSEJO  
ECONOMICO  
Y SOCIAL



Distr.  
LIMITADA  
LC/L.335  
29 de abril de 1985  
ORIGINAL: ESPAÑOL

---

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

EVALUACION DE LA DEMANDA DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA  
GENERACION, TRANSMISION Y TRANSFORMACION  
ELECTRICA EN AMERICA LATINA \*/

---

\*/ Este documento fue preparado por el Grupo de Trabajo del Proyecto sobre "La situación actual y las perspectivas del abastecimiento y la producción de bienes de capital en América Latina" (RLA/77/015).

85-4-595



## INDICE

	<u>Página</u>
PROLOGO .....	1
RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	3
1. Demanda de equipos para generación, transmisión y transformación eléctrica .....	4
2. Factibilidad de la fabricación local de equipo .....	13
<u>Cuadros</u>	
1. Desglose del equipo principal de una central hidro-eléctrica de 300 MW .....	6
2. Desglose del equipo principal de una central térmica a carbón mineral de 150 MW de potencia .....	8
3. América Latina: Demanda de equipo para subestaciones de distribución eléctrica en el período 1980-1990.....	11
4. América Latina: Demanda de maquinaria y equipo para energía eléctrica en el período 1980-1990.....	12
5. América Latina: Factibilidad de la fabricación local de equipos para centrales hidroeléctricas en países de mediano desarrollo metalmecánico 1980-1990.....	15
6. América Latina: Factibilidad de la fabricación local de equipos para centrales hidroeléctricas en países de menor desarrollo metalmecánico 1980-1990.....	16
7. América Latina: Factibilidad de la fabricación local de equipos para centrales térmicas en países de mediano desarrollo metalmecánico 1980-1990.....	18
8. América Latina: Factibilidad de la fabricación local de equipos para centrales térmicas en países de menor desarrollo metalmecánico 1980-1990 .....	19
9. América Latina: Factibilidad de la fabricación local de equipos para generación, transmisión y transformación eléctrica en países de mediano y menor desarrollo metalmecánico 1980-1990 .....	21

1911

1. The first of the three main branches of the  
theology of the church is the doctrine of the  
 Trinity. This doctrine is the foundation of  
the Christian faith. It is the doctrine of the  
 Father, the Son, and the Holy Spirit.

2. The second of the three main branches of the  
theology of the church is the doctrine of the  
 Christ. This doctrine is the foundation of  
the Christian faith. It is the doctrine of the  
 Son of God who came to earth to save  
mankind.

3. The third of the three main branches of the  
theology of the church is the doctrine of the  
 Holy Spirit. This doctrine is the foundation of  
the Christian faith. It is the doctrine of the  
 Spirit of God who dwells in the hearts of  
believers and guides them in the way of  
truth.

4. The fourth of the three main branches of the  
theology of the church is the doctrine of the  
 Church. This doctrine is the foundation of  
the Christian faith. It is the doctrine of the  
 body of Christ, the community of believers.

5. The fifth of the three main branches of the  
theology of the church is the doctrine of the  
 Sacraments. This doctrine is the foundation of  
the Christian faith. It is the doctrine of the  
 outward signs of inward grace.

6. The sixth of the three main branches of the  
theology of the church is the doctrine of the  
 Moral Law. This doctrine is the foundation of  
the Christian faith. It is the doctrine of the  
 principles of right and wrong.

7. The seventh of the three main branches of the  
theology of the church is the doctrine of the  
 Eschatology. This doctrine is the foundation of  
the Christian faith. It is the doctrine of the  
 last things, the future of the world and  
the fate of the soul.

## PROLOGO

La CEPAL, en colaboración con la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), lleva adelante un proyecto destinado a analizar la situación actual y las perspectivas futuras de la producción latinoamericana de bienes de capital. En el marco de sus actividades, se preparó el documento Demanda de equipos para generación, transmisión y transformación eléctrica en América Latina, publicado en la serie Cuadernos de la CEPAL con el N° 46. Para ello se contó con el apoyo de la Comisión de Integración Eléctrica Regional (CIER), y el Instituto de Cooperación Iberoamericana (ICI).

La información contenida en el citado documento proporciona los elementos para evaluar la demanda de equipos requeridos para cumplir los programas regionales de electrificación. Esta evaluación, sin embargo, sólo se plantea en términos físicos en relación con elementos separados para cada proyecto, los que, como tales, se suman en ciertos casos para fines informativos.

El número de proyectos que existen en la región hace difícil efectuar un análisis caso por caso. Por este motivo y a modo de aproximación, se ha considerado conveniente, realizar una evaluación de la demanda de equipos y de las posibilidades de fabricación local sobre la base de un análisis de algunas plantas específicas elegidas en tamaños similares a las de los proyectos más comunes en la región.

En el caso de las plantas generadoras de energía hidroeléctrica, se ha contado con los antecedentes del documento Generación de Energía Eléctrica Estudio de posibilidades de fabricación local de equipos (E/CEPAL/G.1312), preparado también como parte de las actividades del Proyecto CEPAL/ONUDI sobre la situación y las perspectivas de la producción de bienes de capital en América Latina.

En el caso de las centrales de energía nuclear, que tienen como elemento básico el sistema nuclear de suministro de vapor, pero que pueden variar ampliamente en su equipamiento según el tipo de reactor utilizado, no se ha hecho una estimación del equipamiento que representan por no contar con suficiente información.

Para efectuar el análisis de la demanda de equipos y de las posibilidades de fabricación local, se han agrupado los países en tres categorías, tomando en cuenta la capacidad de su industria para elaborar los productos estructurales y electromecánicos que se utilizan en estos proyectos. Como países de mayor desarrollo en el campo de la industria metalmeccánica se han considerado Argentina, Brasil y México. El grupo de países de mediano desarrollo, con posibilidades más reducidas, que se señalan expresamente por productos, incluye a Chile, Colombia, Perú, Venezuela y Paraguay, país este último que se ha capacitado especialmente en función de las obras de la central de Itaipú. Entre los países de menor desarrollo metalmeccánico se incluye a Bolivia, Ecuador, Uruguay y los países del Istmo Centroamericano.

