

# Detección, Control y Monitoreo de las Pérdidas No Técnicas a través de Medidores Totalizadores en C.A. Electricidad de Valencia

Jorge Gámez, Rubén Oria, Luis Figueroa – ELEVAl, Venezuela  
 jgamez@elevel.com • roria@elevel.com • lfigueroa@elevel.com

Artículo destacado en el V CIERTEC: Gestión de Pérdidas, Eficiencia Energética y Protección de Ingresos en el Sector Eléctrico, realizado en Alagoas, Brasil del 28 al 31 de agosto de 2005.

## Índice

1. Introducción
2. Objetivo general
3. Metodología
4. Inversión en el proyecto de totalizadores
5. Resultados
6. Conclusiones

### RESUMEN

Ante el incremento de las pérdidas no técnicas (PNT) en el año 2004, C.A. Electricidad de Valencia (Elevel) replanteó sus estrategias de control y reducción de las PNT, desarrollando un plan estratégico que, entre sus objetivos fundamentales, dio lugar al Proyecto de Detección, Control y Monitoreo de las Pérdidas No Técnicas a través de Medidores Totalizadores.

Está basado en el desarrollo de software, sistemas e instalación de medidores que totalizan la carga de los

grupos de transformadores, como herramientas que soportan la metodología aplicada.

Lo que sigue es la experiencia lograda por Elevel con la implantación del proyecto basado en los totalizadores y sus resultados más importantes, que condujeron a la reducción de las pérdidas totales de la empresa en 5,17 puntos porcentuales en el lapso de un año, describiendo, asimismo, la metodología desarrollada para combinar estas herramientas.

La metodología se inicia con la asociación clientes-transformador, como primer paso, para obtener una data confiable, siguiendo con la instalación de medidores totalizadores y el detalle de los elementos relacionados, continuando con el proceso de toma de lectura y el balance energético obtenido automatizadamente con el sistema.

Luego se procede a explicar el procedimiento de las revisiones en campo, tanto de los medidores de usuarios y como de la red asociada a los medidores totalizadores para, finalmente, obtener los informes de cierre de totalizadores, que deben reflejar la reducción esperada de las pérdidas.

Presenta, además, el flujo de caja del proyecto durante el año 2004, para demostrar su viabilidad, como ejemplo de la valiosa experiencia establecida por Elevel.

## I. Introducción

Dos razones importantes motivaron a C.A. Electricidad de Valencia, al desarrollo de un sistema propio de medición de la carga total asociada a cada punto de transformación de la red de distribución, con dos o más usuarios conectados.

En primer término, la necesidad de verificar los parámetros de calidad en distintos puntos de la red, en cumplimiento de la Ley Orgánica del Servicio Eléctrico de Venezuela y, en segundo término, tal vez el más importante, y que dio base a la justificación económica del proyecto, para establecer un sistema de detección, control y monitoreo de las pérdidas no técnicas, en cada punto de

transformación de la red, a fin de contribuir con la reducción de éstas.

La instalación de medidores totalizadores en los puntos de transformación, permitió a Elevel obtener un sistema de reducción de pérdidas negras que detecta fraudes, anomalías e irregularidades en los puntos de entrega de los usuarios, de manera efectiva y con uso eficiente de los recursos.

Se apoya en el balance energético de cada grupo de transformadores (energía despachada contra la energía registrada en de cada uno de los medidores conectados al transformador), soportado por un software que analiza el balance de energía total de todos los puntos de transformación de la empresa, generando un registro que lista los circuitos con mayor índice de pérdidas en cada sector de la ciudad, el cual se examina mensualmente.

El proyecto se inició en enero de 2004 y, en mayo de 2005, Eleva ya ha instalado 2.880 totalizadores, logrando mantener bajo el control de pérdidas al 70% de sus clientes (84.000 usuarios). Con estas herramientas la empresa redujo su indicador de PNT en 5,17 puntos porcentuales durante el período 2004 (25% en Dic. 2003 a 19% en Dic. 2004).

Igualmente, se consolidó el manejo adecuado y oportuno sobre la efectividad de las revisiones, detecciones de fraudes y la reincidencia.

## 2. Objetivo General

Localizar las pérdidas no técnicas en pequeños grupos de usuarios servidos desde el mismo transformador (balance energético), para mejorar la eficiencia y la efectividad del plan de reducción de las PNT y proveer un mecanismo de control de las pérdidas, posterior a la normalización de los suministros.

