

# **GUIA PARA EL ANALISIS Y EVALUACION DE LA ENERGIA ELECTRICA**

## **INTRODUCCION**

El sistema de consumo de energía eléctrica en las diferentes entidades, está acompañada de pérdidas enmarcadas en valores técnicos permisibles siempre y cuando se cumplan los parámetros establecidos para cada sistema y/o equipo.

Dada la complejidad de la evaluación eléctrica en una entidad y tomando en consideración las necesidades actuales y futuras en el control del uso de este portador (el más usado en el país) se han determinados formas para su valoración:

## **LA INSPECCION Y EL DIAGNOSTICO**

La presente guía desarrolla un conjunto de líneas básicas para ejecutar el trabajo que en el caso de la inspección será la guía aplicable además en los controles gubernamentales que permite en un breve plazo determinar las principales dificultades y deficiencias técnicas existentes.

En el caso del diagnóstico se utiliza el trabajo de la inspección y el servicio de mediciones para determinar con exactitud requerida, la magnitud y causales de las pérdidas, permitiendo la propuesta de medidas técnicas y de inversión requeridas para reducir las pérdidas a los parámetros establecidos.

## **GUIA DE EVALUACION ELECTRICA**

I. Parte de la Inspección y Control Gubernamental.

II. Parte de Diagnóstico.

### **METODOLOGIA**

I. Parte de Inspección a entidades y Control Gubernamental.

#### **Objetivo:**

- Comprobar lo establecido nacionalmente para el uso de la energía eléctrica.
- Chequear el programa de medidas para el uso de la energía eléctrica.
- Evaluar los indicadores de eficiencia y sus desviaciones.
- Verificar el completamiento de la estructura del consumo y otros aspectos.

#### **No 1 y 2:**

- Comprobar que se posean las orientaciones bajadas por el CECM.
- Comprobar que se posean las orientaciones bajadas por el Organismo Central.
- Comprobar que se esta elaborando un Programa de Medidas que de respuesta a lo indicado por el CECM y Organismo Central.
- Comprobar el grado de cumplimiento del programa elaborado y para los servicios *mayores* también el Plan Acomodo de Carga.

#### **No 3**

- Aplicar el Modelo EE – 2 “Consumo de Energía Eléctrica”
- Aplicar el Modelo EE – 2 a “Parámetros fundamentales de energía eléctrica”.

**INDICADOR   U.M   PLAN   REAL   REAL A.A.**

Energía Contratada (Plan)				MW.h
Demanda Contratada				MW
Demanda Máxima Obt.				MW
Consumo Horario Pico				MW
Factor de Potencia				Cos
Monto Penalizaciones				MP
Monto Bonificaciones				MP

**Comentarios:**

---



---



---



---

Comprobar la existencia de los estudios para la normalización técnica de los consumos .

**NORMA   MW.h/ UNIDAD FIS.                      PLAN   REAL                      REAL A. A**

Comparación del índice de consumo plan con la norma técnicamente fundamentada.

Por ciento del total del consumo de energía eléctrica con respaldo en índice y/o normas de consumo.

**No 4**

- Aplicar el Modelo EE – 5 con la excepción de los columnas del desglose de pérdidas y agregar los consumos ilegales y servicios no medrados.

**Comentarios:**

---

---

---

- Aplicar el Modelo E – 6 en los casos de evaluación de la cogeneración.

**Conclusión:**

---

---

---

**Recomendaciones:**

---

---

---

## PARTE DIAGNOSTICO ELECTRICO

### OBJETIVO

- 1:** Diagnosticar el estado técnico de las instalaciones eléctricas, determinar el nivel de pérdidas que se producen.
- 2:** Plantear las medidas técnicas y de recursos necesarios para la reducción de las pérdidas y/o el incremento de la eficiencia.

### No 1

- Aplicar lo establecido para la inspección como trabajo previo.
- Realizar el análisis de pérdidas aplicando los Modelos EE-3 , EE-4 , EE-5 , E-5 y E-7.
- Efectuar el servicio de mediciones que requieren el diagnóstico total o parcialmente.
- Determinar de las tareas o trabajos técnicos a emprender para la reducción de las pérdidas.
- Evaluar el efecto económico de las medidas técnicas e inversiones que se recomiendan y el tiempo de recuperación financiera de las mismas.

