

*II Conferencia Internacional de Desarrollo Energético Sostenible 2019 CIDES*

**DETERMINACION DE LA CURVA DE CARGA, EN PLANTAS DE LA  
EMPRESA AICA MEDIANTE LA UTILIZACION DE LOS  
METROCONTADORES INTELIGENTES P2000-T**

Autores: MSc. Armando Gómez Quesada -  
Ing Williams Roig Benitez.

*II Convención Científica Internacional*

*UCLV 2019*

*Ciencia, tecnología y sociedad.*

## **1. RESUMEN**

Se realizó un estudio de cómo obtener la curva de carga de Plantas de la Empresa AICA, perteneciente a la Empresa AICA, mediante los metrocontadores inteligentes P 2000-T. El análisis abarcó las curvas de carga de ambos circuitos de estas plantas, así como la curva de carga total en las mismas, el tiempo del estudio fue durante varios meses del 2018, dicha investigación se efectuó con el propósito de constituir una herramienta útil que incidiera sobre el consumo eléctrico de las mismas y de igual forma mejorar la eficiencia del uso de este portador. Los resultados muestran que la curva de carga de estas entidades en los meses expuestos tiene un comportamiento típico acorde al proceso productivo, mostrando además que la Demanda Máxima de la Planta 1, no supera los 1430 kW y en el caso de la Planta 2 los 600 kW. Por último, se realizó un breve análisis del pico de consumo en el horario pico, evidenciándose que los picos encontrados forman parte del proceso productivo, siendo imposible su desplazamiento.

Palabras clave: curva de carga, metrocontadores inteligentes, Demanda Máxima

## **ABSTRACT**

A study was made of how to obtain the load curve of Plants of the AICA Company, belonging to the AICA Company, through the smart metro meters P 2000-T. The analysis covered the load curves of both circuits of these plants, as well as the curve of total load in them, the time of the study was during several months of 2018, this investigation was carried out with the purpose of constituting a useful tool that would affect on the electrical consumption of the same and likewise improve the efficiency of the use of this carrier. The results show that the load curve of these entities in the exposed months has a typical behavior according to the production process, showing also that the Maximum Demand of Plant 1, does not exceed 1430 kW and in the case of Plant 2 the 600 kW. Finally, a brief analysis of peak consumption during peak hours was made, evidencing that the peaks found are part of the production process, making it impossible to move.

Keywords: electricity meters; load curves; Highest Demand Point; electricity consumption; power budget.

## **2. INTRODUCCIÓN**

La carga de un sistema de distribución de energía eléctrica es la parte terminal del sistema que convierte la energía eléctrica a otra forma de energía. La suma de las intensidades o potencias de placa de todos los artefactos de consumo dependientes del sistema de distribución de energía eléctrica, o de una parte de él, constituyen su carga conectada y representa la máxima demanda posible de una instalación, por otra parte, la demanda eléctrica de un sistema es la potencia eléctrica, relativa a un intervalo de tiempo específico, que absorbe su carga para funcionar. Ese lapso se denomina intervalo de demanda, y su indicación es obligatoria a efecto de interpretar un determinado valor de demanda.

Los intervalos de demanda, son típicamente de 15, 30 o 60 minutos. Los lapsos de 15 o 30 minutos se aplican comúnmente en facturación, selección de la capacidad de equipos, estudios de balanceo y transferencia de carga. El intervalo de 60 minutos, permite construir "Perfiles de Carga Diarios" para el análisis de consumo de energía, determinar el rendimiento de dispositivos,

y también para elaborar un completo plan de expansión del sistema de distribución de energía eléctrica. No obstante, en la selección de fusibles y el ajuste de protecciones también es importante conocer las demandas máximas instantáneas

La sucesión de valores de demanda en función del tiempo se denomina Curva de Carga, y su representación gráfica, Perfil de Carga; cuando tal sucesión corresponde a un día entero se tendrán, respectivamente, una Curva de Carga Diaria y un Perfil de Carga Diario. Por supuesto, el "perfil" o forma de la curva de carga dependerá del procedimiento de medición.