## 3. Metodología

Se desarrolló un sistema que monitoriza la energía total asociada a los puntos de transformación de la red de distribución que tengan dos o más clientes conectados, para determinar el balance energético de la energía total que suministra el banco de transformación y realizar la comparación con la suma total de los consumos registrados en los medidores de los clientes asociados, identificando así las PNT que resulten del análisis efectuado.

La metodología engloba cuatro procesos que conforman el ciclo de planificar, hacer, revisar y corregir, como se describe a continuación:

### 3.1 Asociación clientes-transformador

El software vincula los datos del sistema comercial (medidor y consumos por cliente) con el medidor totalizador, relacionándolos con el punto de transformación correspondiente.

Previamente, se realizó un censo en todos los transformadores y puntos de la red de la empresa, identificando cada medidor con su transformador asociado.

Luego, esta data (serial de los medidores) se introdujo en el sistema comercial de la empresa (Open SGC), como se observa en la pantalla de la *Figura 1* y, por medio del sistema, se obtiene la información complementaria de cada punto (cuenta, dirección, consumo).

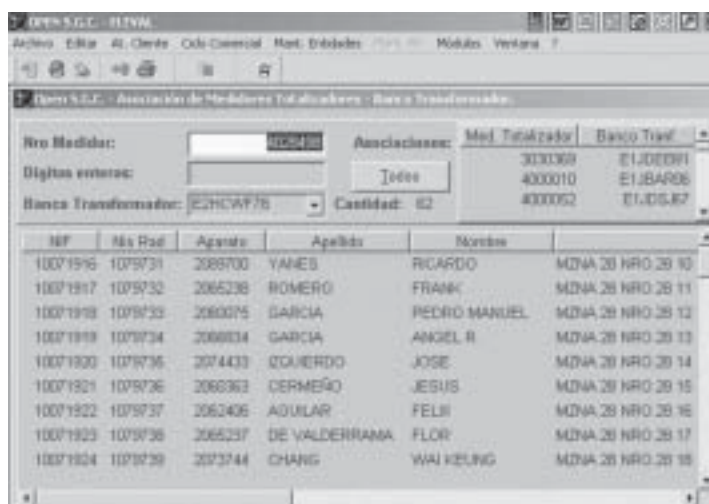


Figura 1: Pantalla de Asociación de Medidores a un Punto de Transformación.

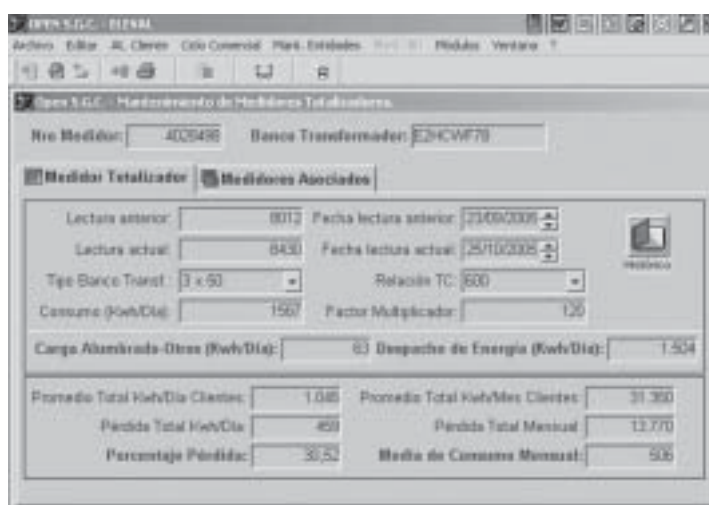


Figura 2: Pantalla de Datos del Medidor Totalizador de un Banco de Transformación.

En otra ventana (*Figura 2*), se incorporan los datos siguientes: serial del medidor totalizador, relación de los transformadores de corriente, código del banco o punto de transformación.

Posteriormente, con las lecturas del medidor incorporadas automáticamente, el sistema calcula y muestra los datos del transformador (Código geográfico, promedio de kWh por cliente, pérdidas en kWh).

### 3.2 Instalación de totalizadores

El equipamiento para la instalación de un medidor totalizador está compuesto por tres transformadores de corriente tipo toroidal; un medidor electrónico que recibe las señales de tensión y corriente, ubicado en el lado de bajo voltaje de cada banco de transforma-

### 3.3 Lectura y balance energético

La lectura de los totalizadores es ejecutada simultáneamente con el ciclo de lectura de los suministros conectados al totalizador, para garantizar que el cálculo de las pérdidas de energía sea lo más preciso posible. El balance de energía se realiza mensualmente, de forma automática, mediante el software de control que genera un reporte de las pérdidas, por banco de transformación. En la *Figura 5* aparece la pantalla donde se cargan las lecturas. El sistema asocia las lecturas tomadas del lote de medidores relacionados con el totalizador.