## 1. SUMINISTRO ELECTRICO

- 1.1. Solicitar los datos contenidos en el Modelo EE – 1 para cada servicio eléctrico.
- 1.2. Solicitar y analizar el diagrama eléctrico monolineal.
  - 1.2.1. Comprobar si existen estudios de pérdidas electro–energéticas. En caso contrario recomendar la elaboración de un electrobalance. Según Anexo 1.
  - 1.2.2. Determinar los centros de cargas y los equipos mayores consumidores.
  - 1.2.3. Seleccionar los puntos de medición por circuitos o equipos principales.
  - 1.2.4. Medir, corriente, voltaje, potencia y  $\cos.\Phi$ , comparando con los valores nominales y los registrados en el EE – 1 y en especial los aspectos 4,5,9,10,11 y 12.
- 1.3 Solicitar el Estudio de Regulación, Control y/o Acomodo de Carga. Verificar la aplicación práctica de las medidas y su resultado económico. Evaluar su influencia en el consumo de horario pico (aspecto 8 del Modelo EE – 1).
- 1.4. Evaluar el estado de carga de los transformadores.
  - 1.4.1.Comprobar la correcta operación de las redes de distribución.
- 1.5.Analizar la selección correcta de los conductores principales

### COMENTARIOS.

## 2. CONSUMO ENERGIA ELECTRICA

- 2.1. Solicitar las facturas y datos contemplado en el Modelo EE – 2 y sobre la base de este
- 2.1.1. Obtener las diferencias que existen entre: Autolectura y Facturación. De existir desviación hasta el 5 % considerarla correcta.  
En el caso contrario determinar las causas
- 2.1.2. Elaborar el gráfico de carga y superponer al de producción según el nivel de actividad.  
Determinar la correspondencia entre los consumos y las producciones. Elaborar conclusiones.
- 2.1.3. Revisión de las facturas del período analizado precisando:
- |                             |      |
|-----------------------------|------|
| . Energía Contratada (Plan) | MW.h |
| . Demanda Contratada        | MW   |
| . Demanda Máxima Obt.       | MW   |
| . Consumo Horario Pico      | MW   |
| . Factor de Potencia        | Cos  |
| . Monto Penalizaciones      | MP   |
| . Monto Bonificaciones      | MP   |

### COMENTARIOS.

### 3. ANALISIS DE PERDIDAS POR BAJO FACTOR DE POTENCIA.

3.1. Obtener los datos por servicio según Modelo EE – 3, tomando como base las mediciones realizadas o según las registradas en la entidad.

3.1.1. Energía activa media kW.h

3.1.2. Tanquete de  $\phi$  m (ángulo correspondiente al factor de potencia medio)

3.1.3. Horas de trabajo anual (t)

3.1.4. Potencia media reactiva (Qm)

3.1.5. Factor q ( de acuerdo a la tabla 1, pag. 46 de cálculos rápidos)

3.1.6. Tiempo anual de conexión de los capacitores (tc)

3.1.7. Coeficiente incremento de pérdidas (kip) (pag. 4 – Tabla 2 cálculos rápidos)

3.1.8. Factor eac (kW.h/kVAr – año) en función del kip y el tiempo de conexión (Tabla 2 pag. 47 cálculos rápidos)

3.2. Calcular los kVAr requeridos y la energía a ahorrar según aspectos 9 y 10 del Modelo EE- 3.

3.3. Determinar la existencia de motores sincrónicos que puedan compensar la potencia reactiva.

3.4. Determinar el nuevo estado de carga de los transformadores de introducirse mejoras en el factor de potencia y los kVA que se liberan por este concepto.