/La agrupación

La agrupación indicada para los países de la región, necesariamente muy simplificada, tiene como principal propósito mostrar que incluso los países de menor desarrollo relativo pueden alcanzar una importante participación en las obras que demandan los proyectos de energía eléctrica. Cabe insistir, por lo demás, que dicha agrupación, aparte de su carácter meramente simplificador, no pretende ser significativa sino para este tipo de obras específicas, y de ninguna manera representa un intento de calificar la capacidad del sector metalmecánico en toda su amplitud.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el trabajo se evalúa la demanda de maquinaria y equipo del sector eléctrico para el período 1980-1990 y se estiman las posibilidades de fabricación local sobre la base de las condiciones actuales de la industria. Dentro del sector eléctrico se consideraron las centrales de generación, las líneas de transmisión a partir de 100 KV y las subestaciones con tensiones de entrada iguales o superiores a esta última.

La demanda de maquinaria y equipo para la generación, transmisión y transformación de energía eléctrica en América Latina, sin incluir la que deriva de las centrales de generación nuclear, asciende, según esta evaluación a un total aproximado de 5 268 000 toneladas, por un valor de 41 000 millones de dólares, en el período considerado. De esos totales, 3 683 000 toneladas, por 28 936 millones de dólares, corresponden a los países de mayor desarrollo metalmeccánico -Argentina, Brasil y México- y 1 585 000 toneladas, por 12 073 millones, a los países de mediano y menor desarrollo.

La demanda de maquinaria y equipo para la generación de energía hidroeléctrica, según estas estimaciones, llega en la región a 2 018 000 toneladas, por un valor de 13 920 millones de dólares. A los países de mayor desarrollo corresponden 1 183 000 toneladas por 8 160 millones de dólares, y a los de mediano y menor desarrollo metalmeccánico 835 000 toneladas por 5 760 millones. La proporción de la demanda de los países de mediano y menor desarrollo en este caso es bastante alta, pues alcanza al 41% de la demanda total.

La demanda latinoamericana de maquinaria y equipo para la generación de energía térmica en plantas no nucleares alcanza, de acuerdo a lo estimado, a 1 533 000 toneladas, por un valor de 16 350 millones de dólares: 1 125 000 toneladas por 12 000 millones de dólares en los países de mayor desarrollo, y 408 000 toneladas, por 4 350 millones en los de mediano y menor desarrollo.

La demanda de equipos para transmisión de energía eléctrica asciende a 1 283 000 toneladas, por un valor de 6 475 millones de dólares. A los países de mayor desarrollo corresponden 998 000 toneladas, por 5 046 millones de dólares, y a los de mediano y menor desarrollo metalmeccánico, 285 000 toneladas por 1 429 millones.

La demanda de equipos para transformación de energía eléctrica (a nivel de subestaciones con tensiones de entrada de 100 KV o más) se estima en 433 600 toneladas, por un valor de 4 264 millones de dólares, en el período 1980-1990. Corresponden a los países de mayor desarrollo 377 100 toneladas, por 3 730 millones de dólares; a los de mediano y menor desarrollo metalmeccánico, 56 500 toneladas por 534 millones de dólares.

La factibilidad de producción local de equipo en los países de mediano desarrollo -Colombia, Chile, Paraguay, Perú y Venezuela- con sus actuales condiciones de equipamiento y tecnología, llega, según lo calculado, a 664 200 toneladas, por un valor de 2 580 millones de dólares. Estas cifras representan el 50.5% del peso y el 26% del valor de los equipos que constituyen la demanda de estos países en el período 1980-1990. Si se dieran las condiciones para una estrecha cooperación con los fabricantes de equipos de los países latinoamericanos más avanzados, la participación de estos países podría llegar a 772 350 toneladas por un valor de 3 276 millones, lo que representaría el 58.8% del peso y el 33% del valor de los equipos que constituyen su demanda.

En los países de menor desarrollo metalmeccánico (Bolivia, Ecuador, Uruguay e Istmo Centroamericano) y dadas sus actuales condiciones de equipamiento y tecnología la factibilidad de producción local de equipo podría alcanzar a 76 750 toneladas, por un valor de 258.7 millones de dólares, es decir, 28.4% del peso y 12.1% del valor de los equipos que constituyen la demanda de estos países en el período 1980-1990. Suponiendo que se dieran las condiciones para una estrecha cooperación con los fabricantes de equipos de los países latinoamericanos más avanzados, la participación de estos países podría aumentar hasta 103 500 toneladas, por un valor de 428.3 millones, abarcando así 38.2% del peso y 20% del valor de los equipos que constituyen su demanda.

1. Demanda de equipos para generación, transmisión y transformación eléctrica

a) Demanda de equipos para centrales hidroeléctricas

La demanda de equipos que representa el sector de energía eléctrica en América Latina ha sido analizada en sus dimensiones y características más relevantes para el período 1980 a 2000, en el documento Demanda de equipos para generación, transmisión y transformación eléctrica en América Latina. E/CEPAL/G. 1241, publicado en la serie Cuadernos de la CEPAL con el N° 46. Dicho trabajo fue preparado dentro de las actividades del Proyecto CEPAL/ONUDI sobre la situación y perspectivas de la producción de bienes de capital en América Latina.

Los programas de ampliación de la capacidad instalada en América Latina, de acuerdo a las cifras analizadas en el estudio citado, prevén la instalación de 87 184 MW en centrales hidráulicas en el período 1980-1990.

Del total de países analizados, los programas de inversión se subdividen en el período 1980-1990 en un 58.7%, equivalente a 51 168 MW, en los países de mayor desarrollo metalmeccánico -Argentina, Brasil y México-, en un 34.9%, equivalente a 30 401 MW para los países de mediano desarrollo y en un 6.44%, equivalente a 5 610 MW para los países pequeños o de menor desarrollo. Se consideran como países de mediano desarrollo metalmeccánico para la fabricación de centrales eléctricas a Colombia, Chile, Paraguay, Perú y Venezuela. Los países de menor desarrollo serían los restantes, que en este caso corresponden a Bolivia, Ecuador, Istmo Centroamericano y Uruguay.



Para estudiar la demanda de equipos que significan los proyectos de inversión de nuevas centrales hidroeléctricas y las posibilidades de fabricación local, se ha utilizado el desglose del equipo principal de una central hidroeléctrica de 300 MW. El detalle de estos equipos y de sus posibilidades de fabricación local se describen en el documento Generación de Energía Eléctrica. Estudio de posibilidades de fabricación local de equipos (E/CEPAL/1312) ya citado, que se preparó como parte de las actividades del Proyecto CEPAL/ONUDI sobre la situación y las perspectivas de la producción de bienes de capital en América Latina.