Adicionalmente, el sistema permite hacer consultas en mayor escala, por ejemplo, listados de totalizadores sin lectura y reportes de pérdidas por circuito, como lo presenta la *Figura 6* que refleja pérdidas por circuito, oficina, localidad o cuadrícula, según el requerimiento.

### 3.4 Revisiones

Una vez obtenido el reporte del sistema que indica las pérdidas por transformador, se lleva a cabo la revisión, que se inicia con un análisis de los datos, integrando pérdidas en kWh, porcentaje de pérdidas del total entregado por el transformador y cantidad de clientes asociados. Este estudio determinará la prioridad por transformador y la probabilidad de certeza de la detección, antes de comenzar el trabajo en el sitio.

Luego, en campo, se procede a inspeccionar la red de baja tensión, acometidas

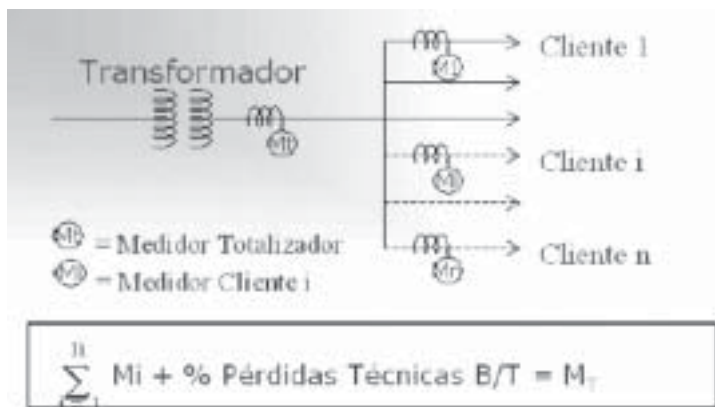


Figura 3: Esquema de Conexión del Totalizador.

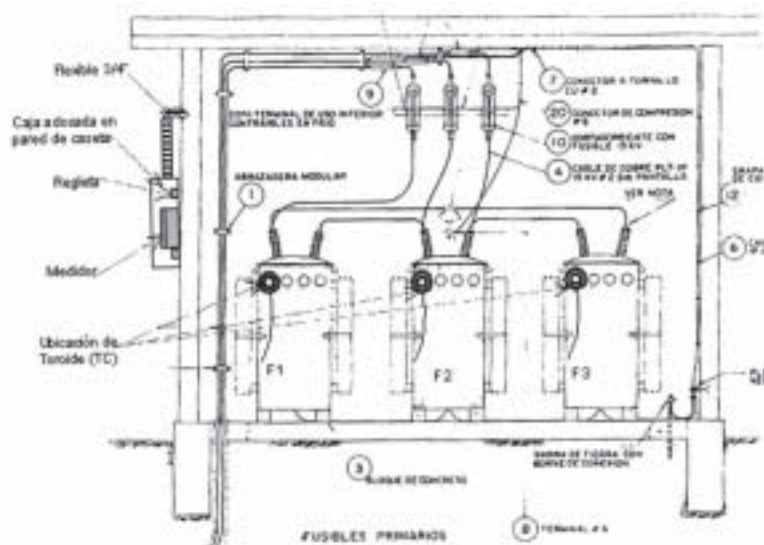


Figura 4: Montaje de Instalación de Totalizador en Caseta de Transformación.

ción, para medir el total de la energía suministrada.; cables y caja para alojar el contador. La *Figura 3* muestra el esquema unifilar de conexión y, en la *Figura 4*, se observa el esquema de instalación en

una caseta de transformación donde se distingue, en la pared lateral de la caseta, el medidor totalizador instalado en una caja y los TCs colocados a la salida de los *bushing* de los transformadores.

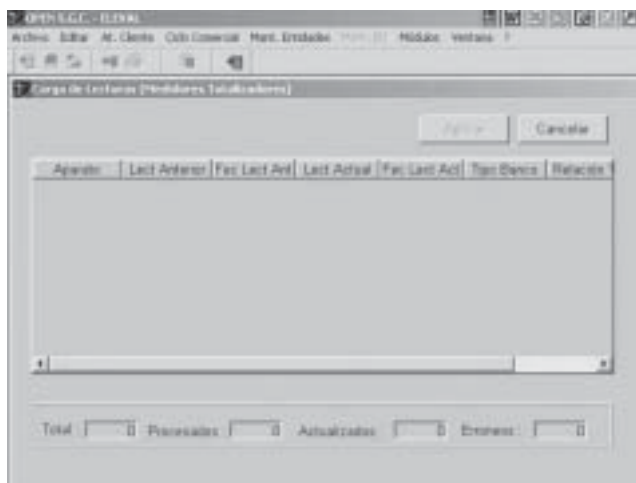


Figura 5: Pantalla de Carga de la Lectura de los Medidores Totalizadores.