3.5. De no existir metro reactivo o cofímetro, calcular el factor de potencia con la carga activa, voltaje y corriente:

$$\cos. \phi = \frac{P}{\sqrt{3} \ V.I} \quad \text{(Corriente Trifásica)}$$

$$\cos. \phi = \frac{P}{V.I} \quad \text{(Corriente Monofásica)}$$

## **4. SISTEMA DE ALUMBRADO.**

### **4.1. Aprovechamiento iluminación artificial.**

- 4.1.1. Realizar mediciones de niveles de iluminación según normas cubanas 19-01-11 y 19-1-12, en áreas seleccionadas, determinando:
  - 4.1.1.1. Excesos de iluminación.
  - 4.1.1.2. Excesos de consumo kW.h/año
- 4.1.2. Evaluación seccionalización de circuitos.
  - 4.1.2.1. Excesos de lámparas encendidas innecesariamente.
  - 4.1.2.2. Excesos de consumo kW.h/año
- 4.1.3. Análisis de la utilización del alumbrado localizado en áreas seleccionadas.
  - 4.1.3.1. Determinación excesos de consumo kW.h/año por no utilización alumbrado localizado.
- 4.1.4. Evaluar grado mantenimiento del sistema alumbrado.
  - 4.1.4.1. Aprovechamiento iluminación por falta limpieza sistema alumbrado (Según Manual del Cálculos Rápidos pág. 81 y 82)

### **4.2. Aprovechamiento iluminación natural.**

- 4.2.1. Grado de limpieza y/o transparencia de: tejas traslúcidas, ventanales, claraboyas, etc.
  - 4.2.1.1. Determinación del incremento de los niveles de iluminación.
  - 4.2.1.2. Excesos de consumo en kW.h/año.
- 4.2.2. Sustitución de sistema de alumbrado artificial por natural
  - 4.2.2.1. Determinar potencia que se conecta en horario luz solar (PAV).
  - 4.2.2.2. Horas promedio año utilización alumbrado artificial (ta)
    - Determinación ahorros anual kW.h/año (Cálculo Rápido, pag. 72 y 73).

INSPECCION ESTATAL ENERGETICA							E - 5
<b>5. PERDIDAS POR UTILIZACION DE MOTORES SOBREDIMENSIONADOS.</b>							
5.1. Solicitar listado motores sobredimensionados.							
5.2. Realizar mediciones en los motores fundamentales sobredimensionados.							
1	Número de Motores						
2	Nombre del Motor						
3	Corriente Nominal (A)						
4	Corriente Real (A)						
5	Voltaje Nominal (V)						
6	Voltaje Terminal (V)						
7	Potencia Nominal (kV)						
8	Factor Potencia Nominal (%)						
9	Eficiencia (%)						
10	Revoluciones Por Minuto						
11	Horas de Trabajo al Día						
12	Días de Trabajo al mes						
13	Total de motores analizados						

**NOTA:** Los cálculos se realizarán mediante Programas de Computación, en su defecto se utilizará el Manual de Cálculo Rápidos (Pág. 50 – 71)

INSPECCION ESTATAL ENERGETICA							E - 5
6. EVALUACION DE LA COGENERACION							
6.1. Combustible Primario							
6.2. Capacidad de Generación.							
6.3. Registro Parámetros Fundamentales							
No	DESCRIPCION	AÑO ANT.	AÑO EN CURSO				TOTAL
			I Trim	II Trim	III Trim	IV Trim	
1	Plan de Generación (MW.h)						
2	Real de Generación (MW.h)						
3	Plan de Entrega al SEN (MW.h)						
4	Real de Entrega al SEN (MW.h)						

- 6.4. Analizar las potencialidades existentes de cogeneración no aprovechadas.
- 6.5. Evaluar las coordinaciones de trabajo entre los factores (planta eléctrica casa de calderas y áreas principales de consumo de vapor)

#### COMENTARIOS

## **ASPECTOS QUE DEBEN REFLEJARSE EN EL INFORME DE CONCLUSIONES**

1. Estado de la medición de los consumo y existencia de empates directos. E<sub>2</sub>.
2. Estado comparativo de las lecturas eléctricas por Facturación y Autolectura.
3. Comportamiento del factor de Potencia. Demandas registradas y contratadas.
4. Penalizaciones.
5. Estado de aplicación de los estudios de Regulación, Control y/o acomodo de carga.
6. Resaltar los aspectos más relevantes en el uso del alumbrado artificial y natura.
7. Pérdidas por utilización de motores sobredimensionados.
8. Estado de la Cogeneración.
9. Principales pérdidas y deficiencias en hornos eléctricos.
10. Estado general del sistema eléctrico. Operación de las redes. Factor de carga de los transformadores. Dominio de la empresa de sus principales pérdidas.
11. Total de pérdidas y posibilidades de ahorros. Por ciento que representa con relación al plan.

