

## DESAGREGACION TECNOLOGICA EN EL SECTOR ELECTRICO

Germán Moreno O.  
Universidad de Antioquia  
Ingeniería Eléctrica

### I. INTRODUCCION

Desde 1980, el Centro de Servicios Técnicos (CESET) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, ha venido trabajando, mediante convenios con ISA y COLCIENCIAS, en el desarrollo de un modelo de desagregación tecnológica en el sector eléctrico. Con el título genérico de: "Modelo Básico de Desagregación Tecnológica- MBDT- Sector Eléctrico", se han publicado cuatro informes: "Desagregación de Actividades para el control de un proyecto hidroeléctrico en ejecución", en octubre de 1981, "Manejo de Instrumentos Tecnológicos" en abril de 1982, "Desagregación de Equipos" en julio de 1982 y "Desagregación de Equipos, Subestaciones y Líneas de Transmisión a 115 KV y tensiones menores", en agosto de 1984.

El último informe, es el primero de dos que debe producir el actual convenio ISA-COLCIENCIAS-U.de.A. (CESET), que además se propuso estudiar la capacidad de la industria nacional para participar en el suministro de los equipos demandados por el sector eléctrico, objetivo éste que en el desarrollo del convenio se concretó en la industria de transformadores.

Este artículo hace una sucinta presentación de la Desagregación Tecnológica y pasa luego a describir los trabajos desarrollados, en un intento por comunicar la interesante experiencia que ellos constituyen.

## II. LA DESAGREGACION TECNOLOGICA

El estudio crítico del desarrollo tecnológico de los países de América Latina (y del tercer mundo, en general), ha permitido comprender que la producción y asimilación de la tecnología y la capacidad de utilizarla en beneficio propio, son determinantes en el desarrollo económico y social de los países.

Ya en 1974, este punto de vista aparecía en los considerandos de la Decisión 84 de la Junta del Acuerdo de Cartagena, en el cual se identificaba además la Desagregación Tecnológica de Proyectos, como instrumento de una política de desarrollo tecnológico.

Asimismo, la comprensión del carácter de mercancía (objeto de comercio) de la tecnología, permitió observar cuidadosamente las formas de compraventa en que entra, y motivó la preocupación por una de ellas, muy difundida: el acuerdo "llave en mano" (turn-key agreement).

Mediante el acuerdo 'llave en mano', el contratista lleva a cabo el rango de operaciones técnicas y administrativas necesarias para establecer una empresa y entregar la dirección de la misma en condiciones de cabal operación al propietario local, tan pronto como éste se encuentre preparado para asumir la dirección de la empresa (1).

Como resultado, se tiene un propietario que ha sido adiestrado para operar la empresa, pero que no ha asimilado la tecnología del proyecto y por lo tanto, queda "atado" al vendedor de tecnología para resolver cualquier problema de envergadura e incapacitado para decidir adaptaciones, transformaciones o innovaciones tecnológicas a "su" proyecto.

Se propuso entonces la apertura del paquete tecnológico; desagregación tecnológica, como método para enfrentar en mejores condiciones la negociación y acceder a la tecnología.

La desagregación tecnológica es el desglose de actividades y unidades físicas demostrativas de una tecnología. Se busca clasificar, seleccionar y asimilar esa tecnología, lo cual solo adquiere sentido en relación con un proyecto específico, desarrollado por una entidad institucional. La descripción de los trabajos de desagregación desarrollados, ilustra esta información.

Se han propuesto varios modelos para realizar la Desagregación Tecnológica (2,3,4), los cuales privilegian, tanto las actividades, como las unidades físicas, aunque pueden considerarse complementarios. Vale destacar, sin embargo, que la mayor importancia de unas u otras y la forma como se complementen, determinan las características del sector (petroquímico, eléctrico, etc.) y, en cierta medida, los objetivos parciales de la Desagregación.

Hay tres objetivos parciales de la Desagregación Tecnológica, en los que esta metodología produce notables beneficios:

- La gestión de proyectos.
- La aprehensión de la tecnología.
- El conocimiento anticipado de la demanda.

Los modelos de desagregación desarrollados hasta ahora en el sector eléctrico, se han orientado hacia el primer y el tercer objetivos y comienzan a incursionar hacia el segundo, con el estudio de la oferta industrial.

Con este conjunto de trabajos, intentamos colocarnos en una dinámica que permita utilizar en beneficio del desarrollo nacional (tecnológico y económico, como mínimo) las grandes sumas de dinero ligadas a los proyectos del sector. Las cifras de inversión del mismo, previstas para los años inmediatos son las siguientes, en millones de pesos:

1985	1986	1987	1988	1989	1990
228139	252661	312107	333099	356736	396543

Fuente: Sector Eléctrico Colombiano, consolidado de proyecciones financieras 1983-1992. ISA, Abril 30 de 1984.

Es importante destacar, finalmente, el hecho de que recientemente la Desagregación Tecnológica ha comenzado a ser considerada en la legislación nacional. El decreto 222 de 1983 (febrero) "Por el cual se expiden normas sobre contratos de la Nación y sus entidades descentralizadas y se dictan otras disposiciones", en el artículo 107 que pertenece al capítulo "De la protección a la Ingeniería Nacional", señala: "... Las entidades contratantes deberán fraccionar o desagregar los proyectos por cuantía y clases de obras y actividades, para permitir amplia participación a la Ingeniería Colombiana, con excepción de los proyectos que no permitan dicha desagregación o división, calificación que deberá hacer la entidad". Y en el artículo 273, que pertenece al título "Protección a la Industria y al Trabajo Nacional", dice: "De la Desagregación Tecnológica. En el estudio de los proyectos de inversión que puedan implicar la contratación de bienes de procedencia extranjera, la entidad contratante, buscando la protección a la industria y el trabajo nacionales, desagregará los citados proyectos de manera que puedan abrirse varias licitaciones". Esperamos que estas notas destaquen la importancia de aprovechar el alcance que puede tener la aplicación de los apartes transcritos y que, en la medida en que los trabajos de Desagregación Tecnológica que se realizan en el país, vayan dando pautas, éstas sean referencia para una acertada política de desarrollo tecnológico.

### III. DESAGREGACION DE ACTIVIDADES PARA EL CONTROL DE UN PROYECTO HIDROELECTRICO EN EJECUCION (5). (PRIMER CONVENIO ISA-COLCIENCIAS- UDEA)

En general, se puede considerar que un proyecto pasa por las siguientes fases: generación, financiación, realización, operación y comercialización.