Además de la frecuencia de medición determinada por el intervalo de demanda, también el método de muestreo tiene un impacto significativo en la caracterización de la carga. Existen dos formas básicas de muestreo en la medición: discreto, si el registro es de carga instantánea, o por integración si se registra la energía absorbida durante cada intervalo.

En nuestro caso, el método de muestreo que se utilizara a través del instrumento de medición (metrocontador P 2000 - T) es de tipo integrado, tal como la mayoría de los equipos que mide la energía transferida durante cada intervalo  $\Delta t$ , esto es, haciendo un muestreo por integración.

Cuando la información de demanda resultante de un muestreo por integración sea dada en forma tabular, la correspondencia del par tiempo|demanda en la tabla, o bien (t , d), indica que la demanda promedio o gasto de energía por parte de la carga es  $d [= \text{Ecuación}(1)/ \Delta t]$  durante el intervalo de demanda (de tamaño  $\Delta t$ ) que finaliza en t. Así, el área bajo la curva diaria escalonada resultante será efectivamente la energía consumida durante el día en consideración.

Se ha de añadir que, en nuestro caso, este estudio puede ser realizado mediante un analizador de redes tradicional, sin embargo, ello no es factible pues obligaría a tener dedicado un equipo permanentemente con estos fines, y dado el costo del equipo o del alquiler del servicio ello no sería práctico, otra forma sería sumando el consumo de todas las cargas colocadas en las entidades, pero ello no solo es variable en el tiempo, sino que los datos obtenidos no serían tan fiables como los mostrados en este trabajo.

En vista del todo lo anterior nos trazamos como objetivo realizar un estudio para obtener la curva de dos plantas de la Empresa AICA, mediante los metro contadores inteligentes P 2000-T.

### **3. DESARROLLO**

La Planta 1 se alimenta de dos líneas de 33 kV, las cuales por el lado de baja del transformador tiene instalado metrocontadores inteligentes P 2000-T en ambas líneas, los cuales dan no solo la oportunidad de determinar los consumos de la entidad, sino además dan otras series de datos mediante los cuales se puede modelar la curva de carga diaria de esta entidad.

En el caso de la Planta 2, dada la fiabilidad que se precisa en el servicio de energía eléctrica por la producción de los medicamentos que en esta se elaboran, la misma cuenta con dos servicios de alimentación, con sus respectivos metros contadores inteligentes por el lado de baja de los transformadores de dichas líneas, una vez obtenidos los datos mencionados anteriormente, se precisa hacer coordinar dichos datos en la hora precisa para obtener la curva de carga de dicha UEB,

Materiales y Métodos

Diseño de la Investigación

Para identificar los principales problemas que inciden en el objeto del estudio de este trabajo, se realizó un estudio por observación, revisión documental y entrevistas no estructuradas.

El primer punto a caracterizar son los metrocontadores P 2000-T los cuales permiten la discriminación horaria y que tienen capacidad para la tele medición, además de una serie de datos que posteriormente se expresaran , es decir sus características son muy superiores a la de los contadores tradicionales de energía eléctrica .

Los contadores inteligentes P 2000-T permiten:

- La discriminación horaria, esto es, aplicar el coste de la energía según el momento en que es consumida (ya sea hora punta o valle).
- La tele medición y tele gestión, que es la capacidad de lectura de contadores y el tratamiento de la información de forma remota.



Los metro contadores P 2000- T son capaces de recoger muchas más variables que los tradicionales y de forma más precisa, permiten recoger y almacenar el consumo eléctrico cada con tiempos inferiores a los 15 minutos, lo cual nos permite confeccionar la curva de carga anteriormente mencionada, además si los datos que ofrece se analizan más profundamente puede brindar nuevas observaciones tanto para el consumidor final de energía, como para la empresa eléctrica.