En el cuadro 1 se presenta el desglose de equipos de una central de 300 MW, que representa un total de 6 957 toneladas, por un valor aproximado de 48 millones de dólares. Se trata de una central de mediana altura de carga, con dos turbinas tipo Francis, que corresponde a uno de los tamaños y tipos de centrales más comunes en la región.

La central de referencia utilizada en esta evaluación tiene las características de la usada en el documento E/CEPAL 1312 citado, excepto en un rubro: la tubería de presión. Análisis posteriores a la publicación de aquel estudio permitieron confirmar que la cantidad de tubería de presión del caso usado como referencia era anormalmente alta, cosa que, por lo demás se adelantó como nota en el mismo estudio. En este documento se utiliza la cifra de 1 500 toneladas, considerada como más normal.

Los proyectos de inversión de nuevas centrales hidroeléctricas en la región, en el período 1980-1990, equivalen a una demanda de equipos ascendente a las siguientes cifras:

- i) países de mayor desarrollo: 170 centrales prototipo, por un total de 1 183 000 toneladas de equipos con un valor de 8 160 millones de dólares;
- ii) países de mediano desarrollo: 101 centrales prototipo, que equivalen a un total de 702 600 toneladas de equipos, por un valor ex-fábrica de 4 848 millones de dólares;
- iii) países de menor desarrollo: 19 centrales prototipo, equivalentes a un total de 132 200 toneladas de equipos y un valor de 912 millones de dólares.

En conjunto, los proyectos de nuevas centrales hidroeléctricas para los países de América Latina representan en el período 1980-1990 un total equivalente a 290 centrales de 300 MW, que corresponden a 2 020 000 toneladas de equipos, por un valor ex-fábrica de 13 920 millones de dólares.

Cuadro 1

DESGLOSE DEL EQUIPO PRINCIPAL DE UNA CENTRAL HIDROELECTRICA DE 300 MW

Equipos	Peso (toneladas)	Peso unitario Ton/MW	Precio unitario (dólares/ kg)	Valor ex- fábrica (millones de dólares) <sup>a</sup>
<u>Equipos de calderería y estructura</u>				
Grandes compuertas (radiales y planas de más de 30 toneladas)	703	2.34	5.0	3.52
Compuertas medianas y pequeñas	367	1.22	5.0	1.84
Rejas hidráulicas	71	0.24	3.5	0.25
Estructuras de puentes-grúas y de grúas portales	265	0.88	5.0	1.33
Estructuras metálicas	580	1.93	3.5	1.74
Estructuras galvanizados (patio de alta tensión)	160	0.53	4.0	0.64
Blindajes tuberías de presión)	1 500	5.0	2.5	3.75
Subtotal	3 646	12.15	3.6	13.07
<u>Equipos mecánicos y eléctricos</u>				
Turbinas	680	2.27	7.0	4.76
Generadores	1 216	4.05	9.3	11.30
Válvulas de protección	834	2.78	8.0	6.67
Transformadores de poder	336	1.12	5.5	1.85
Transformadores auxiliares y de medida	25	0.08	10.0	0.25
Equipos de seguridad y maniobra	20	0.07	20.0	0.40
Componentes mecánicos y controles de puentes-grúas y compuertas	gl.	-	-	4.70
Instrumentos	gl.	-	-	2.00
Equipos varios	200	0.33	15.0	3.00
Subtotal	3 311	11.04	10.55	34.93
Total	6 957	23.19	6.9	48.00

Fuente: Estimaciones de la CEPAL con base en planos.

<sup>a</sup>/ No incluye el montaje.

b) Demanda

b) Demanda de equipos para centrales térmicas.

Los programas de ampliación de la capacidad instalada en América Latina prevén la instalación de 32 585 MW en centrales térmicas no nucleares durante el período 1980-1990.

En el cuadro 2 se presenta el desglose de equipos de una central térmica a vapor, alimentada con carbón mineral, de 150 MW de potencia, que representa un total de 7 030 toneladas, por un valor aproximado de 75 millones de dólares (500 dólares por KW). Esta central prototipo es representativa de la demanda de plantas térmicas de la región, ya que el tamaño medio del total de los grupos que se proyecta instalar es de 172 MW.

En los países de mayor desarrollo metalmecánico -Argentina, Brasil y México- se proyecta instalar además de los proyectos de centrales térmicas convencionales varias centrales nucleares, cuya demanda y características no se pretende estudiar en el presente documento.

La demanda de equipos para centrales térmicas en los países de mayor desarrollo de América Latina, en el período 1980-1990, se puede calcular en las siguientes cantidades: 24 400 MW en centrales no nucleares, principalmente a carbón, equivalentes aproximadamente a 160 plantas prototipo de 150 MW, por un peso de 1 125 000 toneladas y un valor de 12 000 millones de dólares.