Si bien la Desagregación Tecnológica es válida para el proyecto en su conjunto, dadas las limitaciones del convenio (tiempo, financiación, etc.), se decidió ejecutarla sólo en una fase. Se escogió la de realización por ser la más dinámica tecnológicamente, ya que en ella se dan etapas tan importantes como el diseño, la interventoría, la construcción y montaje, que comprometen los mayores esfuerzos de ingeniería, de los cuales se derivan relevantes definiciones tecnológicas.

A esta altura, se puede hacer énfasis en lo siguiente:

1. Se orienta la Desagregación hacia la gestión (control) del proyecto.
2. Se trata de un proyecto hidroeléctrico en ejecución (especificidad del proyecto).
3. La empresa que controla el proyecto es ISA (ente institucional).

También vale la pena recordar la afirmación de Diego Ortiz "La Desagregación Tecnológica debe ser un proceso dinámico y continuo entre la identificación de funciones y dependencias (unidades administrativas) y los correspondientes instrumentos tecnológicos". (6)

Dentro de ese marco, se adelantó la Desagregación de actividades, elaborando diagramas de bloques para los procesos que se iban detectando como de particular importancia.

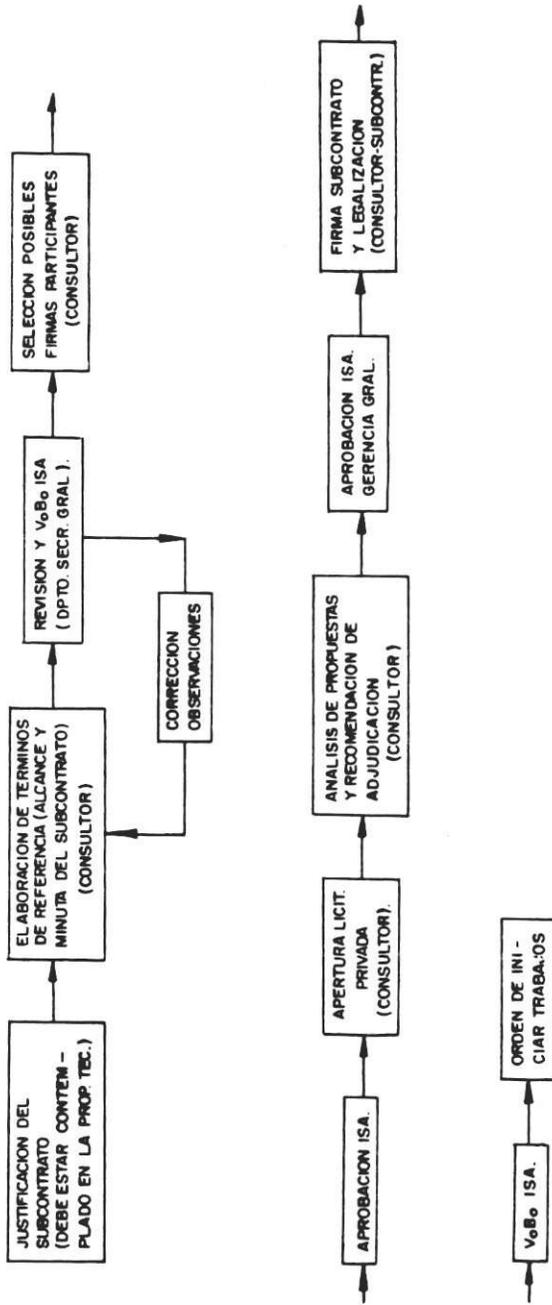
Previamente se había adquirido una adecuada información del perfil institucional de ISA, de tal manera que los diagramas no resultasen ensayos teóricos, sino que reflejaran la forma de operación de ISA a través de sus dependencias, en la ejecución de los procesos.

Adicionalmente se iban identificando los instrumentos tecnológicos (\*) correspondientes a cada actividad y clasificándolos en existente, en elaboración, en no existente.

- (\*) "Instrumentos Tecnológicos: elementos de la tecnología (desincorporados, incorporados o semi-incorporados) cuantificables (valorables), los cuales, en su conjunto, formarían una tecnología específica". (7).

FIGURA I

PROCESO PARA AUTORIZACION DE SUBCONTRATOS  
EN CONTRATOS DE CONSULTORIA O INTERVENTORIA



Valga anotar que la fase de financiación, en el caso específico de un proyecto hidroeléctrico, aparece muy entrelazada con etapas de la fase de realización, por lo cual no se vaciló en considerarla como etapa.

A continuación, se muestra la lista de diagramas de proceso que se elaboraron y se produce uno de ellos en la Figura 1.

### **Diagramas de Bloque Complementarios**

1. Proceso general de ejecución de un Proyecto Hidroeléctrico.
2. Proceso general de concurso de méritos.
3. Proceso general de licitaciones y contratación.
4. Proceso para ordenar gastos.
5. Proceso para autorización de pagos.
6. Proceso para autorización de personal.
7. Proceso para autorización de utilización de asesoría extranjera.
8. Proceso para autorización de subcontratos.
9. Proceso para creación de fondo rotatorio.
10. Proceso para autorización de obra extra.
11. Proceso para autorización de trabajo adicional.
12. Proceso para autorización de reclamaciones.
13. Proceso general para obtención de un crédito externo.

La desagregación de actividades consideró dos macroactividades, las cuales se desagregaron en etapas, actividades y subactividades, como se ilustra (las subactividades no aparecen):

FIGURA 2  
DESAGREGACION DE ACTIVIDADES

Areas y Dependencias Etapas y Actividades	AREAS DE LA EMPRESA DEPENDENCIAS	Instrumentos Tecnológicos
I. OBRAS CIVILES Y EQUIPOS PARA LA CENTRAL 1. Diseño . . . 2. Financiación . . 3. . . . etc... II. SISTEMA DE TRANSMISION 1. Diseño . . . etc...	SUBACTIVIDADES	

## **Desagregación por Etapas**

### **A. Obras Civiles y Equipo para la Central**

#### **1. Diseño**

- 1.1 Concurso de méritos.
- 1.2 Elaboración del contrato de diseño
- 1.3 Trámites de obtención de licencias (Declaratoria de utilidad pública, concesión de aguas, ocupación de cauces, etc.)
- 1.4 Manejo del contrato (Control de: personal, subcontratos, suministros, programa de ejecución, calidad técnica, facturación).

