

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

TERMINOLOGIA





312.

Seminario

Especializado  
para Periodistas  
del Sector  
Eléctrico



# SEMINARIO ESPECIALIZADO PARA PERIODISTAS DEL SECTOR ELECTRICO

## TERMINOLOGIA

### 1. QUÉ ES LA ENERGÍA

### 2. CLASIFICACIÓN DE LA ENERGÍA

### 3. PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA

### 4. VARIABLES ELÉCTRICAS

#### 4.1 CARGA ELÉCTRICA [Q]

#### 4.2 CORRIENTE ELÉCTRICA [I]

##### 4.2.1 Observaciones acerca de la corriente

##### 4.2.2 Efectos de la corriente eléctrica

#### 4.3 TENSIÓN ELÉCTRICA [V]

##### 4.3.1 Métodos de obtención de tensión eléctrica

#### 4.4 POTENCIA ELECTRICA [P]

##### 4.4.1 Tipos de Potencia Eléctrica.

##### 4.4.1 Potencia Activa - P [W]

##### 4.4.2 Potencia Reactiva - Q [var]

##### 4.4.3 Potencia Aparente - S [VA]

#### 4.5 ENERGÍA ELÉCTRICA [W].

#### 4.6 MEDICIÓN DE LAS VARIABLES ELÉCTRICAS.

##### 4.6.1 Introducción .

##### 4.6.2 Medición de Corriente Eléctrica

##### 4.6.3 Medición de Tensión Eléctrica

##### 4.6.4 Medición de Potencia Eléctrica

##### 4.6.5 Medición de la energía Electrica

### 5. ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

#### 5.1 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

#### 5.2 TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA

#### 5.3 DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

### 6. CORRIENTE ALTERNA .

#### 6.1 OBTENCIÓN DE TENSIONES SENOIDALES ELÉCTRICAS

#### 6.2 OTRA EXPLICACIÓN.

#### 6.3 REPRESENTACIÓN EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA

### 7. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS:

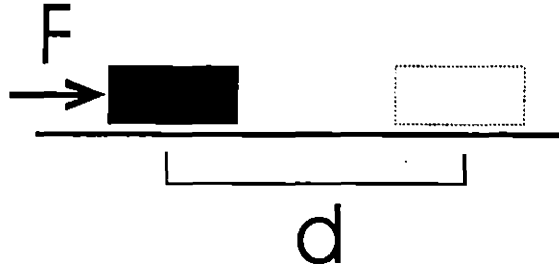
### 8. CENTRALES TERMOELÉCTRICAS.

### 9. GLOSARIO DEL SECTOR ELECTRICO.

## 1. Qué es la Energía.

Energía : Es la capacidad que posee un sistema de realizar trabajo «Energía es todo aquello capaz de producir trabajo mecánico, directa o indirectamente». La energía por tanto se puede presentar de diferentes formas, pero para que sea considerada como tal tiene que ser capaz de producir trabajo.

FIGURA 1



## 2. Clasificación de la energía.

Los físicos clasifican las diferentes formas de la energía en:

- Energía interna
- Energía eléctrica
- Energía electromagnética
- Energía mecánica
  - La energía cinética
  - La energía potencial
- Energía nuclear
- Energía química
- Energía térmica

Las fuentes de energía se pueden clasificar en renovables y no renovables.

Casi todos los recursos energéticos tienen su origen en el sol, que va cargando o renovando los depósitos a través de un proceso que puede ser lento o rápido.

Las energías renovables son aquellas cuyo consumo no las agota, tal es el caso de la energía hidráulica, tarde o temprano caerá la lluvia y el agua se almacenará en los embalses:

- Energía solar
- Energía eólica
- Energía Geotérmica
- Maremotriz
- Hidráulica

Las energías no renovables son aquellas que se agotan al ser consumidas progresivamente:

- Recursos Fósiles (Sólidos, líquidos y gaseosos)

## 3. Producción y transformación de la energía

Una característica especial de las clases de energía es que pueden transformarse unas en otras. Esta transformación se lleva a cabo en convertidores. Los principales son los siguientes:

- Termomecánicos : utilizan como fluido motriz el vapor de agua obtenido en una caldera quemando carbón u otro combustible, que canalizado convenientemente, mueve las paletas de una turbina produciéndose trabajo mecánico.

- Termoquímicos: también se conocen como reactores químicos, en ellos se llevan a cabo todo tipo de reacciones químicas.
- Electroquímicos: la energía química de varios reactivos se transforma en electricidad, este es el caso de las baterías. Se trata de cubas electrolíticas, en ellas la corriente se conduce hasta la sustancia contenida en la cuba mediante dos electrodos (cátodo y ánodo) produciéndose una reacción electroquímica en cada uno de ellos.
- Electromecánicos: son los motores eléctricos, se transforma la electricidad en trabajo mecánico y viceversa (energía mecánica en electricidad) como en el caso de los generadores, alternadores y dinamos. Están basados en el fenómeno electromagnético que se produce cuando un conductor situado en un campo magnético variable, induce una tensión eléctrica.
- Fotoeléctricos: son las células voltaicas, pueden ser normalmente de silicio y germanio, transforman la energía radiante en una corriente eléctrica.
- Fototérmicos: son los colectores solares, transforman la energía radiante del sol en térmica. Si se incluye la producción de electricidad mediante una máquina térmica, el conjunto sería un convertidor fotoeléctrico.
- Termoelectrónicos: basados en el efecto Seebeck, que consiste en generar corriente eléctrica en un circuito formado por dos conductores metálicos de distinta naturaleza, cuando entre las dos soldaduras se establece una diferencia de temperaturas. Este aparato se emplea sobre todo como medidor de temperaturas con el nombre de termopar, ya que la corriente producida es una medida de la diferencia de temperaturas entre las soldaduras. A escala industrial, la producción de la energía se realiza en las centrales de Energía. La energía eléctrica es la energía final más utilizada a gran escala.

#### **4. Variables Eléctricas.**

Cada una de las ramas de la ciencia posee sus variables específicas de interés. Las principales variables o magnitudes eléctricas son las siguientes :

**Carga Eléctrica [q]**  
**Corriente [A]**  
**Tensión [V]**  
**Potencia [W]**  
**Energía [W-h]**

Explicaremos a continuación cada una de ellas:

##### **4.1 Carga Eléctrica [Q].**

Una clasificación simplificada de la materia es definida por elementos y compuestos químicos, siendo los elementos aquellos que no pueden descomponerse en otras sustancias ni por procedimientos químicos ni por procedimientos mecánicos, y los compuestos aquellos formados por la unión de varios elementos.

Actualmente nuestro entendimiento de la naturaleza de la carga eléctrica se fundamenta en el esquema conceptual de la teoría atómica. Los átomos son las unidades más pequeñas de un elemento que aún presentan las propiedades químicas de éste.

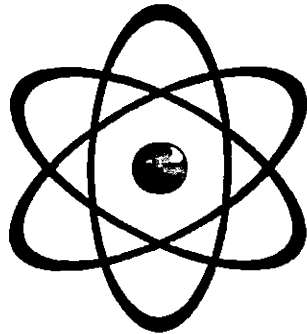
Cuando se combinan átomos de elementos diferentes obtenemos nuevas sustancias denominadas Compuestos químicos, y su unidad más pequeña se denomina Molécula.

Un modelo de átomo que ha demostrado su bondad, y reflejar el comportamiento real de los elementos, es el de **BOHR**, conformado por :

6. v +  
.Un núcleo compuesto por protones y neutrones

.Una corteza formada por electrones que se mueven alrededor del núcleo describiendo trayectorias (órbitas) circulares o elípticas. *Wavy -*

FIGURA 2



Los electrones ( $e^-$ ) son partículas atómicas con carga negativa.

Los protones ( $p^+$ ) son partículas atómicas con carga positiva.

Los neutrones ( $n$ ) son partículas atómicas con carga neutra.

En el átomo neutro la carga total del núcleo (+) es igual a la carga total de los electrones ( $e^-$ ). Por lo tanto cuando se sustraen electrones de un elemento, éste se carga positivamente y cuando se agregan electrones al elemento, éste se carga negativamente. Los átomos que han ganado o perdido electrones se denominan iones.

La carga eléctrica es la propiedad de la materia con la que pueden explicarse todos los fenómenos eléctricos.

La unidad de carga eléctrica en el sistema de unidades MKSA es el **Coulomb [C]**. La magnitud de la carga asociada a un electrón es de  $1,6021 \times 10^{-19}$  C; o sea que un Coulomb (1C) equivale a  $6,24 \times 10^{18}$  electrones.

El fenómeno de repulsión se presenta cuando las cargas de los cuerpos son del mismo signo y el de atracción cuando las cargas de los cuerpos son de signos contrarios. Entre objetos eléctricamente neutros no aparecen fuerzas de atracción ni de repulsión.

## 4.2 Corriente Eléctrica [I].

La carga eléctrica no permanece estática. Al fenómeno de transferencia o movimiento de carga de un punto a otro en un circuito eléctrico se denomina **Corriente Eléctrica**. Una corriente eléctrica puede definirse como la rata (o el incremento) con relación al tiempo de movimiento de una carga eléctrica a través de una sección determinada. En términos hidráulicos podría asemejarse al flujo del agua a través de una tubería.

Un movimiento al azar de los electrones en un metal no constituye una corriente eléctrica a menos que haya una transferencia de carga neta con el tiempo.

En un conductor eléctrico (que esté en un circuito eléctrico), las cargas se mueven entre la fuente y la carga, y con esto se establece un flujo eléctrico.

La **CORRIENTE** es la velocidad de ese flujo de cargas.

$$\text{CORRIENTE} = \frac{\text{CARGA}}{\text{TIEMPO}}$$

$$i = \frac{dq}{dt}$$

**i** del francés **intensité**.

En donde si la carga **q** se da en **Coulombios [C]** y el tiempo **t** se mide en **segundos [s]**, la corriente es medida en **Amperios [A]** (André Ampère).

Simbolos : I, i

Unidades de medida :

$$\frac{\text{Coulomb}}{\text{segundo}} = \text{Amperio}$$

$$\frac{\text{C}}{\text{s}} = \text{A}$$

Dado que el electrón posee una carga de  $1,6021 \times 10^{-19} \text{ C}$ , entonces una corriente de un Amperio corresponde al movimiento de:

$$\frac{1 \text{ A}}{1,6021 \times 10^{-19} \text{ C}} = 6,24 \times 10^{18} \text{ e}^- / \text{s}$$

#### 4.2.1 Observaciones acerca de la corriente

- La corriente tiene dirección (sentido)
- La corriente puede ser un flujo de cargas positivas o negativas
- La corriente en un circuito se denota con una flecha.

#### 4.2.2 Efectos de la corriente eléctrica

La corriente eléctrica puede presentar los siguientes efectos :

• **CALORIFICO** : Cuando la corriente eléctrica circula por un elemento de un circuito eléctrico disipa una energía que produce calentamiento del mismo.

• **LUMINOSO** : Dependiendo del material del elemento la circulación de corriente por el mismo puede producir radiaciones luminosas.



**MAGNETICO** : Un conductor eléctrico recorrido por una corriente crea a su alrededor un campo magnético.

**QUIMICO** : Por ser la corriente eléctrica una transferencia de electrones o cargas eléctricas por unidad de tiempo, dependiendo del material del conductor y la forma en que se realice la conducción se puede presentar descomposición de los materiales y reacción química.

**FISIOLÓGICO** : Cuando la corriente circula por los seres vivos, puede ser nocivo (convulsiones, muerte). Si es utilizada adecuadamente y en forma controlada puede tener efectos curativos y grandes aplicaciones en la medicina.

### 4.3 Tensión Eléctrica [V] *Energía que gana o pierde la carga eléctrica al pasar a través de un dispositivo.*

Otros nombres : Potencial eléctrico, Voltaje, Diferencia de potencial, fuerza electromotriz

La ley de conservación de la energía, establece que la energía no puede ser creada ni destruida, pero sí que puede ser transformada en otra forma. La energía eléctrica es energía convertida desde alguna otra forma.

La tensión eléctrica se produce por separación de cargas contrarias de electricidad. Esta separación puede ser iniciada o completada por causas químicas, térmicas, magnéticas o por radiación.

El voltaje es la medida de la energía que gana o pierde la unidad de carga eléctrica al pasar a través de un dispositivo.

Símbolos : e, v, E, V.

$$\text{TENSION} = \frac{\text{ENERGIA}}{\text{CARGA}}$$

Unidades de medida :

$$\frac{\text{Joule}}{\text{Coulomb}} = \text{Voltio}$$

$$\frac{\text{J}}{\text{C}} = \text{V}$$

#### 4.3.1 Métodos de obtención de tensión eléctrica

Los métodos para obtener tensión eléctrica y por consiguiente transformar energía de diferentes tipos en energía eléctrica son:

**Inducción Electromagnética** : El familiar generador rotacional, inventado por Faraday en 1831 produce energía eléctrica a partir de la energía mecánica de rotación al hacer mover unas bobinas en un campo magnético.

**Métodos Voltáicos o Electroquímicos** : Cuando se ponen en contacto piezas de varios materiales, se

desarrolla entre ellos una fem. (Ejemplo. Zinc-Cobre, baterías Plomo-ácido, Níquel-Cadmio).

**Métodos Electrostáticos** : La máquina de fricción usada por Coulomb y otra serie de experimentos producen energía eléctrica por conversión de energía mecánica. Este método casi no se emplea en la actualidad a excepción del generador de VAN DE GRAAFF utilizado para producir rayos X.

**Otros Métodos** : Fusión entre el Bismuto y el Cobre. Luz como el caso de la celda fotoeléctrica que funciona por separación de cargas de algunos elemento ante la presencia o ausencia de luz tales como el Silicio y el Germanio.

#### 4.4 Potencia Eléctrica [P]

La cantidad de energía por unidad de carga o trabajo por unidad de carga se denomina tensión, o sea :

$$V = \frac{w}{q}$$

Si  $w$  es el trabajo (o energía) en Joules [J] y  $q$  es la carga expresada en Coulombios [C], la tensión  $V$  será dada en Voltios (Alejandro Volta).

Si a un incremento diferencial de carga  $dq$  es dado un incremento diferencial de energía  $dw$ , el potencial de la carga es incrementado en la relación :

$$V = \frac{dw}{dq}$$

Si este potencial lo multiplicamos por la corriente,  $dq/dt$ , es decir existe algún dispositivo que requiere de dicha energía y encuentra el medio propicio para tomas la cantidad de cargas por unidad de tiempo que requiere, obtendremos :

$$\frac{dw}{dq} \times \frac{dq}{dt} = \frac{dw}{dt} = P$$

El resultado es visto como la rata de cambio de energía en el tiempo, lo cual es conocido como **POTENCIA eléctrica**.

Resumiendo : Potencia Eléctrica [P] : es el cambio de energía por unidad de tiempo.

$$P = \frac{dw}{dt}$$

Este resultado lo obtuvimos de  $dw/dq \times dq/dt$ , o sea, Tensión x Corriente (V.I)

$$P = V.I$$

Símbolo : P

Unidades de medida :

$$\text{Voltio} \cdot \text{Amperio} = \frac{\text{Joule}}{\text{segundo}} = \text{Vatio}$$

$$[V] \cdot [A] = [W]$$

#### 4.4.1 Tipos de Potencia Eléctrica.

Para entender claramente la diferencia entre potencia activa, reactiva y aparente, es necesario conocer antes el funcionamiento de los elementos que consumen la energía eléctrica denominados dispositivos pasivos que componen un circuito eléctrico y su comportamiento o influencia sobre la corriente eléctrica que circula a través de ellos cuando se les aplica una diferencia de potencial o voltaje.

Si la energía eléctrica es disipada por el componente pasivo, se trata de una resistencia pura.

Si la energía eléctrica es almacenada en un campo magnético, se trata de una inductancia o bobina pura.

Si la energía eléctrica es acumulada en un campo eléctrico, se trata de un condensador o capacitancia pura.

En la práctica los componentes de un circuito se comportan de más de una de dichas formas y muchas veces, de las tres simultáneamente.

Un circuito eléctrico en el cual se hallen presentes los tres elementos pasivos a saber R (Resistencia), L (Inductancia) y C (Capacitancia), la potencia eléctrica recibirá el siguiente tratamiento dependiendo del elemento pasivo :

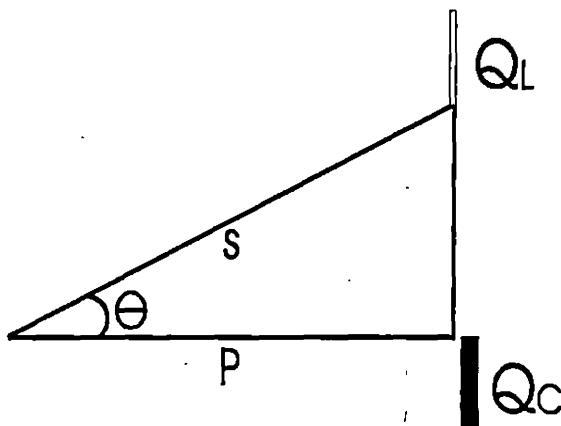
Parte será disipada en forma de luz o calor por las resistencias del circuito y se denominará Potencia Activa (P)

Parte será acumulada en un campo magnético por las inductancias del circuito y se denomina potencia reactiva inductiva ( $Q_L$ )

Parte será acumulada en un campo eléctrico por las capacitancias del circuito y se denomina potencia reactiva capacitiva ( $Q_C$ )

La potencia total entregada o consumida por el circuito es lo que se denomina Potencia Aparente.

FIGURA 3



- 4.4.1 Potencia Activa - P [W]
- 4.4.2 Potencia Reactiva -Q [var]
- 4.4.3 Potencia Aparente - S [VA]

#### 4.5 Energía Eléctrica [W].

La energía como una función de la potencia es encontrada mediante la integración de la ecuación de potencia eléctrica:

$$dw = P \cdot dt \text{ luego :}$$

$$w = \int P \, dt$$

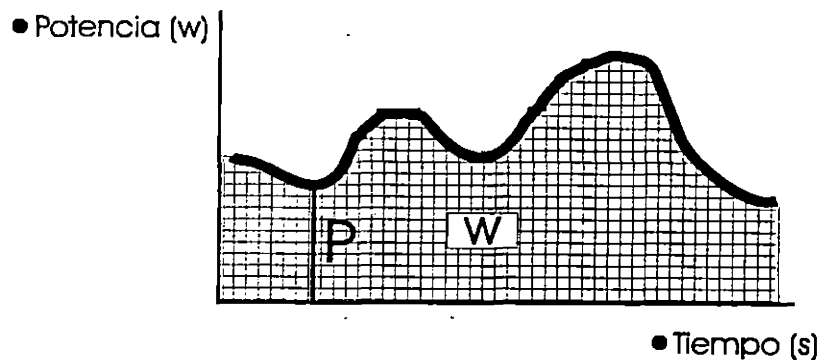
Además el total de energía para cualquier tiempo t es la integral :

$$w = \int_{-\alpha}^t P \cdot dt$$

Para un tiempo conocido :

ENERGIA = POTENCIA x TIEMPO, luego :  $w = P \cdot t$

FIGURA 4



**Ejemplo :** Si una oficina tiene cuatro tubos fluorescentes, equipada con balastos que tienen un conjunto de 50 vatios (W) de potencia cada uno, se tendrá una potencia instalada de 200 vatios.

Si usted se olvida apagar la luz al salir de la oficina a las 5 p.m., habrá causado un despilfarro de energía hasta las 8 a.m. del día siguiente así :

$$200 \text{ vatios} \times 15 \text{ horas} = 3000 \text{ W-h} = 3 \text{ kWh}$$

Si el kilovatio hora cuesta \$120 usted habrá causado una pérdida de \$360 (insignificante, verdad). Pero veamos que pasa si 550 empleados de ISAGEN hacemos lo mismo durante un año seguido :

$$\$360 \times 365 \text{ días} \times 550 \text{ empleados} = \$72'270.000 \text{ (significativo).}$$

La escala se puede ampliar a nivel nacional, con pérdidas millonarias.

## 4.6 Medición de las Variables Eléctricas.

### 4.6.1 Introducción .

La medida de una magnitud consiste, o bien en su comparación con una magnitud unidad de la misma clase o en su determinación como función de magnitudes de distintas clases cuyas unidades están relacionadas con aquellas a través de leyes físicas conocidas.

Las unidades utilizadas en medidas eléctricas comprenden las unidades absolutas MKSA del Sistema Internacional SI, utilizado en todo el mundo y basado en las unidades mecánicas prototipo metro, kilogramo y segundo y en el Amperio. Las unidades MKSA tienen el mismo valor que las unidades prácticas Voltio [V], Amperio [A], Ohm ( $\Omega$ ), Coulomb [C], Faradio [F] y Henrio [H] utilizadas por los ingenieros. Se han adoptado internacionalmente ciertos prefijos para indicar múltiplos y fracciones decimales de las unidades básicas. Dichos prefijos son :

Unidad	Prefijo	Símbolo
$10^{12}$	tera	T
$10^9$	giga	G
$10^6$	mega	M
$10^3$	kilo	k
$10^2$	hecto	h
$10^1$	deca	da
$10^0$	unidad	
$10^{-1}$	deci	d
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-3}$	mili	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	pico	p
$10^{-15}$	femto	f
$10^{-18}$	atto	a

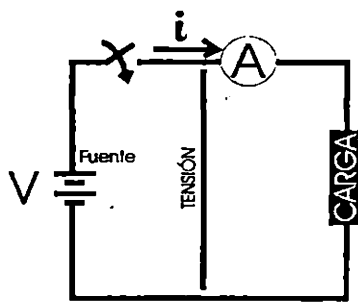
Un patrón de referencia es una representación concreta de una unidad o de alguna fracción o múltiplo de la misma. Normalmente como patrones de referencia, se utilizan pilas patrón y resistencias, condensadores e inductancias fijas. Debe tenerse en cuenta que todas las medidas físicas están sujetas a incertidumbre, y por ello el valor numérico asignado a cualquier patrón de referencia ha de poder obtenerse a través de una serie de medidas con respecto a los patrones nacionales conservados en el **National Bureau of Standards**.

### 4.6.2 Medición de Corriente Eléctrica

El instrumento utilizado para realizar la medición de la corriente eléctrica se denomina Amperímetro.

Para medir la corriente, el amperímetro se conecta en la vía del flujo de las cargas, es decir, en serie con el elemento al que se desee medir la corriente.

FIGURA 5



Para efectuar la medición de corriente, el circuito debe modificarse, es decir, deben interrumpirse los conductores del circuito e intercalar el instrumento de medida.

Todo instrumento de medida debe absorber la menor energía posible, y no convertirse en una carga más.

El amperímetro ideal es aquel que no absorbe energía, es decir, su potencia es nula.

$$P_{\text{amperímetro}} = 0, \text{ luego}$$

$$V_{\text{amperímetro}} \cdot I_{\text{amperímetro}} = 0$$

Pero como vemos la corriente que circula por el amperímetro es diferente de cero, por lo tanto la tensión o diferencia de potencial entre los terminales del amperímetro será igual a cero.

Una tensión igual a cero se presenta en un cortocircuito, que no oponga resistencia al paso de la corriente.

Un amperímetro real posee una resistencia eléctrica interna de bajo valor.

Su principio de funcionamiento se basa en los principios fundamentales de electromagnetismo, que indica que toda corriente eléctrica que atraviesa un conductor produce un campo magnético alrededor del mismo, cuya fuerza depende de la intensidad de la corriente que circule.

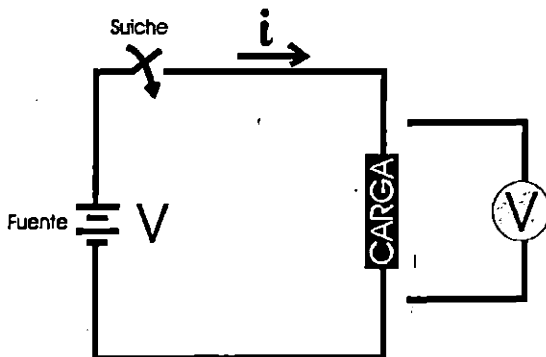
Por lo tanto, de una forma mecánica, basándose en piezas mecánicas que ejerzan fuerzas en determinadas direcciones, es posible mover una aguja indicadora sobre una escala graduada y calibrada.