Cuadro 2

DESGLOSE DEL EQUIPO PRINCIPAL DE UNA CENTRAL TERMICA A CARBON MINERAL DE 150 MW DE POTENCIA

Equipos	Peso (toneladas)	Precio unitario (dólares/kg)	Valor ex-fábrica (miles de dólares) <u>a/</u>
Caldera y precipitador electrostático	1 720	20	30 000
Estructura soportante, ductos y chimenea	700	5	3 500
Precalentador de aire	280	5	1 400
Sistema de transporte de carbón	147	7.5	1 100
Alimentación de petróleo	200	7.5	1 500
Transporte de cenizas	200	6	1 200
Turbogenerador (158 MW 3 600 rpm)	366	24	8 800
Sistema de condensado y alimentación	200	10	2 000
Calentadores e intercambiadores de calor (6)	67	12	800
Condensador y equipos auxiliares	280	10	2 800
Bombas de alimentación, condensado y circulación (9)	50	10	500
Tanques para condensado, recuperación y agua (5)	200	3.5	700
Tanque para combustible (50 000 bb)	100	3.0	300
Torre de enfriamiento	150	6	900
Sistema de tratamiento de agua	100	7	700
Sistema de tratamiento de condensado	50	8	400
Sistema de protección contra incendio	75	8	600
Estructura metálica (edificio principal)	750	3.5	2 625
Estructuras metálicas secundarias	75	3.5	265
Estructura de puente-grúa 35/10 ton. y 17 m.	50	8	400
Sistema aire comprimido (compresores)	4	30	120
Transformador principal 175 mVA 230 kV	125	8	1 000
Transformador de arranque 15/20 mVA 4.16 kV	30	9	270
Transformador auxiliar 15 mVA 16 kV	15	10	150
Transformadores de potencial y de corriente	10	10	100
Tableros y subestación unitaria	50	15	750
Centro de control de motores	20	25	500
Desconectadores, apartarrayos, interruptores	46	20	920
Sistemas de tubería de alta presión	200	5.5	1 100
Tuberías de baja presión	400	3.5	1 400
Válvulas (700 unidades)	120	10.0	1 200
Equipos varios: ductos, luminarias, estructuras soportantes, aislación térmica	250	10	2 500
Mecanismos del puente grúa	b/	-	500
Instrumentos eléctricos y de control	b/	-	3 000
Taller de mantenimiento y laboratorio	b/	-	1 000
Total	7 030	10.67	75 000

Fuente: Estimaciones de la CEPAL con base en planos.

a/ No incluye el montaje.

b/ Tonelajes incluidos en otras partidas o de pequeña magnitud.

La demanda de equipos para centrales térmicas en los países de mediano desarrollo en el período 1980-1990 corresponde a 6 633 MW de nuevos grupos, que en su mayor parte son centrales a carbón. En relación a la central prototipo estudiada, equivaldría a 44.2 centrales de 150 MW, pero, como el tamaño medio de las centrales proyectadas es de sólo 115 MW, se adoptaron valores por KW ligeramente mayores que los correspondientes de la central prototipo. La demanda de equipos para centrales térmicas en países medianos corresponde aproximadamente a 46 centrales prototipo de 150 MW en este período, lo que equivale a un total de 323 500 toneladas, por un valor de 3 450 millones de dólares.

Los proyectos en construcción y programados en el período 1980-1990 en los países de menor desarrollo metalmeccánico suman 1 556 MW. En su mayor parte consisten en centrales a carbón. Esta potencia corresponde a 12 centrales hipotéticas de 150 MW. La demanda de equipos en estos países equivaldría a un total de 84 500 toneladas, por un valor de 900 millones de dólares.

En conjunto, los proyectos de nuevas centrales térmicas no nucleares para los países de América Latina representan en el período 1980-1990 una demanda total aproximada de 1 533 000 toneladas de equipo, por un valor de 16 350 millones de dólares.

Las cifras anteriores incluyen los equipos normales de precipitación electrostática, pero no incluyen los sistemas de remoción de  $SO_2$  en los gases de combustión, que suelen ser exigidos en algunos casos y que representarían importantes aumentos en el peso y valor del equipamiento total.

c) Demanda de equipos para transmisión de electricidad

La demanda de equipos para transmisión eléctrica se ha analizado también a partir del documento ya citado de la CEPAL Demanda de equipos para generación, transmisión y transformación eléctrica en América Latina.

Los programas de los países de la región para el período 1980-1990 se pueden clasificar en las siguientes cantidades aproximadas, en kilómetros de líneas:

	<u>400/750 kV</u>	<u>220/230 kV</u>	<u>115/160 kV</u>
Países de mayor desarrollo:	18 598	12 460	15 886
Países de mediano desarrollo:	2 996	7 918	1 158
Países de menor desarrollo:	225	1 208	1 423

El tonelaje de las torres de alta tensión se ha determinado calculando de acuerdo a pesos medios de 20 ton/km para las líneas de 400 kV y superiores; 10 ton/km para líneas de 220/230 kV, y 4.5 ton/km para las de menor voltaje. El peso resultante de las torres ha sido el siguiente: países de mayor desarrollo: 568 000 toneladas; países de mediano desarrollo: 144 000 toneladas, y países de menor desarrollo: 23 000 toneladas.

/Calculando el

Calculando el costo de las torres de alta tensión en 2.5 dólares por kg. como valor ex-fábrica, resultan los siguientes valores: países de mayor desarrollo: 1 420 millones de dólares; países de mediano desarrollo 360 millones y países de menor desarrollo, 57.5 millones. El total de la región alcanzaría en consecuencia 735 000 toneladas, por un valor de 1 837,5 millones de dólares.

Agregando los otros componentes del equipo que forman las líneas de transmisión, se obtienen las siguientes cantidades aproximadas de demanda para los países de mediano desarrollo:

conductores <sup>*/</sup> :	82 000 toneladas por un valor de 738 millones de dólares
aisladores:	6 600 toneladas por un valor de 40 millones
cables de guarda:	6 850 toneladas por un valor de 34 millones
herrajes:	5 800 toneladas por un valor de 58 millones

sumando estos elementos a las 144 000 toneladas de torres soportantes, se obtiene la demanda total de equipo de transmisión en el período, que alcanzaría en consecuencia a 245 250 toneladas, por un valor ex-fábrica de 1 230 millones de dólares.

En el caso de los países de menor desarrollo, las cantidades resultantes serían:

conductores:	13 000 toneladas por 117 millones de dólares
aisladores:	2 000 toneladas por 10 millones
cables de guarda:	1 100 toneladas por 5.5 millones
herrajes:	900 toneladas por 9 millones

sumando estos elementos a las 23 000 toneladas de torres de alta tensión, se obtiene la demanda total de equipo de transmisión en los países de menor desarrollo que suma 40 000 toneladas, por un valor de 199 millones de dólares.

#### d) Demanda de equipos para transformación de electricidad

La demanda de equipos de transformación eléctrica se ha determinado a partir de las subestaciones programadas por los diversos países de la región para el período 1980-1990.

Clasificando a los países de acuerdo al nivel de desarrollo metalmeccánico alcanzado, se proyectan las siguientes instalaciones en el período indicado:

	<u>400/500/750kV</u>	<u>220/230kV</u>	<u>110/160kV</u>
Países de mayor desarrollo	146 S.E. de 500 MVA	258 S.E. de 130 MVA	770 S.E. de 30 MVA
Países de mediano desarrollo	6 S.E. de 400 MVA	49 S.E. de 150 MVA	44 S.E. de 85 MVA
Países de menor desarrollo	2 S.E. de 337 MVA	19 S.E. de 60 MVA	60 S.E. de 32 MVA

<sup>\*/</sup> Normalmente cables de aluminio con alma de acero.