Cod Banco	Cod Medidor	Total kWh/día	Pérdida Total/día	Porcentaje Pérdida/día	Total kWh/mes	Pérdida Total/mes
ESCBF048	7000021	127.00	43.00	4.43	27 810.00	1.296
ESCBWP65	7000411	185.00	171.00	46.31	5 490.00	5.136
ESCBAG64	7000412	900.00	41.00	4.36	27 000.00	1.230
ESCBAL89	7000429	26.00	264.00	91.03	780.00	7.926
ESCBW89	7000410	8.00	82.00	92.00	240.00	2.766
ESCBW84	7000421	156.00	101.00	35.30	4 680.00	3.030
Total kWh Día :		5 944.00			Total kWh mes	296 320.00
Pérdida Total Día :		3 438.00			Pérdida Total Mes	102 720.00
Porcentaje Pérdida :		25.61			Media Consumo Mes	18 920.00

Figura 6: Pantalla de Reporte de Pérdidas de un Circuito por Listado de Transformadores.



Figura 7: Rotura en Acera para Detectar Toma Clandestina al Troncal de B.T. de la Empresa.

y medidores para descubrir tomas clandestinas, contadores manipulados y otras anomalías causales de las PNT. Así se revisa la red hasta que el balance energético resulte sin pérdidas.

Después se levantan las actas que avalan los procedimientos administrativos para la normalización final del punto de suministro.

Una vez corregidas las irregularidades que causan las pérdidas en la red, detectadas por los métodos tradicionales de inspecciones, se vuelve a tomar lectura del equipo totalizador y de los medidores asociados. Al término de las correcciones, habrá transcurrido un lapso entre 3 y 7 días, generándose un balance energético que servirá para evaluar si las revisiones fueron efectivas.

En algunas oportunidades, sobre todo en casos de redes subterráneas, el mismo balance energético advierte sobre la necesidad de profundizar más en el chequeo de la red y es cuando se procede al uso de equipos de detección de alta frecuencia que permiten determinar tomas clandestinas, a veces, hasta empujadas y conectadas directamente a la red troncal de la empresa (Ver Figura 7).

Con el balance energético proveniente del totalizador, también resulta más afectivo alertar a las cuadrillas para que sigan buscando la irregularidad puesto que, sólo una simple prueba al momento de la inspección, cuando la toma ilegal no tiene carga, dificulta su detección.

### 3.5 Entrega de informes

Un informe final describe cómo se resolvió el caso, indicando que el totalizador quedó sin PNT, para su control, el mes siguiente.

Una vez concluida la normalización en campo de la red conectada al totalizador, la empresa contratista encargada de la cuadrilla entrega un informe de cierre de la obra que incluye las lecturas del totalizador y el balance de energía probatorio sobre la reducción esperada de las pérdidas.

La revisión en campo requiere un tiempo promedio de 7 días por banco de transformador, el cual tiene 25 usuarios asociados, en promedio.

No obstante, el proceso realmente continúa una vez entregado el informe final, pues el sistema automatizado de lectura de los totalizadores y el software de control advertirán, en un tiempo máximo de un mes, si, efectivamente, el transformador no registra pérdidas considerables. En este período se toma la lectura de todos los equipos de manera continua.

Existen algunos factores por los cuales, después de las revisiones y correcciones, pudieran volver a manifestarse pérdidas en los transformadores. Las causas más frecuentes:

- **Falla en la corrección** de las irregularidades realizadas por las cuadrillas.

- **Conexiones clandestinas** que no hayan sido detectadas y que los usuarios dejaron de utilizar en el lapso de revisión, al percatarse de la presencia de las cuadrillas.
- **Auto-normalizados** son clientes que, considerando el proceso legal del que pueden ser objeto, regularizan su situación eliminando la condición de fraude, ellos mismos, antes de que sean detectados, pero que vuelven a conectarse ilegalmente, una vez se ausentan las cuadrillas.
- **Reincidencia** de los usuarios ilegales que, acostumbrados a beneficiarse de indebidamente del servicio eléctrico y que perciben la vulnerabilidad de los procesos de sanción, vuelven a intervenir la red creyendo que están libres de nuevas detecciones.

No obstante, estas incidencias serán detectadas posteriormente por el sistema que obliga a un seguimiento continuo. De ahí proviene parte del éxito del proyecto de reducción de pérdidas con el apoyo de los equipos totalizadores.