#### **2. Financiación**

- 2.1 Crédito externo
- 2.2 Crédito interno

#### **3. Adquisición de Predios y Servidumbre**

#### **4. Elaboración y Manejo del Contrato de Interventoría**

#### **5. Construcciones**

- 5.1 Licitación pública
- 5.2 Elaboración del contrato
- 5.3 Manejo del contrato (Control de programa de ejecución, trabajos adicionales, obras extras y subcontratos, facturación, calidad técnica).

#### **6. Adquisición de Equipos**

- 6.1 Licitación pública
- 6.2 Elaboración y control del pedido
- 6.3 Inspección durante fabricación
- 6.4 Transporte y recibo de equipos
- 6.5 Montaje



## 7. Liquidación de Contratos

### B. Sistema de Transmisión

#### 1. Diseño

- 1.1 Concurso de méritos
- 1.2 Elaboración del contrato de diseño
- 1.3 Manejo del contrato

#### 2. Adquisición de Predios y Servidumbres

#### 3. Adquisición de Equipos y Materiales

#### 4. Elaboración y Manejo del Contrato de Interventoría

#### 5. Construcción y Montaje

#### 6. Liquidación de Contratos

Esta desagregación, se cruzó con las dependencias de ISA en la Matriz de Desagregación de Actividades (Figura 2). Un ejemplo se presenta en la Figura 3. Aquí ya es evidente la relación de funciones (actividades) y dependencias (departamentos, divisiones, etc.), a que se refiere Diego Ortiz.

Adicionalmente, se diseñó la matriz de Manejo de Instrumentos Tecnológicos (Figura 4), con el fin de precisar la responsabilidad de la dependencia con el instrumento, seleccionándose las siguientes posibilidades:

A: Asesora	I: Se informa
E: Evalúa	M: Maneja
F: Firma	R: Revisa
G: Genera	V: Aprueba

Una aplicación se ilustra en la Figura 5.

Son convenientes algunas anotaciones finales:

1. La empresa (ISA) es administradora, coordinadora y controladora de proyectos hidroeléctricos. (No es diseñadora ni constructora). Esto se refleja en la Desagregación de actividades.
2. Las matrices y diagramas resultantes, permiten una rápida visualización y seguimiento de la gestión del proyecto.

**FIGURA 4**

**MANEJO DE INSTRUMENTOS TECNOLOGICOS**

<p><b>DEPENDENCIAS</b></p>	<p><b>FASE</b> <b>ETAPA</b> <b>ACTIVIDAD</b> <b>INSTRUMENTO GENERICO</b> <b>INSTRUMENTO ESPECIFICO</b></p>
<p><b>DEPARTAMENTOS</b> . . <b>DIVISIONES</b> . . <b>UNIDADES</b> . .</p>	<p><b>Responsabilidad de la Dependencia con el Instrumento Tecnológico</b></p>

3. Los resultados no son estáticos. La mejora de procedimientos (procesos), la identificación de nuevos instrumentos tecnológicos, mayor desagregación de actividades, cambios organizativos de la empresa, etc., deben alimentar las matrices para que permanezcan actualizadas.

FIGURA 5

MODELO BASICO DE DESAGREGACION TECNOLOGICA-MBDT.  
MANEJO DE INSTRUMENTOS TECNOLOGICOS

HOJA 2 DE 46

FASE: REALIZACION																	
ETAPA: / . DISEÑO										FECHA ABRIL 1.982		REVISION:					
ACTIVIDAD	I.1 CONCURSO DE MERITOS											OBSERVACIONES					
	DOCUMENTOS			MANUALES			INFORMES			OTRAS							
INSTRUMENTOS GENERICOS	INSTRUMENTOS ESPECIFICOS																
DEPENDENCIAS	RESOLUCION DE APERTURA DEL CONCURSO DE MERITOS	RESOLUCION NOMBRAMIENTO DE COMITE TECNICO PARA EVALUACION	RESOLUCION DE ADJUDICACION	PROCEDIMIENTO PARA EL ASORACION Y CONTRATACION DE CONC. MERITOS	SISTEMA DE CLASIFICACION Y CALIFICACION DE FIRMAS	METODOLOGIA PARA EVALUACION DE PROPUESTAS	INFORME DE FACTIBILIDAD	TERMINOS DE REFERENCIA	PROPUESTAS TECNICA Y ECONOMICA	INFORME TECNICO SOBRE RECOMENDACION DE ADJUDICACION	FORMATOS DE REGISTRO Y CALIFICACION DE FIRMAS	CARTAS DE INVITACION A FIRMAS	FORMATO DE TERMINOS DE REFERENCIA				
DPTO COORDINACION PROYECTOS HIDROELECTRICOS	G	I	G				M	I	M	E	M	I	I	I	G	M	
DPTO. INGENIERIA CIVIL	I	I	I				G	I	G	E	G	A			I	I	G
DPTO. ELECTROMECHANICO	I	I	I				I	I	M	E	I	A			I		M
DIV. INGENIERIA	R	A	R				R	R	R	R	R	E	G		I	R	R
DPTO. CONSTRUCCION CENTRALES HIDROELECTRICAS																	
DIV. CONSTRUCCION CENTRALES HIDROELECTRICAS	I	A	I				I	R	R	I	E	G			I		
DPTO. CONSTRUCCION LINEAS																	
DPTO. CONSTRUCCION SUB-ESTACIONES							I	G							G,M		
DIV. CONSTRUCCION LINEAS Y SUBESTACIONES							R	R							I		
GERENCIA TECNICA	R,V	V	R,V				V	V	V	E	V	R,V	R,V			R,V	R,V
DPTO. COMERCIAL																	
DPTO. ECONOMIA Y FINANZAS																	
DPTO. CONTABILIDAD																	
DPTO. TESORERIA																	
GERENCIA FINANCIERA																	
DPTO. SERVICIOS GENERALES																	
DPTO. BIENES Y RECURSOS NATURALES																	
GERENCIA ADMINISTRATIVA																	
GERENCIA OPERACION																	
AUDITORIA INTERNA																	
CONTRALORIA																	
PLANEACION																	
SECRETARIA GENERAL	R,F	R,F	R,F				R	R	I		R	R					R
GERENCIA GENERAL	F	F	F				I	I	I	V	V	V	V		F		I
JUNTA DIRECTIVA	V	I	V														

4. Este modelo es aplicable a otros proyectos y empresas de servicios.

Aplicar los modelos propuestos para el sector petroquímico, en cambio, no fue posible en el sector eléctrico, ni lo creemos viable en el sector de servicios en general.