Para el total de los países de la región, las subestaciones programadas equivalen a 154 en alto voltaje, con una potencia media de 390 MVA, 323 en voltajes de 220/230kV con una potencia media de 130 MVA y 874 subestaciones en voltaje de entrada de 110 a 154 kV, con una potencia media de 33 MVA.

En el cuadro 3 se detallan los principales rubros del equipo incluido en las subestaciones. En el total de países de la región incluidos en este estudio, alcanza aproximadamente a 433 600 toneladas, por un valor ex-fábrica de 4 252 millones de dólares.

En el cuadro 4 se resume la demanda total de maquinaria y equipo para generación, transmisión y transformación de energía eléctrica en el período 1980-1990.

Cuadro 3

AMERICA LATINA: DEMANDA DE EQUIPO PARA SUBESTACIONES DE  
DISTRIBUCION ELECTRICA EN EL PERIODO 1980-1990

	Peso total (toneladas)	Valor unitario (dólares por kilo)	Valor total ex-fábrica (millones de dólares)
Estructuras metálicas galvanizadas	146 000	4.0	584
Transformadores de potencia	160 000	8.0	1 280
Transformadores de corriente	25 000	18.0	450
Transformadores de potencial	20 000	10.0	200
Desconectadores	30 000	10.0	300
Interruptores de potencia	34 200	13.0	445
Pararrayos	6 400	7.0	45
Equipos de medición	gl.	-	900
Aisladores	12 000	5.0	60
Total	433 600		4 264

Fuente: Estimaciones de la CEPAL.

## Cuadro 4

AMERICA LATINA: DEMANDA DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA ENERGIA  
ELECTRICA EN EL PERIODO 1980-1990a/

	Mayor desarrollo (toneladas) (millones dólares)	Grupos de países b/		Menor desarrollo (toneladas) (millones dólares)	América Latina (toneladas) (millones dólares)
		Mayor desarrollo (toneladas) (millones dólares)	Mediano desarrollo (toneladas) (millones dólares)		
Centrales hidráulicas	1 183 000	8 160	702 600	4 848	132 200
Centrales térmicas no nucleares	1 125 000	12 000	323 500	3 450	84 500
Equipo para transmisión	998 000	5 046	245 250	1 230	40 000
Equipos para transforma- ción	377 100	3 730	42 600	401	13 900
Total	3 683 100	28 936	1 313 950	9 929	270 600
					2 144
					5 267 650
					41 009

Fuente: Estimaciones de la CEPAL.

a/ No se incluye la demanda de las centrales de energía nuclear.

b/ De acuerdo con lo indicado en el texto, se consideraran en este caso países de mayor desarrollo: Argentina, Brasil y México; países de mediano desarrollo: Colombia, Chile, Paraguay, Perú, Venezuela y países de menor desarrollo: Bolivia, Ecuador, Uruguay y países del Istmo Centroamericano.



## 2. Factibilidad de la fabricación local de equipo

### a) Posibilidades de fabricación local de equipos para centrales hidroeléctricas

En el cuadro 5 se presentan estimaciones de la factibilidad de la fabricación local de equipos en los países de mediano desarrollo metalmecánico en la región. En este caso, se han considerado como países de mediano desarrollo para la fabricación de equipos de centrales eléctricas a Colombia, Chile, Paraguay, Perú y Venezuela.

La posible fabricación local de equipos en estos países, para el equivalente de 101 centrales prototipo que representan sus proyectos en la presente década y dadas sus actuales condiciones de equipamiento y tecnología, alcanza a 363 200 toneladas, por un valor ex-fábrica de 1 378 millones de dólares. Estas cifras representan el 51.7% del peso de los equipos y el 28.4% de su valor. La gran diferencia entre los porcentajes de lo que estos países pueden fabricar en peso y en valor de equipos se explica porque una parte muy importante del equipo de una planta hidroeléctrica lo constituyen elementos eléctricos y mecánicos de muy alto nivel de exigencias, cuya fabricación sólo puede efectuarse en grandes empresas de países de un mayor grado de desarrollo.

Si las industrias locales de los países de mediano desarrollo contaran con el apoyo y asistencia técnica de fabricantes de equipo de los países de mayor desarrollo metalmecánico de la región, su participación en la fabricación de equipo podría aumentar en 52 500 toneladas, por un valor de 262.6 millones de dólares. Su participación total podría alcanzar en este caso a 415 700 toneladas y 1 640 millones de dólares, lo que representa el 59.2% del peso y el 33.8% del valor del total de los equipos.

Para la determinación de esta posibilidad adicional de fabricación de equipos, se ha considerado sólo la posible participación en la parte estructural de los puentes-grúa mayores -160 toneladas en central prototipo- en el caracol y tubo de desfogue de las turbinas y en el aro de apoyo del estator de los generadores, calculando esta fabricación en 5 dólares por kg. Como antecedente ilustrativo se puede indicar que estos elementos actualmente se fabrican en Paraguay para la central de Itaipú, con el apoyo de empresas brasileñas.

En el cuadro 6 se indica la factibilidad de la fabricación local de equipos en los países de menor desarrollo metalmecánico de la región. Se han considerado como países de un menor desarrollo para la fabricación de equipos de centrales eléctricas a Bolivia, Ecuador, Uruguay y los países del Istmo Centroamericano.

La posible fabricación local de equipos en estos países, para el equivalente de 19 centrales prototipo que representan sus proyectos en el período 1980-1990 y con sus actuales condiciones de equipamiento y tecnología, alcanza a 23 250 toneladas, por un valor ex-fábrica de 75.1 millones de dólares. Estas cifras representan el 17.6% del peso de los equipos y el 8.2% de su valor.

Si las industrias de estos países de menor desarrollo contaran con el apoyo y asistencia técnica de fabricantes de equipo de los países de mayor desarrollo metalmecánico de la región, su participación en la fabricación de equipo podría aumentar en 11 000 toneladas, por un valor de 65.8 millones de dólares. Su participación total podría alcanzar en este caso a 34 300 toneladas y 141 millones de dólares, lo que representa el 26% del peso y el 15.4% del valor del total de los equipos.