La escala de un amperímetro puede ampliarse colocando en paralelo con él un alambre llamado SHUNT, de menor resistencia que la interna del amperímetro, para que por él circule o se derive una mayor corriente.

### 4.6.3 Medición de Tensión Eléctrica

El Voltímetro mide la tensión o diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico. El Voltímetro se conecta en paralelo con el elemento al cual se le va a medir la tensión.

FIGURA 6



Para medir la tensión, no hay necesidad de modificar el circuito, pues el mismo se conecta en paralelo con el elemento al cual se le va a medir la tensión. El voltímetro ideal no absorbe energía, luego la potencia disipada por el mismo puede considerarse nula, es decir,

$$P_{\text{Voltímetro}} = 0, \text{ luego}$$

$$V_{\text{Voltímetro}} \cdot I_{\text{Voltímetro}} = 0$$

como la tensión es diferente de cero, la corriente que circula por el Voltímetro será igual a cero.

Es decir el Voltímetro ideal debe oponerse al paso de la corriente por el mismo, o sea, debe poseer una alta resistencia interna permitiendo la circulación de corriente por el dispositivo al que se va a medir la tensión. El voltímetro entonces se comporta como un circuito abierto (Resistencia interna infinita).

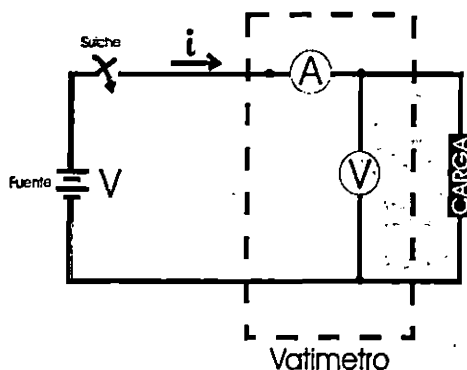
El principio de funcionamiento está basado en los principios de electromagnetismo, tomando como base el amperímetro se hace que circule una pequeña corriente colocando una resistencia eléctrica de alto valor en serie con el amperímetro.

#### 4.6.4 Medición de Potencia Eléctrica

El instrumento utilizado para realizar la medición de la potencia eléctrica de un circuito se denomina vatímetro.

El vatímetro es una combinación de un amperímetro y un voltímetro, el cual suministra el valor de la potencia entregada a una carga o consumida por ella.

FIGURA 7



La **A** indica los terminales del Vatímetro destinados a medir corriente.

La **V** indica los terminales del Vatímetro destinados a medir tensión.

La potencia también puede obtenerse indirectamente si no se cuenta con un Vatímetro, simplemente utilizando un Voltímetro y un Amperímetro.

#### 4.6.5 Medición de la energía Eléctrica

El instrumento que contabiliza la energía producida por una fuente o consumida por una carga, o sea la potencia

generada o disipada en un determinado lapso de tiempo se denomina Contador ó medidor de energía.

De la fórmula de potencia eléctrica obtenemos que  $w = P \cdot t$  o sea,  
 $w = V \cdot I \cdot t = \text{Voltio} \cdot \text{Amperio} \cdot \text{segundo}$   
 $= \text{Vatio-segundo}.$

La unidad Vatio-segundo (W-s) también se denomina Joule ( J).

Esta unidad es muy pequeña y en la práctica se utilizan valores mayores, tales como :

$$\text{W-h} = 3600 \text{ W-s}$$

$$\text{kW-h} = 3.600.000 \text{ W-s} = 3,6 \text{ MW-s}$$

La energía de un dispositivo puede medirse, indirectamente por medio de un voltímetro, un amperímetro y un cronómetro.

## 5. Electricidad y Magnetismo

En el pasado, la gente solo dependía de la potencia de sus músculos y sobrevivir era la máxima preocupación. Antes del descubrimiento del fuego, los humanos raramente vivían más allá de los veinte años. Se domesticaron los animales, se empleó el fuego para calentar y cocinar y la gente cultivaba sus propios alimentos. El promedio de esperanza de vida se duplicó. Hace casi 200 años, las cosas comenzaron a cambiar. Las máquinas hacían la parte más dura del trabajo. Se hicieron nuevos descubrimientos médicos y la esperanza de vida de nuevo se duplicó. Hoy vivimos mucho mejor y trabajamos solo un tercio de lo que trabajaban nuestros primitivos antecesores. Esto es debido fundamentalmente a la electricidad.

En las sociedades modernas, con énfasis para aquellas que han alcanzado el desarrollo industrial y tecnológico, el suministro de energía eléctrica es, por su importancia, considerado como uno de los servicios más básicos y esenciales. Con efecto desde ser la fuente para las más elementales comodidades en el hogar, hasta constituir la infraestructura energética para la mayoría de las industrias, puede decirse que su influencia es fuertemente sentida en prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana, en el transporte, los hospitales y hasta en algunos aspectos del placer, esto solo para citar apenas algunos. De hecho tal vez no sea muy descabellado decir que sin esta fuente de energía las funciones y hasta algunos valores de la sociedad en que vivimos tendrían que ser profundamente y radicalmente repensados ó replanteados.

El mundo se encuentra poblado con una gran diversidad de personas y culturas, pero no importa lo grande o pequeña que sea una nación, existe un denominador común: Electricidad.

La Energía Eléctrica, desde el punto de vista de la Ingeniería de Producción, no es más que un producto, resultado de un proceso que como tal requiere de ciertos insumos para su obtención. Este producto se constituye a su vez en un insumo fundamental de otros procesos de producción que llevan al hombre y a la sociedad los grados de comodidad que hoy en día disfrutamos.

Tratemos de entender en forma resumida el proceso que cumple la energía eléctrica y el porque de las diferentes instalaciones eléctricas que hoy en día observamos a nuestro alrededor.

El ciclo que cumple la energía eléctrica, podemos resumirlo en tres partes principales:

- Producción
- Transporte
- Distribución y Consumo (ó transformación en otro tipo de energía)

A finales del siglo XIX cuando se inició la aplicación comercial de la electricidad los elementos de consumo de



esta energía eran muy pocos y generalmente se localizaban lo más cerca posible a las fuentes de producción de la misma, y viceversa. Lógicamente por ser pocos los consumos eran pocos los requerimientos de energía y la energía primaria requerida era de relativa facilidad de consecución. (La producción, baja, era consumida localmente).

A medida que la gente fue viendo las bondades de este recurso y el desarrollo de las aplicaciones del mismo fue creciendo, se hizo necesario el buscar fuentes energéticas mayores y emprender proyectos de gran magnitud generalmente localizados lejos de los centros de consumo de esta energía. (Fue necesario entonces empacar y transportar en grandes bloques la energía producida, para que al llegar a los centros de consumo se desempacara distribuyéndose a cada usuario de acuerdo con las necesidades o demandas presentadas).

Con el propósito de reducir las pérdidas de energía, al tener que transmitir altas corrientes (potencia) a grandes distancias a la tensión de generación, y aprovechando el descubrimiento de Michael Faraday del transformador, se eleva la tensión, y para la misma potencia a transmitir, baja la corriente para llevarla hasta los centros de consumo a través de conductores eléctricos suspendidos mediante aisladores sobre estructuras. Entonces, por medio de otros transformadores el voltaje se reduce al nivel deseado en el destino.

Por el principio de conservación de la energía, nosotros no podemos ni crear ni destruir la misma, sino transformarla, es por esto que la energía eléctrica es obtenida mediante la transformación o conversión de algún tipo de energía primaria en energía eléctrica.

## **5.1 Producción de Energía Eléctrica**

La Producción de grandes bloques de energía eléctrica actualmente en su gran mayoría es realizada mediante la implementación de un campo magnético giratorio, el cual es impulsado por una turbina accionada por una fuente primaria tal como agua, ó vapor obtenido por combustión de carbón, ACPM, Fuel Oil o cualquier otro tipo de combustible sólido o líquido o por fusión nuclear en los reactores nucleares. Este campo magnético giratorio, induce sobre un bobinado estático una tensión eléctrica en sus terminales, es decir una diferencia de potencial que puede entenderse como la fuerza que impulsa la corriente eléctrica a lo largo de un circuito, constituyéndose este conjunto en energía eléctrica.

La Energía eléctrica es un producto que no se puede almacenar en grandes cantidades y por periodos de tiempo muy prolongados. Los Acumuladores o baterías, empleados para almacenar la energía eléctrica actualmente presentan limitaciones de capacidades máximas de almacenamiento y solamente lo pueden hacer por periodos de tiempo cortos.

En las Centrales de Producción de Energía Eléctrica (Centrales de Generación), se realiza el proceso de elevación de la tensión para transmitir la energía generada a grandes distancias con requerimientos de menores corrientes. Al sitio donde se realiza esta función mediante la utilización de transformadores se le denomina Subestación elevadora o de generación (Se empaca la energía para evitar pérdidas en su transporte). Generalmente la tensión de Generación se encuentra en el rango de los 7.2 a 20 kV, y se eleva de 72 a 500 kV para su transporte, la selección de la tensión de transmisión esta condicionada por la distancia del centro de consumo y la demanda o cantidad de energía a transportar.

## **5.2 Transporte de energía Eléctrica**

Una vez elevada la tensión de generación, la energía eléctrica es transportada hasta los centros de consumo utilizando cables conductores de poco calibre soportados mediante elementos aisladores en estructuras de concreto o metálicas. En puntos intermedios del transporte puede ser necesario la redistribución de dicha energía para dos o más sitios diferentes de consumo, esto se realiza mediante equipos de maniobra localizados en un sitio conveniente los cuales constituyen las denominadas subestaciones de maniobra.

generada o disipada en un determinado lapso de tiempo se denomina Contador ó medidor de energía.

De la fórmula de potencia eléctrica obtenemos que  $w = P \cdot t$  o sea,  
 $w = V \cdot I \cdot t = \text{Voltio} \cdot \text{Amperio} \cdot \text{segundo}$   
 $= \text{Vatio-segundo}.$

La unidad Vatio-segundo (W-s) también se denomina Joule ( J).

Esta unidad es muy pequeña y en la práctica se utilizan valores mayores, tales como :

$$\text{W-h} = 3600 \text{ W-s}$$

$$\text{kW-h} = 3.600.000 \text{ W-s} = 3,6 \text{ MW-s}$$

La energía de un dispositivo puede medirse, indirectamente por medio de un voltímetro, un amperímetro y un cronómetro.

## 5. Electricidad y Magnetismo

En el pasado, la gente solo dependía de la potencia de sus músculos y sobrevivir era la máxima preocupación. Antes del descubrimiento del fuego, los humanos raramente vivían más allá de los veinte años. Se domesticaron los animales, se empleó el fuego para calentar y cocinar y la gente cultivaba sus propios alimentos. El promedio de esperanza de vida se duplicó. Hace casi 200 años, las cosas comenzaron a cambiar. Las máquinas hacían la parte más dura del trabajo. Se hicieron nuevos descubrimientos médicos y la esperanza de vida de nuevo se duplicó. Hoy vivimos mucho mejor y trabajamos solo un tercio de lo que trabajaban nuestros primitivos antecesores. Esto es debido fundamentalmente a la electricidad.

En las sociedades modernas, con énfasis para aquellas que han alcanzado el desarrollo industrial y tecnológico, el suministro de energía eléctrica es, por su importancia, considerado como uno de los servicios más básicos y esenciales. Con efecto desde ser la fuente para las más elementales comodidades en el hogar, hasta constituir la infraestructura energética para la mayoría de las industrias, puede decirse que su influencia es fuertemente sentida en prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana, en el transporte, los hospitales y hasta en algunos aspectos del placer, esto solo para citar apenas algunos. De hecho tal vez no sea muy descabellado decir que sin esta fuente de energía las funciones y hasta algunos valores de la sociedad en que vivimos tendrían que ser profundamente y radicalmente repensados ó replanteados.

El mundo se encuentra poblado con una gran diversidad de personas y culturas, pero no importa lo grande o pequeña que sea una nación, existe un denominador común: Electricidad.

La Energía Eléctrica, desde el punto de vista de la Ingeniería de Producción, no es más que un producto, resultado de un proceso que como tal requiere de ciertos insumos para su obtención. Este producto se constituye a su vez en un insumo fundamental de otros procesos de producción que llevan al hombre y a la sociedad los grados de comodidad que hoy en día disfrutamos.

Tratemos de entender en forma resumida el proceso que cumple la energía eléctrica y el porque de las diferentes instalaciones eléctricas que hoy en día observamos a nuestro alrededor.

El ciclo que cumple la energía eléctrica, podemos resumirlo en tres partes principales:

- Producción
- Transporte
- Distribución y Consumo (ó transformación en otro tipo de energía)

A finales del siglo XIX cuando se inició la aplicación comercial de la electricidad los elementos de consumo de

esta energía eran muy pocos y generalmente se localizaban lo más cerca posible a las fuentes de producción de la misma, y viceversa. Lógicamente por ser pocos los consumos eran pocos los requerimientos de energía y la energía primaria requerida era de relativa facilidad de consecución. (La producción, baja, era consumida localmente).

A medida que la gente fue viendo las bondades de este recurso y el desarrollo de las aplicaciones del mismo fue creciendo, se hizo necesario el buscar fuentes energéticas mayores y emprender proyectos de gran magnitud generalmente localizados lejos de los centros de consumo de esta energía. (Fue necesario entonces empacar y transportar en grandes bloques la energía producida, para que al llegar a los centros de consumo se desempacara distribuyéndose a cada usuario de acuerdo con las necesidades o demandas presentadas).

Con el propósito de reducir las pérdidas de energía, al tener que transmitir altas corrientes (potencia) a grandes distancias a la tensión de generación, y aprovechando el descubrimiento de Michael Faraday del transformador, se eleva la tensión, y para la misma potencia a transmitir, baja la corriente para llevarla hasta los centros de consumo a través de conductores eléctricos suspendidos mediante aisladores sobre estructuras. Entonces, por medio de otros transformadores el voltaje se reduce al nivel deseado en el destino.

Por el principio de conservación de la energía, nosotros no podemos ni crear ni destruir la misma, sino transformarla, es por esto que la energía eléctrica es obtenida mediante la transformación o conversión de algún tipo de energía primaria en energía eléctrica.

## **5.1 Producción de Energía Eléctrica**

La Producción de grandes bloques de energía eléctrica actualmente en su gran mayoría es realizada mediante la implementación de un campo magnético giratorio, el cual es impulsado por una turbina accionada por una fuente primaria tal como agua, ó vapor obtenido por combustión de carbón, ACPM, Fuel Oil o cualquier otro tipo de combustible sólido o líquido o por fusión nuclear en los reactores nucleares. Este campo magnético giratorio, induce sobre un bobinado estático una tensión eléctrica en sus terminales, es decir una diferencia de potencial que puede entenderse como la fuerza que impulsa la corriente eléctrica a lo largo de un circuito, constituyéndose este conjunto en energía eléctrica.

La Energía eléctrica es un producto que no se puede almacenar en grandes cantidades y por periodos de tiempo muy prolongados. Los Acumuladores o baterías, empleados para almacenar la energía eléctrica actualmente presentan limitaciones de capacidades máximas de almacenamiento y solamente lo pueden hacer por periodos de tiempo cortos.

En las Centrales de Producción de Energía Eléctrica (Centrales de Generación), se realiza el proceso de elevación de la tensión para transmitir la energía generada a grandes distancias con requerimientos de menores corrientes. Al sitio donde se realiza esta función mediante la utilización de transformadores se le denomina Subestación elevadora o de generación (Se empaca la energía para evitar pérdidas en su transporte). Generalmente la tensión de Generación se encuentra en el rango de los 7.2 a 20 kV, y se eleva de 72 a 500 kV para su transporte, la selección de la tensión de transmisión esta condicionada por la distancia del centro de consumo y la demanda o cantidad de energía a transportar.

## **5.2 Transporte de energía Eléctrica**

Una vez elevada la tensión de generación, la energía eléctrica es transportada hasta los centros de consumo utilizando cables conductores de poco calibre soportados mediante elementos aisladores en estructuras de concreto o metálicas. En puntos intermedios del transporte puede ser necesario la redistribución de dicha energía para dos o más sitios diferentes de consumo, esto se realiza mediante equipos de maniobra localizados en un sitio conveniente los cuales constituyen las denominadas subestaciones de maniobra.

### 5.3 Distribución de la Energía Eléctrica

Una vez la energía eléctrica llega a los centros de consumo es recibida en las subestaciones denominadas de Transformación donde la tensión es reducida a los niveles requeridos por los diferentes tipos de usuarios del producto sean ellos del tipo Industrial, Comercial o Residencial. A partir de la cual el ciclo se repite en menor escala hasta llegar al usuario final.

## 6. CORRIENTE ALTERNA

La distribución de energía eléctrica, a las viviendas, comercio e industria, se realiza mediante corriente alterna, con valores típicos de 110 V, 220 V, 208/120 V, 480 V etc., pues este tipo de corriente es fácil de generar y transportar a grandes distancias. Esta corriente alterna es de forma **senoidal**, y desempeña un papel fundamental no sólo en las técnicas energéticas, sino también en telecomunicaciones.

Esto no se debe a ninguna superioridad de la corriente alterna sobre la continua, sino a la facilidad de producción y transmisión de energía en forma alterna en grandes bloques. En muchos casos la corriente continua es absolutamente necesaria para determinadas industrias como los trenes eléctricos, los procesos electrolíticos y ciertos tipos de lámparas de arco; además los motores de corriente continua son preferibles para los ascensores, prensas y muchos accionamientos con velocidad variable. Sin embargo, en todos estos casos, la energía se produce y se transporta casi siempre en forma de corriente alterna y se convierte después en corriente continua.

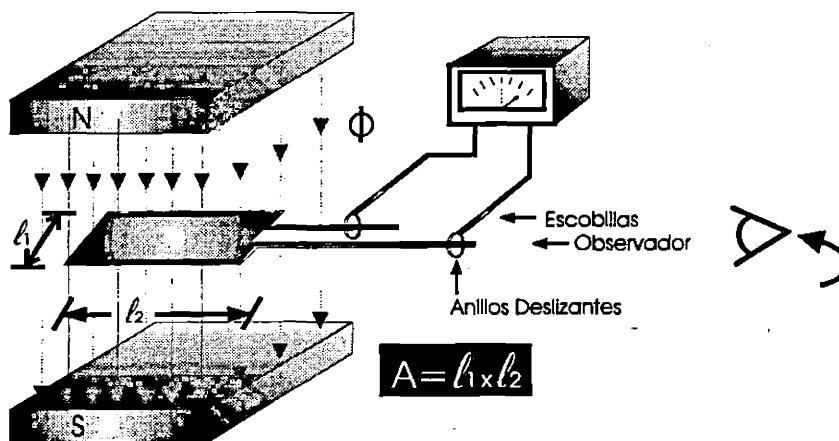
La corriente alterna puede producirse a tensiones relativamente altas, a un bajo costo, que pueden elevarse o reducirse fácilmente por medio de transformadores eléctricos.

Para comprender el funcionamiento de la gran diversidad de aparatos e instalaciones eléctricas, es necesario poseer unas nociones claras sobre la obtención, transformación, efectos y aplicaciones de la corriente alterna.

### 6.1 Obtención de Tensiones Senoidales Eléctricas

La tensión alterna se obtiene por inducción en los generadores, haciendo mover los bobinados en un campo magnético, o manteniendo fijos los bobinados y haciendo mover el campo magnético.

FIGURA 8



Una variación del flujo en un determinado tiempo implica, según la Ley de Faraday, que en la bobina aparecerá una tensión. El valor de esta tensión dependerá de la rapidez con que varía el flujo y del número de espiras.

La ley de Faraday será :

$$U_{\text{indu}} = N \delta\phi/\delta t$$

Una forma simplificada de representar un generador, es la mostrada en la Figura 8 donde una espira gira en un campo magnético.

La velocidad de giro es constante y el campo magnético homogéneo (uniforme). La tensión se obtiene mediante dos escobillas de contacto.

Para explicar el fenómeno de aparición de la tensión, simplificaremos la figura anterior, representando solamente un lado de la espira del generador. La Figura 9 nos mostrará pues las diferentes relaciones que se obtienen al girar la espira.

Podemos ver que la superficie que atraviesa el flujo se hace cada vez menor.

El flujo puede calcularse mediante la fórmula  $\phi = B \cdot A$ . Al obtener la tensión la magnitud B es constante, pues la espira se mueve en un campo homogéneo. La superficie se calcula mediante las dimensiones de la espira, o sea  $A = l_1 \cdot l_2$ . Sin embargo, debe tenerse en cuenta que  $l_1$  no es constante, sino que se trata de la longitud efectiva  $l_1$  correspondiente a cada una de las posiciones angulares y que puede calcularse con ayuda de la función coseno. Por lo tanto el flujo se calcula con la fórmula  $\phi = B \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot \cos \theta$ .

El flujo es, pues, proporcional al coseno, o sea que irá disminuyendo al aumentar el ángulo.

Como al dar la vuelta completa, varía el sentido del flujo a través de la espira, también variará la polaridad de la tensión. Obtenemos así una tensión alterna.

Según la Ley de Faraday, la causa de la tensión inducida es la variación del flujo en un determinado tiempo (velocidad de variación). En la Figura 10 se observa la variación del flujo  $\phi$  en diferentes puntos de la curva de flujo para intervalos de tiempo iguales  $\Delta t$ , o sea para variaciones de ángulo también iguales.

FIGURA 9

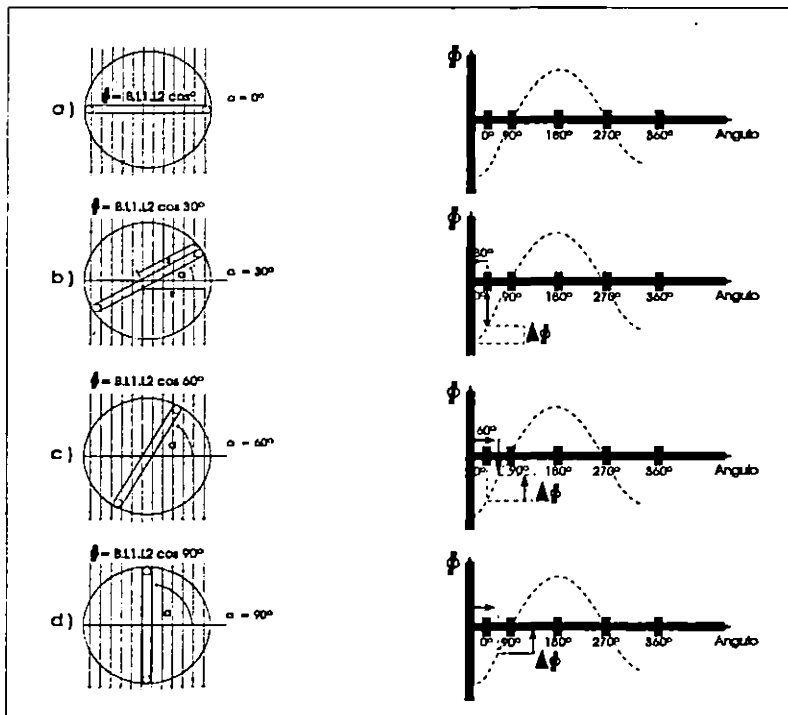
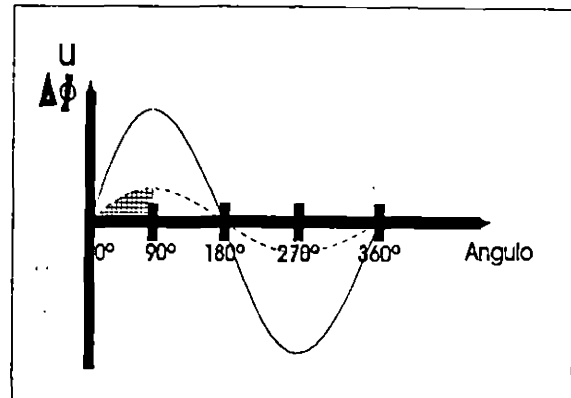
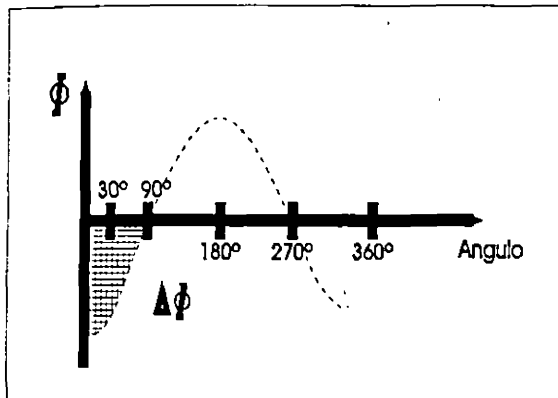


FIGURA 10



En ella podemos ver claramente que la variación, no es constante, sino que también aumenta al aumentar el ángulo. La variación es nula para  $0^\circ$  y máxima para  $90^\circ$ , por lo que la tensión también será nula para  $0^\circ$  y máxima para  $90^\circ$ . Si trazamos estas variaciones de flujo en una gráfica, obtenemos directamente la curva de la tensión que tiene forma senoidal.