INSPECCION ESTATAL ENERGETICA						MODELO EE- 1
SUMINISTRO ELECTRICO						
No	DATOS		SERV. 1	SERV. 2	SERV. 3	SERV. 4
1	CAPACIDAD (kVA)	T - 1				
		T - 2				
		TOTAL				
2	VOLTAJE (kV)	ALTA				
		BAJA				
3	METRAJE	ALTA				
		BAJA				
4	FACTOR	ACTIVO				
		REACT.				
5	FACT.DE POTENCIA PROMEDIO					
6	DEMANDA CONTRATADA (kW)					
7	PLAN DE ENERGIA (kW.h)					
8	% PLAN HORARIO PICO					
9	MAXIMA DEMANDA (kW)					
10	POT. CONECTADA EN FUERZA (kW)					
11	POT. CONECTADA ALUMBRADO (kW)					
12	DEMANDA PROMED. REAL (kW)					
13	FACTOR DE DEMANDA					



INSPECCION ESTATAL ENERGETICA					MODELO EE- 3
ANALISIS DE PERDIDAS POR BAJO FACTOR DE POTENCIA					
No	DATOS	SERVICIO 1	SERVICIO 2	SERVICIO 3	SERVICIO 4
1	Energía Activa Media (kW.h)				
2	Tangente (f)				
3	t̄ (Horas de Trab.)				
4	Potencia Media Reactiva, Q <sub>m</sub>				
5	q (Tabla 1 pág 46)				
6	Tiempo de Conexión de Capacitores (T <sub>c</sub> )				
7	Kip (Pág. 4 – tab.2)				
8	eac (tabla – 2)				
9	Q <sub>C</sub> = q × Q <sub>m</sub> (kVAr)				
10	E <sub>C</sub> = eac × Q <sub>I</sub> (MW.h/año)				
COMENTARIOS:					

INSPECCION ESTATAL ENERGETICA							MODELO EE - 4	
4.1.5. DATOS FUNDAMENTALES p/ SUSTITUCION SISTEMA DE ALUMBRADO								
No	PARAMETROS A TOMAR	OFICINAS LOCALES NO IND.	NAVES PRODUCCION		ALMACENES		VIALES	OTROS
			h 6m	h 6m	h 6m	h 6m		
1.	Pot. Inst. (K)							
2.	S (m <sup>2</sup> )							
3.	TAL (h/año)							
4.	No. de Lámparas							
5.	Potencia de lámpara a retirar							
6.	Potencia de lámp. a Instalar							
7.	kah							
8.	IAA							
9.	AD							
10.	ESA							
11.	TOTAL							

NOTA:

Potencia instalada = No. Lámparas × potencia de lámpara instalada

TAL = Tiempo anual de utilización alumbrado (h/ Año).

kAH= Coeficiente ahorro por concepto de sustitución p/otras más eficientes (tabla 5.4 a 5.7, Cálculo Rápido)

IAA = Indices de potencia de alumbrado p/Superficie (tabla 5.8 Cálculo Rápido)

AD = Ahorro por exceso de iluminación (kW.h/año)

Ad = (Pot.Inst /S-IAA x TAL x 10<sup>-3</sup>)

ESA = Ahorro anual por sustitución de luminarias.