Cuadro 5

AMERICA LATINA: FACTIBILIDAD DE LA FABRICACION LOCAL DE EQUIPOS PARA CENTRALES  
HIDROELECTRICAS EN PAISES DE MEDIANO DESARROLLO METALMECANICOS/  
(1980-1990)

Equipos	Demanda total (tone- ladas)	Precio unitario (dólares/ kg)	Fabricación local posible			
			(toneladas)		Valor ex-fábrica (millones de dólares)	
			b/	c/	b/	c/
Grandes compuertas (radiales y planas de más de 30 toneladas)	71 003	5.0	71 003	-	355.0	-
Compuertas medianas y pequeñas	37 067	5.0	37 067	-	185.3	-
Rejas hidráulicas	7 171	3.5	7 171	-	25.1	-
Estructuras de puente-grúa y de grúas portales	26 765	5.0	10 605	16 160	53.0	80.8
Estructuras metálicas	58 580	3.5	58 580	-	205.0	-
Estructuras galvanizadas	16 160	4.0	16 160	-	64.7	-
Blindajes (tuberías de presión)	151 500	2.5	151 500	-	378.8	-
Turbinas	68 680	7.0	-	30 300	-	151.5
Generadores	122 816	9.3	-	6 060	-	30.3
Válvulas de protección	84 234	8.0	-	-	-	-
Transformadores de poder	33 936	5.5	-	-	-	-
Transformadores auxiliares y de medida	2 525	10.0	1 010	-	10.1	-
Equipos de seguridad y maniobra	2 020	20.0	-	-	-	-
Componentes mecánicos y controles de puentes grúas y compuertas	gl.	-	-	-	-	-
Equipos varios	20 200	10.0	10 100	-	101.0	-
Total	702 657		363 196 (51.7%)	52 520 (7.5%)	1 378.0 (28.4%)	262.6 (5.4%)

Fuente: Estimaciones de la CEPAL.

a/ Para un total de proyectos equivalentes a 101 centrales prototipo de 300 MW en Colombia, Chile, Paraguay y Venezuela.

b/ Equipos que podrían fabricarse con las instalaciones y tecnologías actuales.

c/ Equipos adicionales que podrían fabricarse con apoyo y complementación de fabricantes de países de la región de mayor desarrollo en este aspecto.

Cuadro 6

AMERICA LATINA: FACTIBILIDAD DE LA FABRICACION LOCAL DE EQUIPOS PARA CENTRALES  
HIDROELECTRICAS EN PAISES DE MENOR DESARROLLO METALMECANICOS/  
(1980-1990)

Equipos	Demanda total (toneladas)	Precio unitario (dólares/kg)	Fabricación local posible			
			Toneladas		Valor ex-fábrica (millones de dólares)	
			b/	c/	b/	c/
Grandes compuertas (radiales y planas de más de 30 toneladas)	13 357	5.0	-	-	-	-
Compuertas medianas y pequeñas	6 973	5.0	-	6 973	-	34.9
Rejas hidráulicas	1 349	3.5	1 349	-	4.7	-
Estructuras de puentes-grúa y de grúas portales	5 035	5.0	-	1 995	-	10
Estructuras metálicas	11 020	3.5	11 020	-	38.6	-
Estructuras galvanizadas	3 040	4.0	3 040	-	12.2	-
Blindajes (tuberías de presión)	28 500	2.5	7 838	-	19.6	-
Turbinas	12 920	7.0	-	-	-	-
Generadores	23 104	9.3	-	-	-	-
Válvulas de protección	15 846	8.0	-	-	-	-
Transformadores de poder	6 384	5.5	-	-	-	-
Transformadores auxiliares	475	10.0	-	190	-	1.9
Equipos de seguridad y maniobra	380	20.0	-	-	-	-
Componentes mecánicos y controles de puentes-grúa y compuertas	gl.	gl.	-	-	-	-
Equipos varios	3 800	10.0	-	1 900	-	19.0
Total	132 183		23 247 (17.6%)	11 058 (8.4%)	75.1 (8.2%)	65.8 (7.2%)

Fuente: Estimaciones de la CEPAL.

a/ Para un total de proyectos equivalentes a 19 centrales prototipo de 300 MW en Bolivia, Ecuador, Uruguay y países del Istmo Centroamericano.

b/ Equipos que podrían fabricarse con instalaciones y tecnología actuales.

c/ Equipos que podrían fabricarse con apoyo y complementación de fabricantes de países de la región de mayor desarrollo en este aspecto.

b) Posibilidad de fabricación local de equipos para centrales térmicas

En el cuadro 7 se ha determinado la factibilidad de la fabricación local de equipos en los países de la región cuyo desarrollo metalmeccánico en este aspecto es mediano: Colombia, Chile, Paraguay, Perú y Venezuela.

Para estos países la posibilidad de fabricación local de equipos de plantas térmicas en el período 1980-1990, para el equivalente de 46 centrales prototipo de 150 mW -que representan su propia demanda y con sus condiciones actuales de equipamiento y tecnología- alcanza a 124 000 toneladas, por un valor ex-fábrica de 649 millones de dólares. Estas cifras representan el 38.4% del peso de los equipos y el 18.8% de su valor.

Si las industrias locales de estos países contaran con el apoyo y asistencia técnica de fabricantes de equipo de los países de mayor desarrollo metalmeccánico de la región, su participación en la fabricación de equipo podría aumentar en 55 600 toneladas, por un valor de 394.4 millones de dólares. Su participación total en el equipamiento de plantas térmicas podría así alcanzar 179 650 toneladas y 1 043 millones de dólares, lo que representa el 55.6% del peso y el 30.2% del valor total de los equipos.

En el cuadro 8 se ha determinado la factibilidad de fabricación local de equipos en los países de menor desarrollo metalmeccánico de la región, que corresponden a Bolivia, Ecuador, Uruguay y países del Istmo Centroamericano.

La posible fabricación local de equipos en estos países, para el equivalente de 12 centrales prototipo de 150 mW -que representan sus proyectos en el período 1980-1990 y con sus actuales condiciones de equipamiento y tecnología- alcanza a 25 300 toneladas, por un valor ex-fábrica de 105.3 millones de dólares. Estas cifras representan el 30% del peso de los equipos y el 11.7% de su valor.