Los metro contadores P 2000 –T utilizados en todas nuestras UEB almacenan los siguientes datos:

- Región
- Número de cuenta
- Número de cliente
- Dirección del dispositivo
- Contador Número
- Contador Nombre
- Tiempo de captura
- Insertar Hora

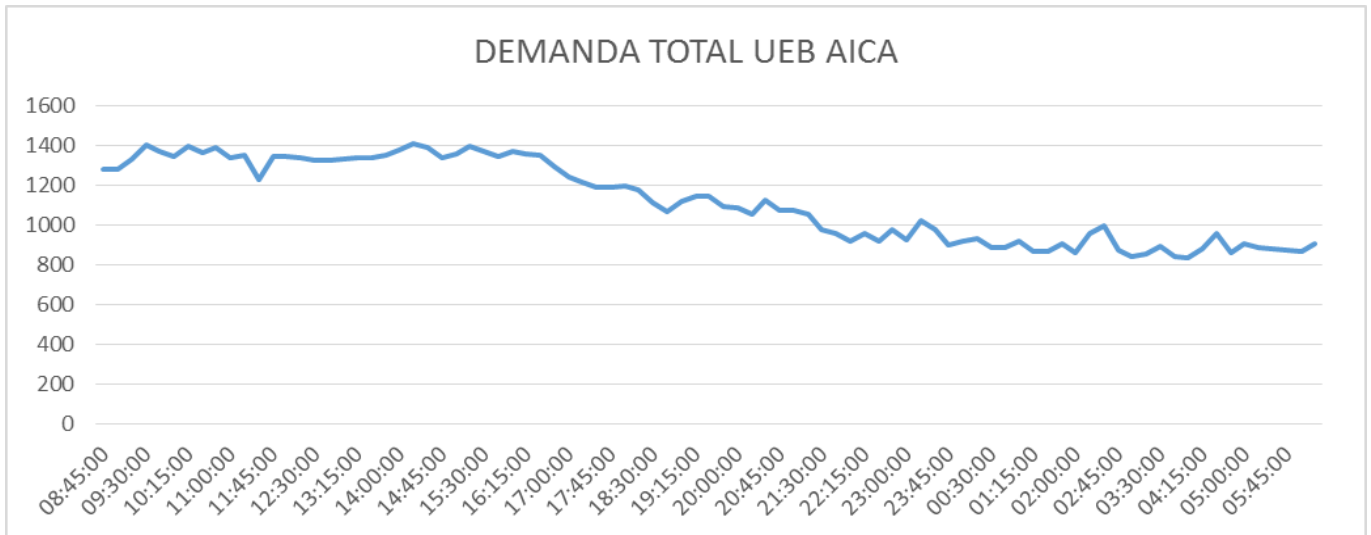
Total import active energy (kWh)  
T1 import active energy (kWh)  
T2 import active energy (kWh)  
T3 import active energy (kWh)  
Q1 reactive energy SUM (kvarh)  
Total import active max demand (kW)  
T1 import active max demand (kW)  
T2 import active max demand (kW)  
T3 import active max demand (kW)  
Total import active max demand time  
T1 import active max demand time  
T2 import active max demand time  
T3 import active max demand time  
Instantaneous active power (kW)  
Import active power (kW)  
Instantaneous reactive power (kvar)  
Import reactive power (kvar)  
Power factor  
Phase A instant power factor  
Phase B instant power factor  
Phase C instant power factor  
Phase A voltage (V)  
Phase B voltage (V)  
Phase C voltage (V)  
Phase A current (A)  
Phase B current (A)  
Phase C current (A)

Los mismos se recogen cada un periodo de 15 minutos (o en el tiempo de programación predeterminado), y pueden ser enviados por la tele medición para su control tanto al usuario o consumidor como a la Empresa Eléctrica.