**Conclusión:** Al hacer girar una espira conductora en un campo homogéneo, se obtiene una tensión senoidal.

## 6.2 Otra explicación.

Si la explicación anterior no le quedó clara, veámoslo de la siguiente manera: Tome usted el aro de una canasta de basket-ball, ubíquese bajo una ducha y abra la llave, de tal manera que el agua atraviese perpendicularmente el aro de la canasta. (Si el día está muy caluroso, aprovechese y duchese).

Tendrá usted el máximo de agua atravesando el aro. Gire lentamente el aro sobre un eje horizontal imaginario.

A medida que va girando el aro, notará que menos agua lo irá atravesando.

Cuando el aro esté vertical, cero agua pasará a través de él. Siga girando el aro y notará que cada vez más agua irá atravesando el aro, pero entrando por la otra cara.

Cuando el aro esté de nuevo horizontal, tendrá otra vez un máximo de agua, pero NEGATIVA, es decir, entrando por la otra cara.

Siga girando el aro y notará que de nuevo el agua disminuye hasta llegar a cero, cuando el aro esté en posición vertical.

Si da otro cuarto de giro, habrá regresado a la posición original.

Exactamente lo mismo sucede en Electricidad. Aro de canasta = bornes o extremos del generador, Chorro de agua = líneas de un campo electromagnético. Cantidad de agua que atraviesa el aro = proporcional al voltaje alterno que aparecerá en los extremos del aro, es decir, a la salida del generador.

### 6.3 Representación en el dominio de la frecuencia

Tomando como base la onda Coseno :  $f(t) = f \cos (wt + \emptyset)$ .

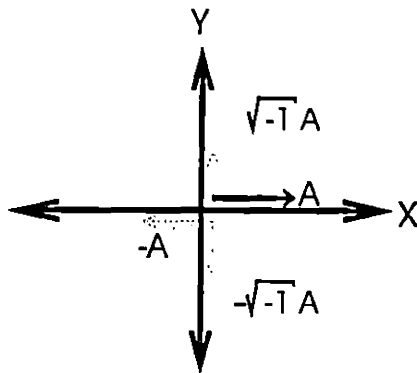
La proyección de un vector sobre uno de los ejes coordenados, es una función cosenoidal del ángulo que el vector hace con el eje. Si el ángulo cambia con el tiempo, la proyección sobre el eje también cambia, y tiene un valor igual al coseno del ángulo.

Si la función que se quiere proyectar sobre el eje es la onda básica, el ángulo debe ser igual a  $\emptyset$  en  $t = 0$  y de allí en adelante se incrementa : el resultado es un vector que gira alrededor del origen.

Por lo tanto, al vector que gira alrededor del origen en el sentido contrario al de las manecillas del reloj a una velocidad angular de  $w$  radianes por segundo, se denomina **FASOR** (vector giratorio).

La longitud del fasor representa la Amplitud (Valor máximo o pico) de la onda. El ángulo  $\emptyset$  es el ángulo que forma la onda coseno cuando  $t = 0$ .

FIGURA 11



Si este vector se multiplica por el escalar  $(-1)$  cambia de signo y se transforma en  $-A$ , tomando una nueva posición sobre el eje X, pero en sentido negativo. Es decir, que al multiplicar  $A$  por  $(-1)$  se le imprime una rotación de  $180^\circ$  alrededor del origen  $O$ . Pero  $(-1)$  es igual a  $(\sqrt{-1} \cdot \sqrt{-1})$ , este mismo resultado, o rotación de  $180^\circ$ , se obtiene multiplicando  $A$  por este otro factor. O sea que si multiplicamos  $A$  dos veces por  $(\sqrt{-1})$  le imprimimos una rotación de  $180^\circ$ . Por consiguiente, por cada vez que se multiplica por  $(\sqrt{-1})$ , la rotación será de  $90^\circ$ .

Como es conocido, la raíz cuadrada de un número negativo, no representa ninguna magnitud física. Por esta causa en álgebra,  $\sqrt{-1}$  no representa una cantidad física, y se considera que es imaginaria. Como todos los vectores dirigidos según el eje Y vienen afectados por el operador  $\pm\sqrt{-1}$ , Y se denomina **eje imaginario**. El eje X se denomina **eje real**.

## 7. Centrales Hidroeléctricas.

Las centrales para aprovechamiento de la energía del agua se pueden clasificar en centrales de baja, media y alta caída.

**Centrales de baja caída :** Cuando podemos disponer permanentemente de gran cantidad de agua y el desnivel del terreno no permite ubicar maquinaria muy por debajo del nivel del agua. Actualmente no se dispone de este tipo de central hidroeléctrica en Colombia.

**Centrales de media o mediana caída :** En los sitios en que el desnivel aprovechable del terreno no es muy alto,

pero sí de importancia (entre 60 y 500 m). Ejemplo : Central Hidroeléctrica de Jaguas, Central Hidroeléctrica de Betania.

**Centrales de alta caída :** Si se cuenta con grandes desniveles en el terreno , aunque la cantidad de agua disponible permanentemente no sea mucha. Ejemplo Central Hidroeléctrica de San Carlos, Central Hidroeléctrica de Chivor y Central Hidroeléctrica de Guatapé.

Las obras principales de una central hidroeléctrica son las siguientes :

**Presa.** Estructura necesaria para contener el caudal de un río y formar un embalse con el cual se regulará la generación de la central Hidroeléctrica.

**Tipos de presas :** Homogéneas : Constituidas principalmente por materiales de baja permeabilidad. Requieren de zonas de filtro y de protección de taludes. La presa Punchiná, de la Central Hidroeléctrica de San Carlos es representativa de este tipo de presas.

**Presa de Escollera :** Constituidas por un núcleo de arcilla y costados de material granular (gravas o enrocamiento). Un ejemplo de estas presas es la presa Esmeralda de la Central Hidroeléctrica de Chivor.

**Presas con Cara de Concreto :** Constituidas principalmente por un relleno de material granular y una losa de concreto sobre el talud (costado) de aguas arriba.

**Captación.** Sistema situado dentro de un embalse, cuya función es introducir o captar el agua represada para dirigirla a través de la tubería de carga o conducción hasta las turbinas. Está conformada por estructuras de concreto, con una o varias entradas de agua protegidas y controladas con rejas coladeras y compuertas.

**Rejas Coladeras.** Se sitúan en las entradas de agua en la captación, su finalidad es impedir el ingreso de objetos extraños a la conducción, los cuales pueden causar daños en las válvulas y turbinas. Estas rejas pueden ser fijas o móviles y de forma perpendicular, semicircular o circular.

**Compuertas.** En un sistema de captación las compuertas permiten cerrar o admitir el paso de agua hacia la central. Ejemplo Cilíndricas o planas.

**Conducción :** Es el conducto que lleva el agua desde la captación hasta las turbinas.

**Tubería de presión.** A medida que el agua baja por la conducción hacia las turbinas ejerce mayor presión en el conducto. Esta presión llega a ser tan alta que el conducto debe ser un tubo de acero o un túnel revestido en concreto de gran resistencia. Esta parte de la conducción es llamada tubería de presión o de carga.

**Distribuidor.** Cuando una central hidroeléctrica tiene varias unidades de generación o turbinas, la tubería de presión se ramifica al final para distribuir el agua hacia cada turbina. Esta ramificación se llama distribuidor. Debido a las altas presiones del agua, los distribuidores se fabrican con gruesas tuberías de acero.



**Válvula de admisión.** Antes de cada turbina se coloca una válvula de admisión para cerrar el paso del agua, durante inspecciones o reparaciones que se hacen en la turbina, sin necesidad de vaciar toda la conducción. Cuando la conducción es muy corta no se usan válvulas de admisión y su función es realizada por las compuertas de captación.

**Válvula esférica.** Son válvulas utilizadas en las centrales de alta caída en las cuales el cuerpo que impide o permite el paso de agua tiene forma de esfera hueca que se hace rotar cerrando o abriendo el paso de agua.

**Válvula Mariposa.** En las centrales de media y baja caída la presión es menor permitiendo el uso de este tipo de válvula en la cual el cuerpo que impide o permite el paso del agua tiene una forma de disco, que al girar sobre su eje cierra o abre el paso al agua.

**Golpe de Ariete.** Cuando el agua está pasando hacia las turbinas, en ocasiones se requiere cerrarle el paso rápidamente, por ejemplo en cierres de emergencia. El agua que viene a gran velocidad al ser detenida bruscamente, produce grandes sobrepresiones que podrán reventar la tubería de presión. A esta sobrepresión se le llama golpe de ariete.

**Almenara.** Para evitar rupturas de la tubería por golpe de ariete, se conecta a la conducción un gran tanque en forma de pozo, excavado en la roca, llamado almenara. La onda de sobrepresión debida al golpe de ariete, al viajar por la tubería escapa hacia la almenara, produciendo fuertes oscilaciones en el nivel de agua en este pozo, disipando así la fuerza del agua.

**Turbinas Hidráulicas.** Las turbinas hidráulicas son las máquinas que convierten la energía del agua en movimiento mecánico con el fin de impulsar los generadores que obtendrán la energía eléctrica. Según la caída de la central, se requerirá un tipo diferente de turbina así : turbinas pelton para altas caídas, turbinas Francis para caídas medianas y turbinas Kaplan y bulbo para bajas caídas.

**Turbina Pelton.** Es una máquina que trabaja comparativamente con mucha presión, producida por las altas caídas. Sus elementos básicos son : Una rueda (llamada rodete y compuesta de cucharones llamados cangilones) y un tubo llamado caracol, dispuesto en forma envolvente alrededor del rodete y del cual salen chorros de agua a través de boquillas (llamadas toberas o inyectores). Los chorros golpean los cangilones del rodete, haciendolo girar con fuerza suficiente para mover el rotor del generador.

**Turbinas Francis :** Es una máquina para trabajar con agua a presiones o caídas medianas. Sus elementos básicos son el rodete conformado por álabes curvos, sujetos en la parte superior por un disco y en su parte inferior por un anillo a través del cual sale el agua hacia el tubo de aspiración, un gran ducto llamado caracol o cámara espiral, dispuesto en forma envolvente alrededor del rodete y del cual sale el agua a través de ventanas que poseen álabes móviles que permiten regular la cantidad de agua que entra en la turbina. El eje de la turbina impulsa el rotor del generador.

**Turbina Kaplan :** Es una máquina que trabaja con mucha agua y poca presión o caída de agua. Sus elementos básicos son una hélice, similar a la de un barco, y un gran conducto llamado caracol o cámara espiral, dispuesto en forma envolvente alrededor de la hélice y del cual sale agua a través de grandes ventanas, ubicadas en la parte interna. La hélice que se encuentra envuelta por el caracol y rodeada por sus ventanas girará cuando éstas se abran, entonces el eje de la hélice impulsará el rotor del generador. En esta turbina el agua fluye inundando permanentemente el espacio de la hélice, lo cual no sucede en la turbina pelton, y sale por un conducto, llamado tubo de aspiración, conectado inmediatamente al hueco central del caracol donde está la hélice. El tubo de aspiración va aumentando de tamaño en el sentido de la salida del agua, en forma de bocina para descargar suavemente el agua de la turbina.

**Regulador de velocidad.** Las turbinas deben girar siempre a la misma velocidad, llamada velocidad sincrónica, para que la producción de energía sea a 60 Hertz (ciclos/segundo), aunque se presenten variaciones de carga en el generador. La velocidad sincrónica se conserva entonces permitiendo más paso de agua en la turbina cuando aumenta la carga o cerrando el paso de agua cuando disminuye aquella.

En las turbinas pelton el paso de agua se controla obturando las toberas, en las francis obturando las ventanas del caracol, álabes móviles, y en las káplan además de los álabes móviles se usan las aspas de la hélice, variando su

inclinación mientras opera la máquina. Para conservar entonces la velocidad síncrona, los elementos anteriores son accionados y controlados por el conjunto de mecanismos hidráulicos y procesadores electrónicos que constituyen el regulador de velocidad.

## **8. Centrales Termoeléctricas.**

Las Centrales Termoeléctricas son plantas que sirven para transformar el calor producido por diferentes combustibles (Carbón - Gas - ACPM etc.), en energía eléctrica, mediante la disposición de diferentes equipos y sistemas.

Una turbina a gas se define como una máquina que convierte la energía térmica y cinética de un gas a alta presión y temperatura, en trabajo rotativo en un generador, produciendo energía eléctrica, luego de su expansión en la turbina.

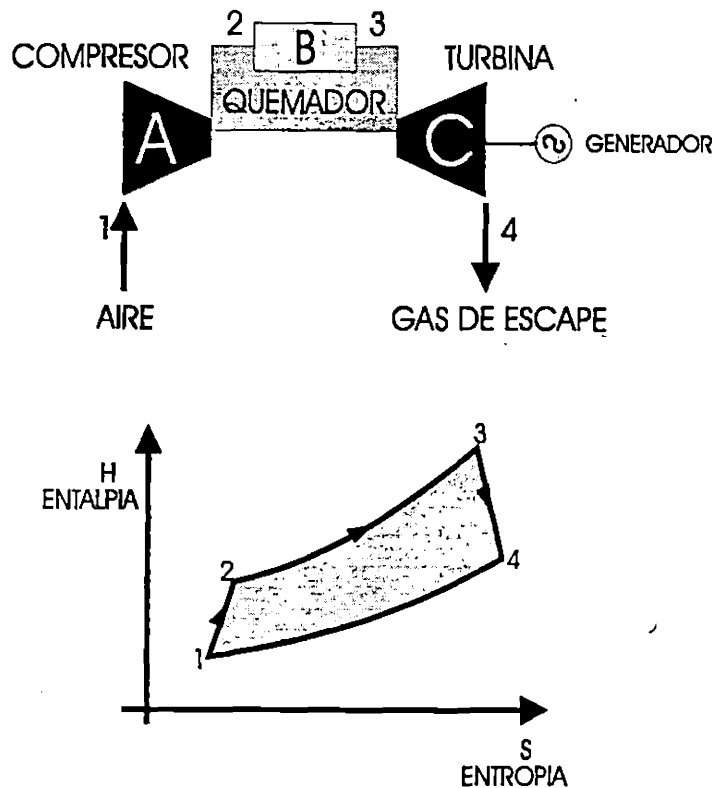
La sustancia de trabajo de estas turbinas, es una mezcla del aire del medio ambiente y combustible líquido o gaseoso, atomizado en la cámara de combustión, en donde se aprovecha el alto contenido de oxígeno contenido en el aire, el cuál luego del incremento de presión en el compresor, y una adición de temperatura en una cámara de combustión, sale de la turbina a baja presión pero con una alta temperatura.

Una planta de generación a gas está compuesta básicamente por los siguientes elementos:

- **Compresor:** Comúnmente se utilizan dos tipos de compresores en las turbinas a Gas: Axiales o Centrífugos, siendo el primero el más utilizado en las turbinas actuales.
- **Cámara de Combustión:** Es el sitio donde se lleva a cabo la mezcla aire / combustible para la combustión; existen de varios tipos los que se designan dependiendo de su forma. Así: Anular, Tambor de flujo directo, tambor de flujo inverso y combustores tipo silo.
- **Turbina:** Puede ser de una, dos o tres presiones.
- **Generador:** Existen de varios tipos dependiendo del tipo de refrigeración que se emplea, así por ejemplo a los refrigerados por circuito cerrado de aire se les denomina TEWAC (Totally Enclosed Water Air Cooling).
- **Chimenea de escape de los gases:** Es el dispositivo a través del cuál fluyen los gases de salida de la turbina a gas de vuelta hacia la atmósfera.

El proceso puede ser visualizado en el siguiente diagrama:

FIGURA 12 - CICLO BRAYTON



En el punto 1, el compresor toma aire del exterior a una presión  $P_1$  Atmosférica, y lo comprime hasta una presión  $P_2$ , que depende directamente de la capacidad y Número de etapas del compresor.

En el punto 2, el aire pasa a una cámara de combustión, donde se le suministra calor y se mezcla directamente con el combustible, dándose la combustión de la mezcla y elevando la temperatura de los gases.

En el punto 3, el aire caliente y a una elevada presión, pasa a la Turbina, donde se expande a una presión menor, luego de convertir la energía térmica de los gases en rotación en la Turbina.

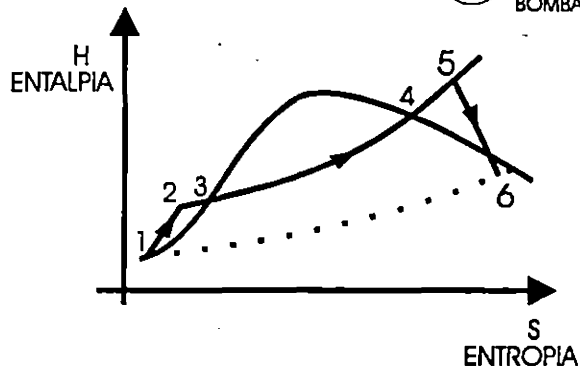
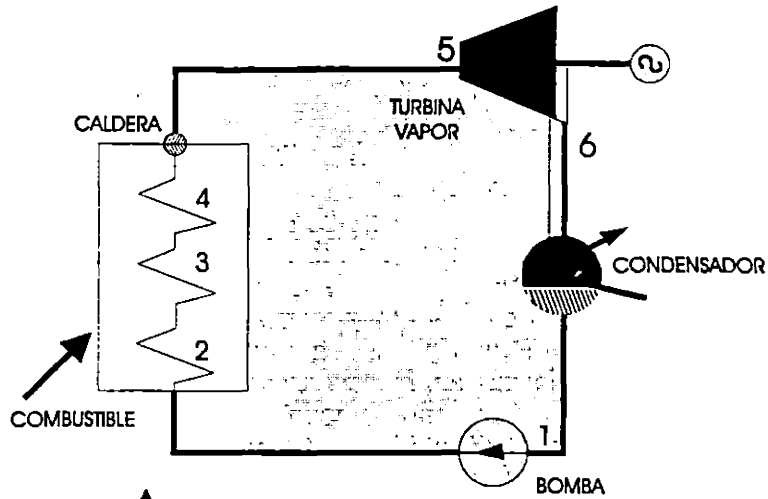
La potencia desarrollada por la Turbina, se utiliza para accionar el compresor, y también para generar electricidad en un generador acoplado al mismo eje, generalmente, aproximadamente el 50 % de la potencia desarrollada por la turbina se utiliza para accionar el compresor.

En el punto 4, el gas de salida de la Turbina, fluye al escape, y finalmente a la chimenea por donde es evacuado al exterior.

La temperatura más baja en el ciclo,  $T_1$ , tiene como límite las condiciones ambientales de donde se está tomando el aire.

La temperatura más alta,  $T_3$ , está limitada por los materiales con los cuáles se encuentra construida la Turbina, y los métodos de enfriamiento para proteger los elementos expuestos a altas temperaturas.

FIGURA 13 - CICLO RANKINE



## 9. GLOSARIO DEL SECTOR ELECTRICO

- A -

**Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales.** Dependencia del Centro Nacional de Despacho adscrita a Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P., encargada del registro de los contratos de energía a largo plazo; de la liquidación, facturación, cobro y pago del valor de los actos o contratos de energía en la bolsa por generadores y comercializadores; del mantenimiento de los sistemas de información y programas de computación requeridos; y del cumplimiento de las tareas necesarias para el funcionamiento adecuado del Sistema de Intercambios Comerciales (SIC).

**Agente Económico.** Cualquiera de las personas a las que se refiere el artículo 15 de la ley 142 de 1994.

**Agente Comercializador.** Es la empresa registrada ante el Administrador SIC que realiza la comercialización de energía.

**Agente Generador.** Es la empresa registrada ante el Administrador del SIC que realiza la actividad de generación de energía.

**Áreas Operativas** Un área operativa comprende un conjunto de subestaciones, recursos de generación y demanda que presentan alguna restricción eléctrica que limitan los intercambios con el resto del sistema. En el Documento de Parámetros Técnicos del SIN se presentan las áreas operativas que integran el SIN.

El CND recomienda, para aprobación del CNO, las modificaciones a las áreas operativas cuando sea necesario de acuerdo con cambios en la configuración del SIN.

**Autogenerador.** Agente económico que produce y consume energía eléctrica en un solo punto de extensión continua, exclusivamente para atender sus propias necesidades y que no usa, comercializa o transporta su energía con terceros o con personas vinculadas económicamente.

- B -

**Bolsa de Energía.** Sistema de información, manejado por el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales, sometido a las reglas que adelante aparecen, en donde los generadores y comercializadores del mercado mayorista ejecutan actos de intercambio de ofertas y demandas de energía, hora a hora, para que el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales ejecute los contratos resultantes en la bolsa de energía, y liquide, recaude y distribuya los valores monetarios correspondientes a las partes y a los transportadores.

- C -

**Capacidad Disponible Horaria para Generación** Es la máxima cantidad de potencia sin sobrecarga (MW) que puede suministrar por razones técnicas una unidad de generación durante una hora determinada.

**Capacidad de Respaldo.** Es la capacidad de generación no necesaria para atender la demanda en el Sistema Interconectado Nacional al nivel de confiabilidad de 95%, pero que se encuentra disponible para atender la demanda en casos extremos de acuerdo a los criterios de flexibilidad y vulnerabilidad adoptados por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) en la elaboración del plan de expansión de referencia.

**Capacidad Efectiva** Es la máxima cantidad de potencia neta (expresada en valor entero en MW) que puede suministrar una unidad de generación en condiciones normales de operación. Los valores se presentan en el Documento de Parámetros Técnicos del SIN. Estos valores deben ser registrados y validados por los propietarios de los generadores al CND.

**Capacidad Propia de Generación.** Se entiende por capacidad propia de generación de una empresa la capacidad disponible en centrales de su propiedad en funcionamiento o en proceso de construcción, o la capacidad en centrales de propiedad de terceros contratada en firme a la fecha de vigencia de esta resolución.

**Capacidad Remanente.** Es el resultado de descontar de la Disponibilidad Declarada de cada unidad generadora: la reserva rodante y el valor máximo entre las generaciones mínimas técnicas, por seguridad y por AGC.

**Comercialización de Energía Eléctrica.** Actividad consistente en la compra y venta de energía eléctrica en el mercado mayorista y su venta con destino a otras operaciones en dicho mercado o a los usuarios finales.

**Comercializador.** Persona natural o jurídica cuya actividad principal es la comercialización de energía eléctrica.

**Consignación de Equipos.** Es el procedimiento mediante el cual se autoriza el retiro de operación de un equipo, una instalación o de parte de ella para mantenimiento.

**Consignación Nacional.** Es el nombre que se da al mantenimiento de los equipos del SIN, cuya indisponibilidad afecta los límites de intercambio de las áreas operativas, las generaciones mínimas de seguridad de las plantas térmicas e hidráulicas, disminuye la confiabilidad de la operación del SIN, o cuando limitan la atención de la demanda.

**Consumo Propio.** Es el consumo de energía y potencia, requerido por los sistemas auxiliares de una unidad generadora o una subestación.

**Costo dual.** Precio sombra asociado a la restricción de balance de masa para un embalse en la solución de programación lineal.