Si las industrias de estos países de menor desarrollo contaran con el apoyo y asistencia técnica de fabricantes de equipo de los países de mayor desarrollo metalmeccánico de la región, su participación en la fabricación de equipo podría aumentar en 15 660 toneladas, por un valor de 103.8 millones de dólares. Su participación total podría alcanzar en este caso a 41 000 toneladas y 209 millones de dólares, lo que representa el 48.6% del peso y el 23.2% del valor del total de los equipos que constituyen su demanda.

Cuadro 7

AMERICA LATINA: FACTIBILIDAD DE LA FABRICACION LOCAL DE EQUIPOS PARA CENTRALES TERMICAS  
EN PAISES DE MEDIANO DESARROLLO METALCECANICO <sup>a/</sup>  
(1980-1990)

Equipos	Demanda total (tone- ladas)	Precio unitario (dóla- res/kg)	Fabricación local posible			
			(toneladas)		Valor ex-fábrica (millones de dólares)	
			<u>b/</u>	<u>c/</u>	<u>b/</u>	<u>c/</u>
Caldera y precipitador electrostático	79 120	20	-	7 912	-	79.1
Estructura soportante, ductos, chimenea	32 200	5	16 100	16 100	80.5	80.5
Precalentador de aire	12 880	5	-	12 880	-	64.4
Sistema de transporte de carbón	6 762	7.5	3 381	3 381	25.4	25.4
Sistema alimentador de petróleo	9 200	7.5	-	4 600	-	34.5
Transporte de cenizas	9 200	6	-	-	-	-
Turbogenerador	16 836	24	-	-	-	-
Condensado y alimentación	9 200	10	-	9 200	-	92
Calentadores e intercambiadores	3 082	12	1 541	1 541	18.5	18.5
Condensador y equipos auxiliares	12 880	10	-	-	-	-
Bombas varias	2 300	10	-	-	-	-
Tanques condensado, recuperación y agua	9 200	3.5	9 200	-	32.2	-
Tanques para combustible	4 600	3.0	4 600	-	13.8	-
Torre de enfriamiento	6 900	6	6 900	-	41.4	-
Sistema de tratamiento de agua	4 600	7	4 600	-	32.2	-
Sistema de tratamiento condensado	2 300	8	2 300	-	18.4	-
Sistema de protección de incendio	3 450	8	3 450	-	27.6	-
Estructura metálica (edificio principal)	34 500	3.5	34 500	-	120.8	-
Estructuras metálicas secundarias	3 450	3.5	3 450	-	12.1	-
Estructura del puente-grúa	2 300	8	2 300	-	18.4	-
Sistema de aire comprimido	184	30	-	-	-	-
Transformador principal	5 750	8	-	-	-	-
Transformador de arranque	1 380	9	1 350	-	12.2	-
Transformador auxiliar	690	10	690	-	6.9	-
Transformador de potencial y corriente	460	10	460	-	4.6	-
Tableros subestación unitaria	2 300	15	2 300	-	34.5	-
Centro de control de motores	920	25	-	-	-	-
Desconectadores, interruptores, etc.	2 116	20	-	-	-	-
Sistemas de tuberías de alta presión	9 200	5.5	-	-	-	-
Sistema de tuberías de baja presión	18 400	3.5	18 400	-	64.4	-
Válvulas	5 520	10	2 760	-	27.6	-
Equipos varios	11 500	10	5 750	-	57.5	-
Mecanismos de puente-grúa	gl.	-	-	-	-	-
Instrumentos eléctricos y de control	gl.	-	-	-	-	-
Taller de mantenimiento y laboratorio	gl.	-	-	-	-	-
Total	323 380		124 032 (38.4%)	55 614 (17.2%)	649 (18.8%)	394.4 (11.4%)

a/ Para un total de proyectos equivalentes a 46 centrales prototipo de 150 MW en Colombia, Chile, Paraguay, Perú y Venezuela.

b/ Equipos que podrían fabricarse con las instalaciones y tecnologías actuales.

c/ Equipos que podrían fabricarse con el apoyo y complementación de fabricantes de países de la región de mayor desarrollo en este aspecto.

Cuadro 8

AMERICA LATINA: FACTIBILIDAD DE LA FABRICACION LOCAL DE EQUIPOS PARA CENTRALES TERMICAS  
EN PAISES DE MENOR DESARROLLO METALMECANICO a/  
(1980-1990)

Equipos	Demanda total (toneladas)	Precio unitario (dólares/ kg)	Fabricación local posible			
			(toneladas)	Valor ex-fábrica (millones de dólares)		
				b/	c/	c/
Caldera y precipitador electrostático	20 640	20	-	-	-	-
Estructura soportante, ductos, chimenea	8 400	5	4 200	4 200	21	21
Pre calentador de aire	3 360	5	-	3 360	-	16.8
Sistema de transporte de carbón	1 764	7.5	-	800	-	6
Sistema de alimentación de petróleo	2 400	7.5	-	2 400	-	18
Transporte de cenizas	2 400	6	-	-	-	-
Turbogenerador	4 392	24	-	-	-	-
Condensado y sistema alimentación	2 400	10	-	1 200	-	12
Calentadores e intercambiadores	804	12	-	402	-	4.8
Condensador y equipos auxiliares	3 360	10	-	-	-	-
Bombas	600	10	-	-	-	-
Tanques de condensado, recuperación y agua	2 400	3.5	2 400	-	8.4	-
Tanque para combustible	1 200	3	1 200	-	3.6	-
Torre de enfriamiento	1 800	6	1 800	-	10.8	-
Sistema de tratamiento de agua	1 200	7	-	1 200	-	8.4
Sistema de tratamiento de condensado	600	8	-	600	-	4.8
Protección contra incendio	900	8	-	900	-	7.2
Estructuras metálicas de edificios	9 900	3.5	9 900	-	34.7	-
Estructura de puente-grúa	600	8	-	600	-	4.8
Sistema de aire comprimido	48	30	-	-	-	-
Transformador principal	1 500	8	-	-	-	-
Transformador de arranque	360	9	-	-	-	-
Transformador auxiliar	180	10	-	-	-	-
Transformadores potencial y corriente	120	10	-	-	-	-
Tableros subestación unitaria	600	15	-	-	-	-
Centro de control de motores	240	25	-	-	-	-
Desconectores, interruptores, etc.	552	20	-	-	-	-
Sistema tuberías alta presión	2 400	5.5	-	-	-	-
Sistema tuberías baja presión	4 800	3.5	4 800	-	16.8	-
Válvulas	1 440	10	-	-	-	-
Equipos misceláneos	3 000	10	1 000	-	10.0	-
Mecanismos del puente-grúa	-	-	-	-	-	-
Instrumentos eléctricos y de control	-	-	-	-	-	-
Taller de mantención y laboratorio	-	-	-	-	-	-
	84 360		25 300 (30 %)	15 662 (18.6%)	105.3 (11.7%)	103.8 (11.5 %)

a/ Para un total de proyectos equivalente a 12 centrales prototipo de 150 MW en Bolivia, Ecuador, Uruguay y países del Istmo Centroamericano.