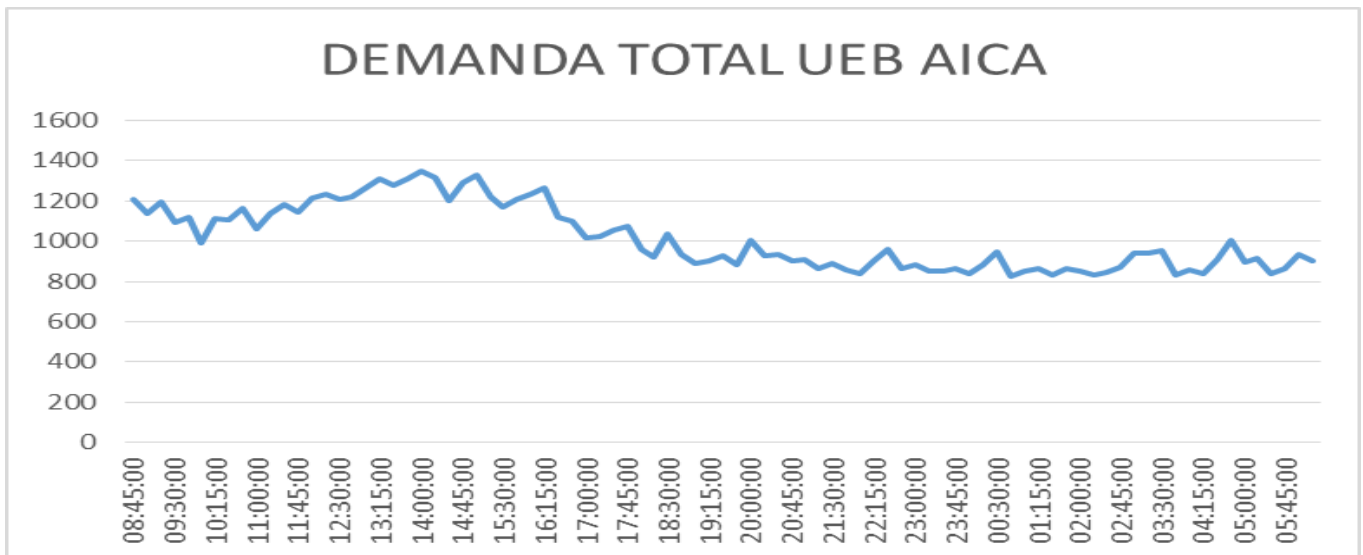
En el caso de ambas plantas, una vez obtenidos los datos mencionados anteriormente, es necesario hacer coordinar los mismos en la hora precisa para obtener la curva de carga total de dichas plantas.

Para el análisis, se tomaron los datos de 5 días aleatorios para elaborar las curvas de carga mencionadas.