**Costo Incremental.** Es el costo en que incurre un generador para incrementar o disminuir su producción en una unidad.

**Costo Incremental de Racionamiento.** Es el costo económico en que se incurre cuando se deja de atender una unidad de demanda.

**Costo Incremental Operativo de Racionamiento de Energía.** Es el costo incremental de cada una de las plantas de racionamiento modeladas en las metodologías del Planeamiento Operativo. Sus valores se definen como:

**Costo CRO1.** Es el costo económico marginal de racionar 1.5% de la demanda de energía del SIN. Tiene un rango de validez entre 0 y 1.5% de la demanda de energía respectiva.

**Costo CRO2.** Es el costo económico marginal de racionar 5% de la demanda de energía del SIN. Tiene un rango de validez entre 1.5 y 5% de la demanda de energía respectiva.

**Costo CRO3.** Es el costo económico marginal de racionar 10% de la demanda de energía del SIN. Tiene un rango de validez para racionamientos superiores al 5% de la demanda de energía respectiva.

Estos costos son revaluados anualmente por la UPME para ser aplicados a partir del comienzo de la estación de invierno y actualizados mensualmente de acuerdo con las proyecciones oficiales de los índices de precios al consumidor nacional.

**Costo Marginal del Sistema.** Es el aumento en el costo total operativo del sistema debido al incremento de la demanda del mismo en una unidad. El costo adicional es imputable únicamente a unidades de generación flexibles y con nivel de generación superior a cero.

**Costo Mínimo Optimizado.** es el que resulta de un plan de expansión de costo mínimo.

**Costos Incrementales Comerciales de las Plantas de Racionamiento de Energía.** Para la facturación de intercambios de corto plazo se define una curva escalonada de costos incrementales de racionamiento de dos segmentos. El valor de cada segmento es el costo incremental de cada una de las dos plantas de racionamiento definidos así:

- **Costo CRC1:** Es el valor promedio ponderado a nivel nacional de las tarifas promedio de venta al usuario residencial de las empresas y electrificadoras del sistema interconectado, condicionado a que sea mayor, al menos en un 1%, que el mayor costo incremental de las plantas que se consideren disponibles y conectadas al sistema integrado en el horizonte de largo plazo. Tiene un rango de validez entre 0 y 2% de la demanda de energía respectiva.

- **Costo CRC2:** Es el mayor valor que se obtenga al comparar las tarifas promedio de venta al usuario residencial que tengan las empresas o electrificadoras del sistema interconectado, condicionado a que sea mayor, al menos en un 1%, que el costo CRC1. Tiene un rango de validez para racionamientos superiores al 2% de la demanda de energía respectiva.

Estos costos serán revaluados anualmente para ser aplicados a partir del comienzo de la estación de invierno y actualizados mensualmente de acuerdo con el incremento tarifario aprobado para la Electrificadora con base en la cual se define el costo CRC2.

**Costos Terminales.** Son los costos de oportunidad del agua almacenada en los embalses que representan la operación de un sistema en un horizonte futuro.

**Cuenta de Variaciones:** Es la diferencia entre el programa de despacho horario de los recursos de generación de un área operativa y la generación real de los mismos.

La cuenta de variaciones será medida inicialmente, hasta la entrada en operación de los centros de control de las empresas, en forma global como desviaciones al programa de intercambios de cada área operativa.

**Cuenta de Variación de Racionamientos de Energía.** Es la diferencia entre el racionamiento preventivo programado para un área operativa durante un día determinado y el racionamiento realizado en esa área durante ese día.

- D -

**Demanda Autónoma.** Se denomina con este nombre la demanda pronosticada para cada empresa incluyendo pérdidas internas pérdidas fijas de la red de interconexión y consumos propios de la empresa.

**Demanda Autónoma Horaria Modificada.** Consiste en la demanda autónoma horaria de cada empresa modificada por intercambios de largo plazo, pérdidas de interconexión, intercambios de energía de emergencia, racionamientos programados y cuenta de variaciones.

**Demanda Horaria Modificada.** Es la demanda horaria modificada por racionamientos programados.

**Demanda Horaria por Areas Operativas.** Para efectos de reporte del programa de despacho horario se define con este nombre a la demanda horaria de cada área operativa modificada por racionamientos programados.

**Despacho Ideal.** Es la programación de generación que se realiza a posteriori por el Sistema de Intercambios Comerciales (SIC), la cual atiende la demanda real con la disponibilidad real de las plantas de generación. Este despacho se realiza considerando la oferta de precios por orden de méritos de menor a mayor, sin considerar las diferentes restricciones que existen en el sistema, excepto por las condiciones de inflexibilidad de las plantas generadoras.

**Despacho Programado.** Es el programa de generación que realiza el Centro Nacional de Despacho (CND), denominado Redespacho en el Código de Redes, para atender una predicción de demanda y sujeto a las restricciones del sistema, considerando la declaración de disponibilidad, la oferta en precios y asignando la generación por orden de méritos de menor a mayor.

**Despacho Real.** Es el programa de generación realmente efectuado por los generadores, el cual se determina con base en las mediciones en las fronteras de los generadores.

**Despejar Campos.** Maniobra que consiste en abrir los seccionadores adyacentes al interruptor de un campo que fue abierto previamente.

**Disponibilidad Comercial.** Es la disponibilidad calculada por el SIC, la cual considera la declaración de disponibilidad de los generadores, modificada cuando se presenten cambios en las unidades de generación en la operación real del sistema



**Disponibilidad de Elementos.** Los elementos del sistema interconectado tales como líneas de transmisión, transformadores y unidades de generación se encuentran disponibles cuando pueden ser utilizados para cumplir sus funciones.

**Disponibilidad Declarada para el Despacho Económico y Redespacho.** Es la máxima cantidad de potencia neta (expresada en valor entero en MW) que un generador puede suministrar al sistema durante el intervalo de tiempo determinado para el Despacho Económico o Redespacho, reportada por la empresa propietaria del generador.

**Disponibilidad para Distribución de Reserva Rodante.** Se consideran disponibles para reserva rodante las unidades de generación de cada área operativa que tengan la capacidad de efectuar cambios frecuentes de generación y que estén disponibles para generación. En caso de unidades de generación hidráulica que presentan vertimientos en su embalse asociado en el horizonte del corto plazo se consideran indisponibles para reserva rodante. Igualmente se consideran indisponibles para reserva rodante las plantas de un área operativa cuando por razón del límite de importación del área la reserva rodante ocasione racionamiento en el área.

**Disponibilidad para Generación.** Es la máxima cantidad de potencia neta (MW) que un generador puede suministrar al sistema durante un intervalo de tiempo determinado.  
**Distribución de Electricidad.** Es la actividad de transportar energía a través de una red de distribución a voltajes iguales o inferiores a 115 kV.

**Distribuidor Local.** Persona natural o jurídica que opera y transporta energía eléctrica en un sistema de distribución local.

**Duración de Mantenimientos.** Es el período de tiempo necesario para efectuar cada uno de los mantenimientos requeridos por las unidades de generación.

- E -

**Empresa.** Son empresas aquellas que se ajusten a la definición del artículo 25 del Código de Comercio, las empresas industriales y comerciales del Estado, y especialmente, las empresas de servicios públicos a las que se refiere la Ley 142 de 1994.

**Empresas de Servicios Públicos.** Las que regula el capítulo I del Título I, de la Ley 142 de 1994.

**Empresa de Servicios Públicos Oficial.** Es aquella en cuyo capital la Nación, las entidades territoriales, o las entidades descentralizadas de aquella o estas tienen el 100% de los aportes.

**Empresa de Servicios Públicos Mixta.** Es aquella en cuyo capital la Nación, las entidades territoriales, o las entidades descentralizadas de aquella o éstas tienen aportes iguales o superiores al 50%.

**Empresa de Servicios Públicos Privada.** Es aquella cuyo capital pertenece mayoritariamente a particulares, o a entidades surgidas de convenios internacionales que

---

deseen someterse íntegramente para estos efectos a las reglas a las que se someten los particulares.

**Energía Confiable.** Es la máxima cantidad de demanda de energía que puede atender una planta o grupo de plantas en un mes sin exceder el límite de confiabilidad  $VERE=2\%$  de dicha demanda.

**Energía Firme del Sistema Integrado.** Es la máxima demanda mensual de energía en GWh que puede suplir el conjunto de plantas del sistema integrado cumpliendo el límite de confiabilidad utilizado en el planeamiento de la expansión en condiciones estacionarias.

**Energía y Potencia Firmes.** Es el aporte incremental en energía y potencia de las plantas de generación de una empresa al Sistema Interconectado Nacional, el cual se efectúa con una confiabilidad de 95% y se calcula con base en una metodología aprobada por la Comisión y en los modelos de planeamiento operativo utilizados en el sistema interconectado nacional.

**Estación de Invierno.** Período comprendido entre el 1o. de mayo y el 30 de noviembre de cada año.

**Estación de Verano.** Período comprendido entre el 1o. de diciembre de cada año y el 30 de abril del año siguiente.

**Estado de Alerta.** Es un estado de operación que se encuentra cercano a los límites de seguridad y que ante la ocurrencia de una contingencia se alcanza un estado de emergencia.

**Estado de Emergencia.** Es el estado de operación que se alcanza cuando se violan los límites de seguridad del sistema de potencia o que no se puede atender totalmente la demanda.

**Estatismo.** Es la variación porcentual de la frecuencia por cada unidad de variación porcentual de la carga en un generador.

**Etapa de Pruebas.** Es el período previo a la puesta en operación comercial de un equipo del SIN, o de equipos existentes cuando entran en operación después de un mantenimiento prolongado. La fecha de iniciación de la operación comercial es definida por la empresa propietaria.

**Excedentes.** Es la máxima cantidad de potencia (MW) o energía (GWh) que podría una empresa vender en un mes y se calcula como la diferencia positiva entre la energía o potencia confiables de la empresa y su demanda autónoma.

**Factor de Diversidad.** Es la relación existente entre la demanda máxima de potencia de un sistema y la suma de las demandas máximas de potencia de los subsistemas que lo conforman.

**Factor de Diversidad Mensual.** Es la relación existente para cada mes entre la demanda máxima de potencia del sistema integrado y la suma de las demandas de potencia de las empresas socias en la hora durante la cual se presenta la máxima demanda del sistema integrado.

**Frecuencia de Mantenimientos.** Es la periodicidad con la cual se efectúan mantenimientos programados a los equipos del SIN. Se mide en horas de operación.

**Frecuencia de Utilización.** Es la frecuencia con la cual deben ser actualizados los resultados de cada una de las metodologías necesarias para efectuar el planeamiento de la operación del SIN.

**Fronteras.** A partir de los siguientes criterios se definen las fronteras comerciales del Mercado Mayorista de energía eléctrica: los puntos de entrega de energía neta de los Generadores a cualquiera de las redes de transmisión o de Distribución, en el nivel de alta tensión de la red; los puntos de conexión entre los equipos de un Transportador y de un Distribuidor. En conexiones de transformación, la frontera estará ubicada en el lado de alta del equipo; los puntos de consumo de energía de los Grandes Consumidores atendidos por Comercializadores diferentes al Distribuidor local o que estén conectados directamente a una red de transmisión. En el caso de redes de distribución la ubicación de la frontera se hará por acuerdo entre el Usuario y la empresa de Distribución, mientras que en el caso de redes de transmisión la frontera se ubicará en el nivel de tensión de la red de transmisión; los puntos de conexión entre equipos de empresas Transportadoras, según acuerdo entre las partes; los puntos de conexión entre equipos de empresas Distribuidoras, según acuerdo entre las partes; En caso de que la frontera deba definirse por acuerdo y éste no se logre se llevará el caso ante la CREG.

En caso de que la ubicación de los equipos de medida no coincida con la frontera comercial establecida en los puntos anteriores, las lecturas de energía se afectarán por medio de factores de ajuste que reflejen las pérdidas reales de los equipos de transporte o transformación involucrados, según el caso. Los criterios para calcular los factores de ajuste se acordarán entre los interesados. Cuando no se logre acuerdo en este tema se aplicarán los procedimientos de solución de controversias establecidos en el Código. Como última instancia se llevará el caso a la CREG.

**Fronteras Comerciales.** Se definen como fronteras comerciales, los lugares físicos que para efectos comerciales se consideran como puntos de recepción y entrega de energía y potencia.

- G -

**Generación Bruta.** Es la generación de la planta medida por contadores instalados en los bornes del generador.

**Generación Neta.** Es la generación entregada por una planta al SIN en el punto de conexión.

**Generación Mínima Obligatoria.** Es el máximo entre la generación mínima por seguridad de una planta y la generación mínima técnica de las unidades requeridas de la planta.

**Generación Mínima por Seguridad.** Es la mínima generación requerida para soportar la tensión y aliviar sobrecargas en alguna zona del STN, STR o Sistema de Distribución Local..

**Generación Mínima Técnica.** Es la mínima generación que puede tener una unidad de generación en condiciones normales de operación. En el Documento de Parámetros Técnicos del SIN se presentan las generaciones mínimas técnicas. Estos valores deben ser registrados y validados por las empresas ante el CND.

**Generador.** Persona natural o jurídica que produce energía eléctrica, que tiene por lo menos una central conectada al SIN con una capacidad efectiva total en la central superior a los 20 MW o aquellos que tienen por lo menos una central de capacidad efectiva total menor o igual a 20 MW conectada al SIN, que soliciten ser despachados centralmente.

**Gran Consumidor.** Persona natural o jurídica, con una demanda máxima igual o superior a 2 MW por instalación legalizada, cuyas compras de energía eléctrica se realizan a precios acordados libremente.

- H -

**Hidrología Crítica.** Para cada río en cada mes se define como hidrología crítica el caudal con probabilidad multivariada estacional del 80% de ser superada.

**Horas de Baja Carga.** Corresponden a los intervalos de tiempo comprendidos entre las 0 y las 6 horas de todos los días.

**Horas de Desconexión Forzada.** Es el número de horas que un equipo del SIN permanece fuera de servicio por razones de fallas.

**Horas de Desconexión Programada.** Es el número de horas que un equipo del SIN permanece fuera de servicio por razones de mantenimientos programados.

**Horas de Media Carga.** Corresponden a los intervalos de tiempo no incluidos dentro de las horas de punta ni las horas de baja carga. Esto es, los períodos 6-9, 12-18 y 21-24 de los días no festivos y los períodos 6-24 de los días festivos.

**Horas de Servicio.** Consiste en el número de horas que una unidad de generación estuvo en operación, es decir, disponible y conectada al sistema.

**Horas de Punta.** Se definen con este nombre las horas comprendidas dentro de los períodos de punta.

**Horizonte.** Es el período de tiempo cubierto por cada una de las etapas del Planeamiento Operativo denominadas largo, mediano y corto plazo.

**Horizonte del Planeamiento Operativo.** Es el período de tiempo cubierto por cada una de las etapas del Planeamiento Operativo denominadas Largo, Mediano Plazo, Corto Plazo y muy Corto Plazo. El horizonte del Largo Plazo es de cinco años, el Mediano Plazo de cinco semanas, el Despacho Económico de 24 horas y el Muy Corto Plazo desde la hora actual hasta el final del día.

- | -

**Importaciones Efectivas.** Para cada una de las empresas Interconectadas y para cada uno de los subperíodos del día se determinan las importaciones efectivas por contadores de energía como la sumatoria de las importaciones efectuadas por la empresa en cada una de sus fronteras comerciales, descontando aquella energía importada en tránsito hacia otras empresas.

**Indisponibilidad de Corto Plazo de Unidades Generadoras (ICP).** Es la parte de la indisponibilidad histórica para cada unidad generadora ocasionada por eventos diferentes a mantenimientos programados en los últimos tres (3) años. Se calcula a partir de la fórmula :

$$(1-IH) = (1-ICP)(1-IMP)$$

Este cálculo se efectúa sobre las horas de máxima demanda para análisis de potencia (ICPP) y sobre todas las horas del período para análisis energéticos (ICPE). Se expresa en por unidad de su capacidad efectiva y se reevalúa estacionalmente. Se utiliza para modelar la disponibilidad de unidades de generación en las metodologías de Largo Plazo durante el primer año del horizonte y en el segundo horizonte del Mediano Plazo.

**Indisponibilidad Histórica de Unidades Generadoras (IH).** Es la indisponibilidad para cada unidad generadora ocasionada por limitaciones de su capacidad efectiva y por desconexiones programadas o no programadas durante los tres (3) últimos años.

Se calcula como la diferencia entre la capacidad efectiva de la unidad generadora y la capacidad disponible horaria de la unidad, promediada sobre los tres (3) últimos años. Se evalúa sobre todas las horas de máxima demanda de los tres últimos años para análisis de potencia (IHP) y sobre todas las horas para análisis energéticos (IHE).

Se expresa en por unidad (p.u.) de su capacidad efectiva y se utiliza para modelar la disponibilidad de las unidades de generación en las metodologías de Largo Plazo durante los meses posteriores al primer año del horizonte.

**Indisponibilidad por Mantenimientos Históricos Programados (iMP).** Es la indisponibilidad en (p.u.) para cada unidad generadora de su capacidad efectiva atribuible

a los mantenimientos programados durante los últimos tres años. Se revalúa estacionalmente y se emplea para calcular el índice de Indisponibilidad de Corto Plazo (ICP).

**Inflexibilidad de Unidades.** Una unidad es inflexible cuando las características técnicas de la unidad hacen que genere en una hora a pesar de que su precio de oferta es superior al costo marginal del sistema, o cuando se modifica la disponibilidad declarada después de la hora de cierre de las ofertas y antes del período de reporte de cambios para el redespacho.

**Intercambios de Largo Plazo.** Con el fin de cumplir los límites de confiabilidad y distribuir la reserva del sistema se definen a nivel mensual para el horizonte del largo plazo intercambios de energía y potencia entre las empresas interconectadas.

**Intercambios de Largo Plazo por Necesidades.** Son los intercambios a largo plazo requeridos para cubrir las necesidades de las empresas.

**Intercambios de Largo Plazo por Reserva.** Son los intercambios a largo plazo definidos para distribuir entre las empresas la reserva de energía y potencia del sistema.

**Intercambios de Energía de Emergencia.** Son los intercambios de energía resultantes de distribuir racionamientos entre las empresas y corresponden a la cantidad de energía racionada por una empresa para ser entregada a otra.

- J -

- K -

- L -

**Límite de Confiabilidad de Energía.** Es el máximo nivel aceptable de riesgo en el suministro de la demanda de energía. Este nivel de riesgo se mide con el índice valor esperado de racionamiento de energía (VERE), expresado en términos de porcentajes de la demanda mensual de energía y tiene un valor del 1.5%, obtenido como el máximo valor en el cual se puede reducir la demanda de energía mediante reducción de voltaje y frecuencia, sin desconexión de circuitos. Adicionalmente, se tiene el índice valor esperado de racionamiento de energía condicionado (VEREC), correspondiente al valor esperado de racionamiento en los casos en que se presenta, cuyo valor límite es el 3% de la demanda de energía y el número de casos con racionamiento, cuyo límite es 5 casos.

**Límite de Confiabilidad de Potencia.** Es el máximo nivel aceptable de riesgo en el suministro de la demanda de potencia. Este nivel de riesgo se mide con el índice valor esperado de racionamiento de potencia (VERP), expresado en términos de porcentaje de la demanda mensual de potencia y tiene un valor del 1%, obtenido como el máximo valor en el cual se puede reducir la demanda de potencia mediante reducción de voltaje y frecuencia sin desconexión de circuitos.

Para el valor esperado de racionamiento de potencia a Corto Plazo (VERPC) se adoptó un límite equivalente al 1% del (VERP) a Largo Plazo.

- M -

**Mantenimiento Programado.** Es el mantenimiento de equipos que es reportado por las empresas al CND para ser considerado en la coordinación integrada de mantenimientos.

**Mercado Libre.** Es el mercado de energía eléctrica en que participan los usuarios no regulados y quienes los proveen de energía eléctrica.

**Mercado Mayorista.** Conjunto de sistemas de intercambio de información entre generadores y comercializadores de grandes bloques de energía eléctrica en el sistema interconectado nacional, para realizar contratos de energía a largo plazo y en bolsa sobre cantidades y precios definidos, con sujeción al Reglamento de Operación y demás normas aplicables.

**Mercado Regulado.** Es el mercado de energía eléctrica en que participan los usuarios regulados y quienes los proveen de electricidad.

**Modo Jerárquico de AGC.** Es el modo de regulación de frecuencia en el cual más de un agente generador (Planta o CRD) comparte la regulación secundaria de la frecuencia con factores de participación previamente acordados para cada uno de ellos y coordinados por el CND.

- N -

**Necesidades.** Es la cantidad de potencia (MW) o energía (GWh) que debería comprar una empresa durante cada uno de los meses del horizonte y se calcula como la diferencia positiva entre la demanda autónoma de la empresa y su energía o potencia confiables.

**Nivel Dual.** Nivel de embalse resultante en el punto de solución de una optimización realizada con programación lineal.

**Nivel Máximo Físico.** Es la capacidad de almacenamiento de agua en un embalse.

**Nivel Máximo Operativo.** Es el volumen de agua resultante de la diferencia entre el volumen útil y el volumen de espera.

**Nivel Mínimo Físico.** Es la cantidad de agua almacenada que por condiciones de su captación no es posible utilizar para la generación de energía eléctrica.

**Nivel Mínimo Operativo Inferior.** Es un límite operativo de un embalse, por debajo del cual el precio de oferta de las plantas asociadas debe ser mayor que el precio de oferta más alto del SIN en cada hora.

**Nivel Mínimo Operativo Superior.** Es un límite operativo de un embalse, por debajo del cual la energía almacenada solo se permite utilizar si todas las unidades térmicas están despachados.

**Niveles Mínimos Operativos de Embalses.** Son niveles mensuales de embalses que constituyen una reserva energética para cubrir condiciones predeterminadas de confiabilidad.

**Número de Salidas.** Es el número de veces en las cuales una unidad de generación ha presentado salidas forzadas dentro del período analizado.

- O -

**Operación Autónoma.** Consiste en una forma hipotética de operación en la cual se simula la utilización de los recursos propios de una empresa como si estuviera aislada de las demás empresas para cubrir su demanda autónoma, modificada por las pérdidas fijas de interconexión e intercambios de largo plazo una vez estén éstos últimos definidos.

**Operación Integrada.** Es la forma de operación en la cual los recursos de generación centralmente despachados se utilizan para cubrir la demanda cumpliendo con los criterios adoptados, de seguridad, confiabilidad y calidad del servicio, y despacho por orden de mérito de costos.

**Orden de Méritos.** Ordenamiento con base en los precios de oferta de los generadores.

- P -

**Pérdidas de Interconexión.** Son las pérdidas de energía ocasionadas por los intercambios entre empresas, en la red de interconexión, y se descomponen en pérdidas fijas y pérdidas variables. En el anexo técnico se incluyen las líneas y transformadores que constituyen la red de interconexión.

**Pérdidas Fijas.** Se definen como pérdidas fijas a la energía requerida para energizar las líneas, transformadores y servicios auxiliares de la red de interconexión y por lo tanto no son función de los flujos por las líneas. Se determinan mediante análisis estadístico.

**Pérdidas Variables.** Se define como pérdidas variables a las pérdidas de energía causadas por el flujo de energía en la red de interconexión. Se determinan como la diferencia entre las pérdidas de interconexión y las pérdidas fijas.

**Período de Carga Máxima.** Corresponde a las horas comprendidas entre las 9:00 y las 12:00 horas y entre las 18:00 y las 21:00 horas del día.

**Período de Carga Media.** Corresponde a las horas comprendidas entre las 4:00 y las 9:00 horas, entre las 12:00 y las 18:00 horas, y entre las 21:00 y las 23:00 horas del día.  
**Período de Carga Mínima.** Corresponde a las horas comprendidas entre las 00:00 y las 4:00 horas y las 23:00 y las 24:00 horas.

**Período de Contratación.** Se entiende como período de contratación al período de tiempo para el cual se definen los contratos de intercambios de largo plazo de energía y



potencia entre las empresas. Se consideran a nivel anual dos períodos de contratación correspondientes a los períodos estacionales verano e invierno.