b/ Equipos que podría fabricarse con las instalaciones y tecnologías actuales.

c/ Equipos que podría fabricarse con apoyo y complementación de fabricantes de países de la región de mayor desarrollo en este aspecto.

c) Posibilidad de fabricación local de equipos para transmisión

En los países de mediano desarrollo metalmecánico de la región se ha considerado que la factibilidad de fabricación local corresponde a la totalidad de las torres de alta tensión, a los cables de guarda y al herraje de las líneas de transmisión que constituyen su demanda.

Los conductores que se utilizan en las líneas de transmisión estudiadas son, en casi todos los casos, cables compuestos de aluminio con alma de acero soportante, que han sido importados.

La posible fabricación local de equipo en líneas de transmisión en estos países, tanto con sus condiciones actuales de equipamiento y tecnología, como en el caso de contar con el apoyo y asistencia técnica de fabricantes de equipo de países de mayor desarrollo metalmecánico de la región, alcanzaría a 156 650 toneladas, por un valor de 452 millones de dólares. Estas cifras representan el 63.9% del peso y el 36.7% del valor de los equipos que constituyen su demanda.

En los países de menor desarrollo metalmecánico de la región, la posibilidad de fabricación de equipo se reduce sólo a las torres de alta tensión. Las torres representan en el caso de estos países 23 000 toneladas, por un valor de 57.5 millones de dólares. Estas cantidades corresponden al 57.5% del peso y al 28.9% del valor de los equipos que constituyen su demanda.

d) Posibilidad de fabricación local de equipos para transformación eléctrica

La posibilidad de fabricación de equipos en los países de mediano desarrollo metalmecánico de la región corresponde principalmente a las estructuras metálicas galvanizadas de todas las subestaciones proyectadas en esos países y a los transformadores de potencia y de corriente de las subestaciones con voltaje de entrada de hasta 154 kV. La posibilidad de fabricación de equipo, con sus medios actuales o con apoyo de fabricantes de otros países de mayor desarrollo, alcanza a un total de 20 350 toneladas, por un valor ex-fábrica de 101.2 millones de dólares. Estas cifras representan el 47.8% del peso y el 25.2% del valor de la demanda de equipos de transformación en estos países, que se calcula en 42 600 toneladas y 401 millones de dólares.

La posibilidad de fabricación de equipos de transformación en los países de menor desarrollo metalmecánico de la región se reduce a las estructuras metálicas galvanizadas de las subestaciones proyectadas en esos países. La posibilidad de fabricación local, tanto con sus medios actuales como con apoyo de fabricantes de países de mayor desarrollo, alcanza a 5 200 toneladas, por un valor de 20.8 millones de dólares. Estas cifras representan el 37% del peso y el 15.6% del valor de la demanda de equipos de transformación en estos países, que se calcula en 13 900 toneladas y 133 millones de dólares.

En el cuadro 9 se resumen las posibilidades de fabricación local de equipo por parte de los fabricantes de los países de mediano y de menor desarrollo metalmecánico, en la generación, transmisión y transformación de electricidad.



Quadro 9

AMERICA LATINA: FACTIBILIDAD DE LA FABRICACION LOCAL DE EQUIPOS PARA GENERACION, TRANSMISION Y TRANSFORMACION ELECTRICA  
EN PAISES DE MEDIANO Y MENOR DESARROLLO METALMECANICO (1980-1990) a/

Equipos	Demanda de equipo		Fabricación local posible									
			En condiciones actuales					Con apoyo de otros países de la región				
	Toneladas	Miliones de dólares	Volumen	Porcentaje de la demanda	Valor	Miliones de dólares	%	Toneladas	Volumen	Porcentaje de la demanda	Miliones de dólares	Valor
PAISES DE MEDIANO DESARROLLO METALMECANICO												
Centrales hidráulicas	702 600	4 848	363 200	51.7	1 378	28.4	18.8	415 700	59.3	59.3	1 580	33.8
Centrales térmicas	323 500	3 450	124 000	38.4	649	18.8	18.8	179 650	55.6	55.6	1 043	30.2
Líneas de transmisión	245 250	1 230	156 650	63.9	452	36.7	36.7	156 650	63.9	63.9	452	36.7
Subestaciones	42 600	401	20 350	47.8	101	25.2	25.2	20 350	47.8	47.8	101	25.2
TOTAL	1 313 950	9 929	664 200	50.5	2 580	26.0	26.0	772 350	58.8	58.8	3 276	33.0
PAISES DE MENOR DESARROLLO METALMECANICO												
Centrales hidráulicas	132 200	912	23 250	17.6	75.1	8.2	8.2	34 300	26.0	26.0	141	15.4
Centrales térmicas	85 000	900	25 300	30.0	105.3	11.7	11.7	41 000	48.6	48.6	209	23.2
Líneas de transmisión	40 000	199	23 000	57.5	57.5	28.9	28.9	23 000	57.5	57.5	57.5	28.9
Subestaciones	13 900	133	5 200	37.0	20.8	15.6	15.6	5 200	37.0	37.0	20.8	15.6
TOTAL	270 600	2 144	76 750	28.4	258.7	12.1	12.1	103 500	38.2	38.2	428.3	20.0

Fuente: Estimaciones de la CEPAL.

a/ Países de mediano desarrollo metalmeccánico: Colombia, Chile, Paraguay, Perú, Venezuela.  
Países de menor desarrollo metalmeccánico: Bolivia, Ecuador, Uruguay y países del Istmo Centroamericano.