#### **IV. DESAGREGACION DE EQUIPOS DE PROYECTOS ELECTRICOS (SEGUNDO Y TERCER CONVENIO ISA-COLCIENCIAS-UDEA)**

El estudio de desagregación de equipos, mostró la necesidad de clasificarla, al menos en dos tipos: desagregación detallada y desagregación simplificada.

La desagregación simplificada, tiene como objetivo principal un conocimiento anticipado de la demanda de equipos. Este conocimiento es fundamental para que el país pueda tomar decisiones de gran trascendencia en el campo tecnológico, tales como proteger la producción local de determinados equipos, desarrollar medios de apoyo financiero o técnico a los productores de los mencionados equipos, etc. A los fabricantes locales, este conocimiento les puede permitir una mayor participación en el suministro, de tal manera que pueden reorganizarse para competir en mejores condiciones con los oferentes extranjeros (aumentando equipos, mejorando procesos, entrando en consorcio, etc.).

La desagregación detallada apunta al conocimiento de la tecnología del equipo. Interesa fundamentalmente a los fabricantes, pero es también un parámetro en la evaluación industrial, pues permite conocer las posibilidades reales de producción, según el desarrollo tecnológico de los fabricantes y relacionar el equipo y proceso de producción con las posibilidades de producir otros bienes de interés (efecto de arrastre).

Los diagramas No. 1 (Desagregación Simplificada) y No. 2 (Desagregación Detallada) ilustran lo señalado.

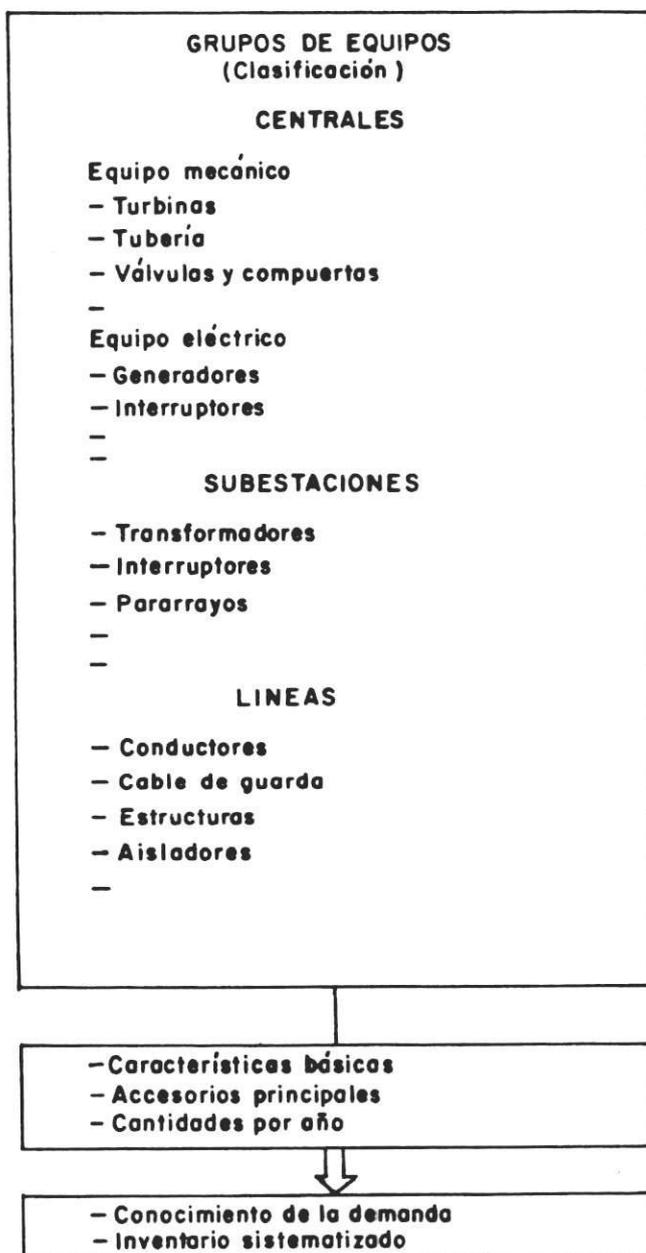
Metodológicamente, se clasificaron los proyectos en Centrales, Subestaciones y Líneas de Transmisión y se decidió cubrir inicialmente la Generación Hidroeléctrica para las Centrales y los niveles de 500KV y 230KV para Subestaciones y Líneas.

Una vez asimilada esta experiencia y observados sus resultados positivos, se procedió a estudiar los niveles de tensión inferiores y se llegó hasta los de distribución (13.2KV, 11.4KV, 7.6KV).

El grado de desagregación adoptado, esto es; cuáles equipos y qué especificaciones de cada uno deberían identificarse en cada proyecto, resultó de la depuración de listados de equipos extractados de la documentación de proyectos ya realizados, que se fueron transformando en la lista de equipos factibles de especificar y cuantificar,

## DIAGRAMA I

### DESAGREGACION SIMPLIFICADA

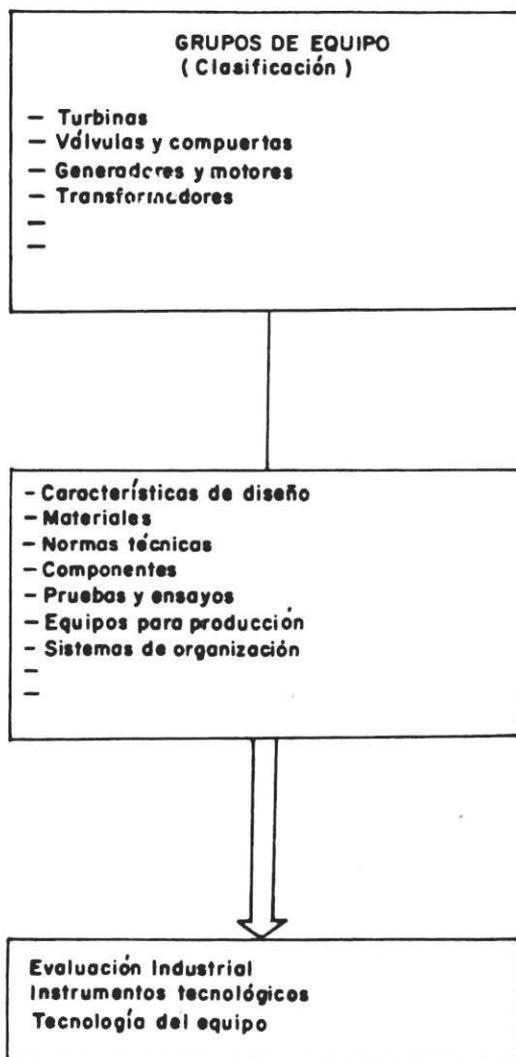


con la anticipación suficiente (se trató de cubrir al menos los diez años próximos). En cuanto a las especificaciones, se redujeron a las mínimas posibles, pero que diesen idea de la complejidad tecnológica del equipo (las más de las veces, capacidad y nivel de tensión).