**Período de Regulación.** Es el mínimo período de tiempo durante el cual las decisiones de descarga de un embalse efectuadas al principio de ese período no afectan las decisiones de descarga del mismo embalse que se efectúan con posterioridad al período.

**Período de Resolución.** Es la unidad de tiempo utilizada en cada una de las metodologías empleadas para planear la operación.

**Períodos Estacionales.**

- a) Verano: comprendido entre diciembre 1 y abril 30.
- b) Invierno: comprendido entre mayo 1 y noviembre 30.

**Períodos de Punta:** Se definen con este nombre los períodos de tiempo durante los cuales la demanda diaria presenta sus valores más altos y corresponden a los intervalos horarios 9-12 y 18-21 de los días no festivos.

**Plan de Expansión de Costo Mínimo.** Plan de inversión a mediano y largo plazo, cuya factibilidad técnica, económica, financiera, y ambiental, garantiza minimizar los costos de expansión del servicio. Los planes oficiales de inversión serán indicativos y se harán con el propósito de garantizar continuidad, calidad, y confiabilidad en el suministro del servicio.

**Plantas Centralmente Despachadas.** Son todas las plantas de generación con capacidad efectiva mayor que 20 MW y todas aquellas menores o iguales a 20 MW que quieran participar en el Despacho Económico.

**Planta de Racionamiento.** Los racionamientos dentro de las metodologías utilizadas en el planeamiento de la operación se modelan como energía generada por plantas térmicas ficticias de costo incremental mayor que los costos incrementales de las demás plantas térmicas del sistema interconectado. En el caso de las metodologías de optimización y simulación se modelan tres plantas de racionamiento, la primera con costo incremental igual al valor definido como costo incremental de la planta de racionamiento CRO1 y capacidad de generación igual al 2% de la demanda de energía respectiva dividida por el número de horas del mes correspondiente, la segunda con un costo incremental igual al valor definido como costo incremental de la planta de racionamiento CRO2 y una capacidad de generación igual al 3% de la demanda de energía respectiva dividida por el número de horas del mes correspondiente, y la tercera con un valor CRO3 y una capacidad igual a la demanda total de potencia respectiva. Para la facturación de intercambios a corto plazo se consideran dos plantas de racionamiento, la primera con costo incremental igual al valor definido como costo incremental de la planta de racionamiento CRC1 y capacidad de generación igual al 2% de la demanda de energía respectiva dividida por el número de horas del mes correspondiente a la segunda con un costo incremental igual al valor definido como costo incremental de la planta de racionamiento CRO3 y una capacidad igual a la demanda total de potencia respectiva.

**Potencia Confiable del Sistema Integrado.** Es la máxima cantidad de demanda de potencia que se puede atender en el sistema integrado en un mes sin exceder el límite de confiabilidad  $VERP=1\%$  de dicha demanda.

**Potencia confiable por empresa.** Se define para una empresa como la diferencia entre la potencia confiable del sistema integrado con y sin las plantas de la empresa analizada.

**Programa de Despacho Económico Horario.** Es el programa de generación de las unidades SIN en cada una de las horas del día, producido por el Despacho Económico.

**Programa de Intercambios.** Para cada una de las áreas operativas del sistema interconectado se calcula el programa de intercambios a nivel horario como la diferencia entre su demanda pronosticada y la suma de las generaciones del programa de despacho de sus unidades. La demanda está modificada por racionamientos programados en la hora correspondiente.

**Programa de Generación.** Es la asignación de generación de las unidades o plantas despachadas centralmente.

- Q -

- R -

**Red Nacional de Interconexión.** Conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, incluyendo las interconexiones internacionales, destinadas al servicio de todos los integrantes del sistema interconectado nacional.

**Redes Regionales o Interregionales de Transmisión.** Conjunto de líneas de transmisión y subestaciones, con sus equipos asociados, destinadas al servicio de un grupo de integrantes del sistema interconectado nacional dentro de una misma área o áreas adyacentes, determinadas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

**Regulación Automática de Generación (AGC).** Es un sistema para el control de la regulación secundaria, usado para acompañar las variaciones de carga a través de la generación, controlar la frecuencia dentro de un rango de operación y los intercambios programados. El AGC, puede programarse en modo centralizado, descentralizado o jerárquico.

**Regulación Primaria.** Es la variación inmediata de la potencia entregada por el generador como respuesta a cambios de frecuencia en el sistema.

**Regulación Secundaria.** Es el ajuste automático o manual de la potencia del generador para restablecer el equilibrio carga-generación.

**Reserva Operativa de Energía.** Es la diferencia, en un mes determinado, entre la suma de las energías confiables de las empresas y la suma de las demandas autónomas de energía.

**Reserva Operativa de Potencia.** Es la diferencia, en un mes determinado, entre la suma de las potencias confiables de las empresas y la suma de las demandas autónomas de potencia.

**Reserva de Regulación Primaria.** Es aquella Reserva Rodante en las plantas que responden a cambios súbitos de frecuencia en un lapso de 0 a 10 segundos. La variación de carga de la planta debe ser sostenible al menos durante los siguientes 30 segundos.

**Reserva de Regulación Secundaria.** Es aquella Reserva Rodante en las plantas que responden a la variación de generación y que debe estar disponible a los 30 segundos a partir del momento en que ocurra el evento. Debe poder sostenerse al menos durante los siguientes 30 minutos de tal forma que tome la variación de las generaciones de las plantas que participaron en la regulación primaria.

**Reserva Operativa.** Es la diferencia entre la suma de las capacidades disponibles de las unidades generadoras y la suma de la generación programada de las mismas en la hora considerada.

**Reserva por Demanda.** Es la reserva de energía o potencia ocasionada por una reducción en la tasa esperada de crecimiento de la demanda.

**Reserva por Proyectos.** Es la reserva de energía o potencia ocasionada por la entrada en operación de una planta.

**Reserva Rodante.** Es la parte de la reserva operativa ubicada en plantas que están operando y puedan responder a cambios de generación en períodos de hasta 30 segundos.

**Respaldo.** Es la capacidad de generación de energía no necesaria para atender la demanda al nivel de confiabilidad de 95%, pero que se encuentra disponible para atender la demanda de energía en casos extremos de acuerdo con los criterios de flexibilidad y vulnerabilidad adoptados por la Unidad de Planeación Minero-Energética en la elaboración del Plan de Expansión de Referencia.

**Restablecimiento.** Es el procedimiento empleado para llevar al sistema de potencia de un estado de emergencia al estado normal de operación.

- S -

**Salida Forzada.** Es la desconexión intempestiva de un equipo por falla o defecto del propio equipo o de cualquier otro.

**Servicios Asociados de Generación de Energía.** Son servicios asociados con la actividad de generación los que prestan las empresas generadoras con sus unidades conectadas al Sistema Interconectado Nacional para asegurar el cumplimiento de las normas sobre calidad, confiabilidad y seguridad en la prestación del servicio. Incluye entre otros, la generación de potencia reactiva, la Reserva Primaria y de AGC, de acuerdo con las normas respectivas establecidas en el Reglamento de Operación.

**Servicios Auxiliares.** Son equipos que participan en el funcionamiento de los generadores y subestaciones, actuando en la alimentación de los equipos de mando y control de los mismos.

**Servicio Público de Electricidad o de Energía Eléctrica.** Comprende las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, de acuerdo con el artículo 1 de la Ley 143 de 1994 y el numeral 14.25 de la Ley 142 de 1994.

**Servicios Asociados de Generación de Energía.** Son servicios asociados con la actividad de generación los que prestan las empresas generadoras con sus unidades conectadas al Sistema interconectado Nacional para asegurar el cumplimiento de las normas sobre calidad, confiabilidad y seguridad en la prestación del servicio. Incluye entre otros, la generación de potencia reactiva, la Reserva Primaria y de AGC, de acuerdo con las normas respectivas establecidas en el Reglamento de Operación.

**Sincronización.** Es la conexión de dos sistemas de corriente alterna que están operando de forma separada.

**Sistema de Transmisión Nacional (STN).** Es el sistema de transmisión de energía eléctrica compuesto por el conjunto de líneas y subestaciones con sus equipos asociados, transformadores con sus respectivos módulos de conexión, que operan a tensiones iguales o superiores a 220 kV.

**Sistema de Transmisión Regional (STR).** Es el sistema interconectado de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes regionales o interregionales de transmisión, conformado por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV y que no pertenecen a un sistema de distribución local.

**Sistema de Distribución Local.** Sistema de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes de distribución municipales o distritales; conformado por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV que no pertenecen a un sistema de transmisión regional por estar dedicadas al servicio de un sistema de distribución municipal, distrital o local.

**Sistema de Intercambios Comerciales (SIC).** Conjunto de reglas y procedimientos establecidos en el Reglamento de Operación que permiten definir las obligaciones y acreencias de generadores, comercializadores y los transportadores por concepto de los actos o contratos de energía en la bolsa conforme al despacho central. El SIC incluye el proceso de liquidación del valor de los intercambios, la preparación y actualización del estado de cuenta de cada generador y comercializador que participa en la bolsa de energía y de los transportadores, y la facturación, pago y recaudo del valor de las transacciones realizadas en la misma bolsa.

**Sistema Interconectado Nacional.** Es el sistema compuesto por los siguientes elementos conectados entre sí: las plantas y equipos de generación, la red de

interconexión, las redes de transmisión, las redes de distribución y las cargas eléctricas de los usuarios, conforme a lo definido en la Ley 143 de 1994.

**Subperíodos Diarios.** Para efectos de modelaje en las metodologías de optimización a mediano y corto plazo el día se divide en seis (6) subperíodos diarios definidos como los intervalos horarios 0-6, 6-9, 9-12, 12-18, 18-21 y 21-24.

- T -

**Tasa de Descuento.** Se utiliza un valor de 12% como costo de oportunidad para el cálculo de valor presente de costos en las metodologías de optimización y simulación a largo plazo.

**Tasas de salida.** Se define con este nombre al coeficiente de indisponibilidad total de las unidades de generación y equivale al índice OR (Outage Rate).

**Tasa de Salidas Forzadas.** Es el número de salidas forzadas por hora de servicio.

**Tasa media de salidas forzadas.** Es el índice de confiabilidad de las unidades de generación definido como el número de salidas forzadas por hora de servicios.

**Transmisión.** Es la actividad consistente en el transporte de energía por sistemas de transmisión y la operación, mantenimiento y expansión de sistemas de transmisión, ya sean nacionales o regionales.

**Transmisión de Electricidad.** Es la actividad consistente en el transporte de energía por líneas de transmisión y la operación, mantenimiento y expansión de sistemas de transmisión, ya sean nacionales o regionales.

**Transportador.** Persona natural o jurídica que opera y transporta energía eléctrica en el sistema de transmisión nacional, en un sistema de transmisión regional o en un sistema de distribución local.

- U -

**Unidades Elegibles para Reserva Rodante.** Son aquellas unidades que cumplan con la definición de Reserva Rodante. En el Documento de Parámetros Técnicos del SIN, se presentan las unidades elegibles para Reserva Rodante.

**Unidades Elegibles para el AGC.** Son aquellas unidades que cumplan con la definición de AGC y con los requerimientos del Anexo C0-4. En el Documento de Parámetros Técnicos del SIN, se presentan las unidades elegibles para AGC.

**Usuario.** Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se denomina también consumidor.

**Usuario Regulado.** Persona natural o jurídica cuyas compras de electricidad están sujetas a tarifas establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

**Usuario No Regulado.** Persona natural o jurídica, con una demanda máxima superior a 2 Mw por instalación legalizada, cuyas compras de electricidad se realizan a precios acordados libremente. El nivel señalado podrá ser revisado por la Comisión.

- V -

**Valor Esperado de Racionamiento.** Es el índice de confiabilidad de suministro de demanda que se obtiene como la sumatoria, para todos los casos considerados, del producto entre la magnitud del déficit en cada caso y la probabilidad de ocurrencia del caso.

**Valor Esperado de Racionamiento de Energía (VERE).** Es el racionamiento promedio esperado de energía en un mes determinado y se expresa en (GWh) o en porcentaje de la demanda mensual de energía.

**Valor Esperado de Racionamiento de Energía Condicionado (VEREC).** Es el racionamiento promedio de energía de los casos con déficit en un mes determinado y se expresa en (GWh) o en porcentaje de la demanda mensual de energía.

**Valor Esperado de Racionamiento de Energía Estacional.** Es la suma en (GWh) del valor esperado de racionamiento de energía (VERE) para todos los meses de la estación.

**Valor Esperado de Racionamiento de Potencia (VERP).** Es el racionamiento promedio esperado de potencia en un mes determinado y se expresa en (MW) o en porcentaje de la demanda de potencia mensual.

**Valor Esperado de Racionamiento de Potencia a Corto Plazo (VERPC).** Es el racionamiento esperado de potencia evaluado para períodos de una hora.

**Valor Esperado de Racionamiento Estacional.** Es la suma en GWh del valor esperado de racionamiento de energía (VERE) para todos los meses de la estación.

**Ventanas de Mantenimiento.** Es el intervalo de tiempo (horas), dentro del cual se puede adelantar o atrasar el inicio de un mantenimiento preventivo requerido por una línea, transformador o unidad de generación.

**Volumen de Espera.** Es el espacio reservado en el embalse para amortiguar determinadas crecientes de los ríos que alimentan el embalse.

**Volumen Muerto.** Es la cantidad de agua que por condiciones de su captación no es posible utilizar para la generación de energía eléctrica.

**Volumen Útil.** Es el volumen de agua resultante de la diferencia entre el máximo físico y el nivel mínimo físico del embalse.

- W -

- X -

- Y -

- Z -

**Zonas no Interconectadas.** Area geográfica en donde no se presta el servicio público de electricidad a través del Sistema Interconectado Nacional.

C:\ASISTENC\PRESENTA\PERIODI3.DOC





Seminario

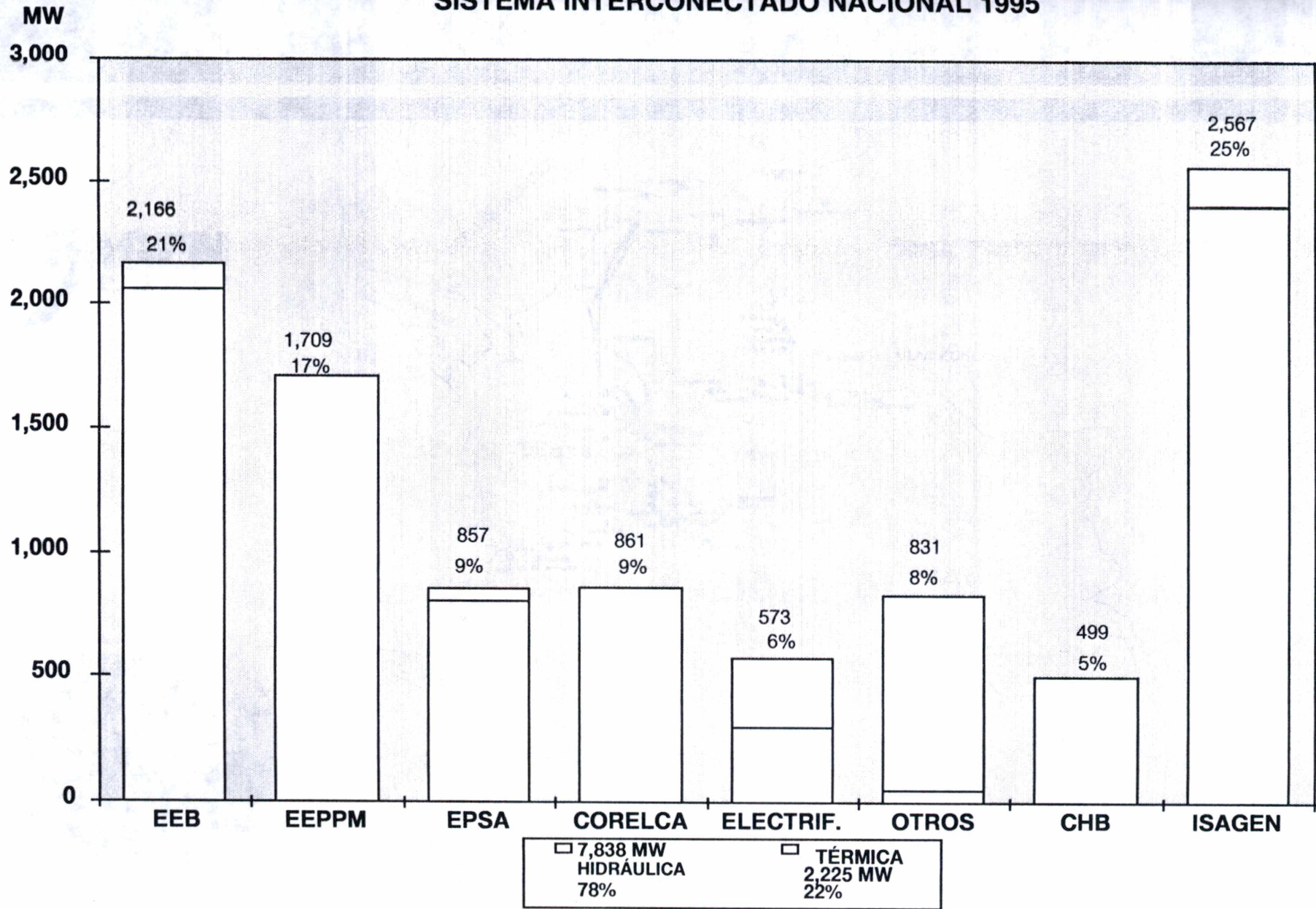
Especializado  
para Periodistas  
del Sector  
Eléctrico

**Estructura  
de la Industria  
Eléctrica  
en Colombia**

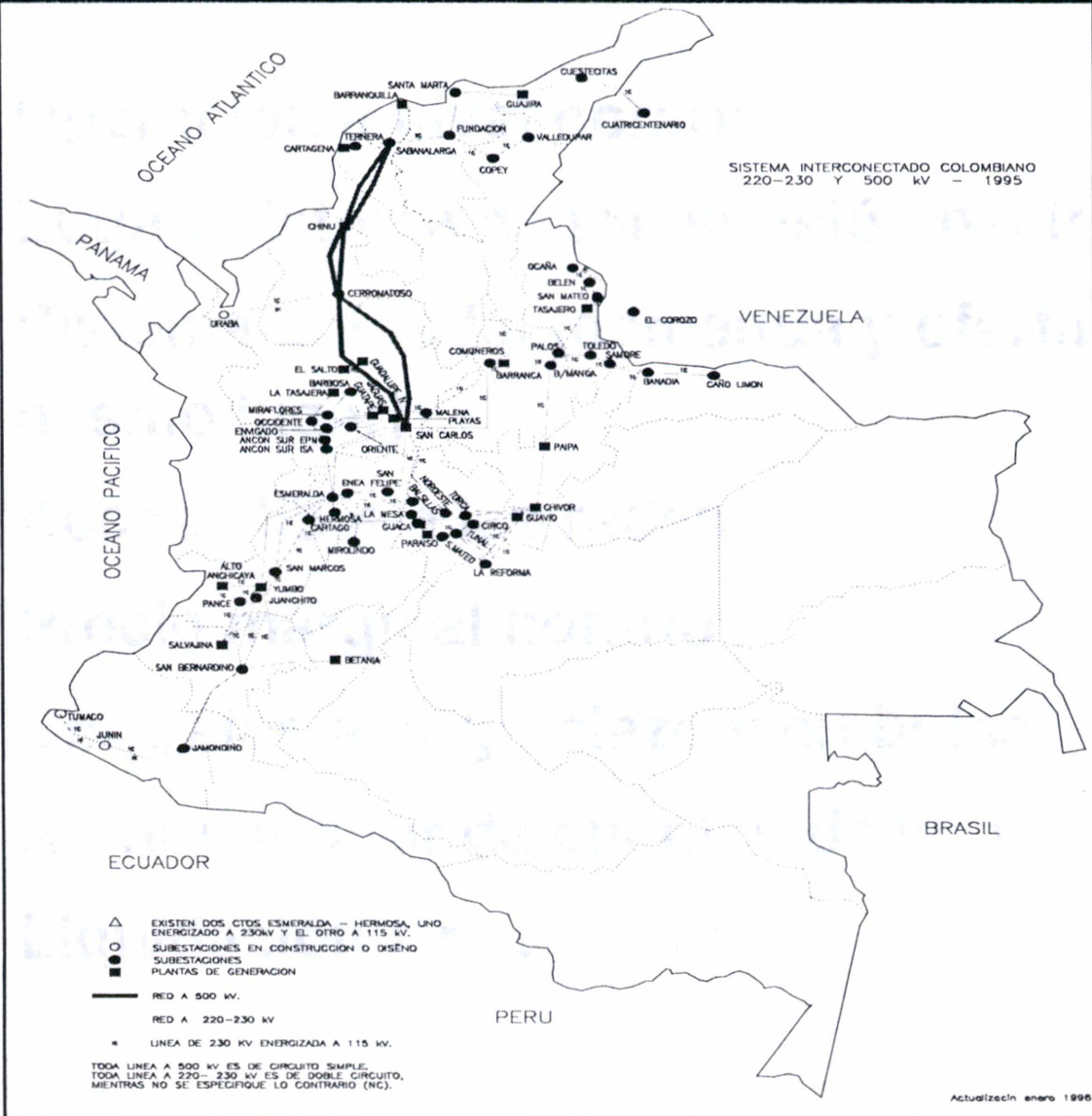




# CAPACIDAD EFECTIVA POR RECURSO SISTEMA INTERCONECTADO NACIONAL 1995



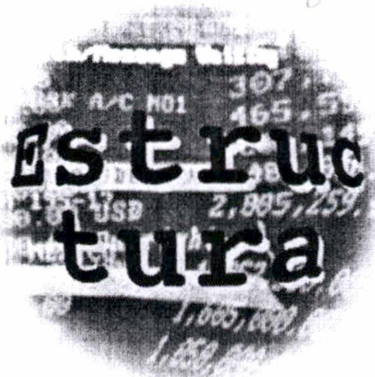
Otros incluye ICEL (123 MW), MIN-HACIENDA (343 MW), ECOPETROL (121 MW), Privados 244 MW)  
 Electrificadoras incluye CHEC-CQR, Tolima-Huila-Caquetá, Cedelca-Cedenar y Nordeste



# MERCADO MAYORISTA



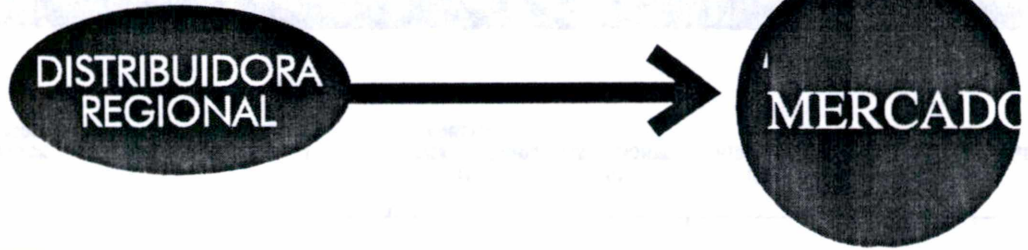
- Operación a nivel horario
- Lugar: sistema de transmisión nacional
- Sistema uninodal (demanda y oferta mismo lugar)
- Acceso libre a las redes
- Precio marginal horario
- Contratos a largo plazo y en bolsa
- Administrador de cuentas de la bolsa
- Liquidación a posteriori