ESA = Pot.Inst. x kah x TAL



INSPECCION ESTATAL ENERGETICA							MODELO E - 5
<b>5. PERDIDAS POR UTILIZACION DE MOTORES SOBREDIEMENCIONADOS</b>							
5.1. Solicitar listado motores sobredimensionados							
5.2. Realizar mediciones en los motores fundamentales sobredimensionados.							
1.	Número de Motores						
2	Nombre del Motor						
3	Corriente Nominal (A)						
4	Corriente Real (A)						
5	Voltaje Nominal (V)						
6	Voltaje Terminal (V)						
7	Potencia Nominal (kW)						
8	Factor de Potencia Nominal (%)						
9	Eficiencia (%)						
10	Revoluciones Por Minuto						
11	Horas de trabajo al día						
12	Días de trabajo al mes						
13	Total de motores analizados						
<p>NOTA:</p> <p>Los cálculos se realizarán mediante programa de computación, en su defecto se realizará Manual de Cálculos Rápidos (Pág. 50-71)</p> <p><b>COMENTARIOS:</b></p>							

INSPECCION ESTATAL ENERGETICA							MODELO E-6
6. EVALUACION DE LA COGENERACION							
6.1. Combustible Primario							
6.2. Capacidad de generación (kW)							
6.3. Registro Parámetros fundamentales							
No	DESCRIPCION	AÑO ANTERIOR	AÑO EN CURSO				TOTAL
			I TRIM	II TRIM	III TRIM	IV TRIM	
1	Plan de Generación (MW.h)						
2	Real de Generación (MW.h)						
3	Plan de entrega al SEN (MW.h)						
4	Real de entrega al SEN (MW.h)						

- 6.4. Analizar las potencialidades existentes de cogeneración no aprovechada.
- 6.5. Evaluar las coordinaciones de trabajo entre los factores (planta eléctrica casa de calderas y áreas principales de consumo de vapor)

#### COMENTARIOS

INSPECCION ESTATAL ENERGETICA				MODELO E - 7
7. EVALUACION DE CADA HORNO ELECTRICO				
NOMBRE DEL PARAMETRO	VALOR NOM	VALOR REAL	UNID.	METODO DE OBTENCION.
7.1. Pérdidas por Aislamiento				
7.1.1. Superficie exterior del horno (S)			m <sup>2</sup>	
7.1.2. Temperatura trabajo interior del horno (T')			°C	
7.1.3. Temperatura real pared exterior del horno (T)			°C	
7.1.4. Determinar $\Delta P_1$ , para T			kW/m <sup>2</sup>	Cálc.Ráp.pag.85 Fig 3 Tab. 11
7.1.5. Determinar $\Delta P_1$ , para t'			kW/m <sup>2</sup>	
7.1.6. Tiempo de trabajo anual del horno (t)			h/año	
7.1.7. Determinar pérdidas energía paredes del horno (Pe)			kW	$P_e = (\Delta P_1 - \Delta P_1)$
7.1.8. Pérdidas de energía anual del horno (E)			kW.h	$E = P_e t$
7.2. Pérdidas p/hermeticidad del horno				
7.2.1. Determinación superficie del área abierta del horno p/deficiente hermetización (S <sub>1</sub> )			m <sup>2</sup>	
7.2.2. Tiempo de abertura de hermetización deficiente (T <sub>1</sub> )			h/año	
7.2.3. Superficie del área abierta del horno que se disminuye mejorando la hermetización(S <sub>2</sub> )			m <sup>2</sup>	

NOMBRE DEL PARAMETRO	VALOR NOM	VALOR REAL	UNID.	METODO DE OBTENCION.
7.2.4. Tiempo abertura de la hermetización mejorada ( $t_2$ )			h/año	
7.2.5. Pérdidas p/irradiación de calor ( $\Delta P_1$ ), ( $\Delta P_2$ )			kW/m <sup>2</sup>	Cál. Ráp. Tab. 6.12 Pág.87
7.2.6. Determinación de pérdidas energía en condiciones iniciales ( $E_1$ )			kW/h	$AE_1 = AP_1 \times S_1 t_1$
7.2.7. Determinar pérdidas después de las mejoras ( $\Delta E_2$ )				$AE_2 = AP_2 \times S_2 \times t_2$
7.2.2. Determinar ahorros obtenido por introducción de mejoras $E_1$			kW.h/año	$E_1 = (\Delta E_1 - \Delta E_2)$