Estaba fuera de las posibilidades conformar un equipo capaz de analizar cada proyecto, hasta el punto de desagregarle las especificaciones y cantidades de equipo re-

DIAGRAMA 2

DESAGREGACION DETALLADA



queridas, porque muchas veces exigía prácticamente un prediseño. El problema fue eficazmente resuelto, al convocar la participación del personal especializado de ISA y demás empresas del sector, lo que se tradujo en que muchos ingenieros de gran experiencia colaboraran en estimaciones sobre el equipo de su especialidad, sin sustraerse de sus funciones permanentes.

Como fuentes de información fueron utilizados principalmente: documentos de licitación, listados de equipos elaborados por las empresas diseñadoras, informes de factibilidad, el programa de generación, el plan de expansión de la transmisión, documentos de empresas del sector, planes de expansión, reporte de desagregación de equipos solicitados a las empresas del sector, consultas a especialistas y estimaciones.

Los resultados se almacenaron en matrices, ejemplos de las cuales se muestran en las figuras No. 6 y 7.

Los equipos desagregados en las CENTRALES fueron los siguientes:

**Equipo Eléctrico:** generadores, transformadores de potencia, barras, interruptores, seccionadores, transformadores de tensión, transformadores de corriente, bancos de baterías, cargadores de baterías, tableros y cables.

**Equipo Mecánico:** turbinas, válvulas, compuertas, rejas, tubería y blindajes, grúas y malacates, equipo de aire comprimido, de tratamiento de agua, de tratamiento de aceite, ascensores y funiculares, bombas, equipo contra incendio, ventiladores, aire acondicionado, máquinas herramientas, plantas diesel.

Los equipos desagregados en las SUBESTACIONES fueron los mismos de los equipos eléctricos de las centrales, excepto generadores, más los siguientes: pararrayos, reactores, equipo de comunicaciones, plantas diesel, aisladores y estructuras.

La desagregación de líneas de transmisión a 230KV y 500KV se observa en la figura No. 7; para niveles inferiores, se incluyeron otros items adecuados (postes, por ejemplo).

Con base en el informe de Desagregación de Equipos (8), ISA elaboró y publicó el documento 'Programación de Componentes Tecnológicos. Programa de Equipos para Generación y Transmisión. Resumen', en noviembre de 1982. En él se presentan las demandas anuales de equipos, agrupados por rangos y con estimación de costos.

En agosto de 1984, se entregó el informe de desagregación de equipos de proyectos a tensiones de 115KV y menores (9), con lo cual la estimación de la demanda de equipos del sector eléctrico, ha quedado cubierta en un amplio rango y ofrece cifras muy indicadoras para diversas industrias, sobre todo de la rama metalmeccánica.

FIGURA 6

MODELO BASICO DE DESAGREGACION TECNOLOGICA-MBDT  
Matriz de Desagregación de Equipos  
Equipos de la Central

PROYECTO EQUIPO	SAN CARLOS I (1982)	PARAISO (1982)	LA GUACA (1982)	SAN CARLOS II (1984)	CALDERAS (1984)	JAGUAS (1984)
ELECTRO-MECANICO	Características	Cant.	Características	Cant.	Características	Cant.
<b>EQUIPO MECANICO</b>						
<b>1. TURBINAS</b>						
Tipo	Pelton eje vertical		4 Pelton	3 Pelton	4 Pelton, eje vertical	2 Francis, eje vertical
Potencia Nominal(MW)	160	92	108	160	0.3	96
Vel. Nominal (RPM)	300	514	514	300	300	400
Caudal de diseño(m <sup>3</sup> /s)						
Salto de diseño (m)	554			554	180	245
Peso (ton)						
<b>2. VALVULAS</b>						
Tipo	Esférica		4 Esférica	3 Esférica	6 Esférica	2 Mariposa
Diametro (m,m)	1900	1000	1000	1900	1.150	
Presión max. opt(k/cm <sup>2</sup> )						
Peso (ton)						
Tipo	mariposa motoriz. entre 100 y 300		15	mariposa motorizada entre 100 y 300		1
Diametro (m,m)					21 mariposa	
Presión max. opt(k/cm <sup>2</sup> )					600	
Peso (ton)						
Tipo	mariposa manual entre 100 y 300		33	mariposa, manual entre 100 y 300		1
Diametro (m,m)					38 lote de val.miscelánea	
Presión max. opt(k/cm <sup>2</sup> )						
Peso (ton)						

PROYECTO EQUIPO	SAN CARLOSI (1982)	PARAISO (1982)	LA GUACA (1982)	SAN CARLOS II (1984)	CALDERAS (1984)	JAGUAS (1984)
ELECTRO-MECANICO	Características	Cant.	Características	Cant.	Características	Cant.
Tipo	de cheque	12		cheque	11 chorro hueco, eje vert.	1
Diametro (m.m)	entre 100 y 300					
Presion max. op(k/cm <sup>2</sup> )						
Peso (ton)						
Tipo				alivio de presión		12
Diametro (m.m)						
Presion max. op(k/cm <sup>2</sup> )						
Peso (ton)						
3. COMPUERTAS						
Tipo	Rodillos	2	Rodillos manual	Cilindrica	1 Radial	1 Rodillos
Accionamiento				Servomotor	Servomotor	
Dimensiones (m)	6,9 x 8,2	2,8 x 3,4		φ 8,8 x H = 4,5	4,0 x 4,6 (R = 9,0)	4,5 x 5,0
Presion max. (m)	60	22		44		100
Peso (ton)						40