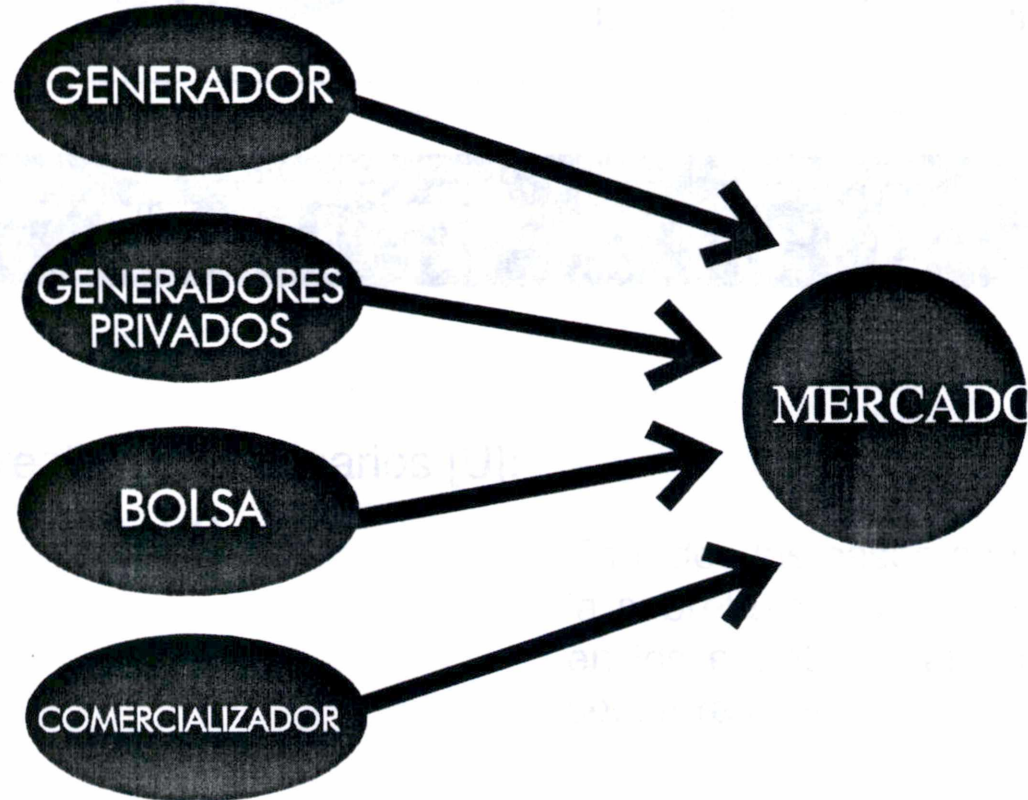
*Com del y  
Com del 11  
es del 11  
17 y 30%  
80%  
tamaño de Bal  
del 10%*

*Desempeño  
del cont.  
Comercial  
Distribución  
colaboración  
obrigados  
bs  
720 kv  
hacia -6 ps  
Emisor  
70% de los  
redes  
SAE  
70% de los  
transmisión  
Distribución  
indiferente  
aunque te crea  
firmas de  
operaciones de  
transmisión*

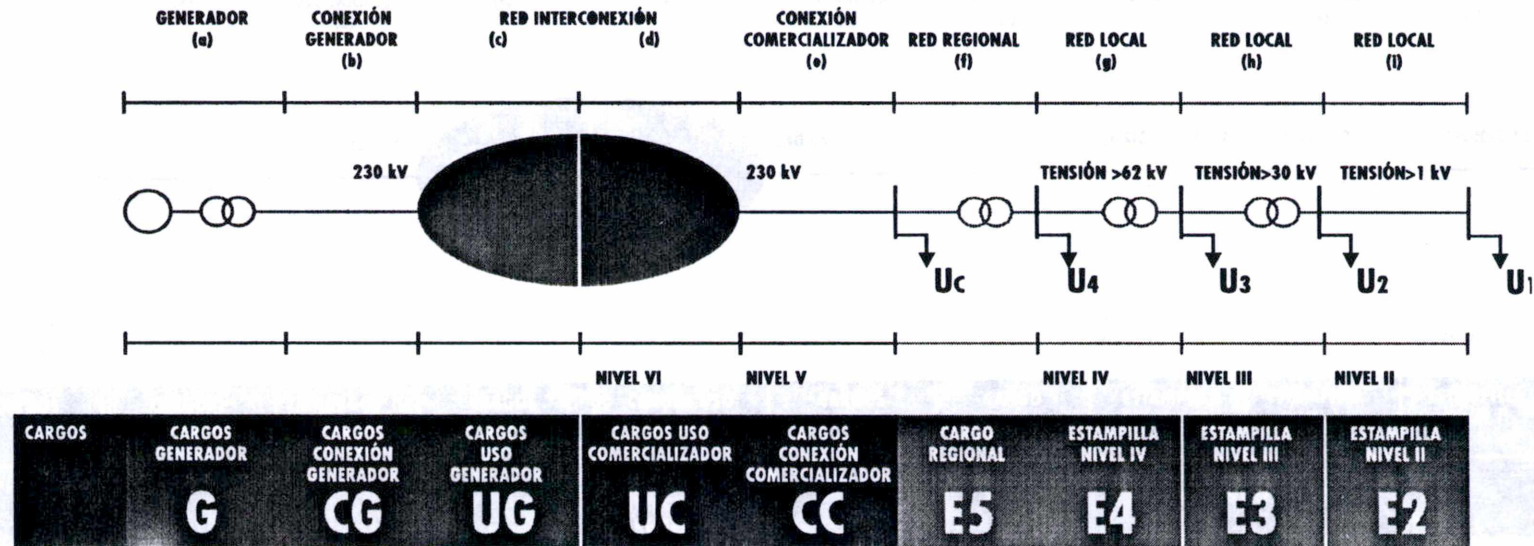
ANTES



AHORA



# QUÉ PAGAN LOS USUARIOS



Pagos que realizan los usuarios [U]:

$$U_C = G + CG + UG + UC + CC$$

$$U_4 = U_5 + E5$$

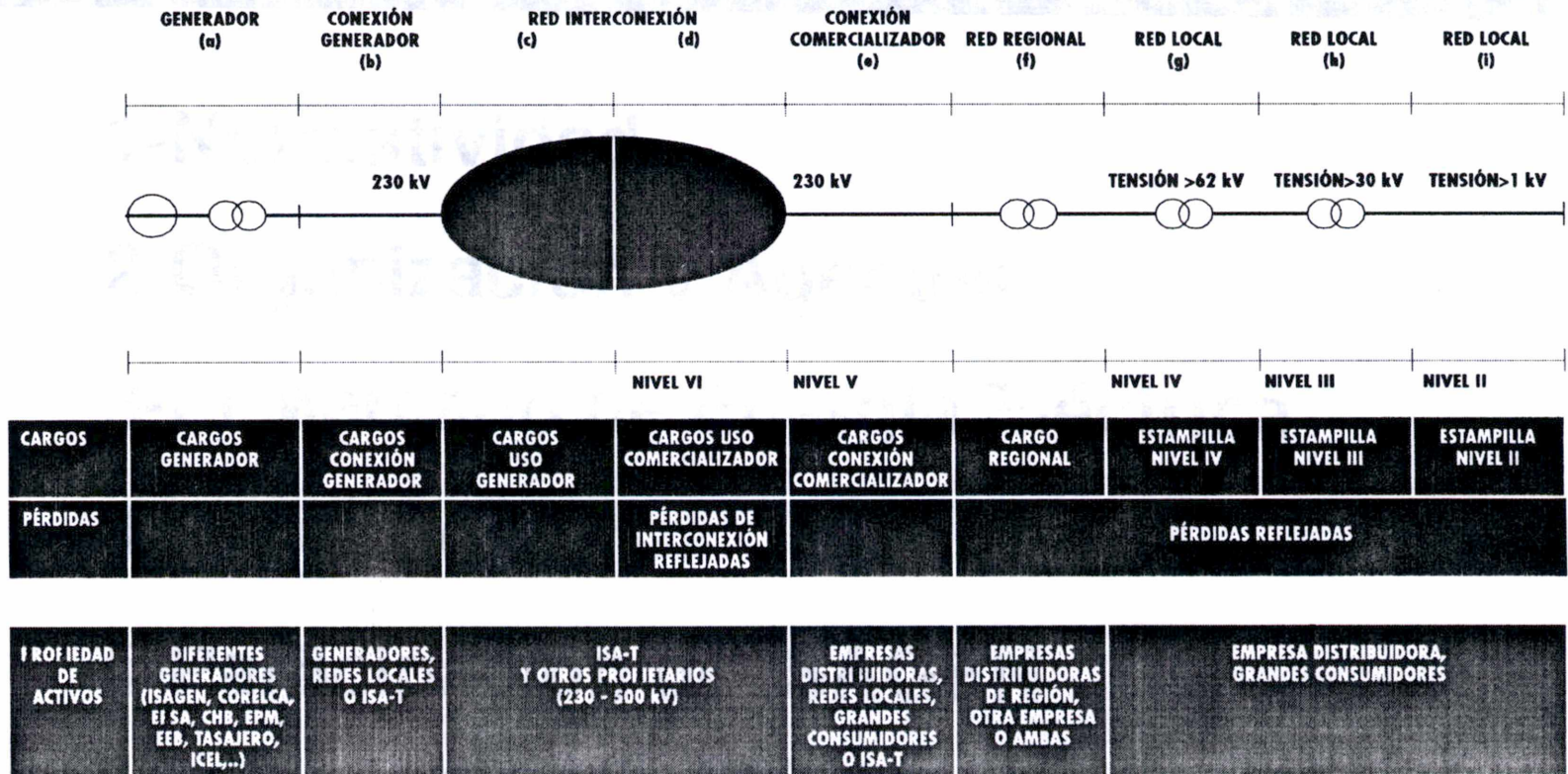
$$U_3 = U_4 + E4$$

$$U_2 = U_3 + E3$$

$$U_1 = U_2 + E2$$

En todos los casos se cobra la sobretasa (20%), excepto en los estratos 1 al 4 en el sector residencial.

# MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA ESQUEMA DE CARGOS Y PEAJES



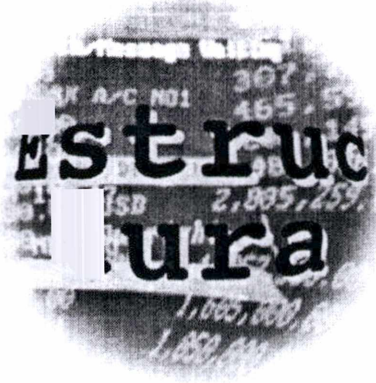
- NOTA 1: El nivel VI corresponde a una referencia imaginaria para delimitar los cargos por uso de la red de interconexión entre generadores y comercializadores del lado de la distribución.
- NOTA 2: Los valores de cargos de cada segmento desde "a" hasta "i" dependen de las zonas de influencia de los agentes que intervienen en la negociación.
- NOTA 3: Las pérdidas pagan peajes (incluidas en cargos por USO), pero para su cálculo se utilizan otros factores (Resolución CREG 002, Art. 4).



# CONTENIDO



- 1-Normatividad**
- 2-Organización y Agentes**
- 3-El Mercado de Energía Eléctrica**
- 4-Proyectos**
- 5-Participación de ISAGEN  
en la Industria Eléctrica**



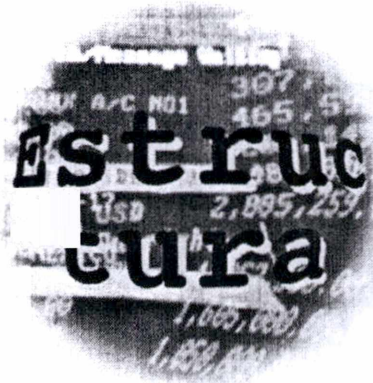
Ministerio de Minas y Energía  
BIBLIOTECA

# MARCO LEGAL



**KAGEN**  
S.A.E.S.R.

- **CONSTITUCIÓN NACIONAL**
  - Art. 333: La libre competencia económica, derecho de todos con responsabilidades.
  - Art. 365: El Estado debe asegurar prestación eficiente servicios públicos.
- **LEY 142 DE 1994**  
**(Servicios Públicos Domiciliarios)**
  - El Estado debe garantizar la libertad de competencia y no utilización abusiva de la posición dominante.
  - Obligación de contratar mediante procedimientos que aseguren libre competencia e igualdad de condiciones.



# MARCO LEGAL (Continuación)



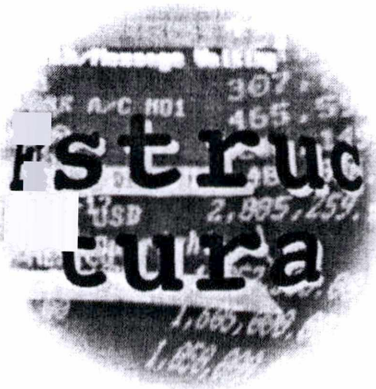
- **LEY 143 DE 1994 (Eléctrica)**

**El Estado debe promover la libre competencia en las actividades del sector e impedir prácticas desleales o abuso de posición dominante en el mercado.**

- Libre acceso a las redes.
- Separación actividades.
- Separación contable empresas integradas.
- Contratos para garantizar el suministro de electricidad por distribuidores.

- **LEY 286 DE 1996 (Modificación parcial leyes 142 y 143)**

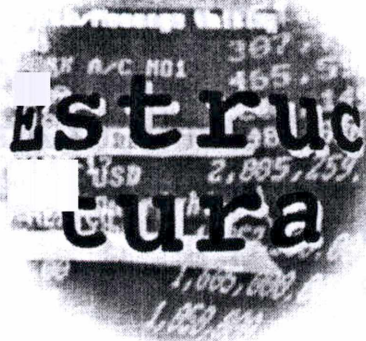
- Tránsito legislación



# MARCO LEGAL (Continuación)

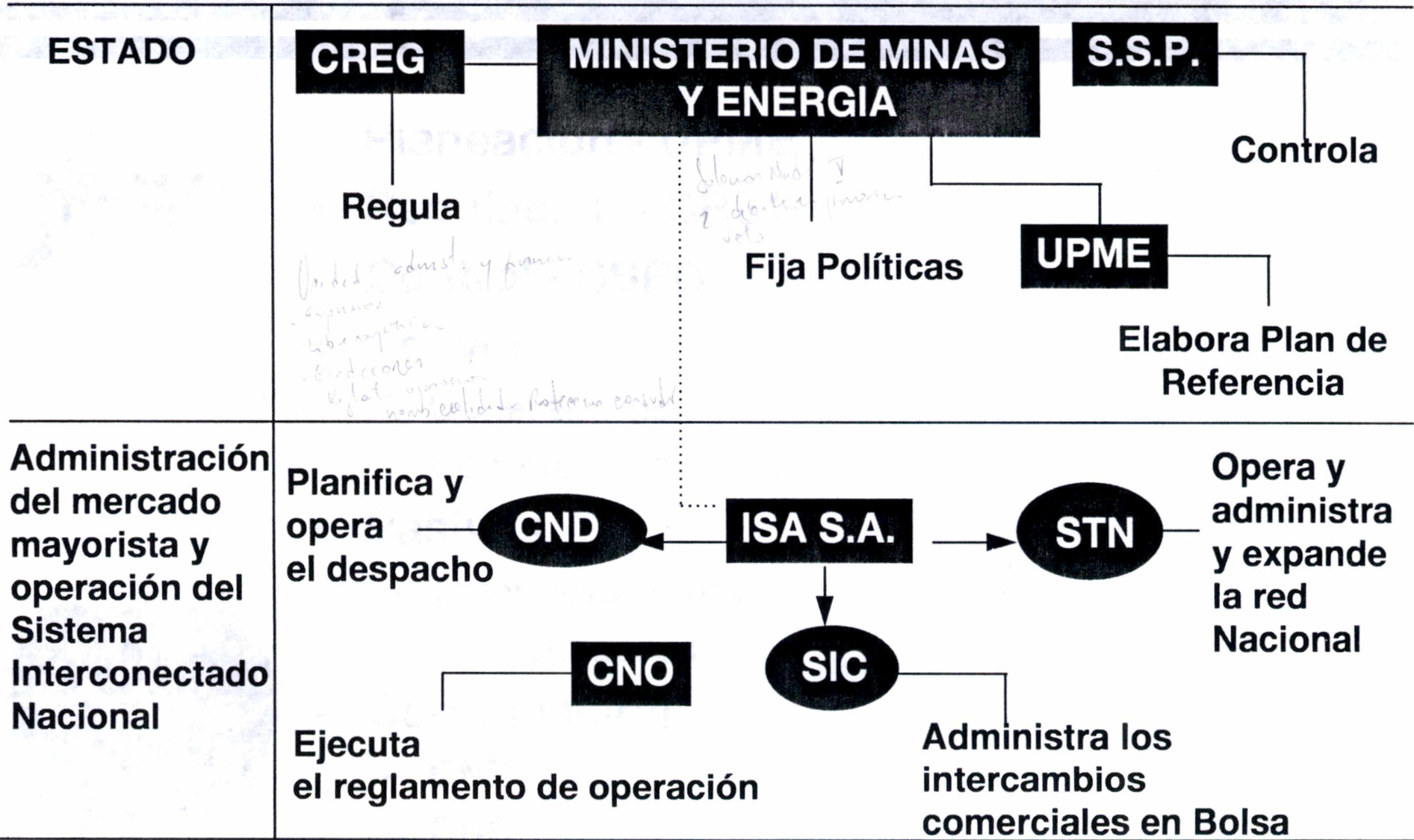


- **CREG**
  - Reglas básicas para el Mercado Mayorista.
  - Resoluciones:
    - 1993: 010 (CRE).
    - 1994: 001 a 004, 009, 053 a 056
    - 1995: 011, 012, 016, 024, 025, 058, 059, 062, 064 a 066 y 070.
    - 1996: 001, 010, 011, 014, 018, 020, 022, 024, 027, 028, 036, 064, 065, 069, 070, 071, 080, 083, 084, 085, 086, 087, 088, 090, 093, 094 y 095.



# ESTRUCTURA INSTITUCIONAL DEL SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO

## MARCO CONSTITUCIONAL Y LEGAL



**EMPRESAS GENERADORAS, DISTRIBUIDORAS, COMERCIALIZADORAS (OFICIALES Y PRIVADAS)**

# AGENTES



- Planeación - UPME
- Regulación - CREG
- Control - SSPD
- Activos
  - Generadores
  - Comercializadores
- Pasivos
  - Transportadores
  - Distribuidores
- Coordinación
  - CND
  - CRD



# COMITÉS



- Consejo Nacional de Operación
- Comité de Seguimiento del SIC
- Cuerpo consultivo para el planeamiento de la expansión



# CLIENTES

- Regulados y no regulados



# COMERCIALIZACIÓN

- Competencia (gradual)



# TRANSMISIÓN

# DISTRIBUCIÓN

- Monopolio
- Libre acceso a la red
- Cargos regulados



# GENERACIÓN

- Competencia
- Incentivo a la inversión de capital privado

# ESTRUCTURA DEL MERCADO

# MERCADO DE ENERGÍA MAYORISTA



# OPERACIÓN

*19 Genes*  
*45 Carabobos*

*Potencia*

*Marcha y potencia*

*de un día a otro*

*impulsos de potencia*

*en solo 15 minutos*

*150 MW*

*150 a 400*

*150 a 400*

*710*

*NP*

*de la*

*12-15%*

*06 mil 96*

*91 mil 96*

*42 el*

*95*



# MERCADO DE ENERGÍA MAYORISTA



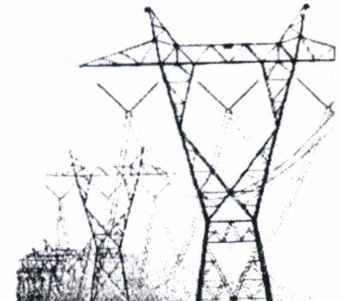
**LARGO PLAZO**  
Contratos



**CORTO PLAZO**  
Transacciones  
en Bolsa



**TRANSPORTE**  
Transmisión  
Distribución



Storage Billing  
307  
465  
2,805,257  
**estructura**  
1,000,000  
1,000,000

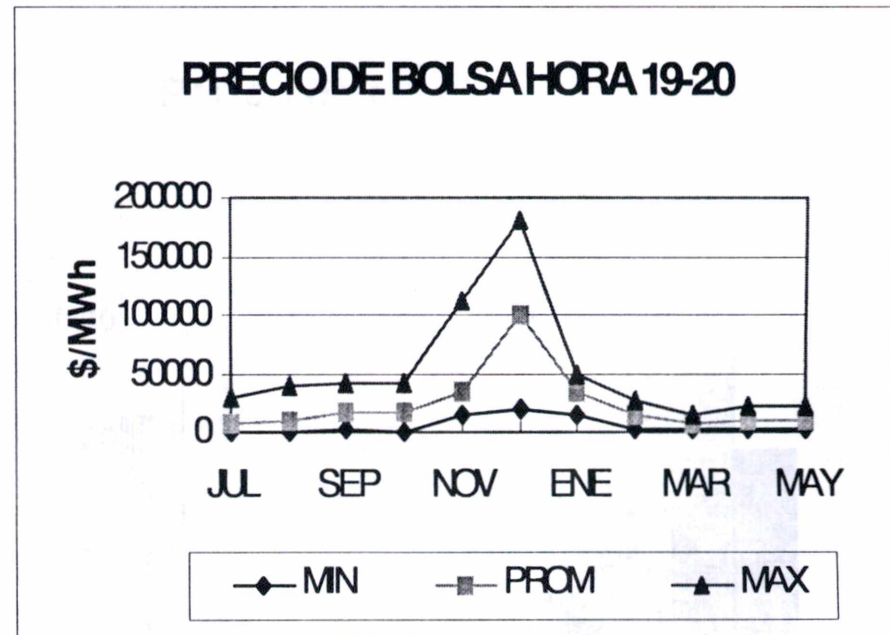
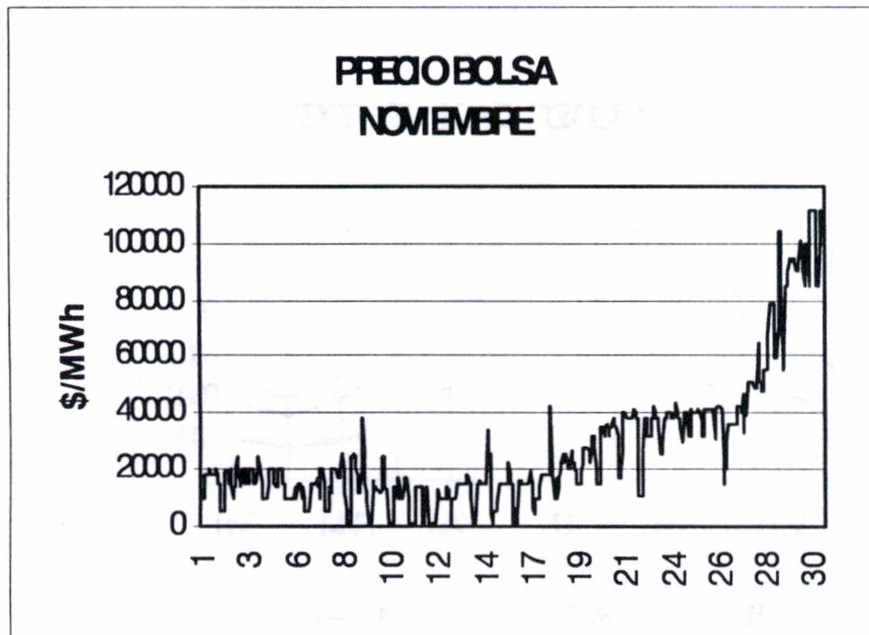
# CONTRATOS

–Manejo del riesgo:

Disminución de la  
varianza de ingresos.