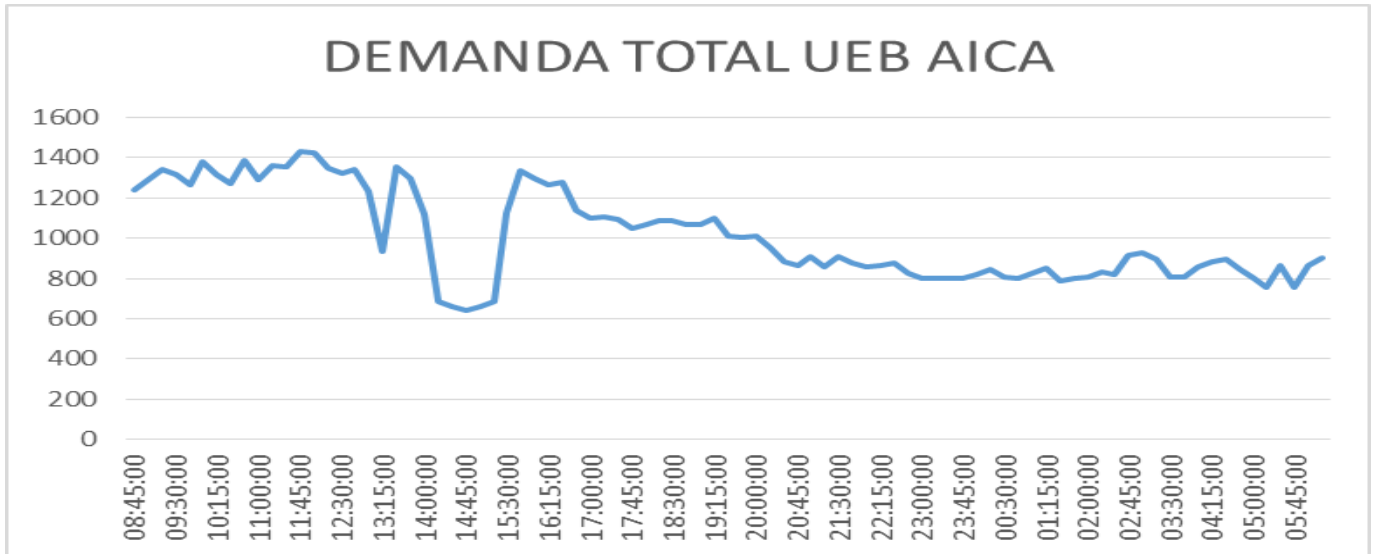
### Planta I



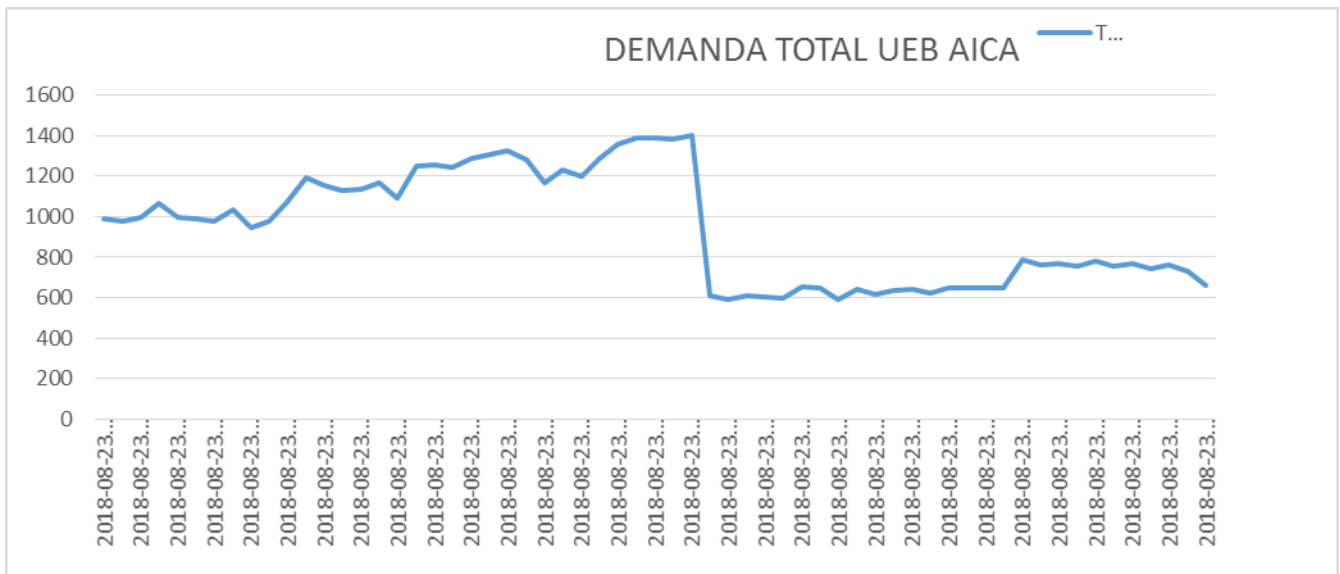
Curva de carga del 10 de Mayo del 2018.