FIGURA 7

MODELO BASICO DE DESAGREGACION TECNOLÓGICA - MBDT  
Matriz de Desagregación de Equipos  
Líneas de Transmisión  
230KV y 500 KV)

Línea de Transmisión	Fecha Entrada Operac.	Volt. (K.V.)	Long. (K.M.)	No. circui- tos	CONDUCTOR			CABLE DE GUARDA			ESTRUCTURAS			CADENAS DE AISLADORES		
					Tipos	Long. (K.M.)	Peso (Ton)	Tipos	Long. (K.M.)	Peso (Ton)	Tipos	Suppen- ción	Reten- ción	Termi- nal	Peso (Ton)	Suppen- ción
1. San Carlos - Guatapé	1982	230	37	2	ACSR - Martin	235	608	Alumoweld 7 No.9	78	24	65	12	4	769	390	192
2. Chivor II - Torca	1982	230	105	2	ACSR - Chukar	509	1571	Alumoweld 7 No.9	223	69	185	43	4	2190	1110	564
3. San Carlos - Bogotá	1983	230	194	2	ACSR - Finch	159	339	Alumoweld 7 No.9	412	128	341	79	6	4016	2046	510
4. Mesa-Guaca-Paraiso-Torca	1983	230	102	2	AAAC - 1200 MCM	1,043	1749	Alumoweld 7 No.9	216	67	180	37	8	2,136	1080	540
5. La Esmeralda - Yumbo	1983	230	194	2	AAAC - 1500 MCM	191	400	Alumoweld 7 No.9	411	127	341	81	4	4,012	2046	1020
6. San Carlos - Ancón - Sur	1983	230	65	2	AAAC - 1600 MCM	649	1,451	ACSR - Minorca	138	57	114	26	2	1,338	684	336
7. Yumbo - Popayán	1983	230	125	2	ACSR - Curlew	254	503	Alumoweld 7 No.9	265	82	220	49	6	2,597	1320	660
8. San Carlos - La Esmeralda	1983	230	80	2	ACSR - Finch	159	339	ACSR - Minorca	169	70	141	32	4	1,673	846	432
9. T.Cerrejón - Santa Marta	1983	230	75	2	AAAC - 795 MCM	795	1,006	Alumoweld 7 No.9	297	92	246	59	2	2,844	738	366
10. Santa Marta - Fundación	1983	230	80	2	ACSR - Curlew	127	252	A.G. 7/16" 7 Hilos	106	42	88	21	2	1,049	528	276
11. T.Cerrejón - Cuestecitas	1983	230	100	2	ACSR - Finch	318	677	Alumoweld 7 No.9	407	126	338	82	2	3,879	2028	1008
12. La Mesa - Ibagué	1984	230	110	2	AAAC - 1500 MCM	1,221	2,558	A.G. 7/16" 7 Hilos	53	31	44	9	2	521	132	66
13. Bucaramanga - Ocaña	1984	230	140	1	ACSR - Finch	80	170	Alumoweld 7 No.9	254	79	211	51	2	2,486	633	318
14. Guadalupe IV - Barbosa	1984	230	50	2	ACSR - Finch	302	604	Alumoweld 7 No.9	201	60	167	37	4	1,962	501	246
15. Popayán - Pasto	1984	230	192	2	AAAC - 1500 MCM	1,221	2,558	A.G. 7/16" 7 Hilos	138	41	67	13	4	798	402	204
16. Miraflores - Ancón Sur	1984	230	25	1	ACSR - Finch	80	170	Alumoweld 7 No.9	254	79	211	51	2	1,349	684	348
17. S/larga - Fundación	1984	230	95	1	ACSR - Finch	243	486	Alumoweld 7 No.9	392	118	326	79	2	3,829	978	486
18. S/larga - Nueva Subestación	1984	230	38	2	ACSR - Finch	413	826	Alumoweld 7 No.9	36	15	30	6	2	362	180	96
19. Salvajina - Juanchito	1984	230	65	2	ACSR - Finch	382	764	A.G. 7/16" 7 Hilos	36	15	30	6	2	362	180	96
20. Ocaña - Cúcuta	1985	230	120	1	ACSR - Finch	108	230	Alumoweld 7 No.9	254	79	211	51	2	2,486	633	318
21. Barbosa a empalmar con Guatapé - Miraflores	1985	230	17	2	ACSR - Finch	588	1,176	A.G. 7/16" 7 Hilos	36	15	30	6	2	362	180	96
22. San Carlos - Barranca	1985	230	185	1	ACSR - Finch	588	1,176	Alumoweld 7 No.9	392	118	326	79	2	3,829	978	486

FIGURA 8

DEMANDA DEL SECTOR ELECTRICO  
MATERIALES PARA LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION

	1985	1986	1987	1988	1989	1990
<b>1. CONDUCTORES (Km)</b>						
ACSR-795 MCM	9	4.8				90
ACSR 605 MCM		86	7		18	50
ACSR 477 MCM	134		37			14
ACSR 397.5 MCM		710	585	380		
ACSR 336.4 MCM	265	126			120	
ACSR 226.8 MCM	67					
ACSR 4/0-2/0 y 1/0 AWG	1752	2003	2310	3082	3066	3076
ACSR No.4 AWG	212.4	171	152.6	159.4	152.2	154.8
Darien 559.5 MCM	43	26				
AASC 4/0 AWG		157		157		
AASC No.2 o ACSR 1/0 AWG		2444		2444		
Aluminio 4/0 y 2/0 AWG	1348	1365	1365	1395	1411	1431
<b>Aislado:</b>						
Triplex, Cu, XLPE 4/0(34.4KV)	10	10	10	10	10	10
Triplex, Al, XLPE 4/0 (15KV)	229	173	251	192	268	279
Monopolar 350MCM (15KV)	177			79	61	
Monopolar 110MCM (15KV)						
Monopolar 1/0AWG (15KV)		158				37
<b>2. CABLE DE GUARDA (Km)</b>						
Acero galvanizado 3/8"-5/16"	112	439	412	250	30	8
Acero galvanizado	157	127	68	164	146	217
Acero super GX 1/4"		103		103		
Alumoweld 3 No.5 y 3 No.7AWG	24	39				
SHRIKE ACSR	160	67				
<b>3. ESTRUCTURAS (Ton)</b>						
	1268	2631	81		123	346
<b>4. POSTES</b>						
Concreto en I	341	2257	1670	7310		
Concreto 12m y 14m	14744	18892	12736	18653	25680	18623
Madera 12m	632	466	466	466	466	466
Rieles 9.15m	144	200				
<b>5. AISLADORES</b>						
<b>5.1 En líneas a 115KV</b>						
Discos de 10"	15391	51468	31870	19000	6813	6775