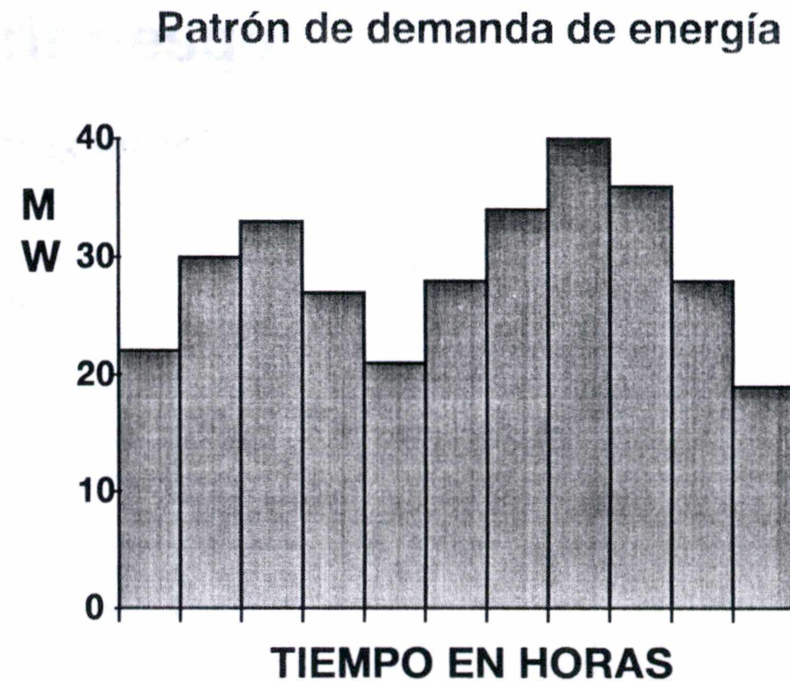
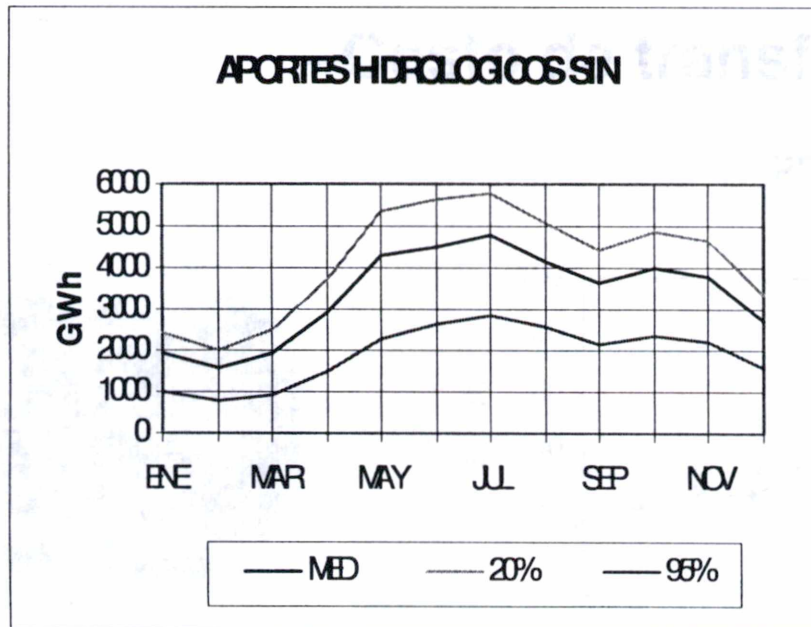
Fuentes de incertidumbre:

Precios de Bolsa



# CONTRATOS (Continuación)

- Generación : Hidráulicas, hidrología  
Térmicas, disponibilidad
- Demanda : Patrones de consumo,  
interrupciones



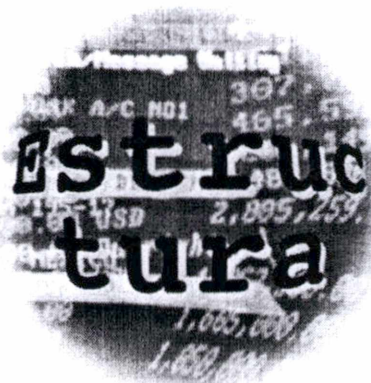
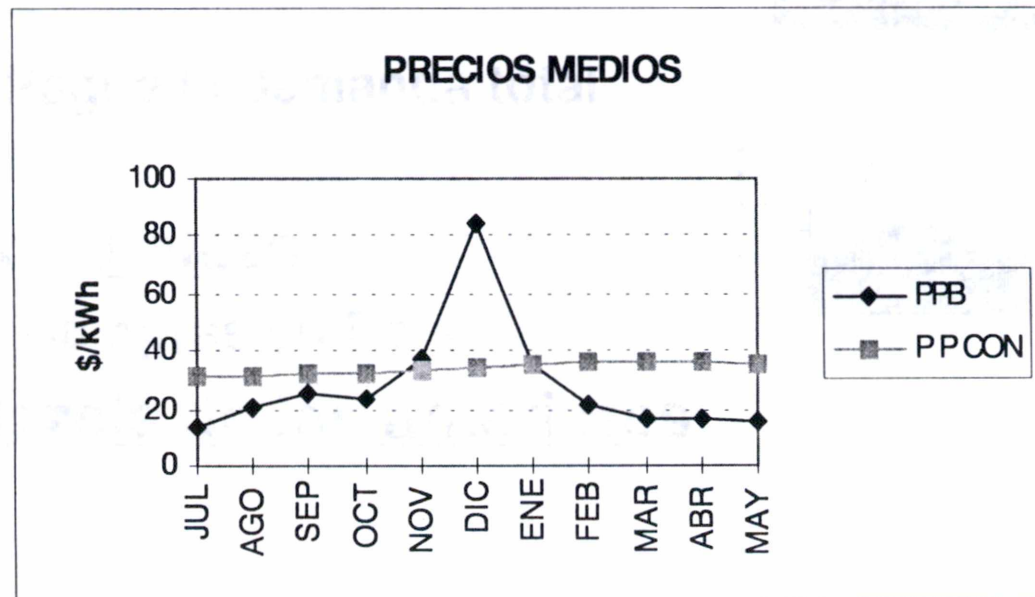
# CONTRATOS (Continuación)

## – Fuentes de incertidumbre

- Regulaciones
- Riesgos comerciales: no pago
- Otros: políticos, costos de capital, intereses.



## – Costo de transferir riesgos



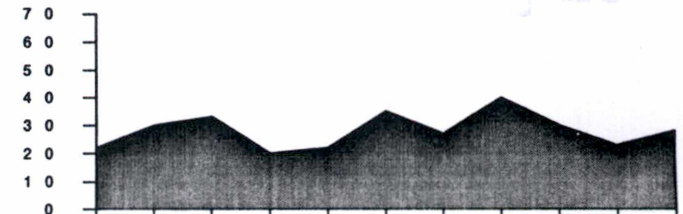
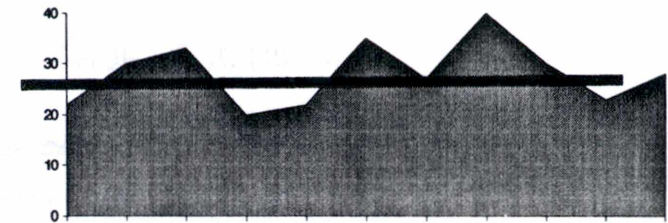
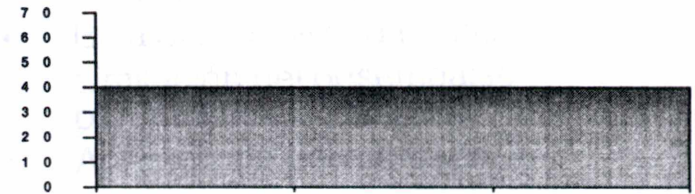
# CONTRATOS (Continuación)



## -Opciones de contratos

### Largo plazo

- Pague lo contratado
- Pague lo demandado hasta una cantidad
- Pague la demanda total



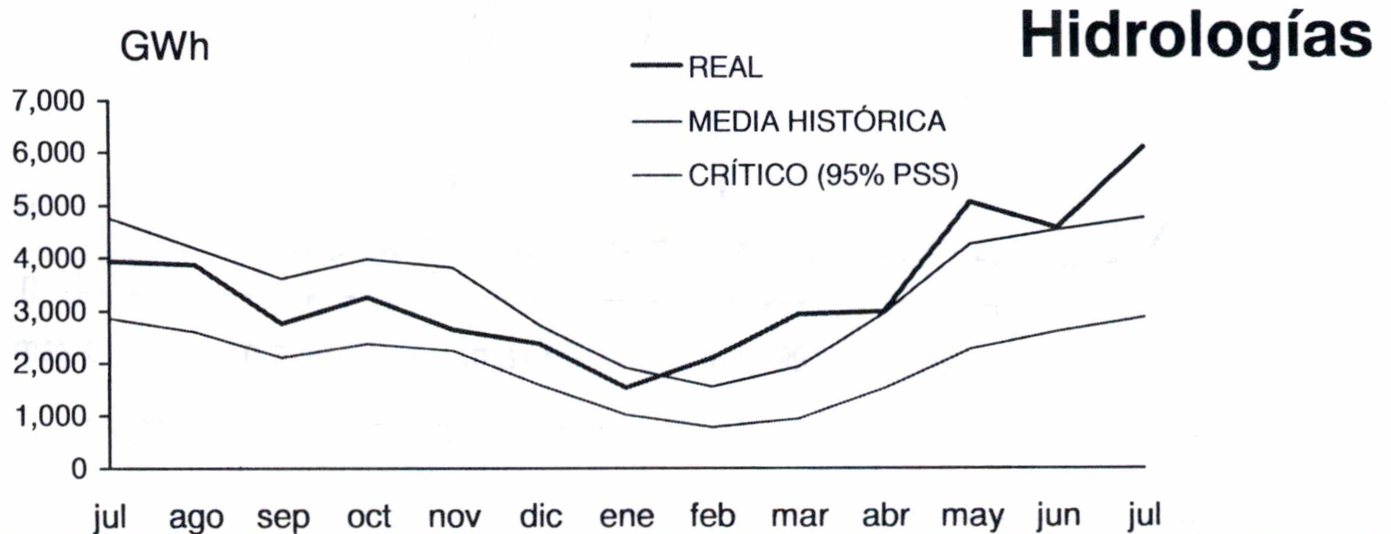
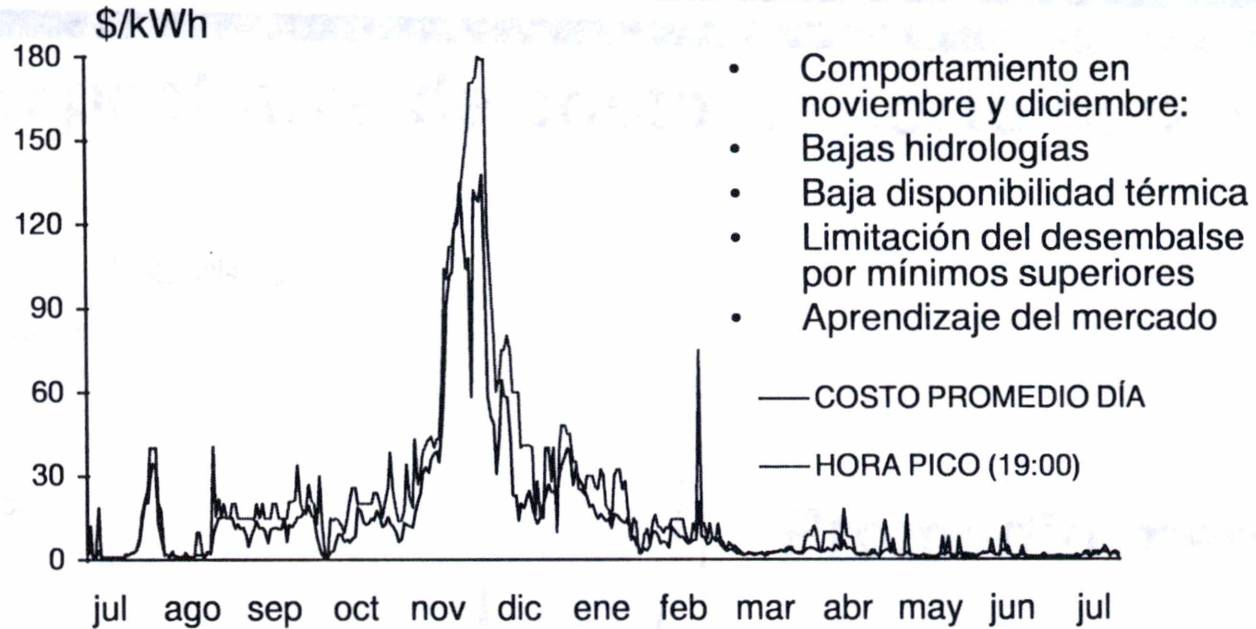
Estuc  
tura

### Corto plazo

- Compras en Bolsa

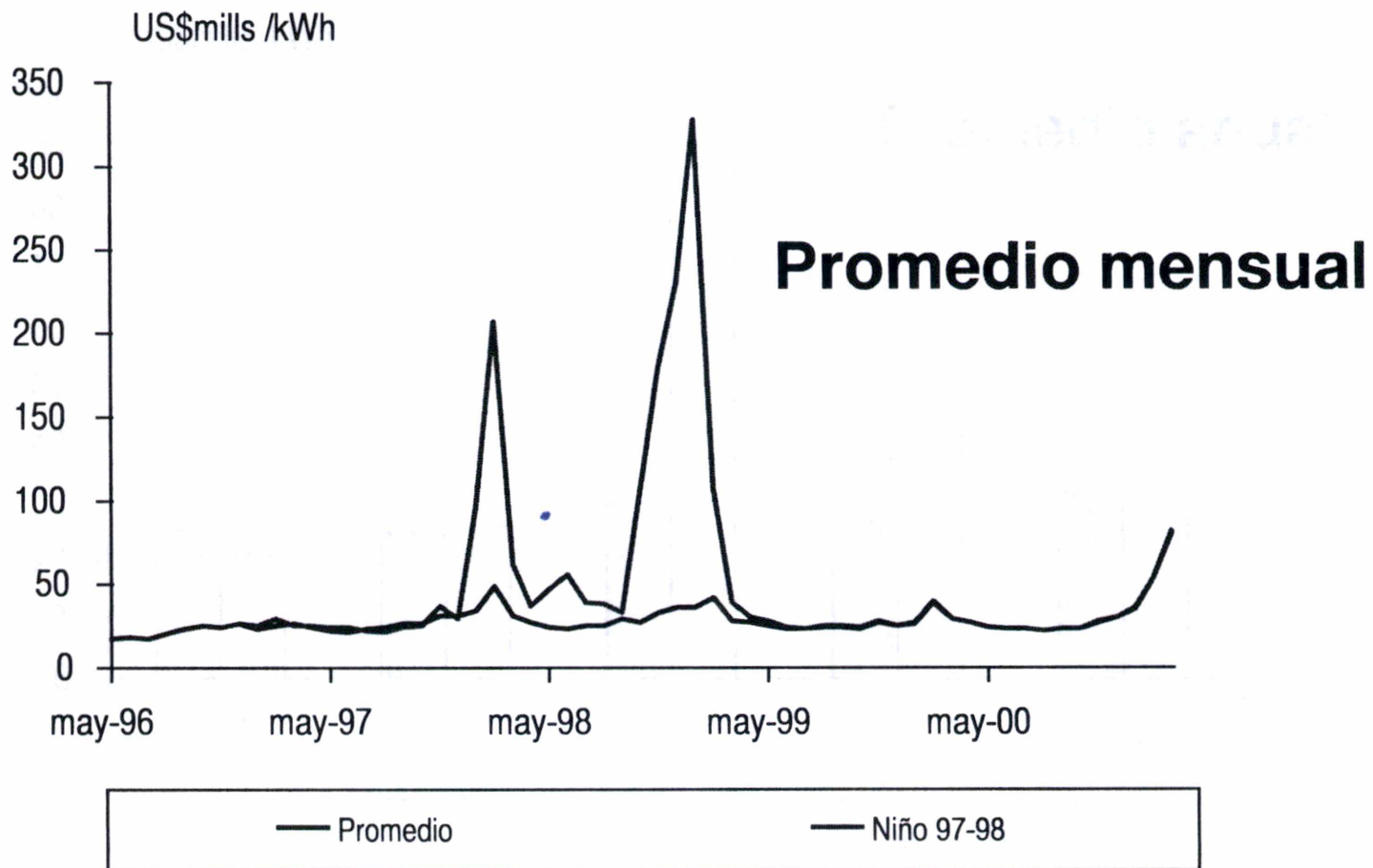
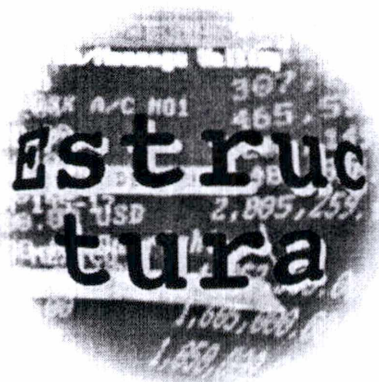
### Mezcla de los anteriores

# EXPECTATIVAS DE PRECIOS



# EXPECTATIVAS DE PRECIOS

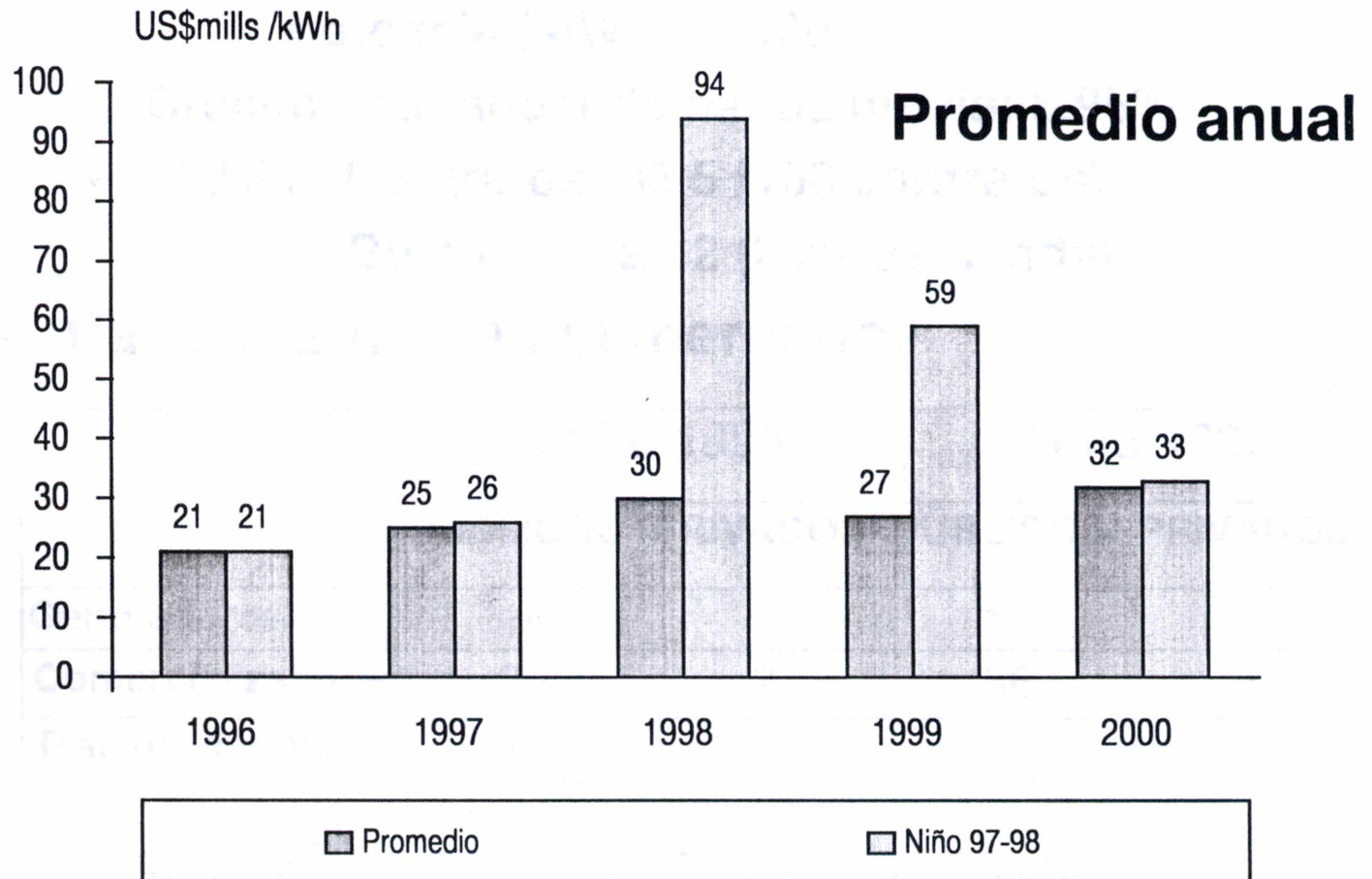
## Expectativa de costo de corto plazo



# EXPECTATIVAS DE PRECIOS

## EXPECTATIVA DEL COSTO DE CORTO PLAZO

**KAGEN**  
S.A.E.S.P.



Estimación de la demanda eléctrica  
307  
465  
2,895,257  
1,065,000  
1,830,257

**Estimación de la demanda eléctrica**

**Estimación de la demanda eléctrica**



# PROYECTOS

## – Criterios

## – Demanda

- 1996: energía (GWh): 46.000  
potencia (MW): 7.500
- Crecimiento anual demanda media: 5.95%
- \$/kWh: Contratos: 35.5 (168 contratos)  
Bolsa: 27.2 (25% demanda)

## – Participantes en el mercado:

	Julio 1995		Julio 1996	
	PÚBLICOS	PRIVADOS	PÚBLICOS	PRIVADOS
Generadores	16	1	16	2
Comercializadores	32	2	36	6
Transportadores	10	0	10	0

Antes 1998, 4 generadores privados adicionales.



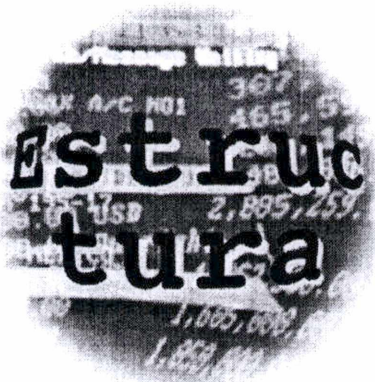
# PROYECTOS (Continuación)

## – Capacidad Instalada



AÑO	TOTAL (MW)	COMPOSICIÓN (%)		INCREMENTO CAPACIDAD (MW)
		HIDRO	TÉRMICA	
1996	10454	75	25	
2000	13491	64	36	3037 - 4263
2010	19688 - 20084	56 - 60	44 - 40	6197 - 6593

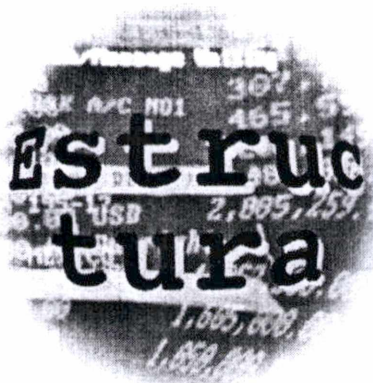
- Nro. proyectos registrados: 39
- Capacidad Total: 6628,7 MW
- Capacidad Privadas: 56.5%
- Capacidad Mixtas: 12.4%
- Empresas promotoras con participación privada: 17 Total: 23.



# PROYECTOS (Continuación)



- Venta activos de la Nación: 1913 MW (18.3%) U\$ 1,030 (aprox.).
  
- Normatividad
  - Cargo por capacidad
  - Ampliación mercado no regulado.
  - Condiciones para empresas integradas.
  - Servicios complementarios.
  - Código de distribución.
  - Estatuto de racionamiento.
  - Coordinación mercados gas y eléctrico.
  
- Proyectos de ley





**KAGEN**

**S.A.E.S.P.**

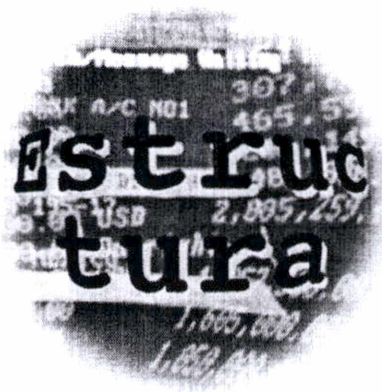
GENERACION Y COMERCIALIZACION DE ENERGIA

# EXPERIENCIAS DE ISAGEN

*77% participación Gov. en Isagen*



- Empresa de servicios públicos mixta, de orden nacional, de carácter comercial, constituida en forma de sociedad anónima.



- Genera y comercializa energía.