## 4. Inversión en el Proyecto de Totalizadores

En la primera etapa, en el año 2004, Eleval instaló 2.622 equipos totalizadores, lo que representa una inversión directa de M\$ (US) 1.165, sólo en la adquisición e instalación de estos equipos.

El presupuesto de inversión se justifica con los ingresos por M\$ (US) 4.339, producto de las adecuaciones (normalizaciones de puntos que presentaron irregularidades), que originan, a su vez, cobros de energía no facturada, previstos en la ley, mas el incremento en la facturación, resultado de las normalizaciones.

Al estimar los otros costos derivados de las actuaciones recurrentes de la empresa para concretar las adecuaciones de los puntos, el total de la inversión nos lleva a la suma total de M\$ (US) 1.165, lo que resulta en un flujo acumulado positivo de M\$ (US) 265, en el mes No. 14 de ejecución, y un Valor Presente Neto de M\$ (US) -61, a una tasa de descuento del 36%. En el Anexo 1, se muestra la tabla del flujo de caja del proyecto, en un año.

## 5. Resultados

Eval ha instalado 2.880 totalizadores, logrando mantener bajo control de pérdidas, al 70% de sus usuarios, con una meta prevista del 82%, al cierre de 2005.

Se materializó el retorno de la inversión en 14 meses, con los ingresos provenientes del incremento de la facturación, producto de la normalización de los suministros que presentaron irregularidades y del cobro de la energía no cancelada, previsto en la ley.

Con la ejecución del proyecto de instalación de totalizadores, Eeval redujo su indicador de PNT en 5,17 puntos porcentuales en el período 2004 (De 25% en Dic. 2003 a 19% en Dic. 2004).

Para el año del 2005, con la continuidad del proyecto se espera una reducción de 3,85 puntos, ubicándose así las pérdidas totales en 15,98%.

## 6. Conclusiones

El proyecto de instalación de totalizadores, la aplicación del software y el plan de inspecciones de campo focalizadas en las áreas de mayor pérdida, permitió reducir el porcentaje de pérdidas no técnicas de la empresa, controlar la calidad y efectividad de las revisiones y mejorar la prevención ante las posibles reincidencias.

Al acordar un esquema de gestión con los contratistas, se logró obtener su compromiso en el objetivo de reducir las

PNT, haciéndoles responsables de la normalización de las irregularidades pues, de lo contrario, la empresa no recibe el totalizador y ellos deben continuar revisando hasta que se alcance la meta conjunta.

La experiencia determinó que las cuadrillas de los contratistas ejecutores perciben esta metodología de trabajo como invulnerable, al observar el seguimiento continuo y automatizado cumplido por Eeval, lo que les lleva a garantizar la calidad de las obras (revisiones y normalizaciones). En forma similar ocurre con los clientes con conducta reincidente, quienes son descubiertos en repetidas oportunidades, lo que trae como consecuencia una mejora en la conciencia colectiva en cuanto al perjuicio que ocasionan las PNT.

## Anexo 1: Flujo de Caja

### Flujo del Proyecto 2004 (M\$)

CONCEPTOS	2004													TOTAL	2005	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE		FEB	
INGRESOS	25	48	72	131	406	560	538	482	470	533	549	525	4.339	502	412	
TOTALIZADORES MATERIALES		20	38	19	331	61		197					667			
TOTALIZADORES HDO		5	25	35	35	30	25	25	35	33	15		264			
TOTALIZADORES MEDIDORES					144			91					234			
COSTOS DE SERVICIO	17	22	25	83	104	117	112	113	117	118	114	118	1.059	71	21,5	
MATERIALES DE ADECUACIONES		67	64	81	200	74	74	74	78	78	71	78	939			
MANO DE OBR A ADECUACIONES		56	53	68	56	62	62	62	65	65	59	65	670	47		
MEDIDORES DE ADECUACIONES					334								334			
GASTO DE PERSONAL	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	291			
BIENES NO ELECTRICOS			40	62	51	4		39					195			
GASTO OPERATIVO	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	146			
INVERSION	54	207	281	385	1.291	385	389	638	331	329	295	297	4.899	190		
FLUJO INGRESOS - INVERSION	-29	-159	-209	-254	-884	175	229	-156	139	203	254	229	-462	313	412	
FLUJO ACUMULADO	-29	-188	-397	-650	-1.535	-888	-1.121	-1.207	-1.140	-345	-630	-462	-462	-143	263	
Valor presente neto con Tasa de descuento del 35%													-546		-61	