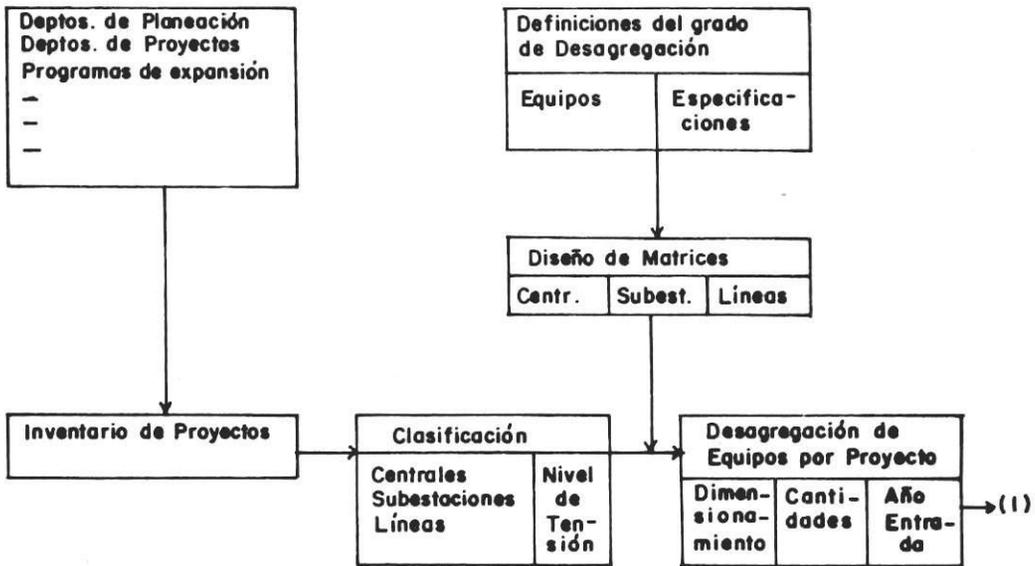
FIGURA 9

DEMANDA DEL SECTOR ELECTRICO  
EQUIPOS PARA SUBESTACIONES

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
<b>1. Transformadores-potencia</b>											
<b>1.1 A 115KV</b>											
5 a 29 MVA	6	7	2	1		2					
30 a 49	6	13	3	2	2	5	2	7			1
50 a 60	5	1		1	2			5	3		4
<b>1.2 A 44 KV</b>											
20 MVA		1									
<b>1.3 A 33 y 34.5KV</b>											
0.1 a 1MVA			4		4						
1.1 a 5	20	9		8		1					
5.1 a 10	9	7	3	3	3						
Mayores de 10MVA	1	1									
<b>2. Transformadores-corriente(1)</b>											
<b>2.1 A 115KV</b>											
300 a 1200/1			18					18			
100 a 400/5	21	9		9							
300 a 1200/5	36	54	9	3		30					
3x400 a 1200/5		12	6		6			12	6		12
2x200 a 600/5 y 1200/5	4	21	6	2	15	4	2	16	9		15
<b>2.2 A 44 KV</b>											
150-300/5		18	3								

Una ilustración de resultados, se muestra en las figuras 8 y 9. Además de los resultados de demanda, los estudios han destacado algunos problemas del sector, como las deficiencias en normalización de especificaciones de equipos y de ciertos diseños; la presencia de algunas tendencias tecnológicas cuyos efectos sobre la demanda de equipos deben estudiarse (subestaciones en SF6 y distribución subterránea, por ejemplo) y la necesidad de cierta coordinación de los trabajos de Desagregación Tecnológica, con otros que se realizan en el país. El diagrama No. 3 ilustra la metodología seguida en la desagregación de equipos en el sector eléctrico.

DIAGRAMA 3  
DESAGREGACION DE EQUIPOS



## V. PERSPECTIVAS INMEDIATAS DE LA DESAGREGACION TECNOLÓGICA EN EL SECTOR ELECTRICO.

Hemos mostrado en los dos numerales anteriores, los modelos y avances de la Desagregación Tecnológica en el sector, y se observa que principalmente ha apuntado a dos objetivos parciales: la gestión de proyectos (desagregación de actividades) y el conocimiento anticipado de la demanda (desagregación de equipos).

Señalábamos importantes consecuencias que pueden derivarse de ese conocimiento de la demanda. Ellas son de tanto mayor alcance, cuanto acierto tenga el Estado en

una política de compras que se convierta en promotora del desarrollo industrial (10,11), la cual no se reduce a cierta protección arancelaria, sino que debe presionar la mejora en la calidad, prestar apoyo técnico (humano y de equipo), ampliar mercado, abaratar costos, etc., lo cual debe hacerse en forma orientada y selectiva, sobre la base de una gran claridad en cuanto a los productos y renglones que aparezcan prioritarios por el desarrollo tecnológico que comportan, por su efecto de arrastre sobre otros productos, por la generación de empleo, por las posibilidades reales de desarrollo a partir de su estado actual, por la demanda interna y las posibilidades de exportación, etc.

Lo anterior implica un estudio de la oferta industrial, el cual ya ha sido iniciado, que permita obtener un claro perfil de la capacidad y posibilidades tecnológicas y empresariales de cada industria con el fin de orientar una política activa de desarrollo de proveedores.