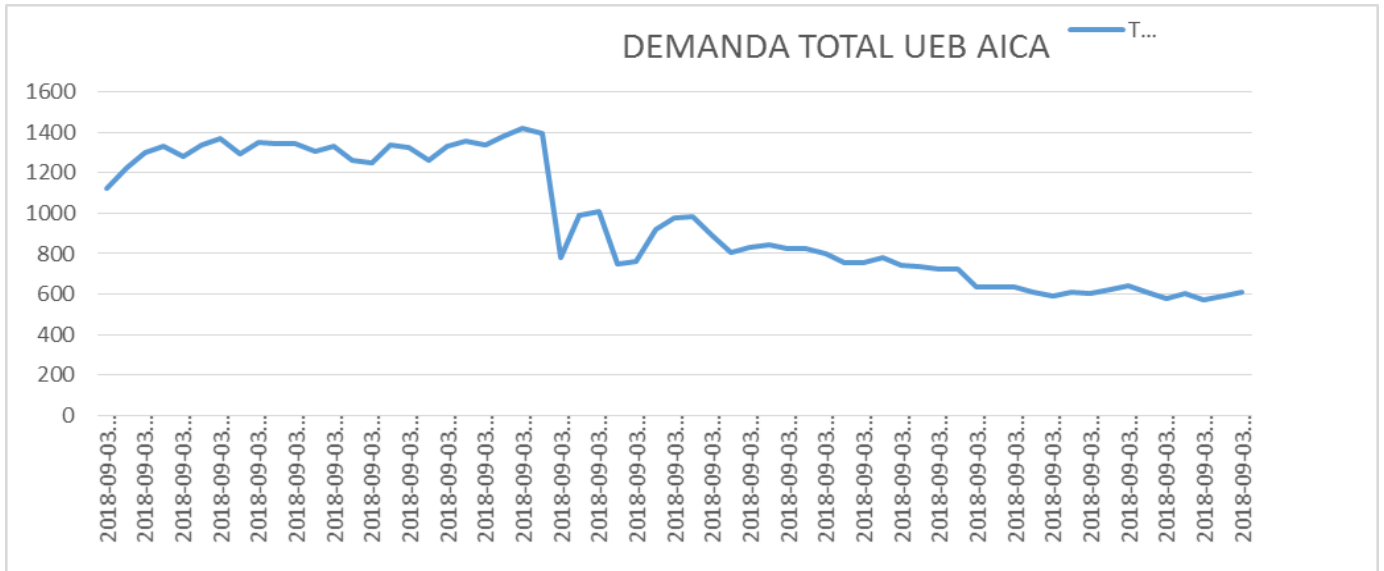
Curva de carga del 6 de julio del 2018.



Curva de carga del 12 de Julio del 2018.