# CENTRALES HIDROELECTRICAS EN OPERACION -ISAGEN



CENTRAL	CAPACIDAD(MW)	UNIDADES
CHIVOR	500	
CHIVOR II	500	4
SAN CARLOS I	620	4
SAN CARLOS II	620	4
JAGUAS	170	2
CALDERAS	25	2
TOTAL HIDRAULICAS	2435	20

estructura

# CENTRALES TERMoeLECTRICAS EN OPERACION - ISAGEN

*> capacidad instalada - Isagen  
 otras 2.3 billones de pesos  
 Pomas 40%*



**CENTRAL**

**CAPACIDAD(MW)**

**UNIDADES**

**ZIPA IV**

**66**

*100%*

**1**

**ZIPA V**

**66**

**1**

**EL TABOR**

**25**

*100%*

**1**

**TOTAL TERMICAS**

**157**

**3**

*75.5 de la capacidad instalada del pais es el*

**estructura**

**TOTAL**

**2592**

**23**

*40% del bus*

100%	100%	100%
100%	100%	100%
100%	100%	100%

# PROYECTOS Y ESTUDIOS DE GENERACION



Proyecto	Etapa	Cap. Instal. MW	Localización	Costo Miles US\$ Dic 95	Participación ISAGEN
<b>1. PROYECTOS</b>					
Termocesar	Promoción y cont	300	Cesar	451.106	②
Termoeléctrica Gas	Contratación	200	Santander	93.011	100%
Miel I	Construcción	375	Caldas	630.000	① 56%
Urrá I	Construcción	340	Córdoba	676.533	① 10%
<b>2. DISEÑOS Y ESTUDIOS</b>					
Sogamoso	Diseño	1035	Santander	16.583	35%
Cuenca Río Arma	Factibilidad 2 E.	① 123	Antioquia-Caldas	2.957	25%
Cuenca Alto Caquetá	Factibilidad 2 E.	① 3300	Cauca	4.560	44.5%
Hidr. 10 - 100	Inventario		Tolima-Huila	704	100%
Turbogases y Ciclos comb	Factibilidad	100-150 6.300		1.719	100%
Nuevas Tecnologías P.T.	Estudio			478	100%

① No son ejecutados por ISAGEN

② Posible ejecución por inversión privada

③ Potencial inventariado en la cuenca

estructura



# EXPERIENCIAS DE ISAGEN



## – Generador

- Promotor de Proyectos *Terminos del*
- Ejecutor de proyectos *Terminos*
- Inversionista en sociedades *del Orca*
- Realizador de estudios de preinversión

## – Comercializador

- Mercado regulado *ofertas*
- Mercado no regulado *compradores*



# EXPERIENCIAS (Continuación)



## - Generador

- Promotor de proyectos
  - Termocesar
  - Miel I

## Características

- Se garantiza la compra de la capacidad y de la energía del proyecto
- Hay distribución inequitativa de los riesgos

*Papel Pochas  
Pagement  
Porhib. de compra de energia*

*P.P.A. compraventa de energia con  
un precio definido*



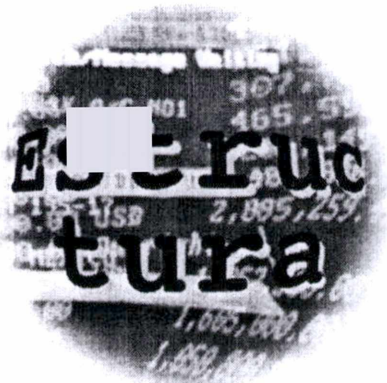
# GENERADOR



- **Ejecutor de proyectos**
  - Termocentro
- **Inversionista en Sociedades**
  - Urrá I
  - Miel I

## Características

- **Construye y asume riesgos del mercado.**



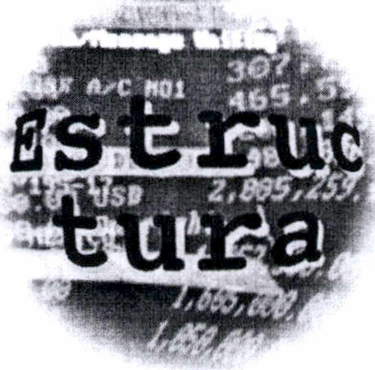
# GENERADOR



- Realizador de Estudios de Preinversión - Participación
  - Sogamoso
  - Cuenca río Arma
  - Cuenca Alto Caquetá
  - Hidráulicas 10-100 MW
  - Turbo Gases y Ciclos combinados

## Características

- Realiza el estimativo del potencial y los estudios de prefactibilidad, factibilidad y diseño.
- Identificación de costos de los proyectos, discriminando ingeniería, infraestructura y administración.



# EXPERIENCIAS DE ISAGEN



## – Comercializador

- Mercado Regulado

### Características

- Participa en diferentes convocatorias según pliegos.

- Mercado No Regulado

### Características

- Presenta ofertas según necesidades clientes.
- Ofrece servicios adicionales.



# QUÉ ESTÁ HACIENDO ISAGEN?



- **Visión del futuro**
- **Propósito empresarial**
- **Acciones**
- **Competitividad sostenible**



# VISIÓN DEL FUTURO



- El poder del cliente. *usos o convenidos*
- Competitividad de las empresas.
- Integrar los costos del mercado.
- Regulación, mecanismos de estímulo del mercado.
- Nuevas opciones de servicios de energía.



# PROPÓSITO EMPRESARIAL

*Cooperación = alianzas con competidores*



- Energía: un negocio rentable.
- Satisfacer necesidades diversas, complejas y crecientes.
- Desarrollar conocimiento esencial.
- Realizar alianzas.
- Habilitar y empoderar al trabajador.
- Contribuir a formar riqueza.





# ACCIONES



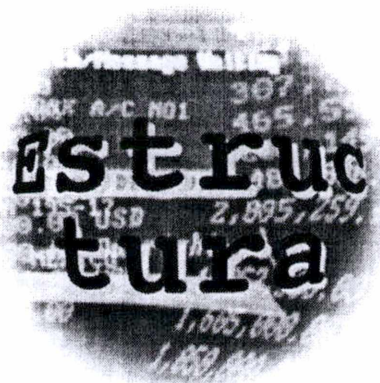
## – Gente

- Visión compartida.
- Trabajo en equipo.
- Conocimiento.
- Modelos mentales.

## – Efectividad Operacional

- Costos.
- Alineación estratégica de actividades.
- Disponibilidad. *equipos permeante*

## – Diseño de propuestas atractivas para el mercado.



# CONCLUSIÓN: "COMPETITIVIDAD SOSTENIBLE"

**KAGEN**  
S.A. E.S.R.

Nuevo pensamiento

Nueva organización

Nueva estrategia

Nuevas respuestas

Nuevo contexto

estructura

f  
f



Seminario

para *Especializado*  
del *Periodistas*  
*Sector*  
*Eléctrico*



**Gestión Ambiental  
en Proyectos  
de Desarrollo**

# CONTENIDO



- Punto de partida
- Paradigma de la gestión ambiental
- Modelo analítico por dimensiones
- Evaluación de impactos ambientales
- Participación comunitaria
- Plan de Manejo Ambiental (PMA)
- Costos de gestión y política ambiental
- Legislación ambiental
- Calidad ambiental

Ambien  
tal

# 1. PUNTO DE PARTIDA

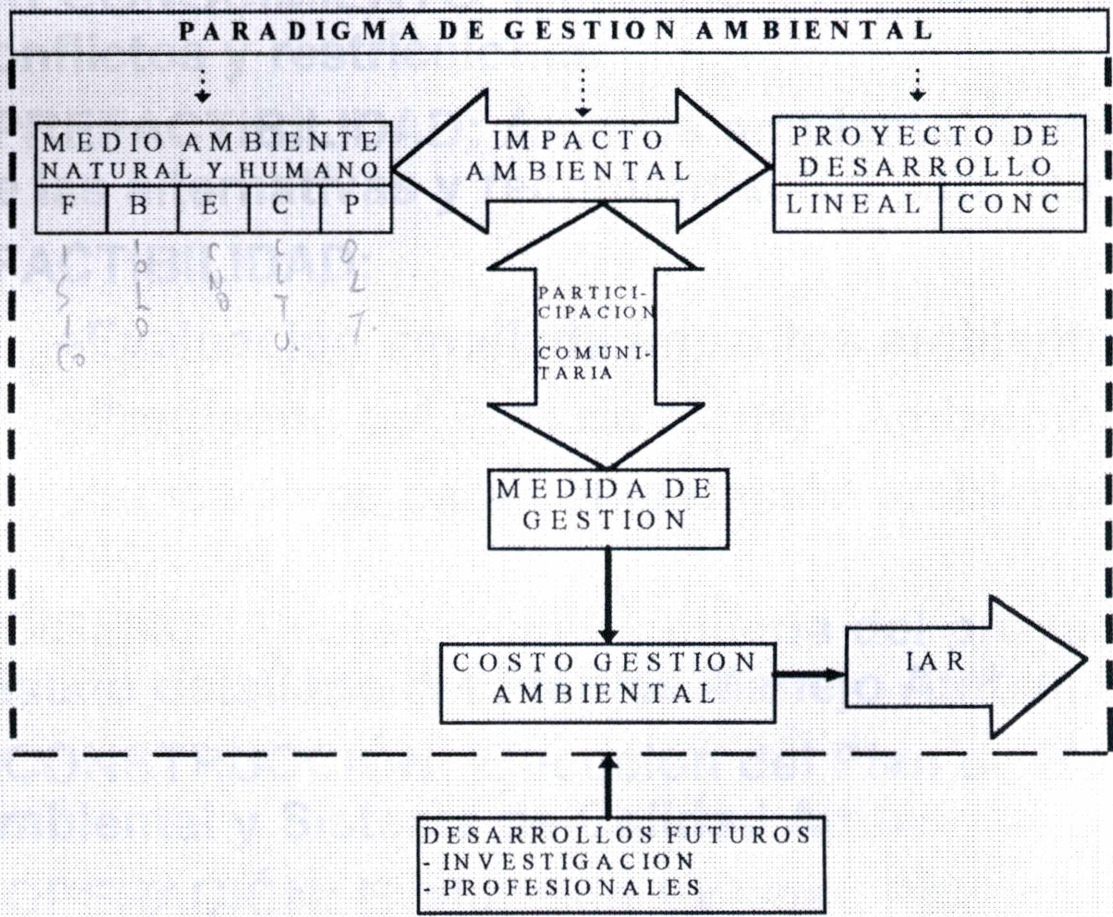
- La gravedad de la problemática ambiental
- El medio ambiente es integral
- Ecosistemas tropicales, desconocidos
- La complejidad social

**Desarrollo sustentable, opción de desarrollo y principio de política**



**Ambien  
tal**

Ambien  
tal



# PROYECTOS CONCENTRADOS



Ambien  
tal

- **RECONOCIMIENTO:** Identificación general de conflictos y restricciones
- **PREFACTIBILIDAD:** Análisis ambiental comparativo de las alternativas y recomendación para las factibles.
- **FACTIBILIDAD:**
  - ✦ Evaluación detallada impactos ambientales
  - ✦ Prediseño del Plan de Manejo Ambiental
  - ✦ Indicadores para comparación ambiental a nivel nacional
- **DISEÑO:** Ajustes en la ingeniería del proyecto y Diseño detallado del Plan de Manejo Ambiental
- **CONSTRUCCIÓN:** Ejecución del Plan de Manejo Ambiental y Sistema de Calidad Ambiental
- **OPERACIÓN:** Evaluación Ex-post, PMA de operación



# PROYECTOS LINEALES



- **PLANEAMIENTO:** Análisis de restricciones ambientales y selección de alternativas de ruta
- **DISEÑO:**
  - Análisis ambiental de alternativas
  - Selección ruta óptima
  - Evaluación detallada de impactos
  - Diseño del Plan de Manejo Ambiental
- **RECONSTRUCCIÓN:** Especificaciones en pliegos
- **CONSTRUCCIÓN:** Ejecución del Plan de Manejo Ambiental y Sistema de Calidad Ambiental
- **OPERACIÓN:** Evaluación Ex-post, PMA de operación

Ambien  
tal

# PRINCIPIOS GUÍAS DE GESTIÓN



- Responsabilidad
- Integralidad
- Cuantificación
- Aplicabilidad
- Optimalidad
- Complementariedad
- Correlación con ciclo técnico

Ambien  
tal

# 3. MODELO ANALÍTICO POR DIMENSIONES



	FISICO	BIOTICO	CULTURAL	ECONOMICO	POLITICO
FISICO	■				
BIOTICO		■			
CULTURAL			■		
ECONOMICO				■	
POLITICO					■

Ambien  
tal

## 4. EVALUACIÓN IMPACTOS AMBIENTALES



- Técnicas para organización trabajo
- Técnicas para generación de alternativas
- Técnicas para comparación de alternativas
- Técnicas de simulación y optimización

Ambien  
tal

# ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO



## LISTAS

- ARREGLO UNIDIMENSIONAL
- ÚTIL PARA CHEQUEAR IMPACTOS

## MATRICES

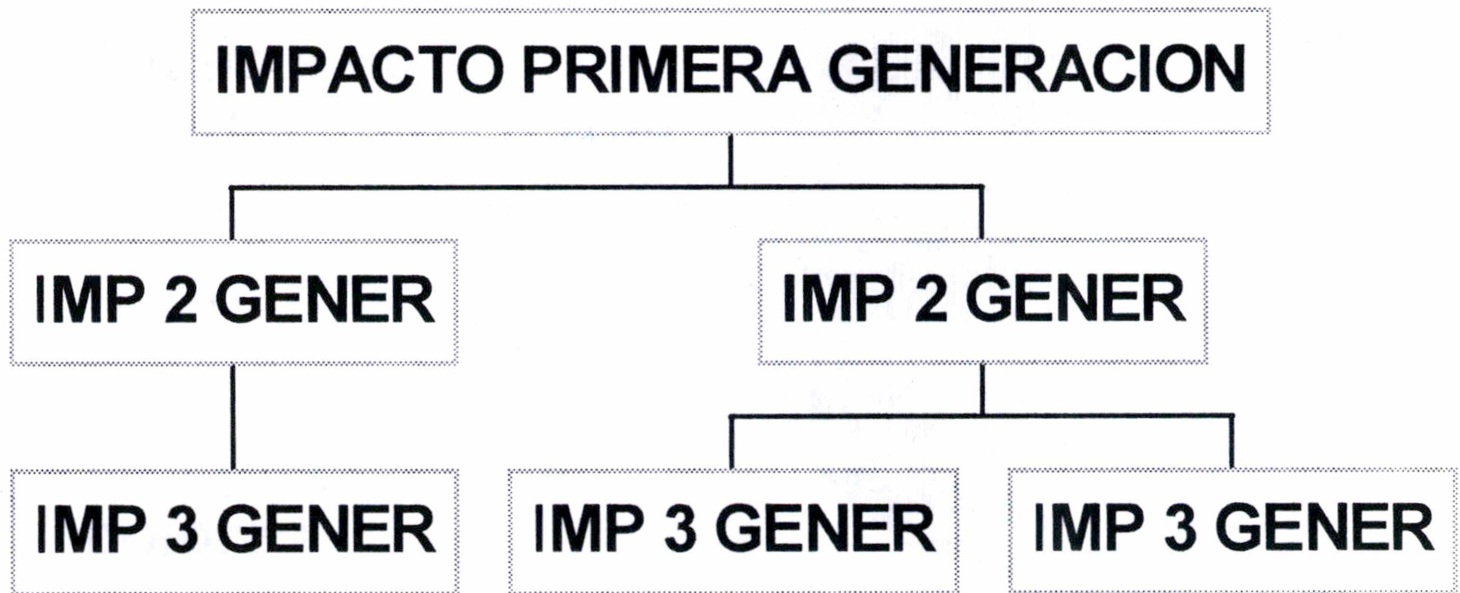
- INFORMACIÓN ARREGLO CARTESIANO
- SU UTILIDAD SE SOBREDIMENSIONÓ
- ÚTIL PARA CONFORMAR EQUIPO

Ambien  
tal

# REDES DE IMPACTOS



Ambien  
tal



# GENERACIÓN ALTERNATIVAS



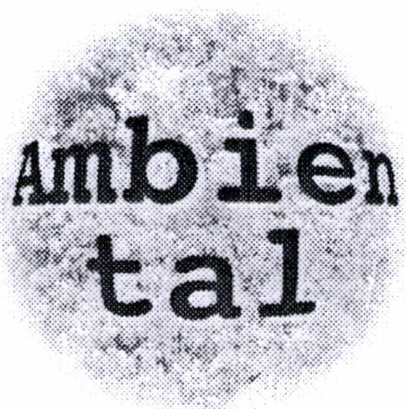
- Cartografía básica
- Capas temáticas
- Análisis de restricciones o ruta de localización Alternativa
- Importante la combinación de colores

=>



Ambien  
tal

## 5. PARTICIPACIÓN COMUNITARIA



- **Etapas**
  - Información
    - Claridad, veracidad, oportunidad
  - Consulta
  - Concertación
- **Mecanismos (AI, AE, ADC)**
- **Interlocutores (Inst, Admón., ONG, núcleos, familias)**



# 6. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL



IMPACTO	PROGRAMA O ESTRATEGIA
GENERACION DE EMISIONES Y VERTIMIENTOS	CONTROL DE EMISIONES Y VERTIMIENTOS
CONTAMINACION POR RESIDUOS LIQUIDOS Y SOLIDOS	MANEJO DE RESIDUOS
ALTERACION DE ECOSISTEMAS TERRESTRES	- RESCATE DE FLORA Y FAUNA - PROGRAMAS DE CONSERVACION
ALTERACION DE LA ICTIOFAUNA	APROVECHAMIENTO PISCICOLA
ALTERACION DE LA ESTABILIDAD DE SUELOS	CONTROL DE FOCOS EROSIVOS
RIESGO DE EUTROFICACION DE CUERPOS DE AGUA	ADECUACION DE VASOS DE EMBALSES Y PONDAJES
ALTERACION DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS	MONITOREO FUENTES DE AGUA SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS
CONSTRUCCION DE ACCESOS TEMPORALES	MANEJO DE ACCESOS TEMPORALES
ALTERACION PAISAJISTICA	MANEJO DE BOTADEROS Y CANTERAS, REFORESTACION ZONAS AMORTIGUAMI.

Ambien  
tal

# PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

**KAGEN**  
INTEGRACIÓN

IMPACTO	PROGRAMA O ESTRATEGIA
--	INFORMACION Y PARTICIPACION COMUNITARIA
DESPLAZAMIENTO DE POBLACION	REASENTAMIENTO
PERDIDA DE ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	RESTITUCION DE LA ACTIVIDAD
PERDIDA DE PATRIMONIO HISTORICO	RESCATE ARQUEOLOGICO
DETERIORO SOCIAL Y ESPACIAL EN POBLACIONES RECEPTORAS	PROGRAMA PREVENTIVO Y DE ADECUACION DE POBLADOS
GENERACION DE EMPLEO NO CALIFICADO	ESTRATEGIA PARA CONTRATACION DE MANO DE OBRA LOCAL
TRANSFERENCIA DE FONDOS O PAGOS DE REGALIAS	ESTRATEGIA DE CONCERTACION PARA ASIGNACION EFICIENTE DE RECURSOS
DESTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL	RESTITUCION DE LA INFRAESTRUCTURA SOCIAL

Ambien  
tal

## 7. COSTOS DE GESTIÓN Y POLÍTICA AMBIENTAL



- Necesidad de internalizar externalidades para tomar decisiones estrictamente económicas
- Valoración de patrimonio natural - Cuentas nacionales
- Valoración de impactos ambientales

Ambien  
tal

## 8. LEGISLACIÓN AMBIENTAL



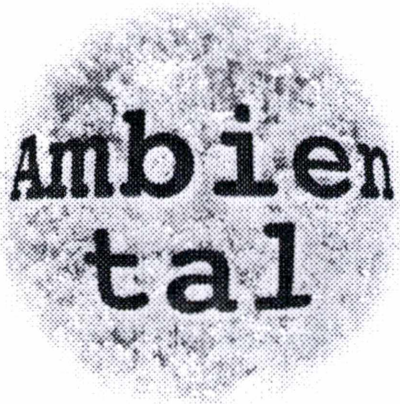
- **Constitución 1991**
- **Ley 99 de 1993**
- **Decretos de agua, aire, ruido**
- **Permisos**

Ambien  
tal

# LEY 99 DE 1993



- **POLÍTICA AMBIENTAL DE COLOMBIA**  
Desarrollo sostenible, biodiversidad, política de población (vida saludable), páramos, nacimientos y acuíferos, consumo humano es prioritario, investigación - precaución, costos ambientales, protección del paisaje, prevención de desastres, tarea conjunta y coordinada, Estudio de Impacto Ambiental (EIA) como instrumento básico, manejo descentralizado, democrático y participativo, Sistema Nacional Ambiental (SINA), estructura para manejo integral



# LICENCIA AMBIENTAL

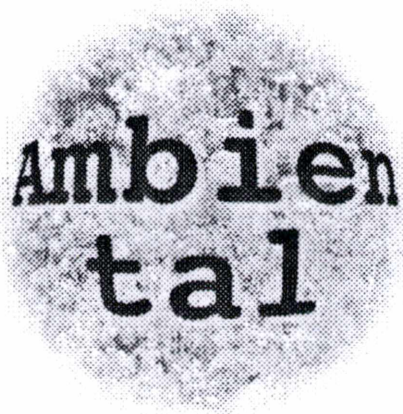


- Hidrocarburos
- Gran minería
- Presas y embalses (200 Mm3 100 Mw)
- Puertos marítimos gran calado
- Aeropuertos internacionales
- Redes fluvial, vial y ferroviaria
- Riego (20.000 Ha)
- Pesticidas, afectan P.N.N
- Proyectos de las CAR
- Transvasos (2 m3/s)
- Introducción parentales
- Energía nuclear

Ambien  
tal

Ministerio de Minas y Energía  
BIBLIOTECA

# DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS (DAA)



- Los que requieren licencia
- En factibilidad
- Preguntar si necesitan o no DAA
- 30 días de respuesta
- Localización y características
- Análisis comparativo
- Efectos, riesgos y soluciones

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)



- Descripción del proyecto
- Descripción del medio ambiente
- Evaluación de impactos
- Plan de Manejo Ambiental P.M.A.
  - Cronogramas
  - Presupuestos

Ambien  
tal



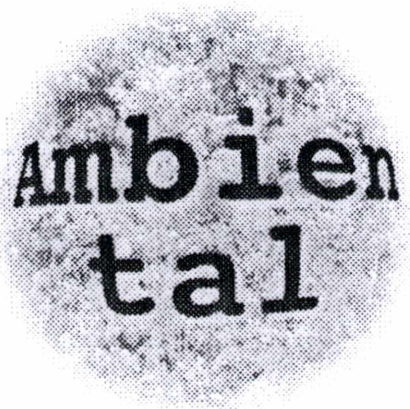
# PARTICIPACIÓN



Ambien  
tal

- **Ley 134/94 Consulta popular, una pregunta al pueblo**
- **Derecho de petición**
- **Comunidades negras (Ley 70/93) y Art.. 330 Constitución**
- **Actas de compromiso**
- **Veedurías ciudadanas**

# TENDENCIAS EN LEGISLACION AMBIENTAL



- Estándares más estrictos
- Mayor participación comunitaria
- Mayor monitoreo y reportes más frecuentes
- Sistema de calidad ambiental/entidad
- Controles en la fuente
- Costos ambientales

# 9. CALIDAD AMBIENTAL



- Norma ISO 14000
- Experiencia colombiana
- Sistema de calidad ambiental
  - Políticas ambientales
  - Manual de procedimientos
  - Sistema de monitorías
  - Sistema de auditoría ambiental

A circular logo with a textured, grainy background. The word "Ambiental" is written in a bold, serif font, with "Ambien" on the top line and "tal" on the bottom line.

Ambien  
tal

# AUDIENCIAS PUBLICAS



- **Procurador, Defensor del Pueblo, Ministerio del Medio Ambiente, Autoridades ambientales, Gobernador o Alcalde, 100 vecinos, 3 ONG's**
- **Cuando se desarrolle o se pretenda desarrollar... ...para la que se exija permiso o licencia**
- **Experiencias existentes**

Terminología, conceptos y procesos propios  
del sector eléctrico/Isagen. S.A. E.S.P.

333.79 I740t Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA PEDIDO	PRESTADO A	FECHA DEVUELTO

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01001896

BIBLIOTECA