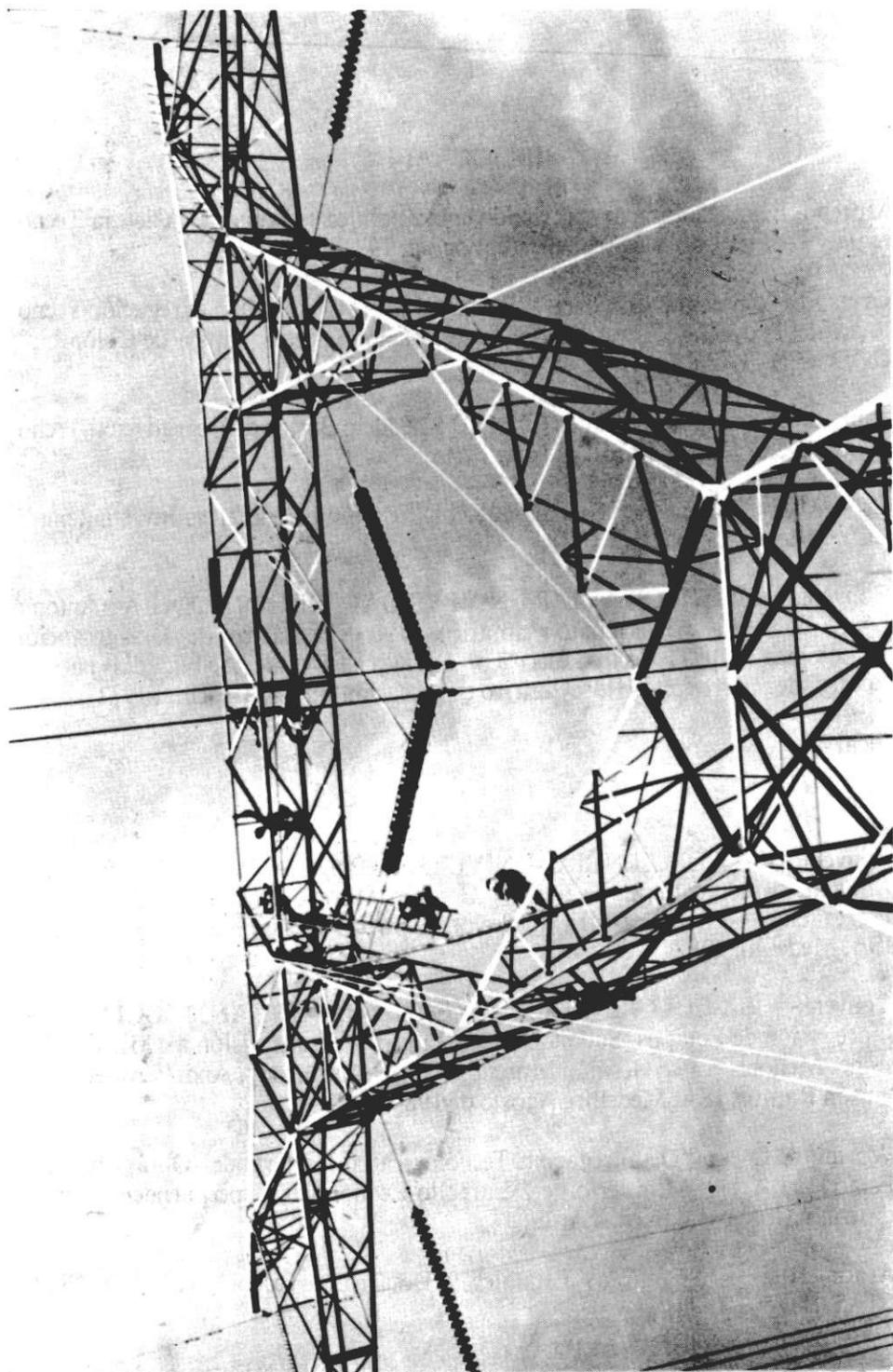
Por supuesto, deben establecerse prioridades en el tiempo y en la dedicación de recursos, pues estudiar todas las industrias que puedan producir para el sector eléctrico podría ser casi interminable. En principio, es posible definir prioridades basándose en la información que las dependencias encargadas de las relaciones, empresa del sector eléctrico-proveedor nacional, pueden ya haber obtenido y reforzado a su vez, con la información que entidades como Incomex y los gremios (ANDI, FEDEMETAL) dispongan. Sin embargo, no debe perderse de vista que factores y desarrollos, incluso externos al sector eléctrico, pueden transformar o determinar las prioridades iniciales.

Al desarrollar la investigación que requerirá cada industria, se debe adelantar una desagregación detallada de equipos para poder evaluar su estado y perspectivas, lo que requiere un buen grado de conocimiento de su tecnología. Un trabajo de estas características, se desarrolla actualmente para la industria de transformadores.

En resumen, la Desagregación Tecnológica en el Sector Eléctrico, luego de haber mostrado positivos alcances, como medio para mejorar la gestión de proyectos hidroeléctricos y para conocer la demanda, está siendo utilizada en la investigación del potencial tecnológico de la industria nacional, en lo cual mucho terreno queda por recorrer.

## BIBLIOGRAFIA

1. Moreno, Félix, "Glosario comentado sobre política tecnológica" Ciencia Tecnología y Desarrollo, Julio Septiembre, Bogotá, 1977.
2. Grupo de Tecnología y Proyectos (Barnett, Raúl y Otros). "Desagregación Tecnológica de Proyectos. Sector Estatal de Refinación y Petroquímica de Colombia" COLCIENCIAS-OEA, Bogotá, 1979.
3. Junta del Acuerdo de Cartagena. "MBDT-Modelo Básico de Degradación Tecnológica. Sector Petroquímico". Lima, 1979.
4. Ortiz, Diego. "Instrumentos Tecnológicos-Programa General de Investigación". COLCIENCIAS, Bogotá, 1981.
5. Convenio ISA-COLCIENCIAS-UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (Antonio López de Mesa y Fernando Almario). "Modelo Básico de Desagregación Tecnológica-MBDT. Sector Eléctrico. Desagregación de Actividades para el Control de un Proyecto Hidroeléctrico en Ejecución". ISA, Medellín, 1981.
6. Idem 4.
7. Idem
8. Convenio ISA-COLCIENCIAS-UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA (Fernando Almario, Antonio López de Mesa y Germán Moreno) "Modelo Básico de Desagregación Tecnológica-MBDT. Sector Eléctrico. Desagregación de Equipos" ISA, Medellín, 1982.
9. Convenio ISA-COLCIENCIAS-UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA...."Desagregación de Equipos. Subestaciones y Líneas de Transmisión a 115KV y Tensiones Menores". Por Germán Moreno, Gabriel Arizmendy, Andrés Amell y Robinson Ramos, ISA, Medellín, Agosto de 1984.
10. Wortman, Oscar "Desagregación Tecnológica en las Grandes Obras Públicas. Estado del Arte". Ministerio de Desarrollo Económico, Superintendencia de Industria y Comercio, Buenos Aires.
11. Araoz, Alberto. "Compras Estatales y Desarrollo Tecnológico" COLCIENCIAS, Bogotá, 1975.



Torre de Transmisión 500 K V. Mantenimiento.