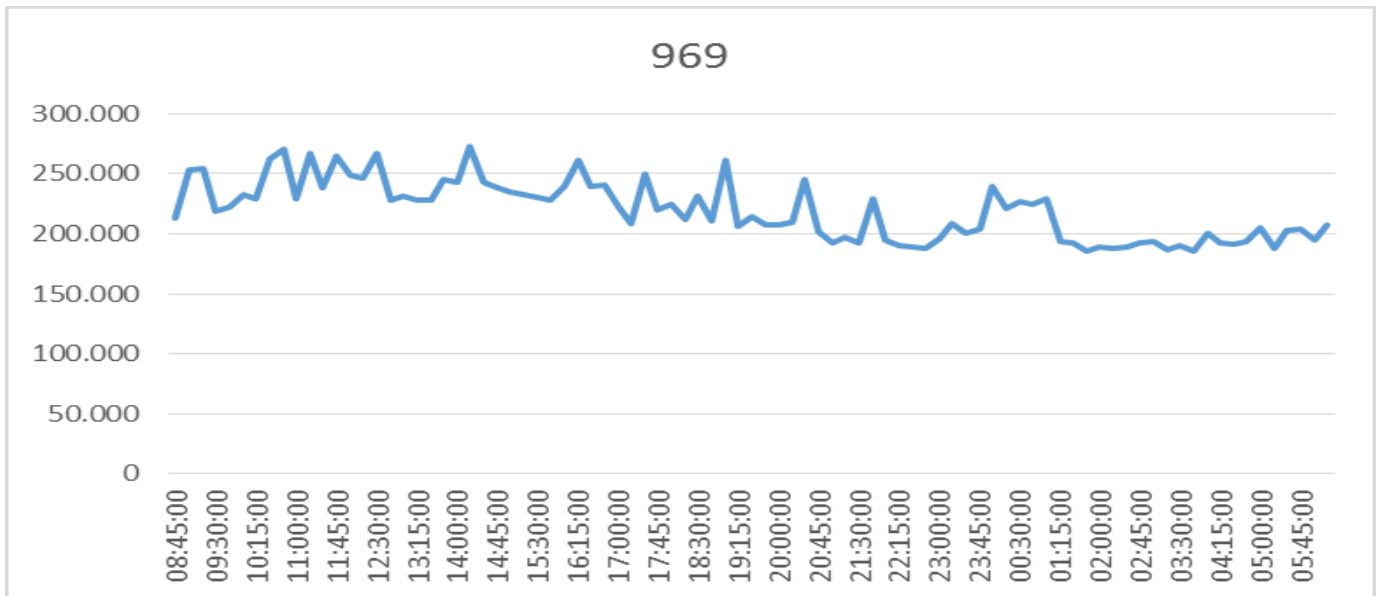
Curva de carga del 23 de agosto del 2018 (se nota el fallo de una línea).



Curva de carga del 3 de septiembre del 2018.

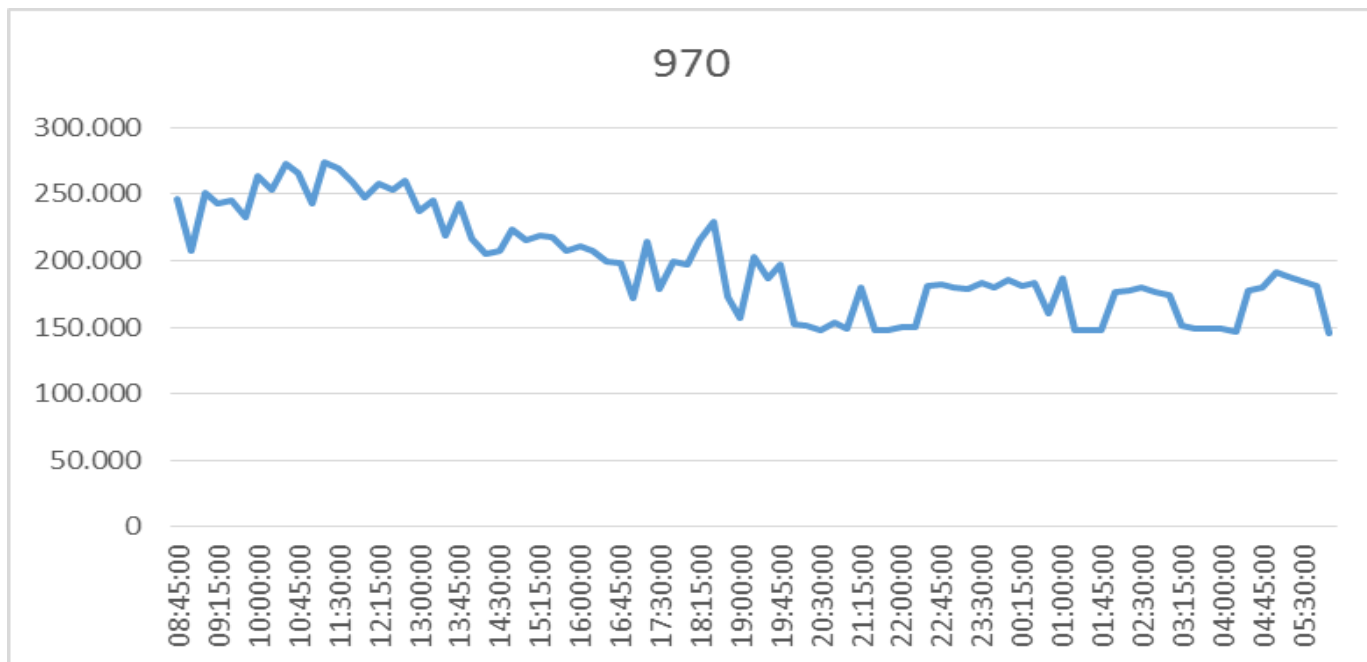
Planta 2

Para el análisis, siguiendo el mismo procedimiento que en la planta 2, se tomaron los datos de 3 días aleatorios para elaborar las curvas de carga de cada línea y además la curva de carga total de la planta.

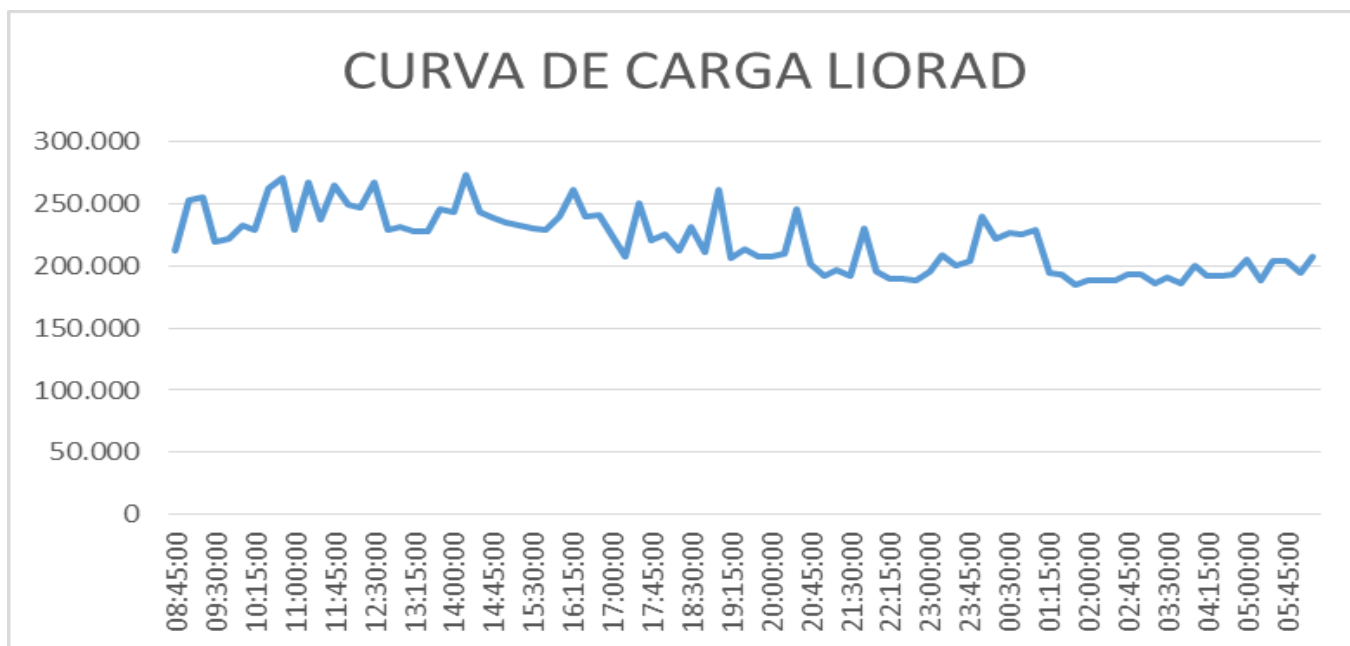


Curva de carga del 24 de mayo del 2018, circuito 969.

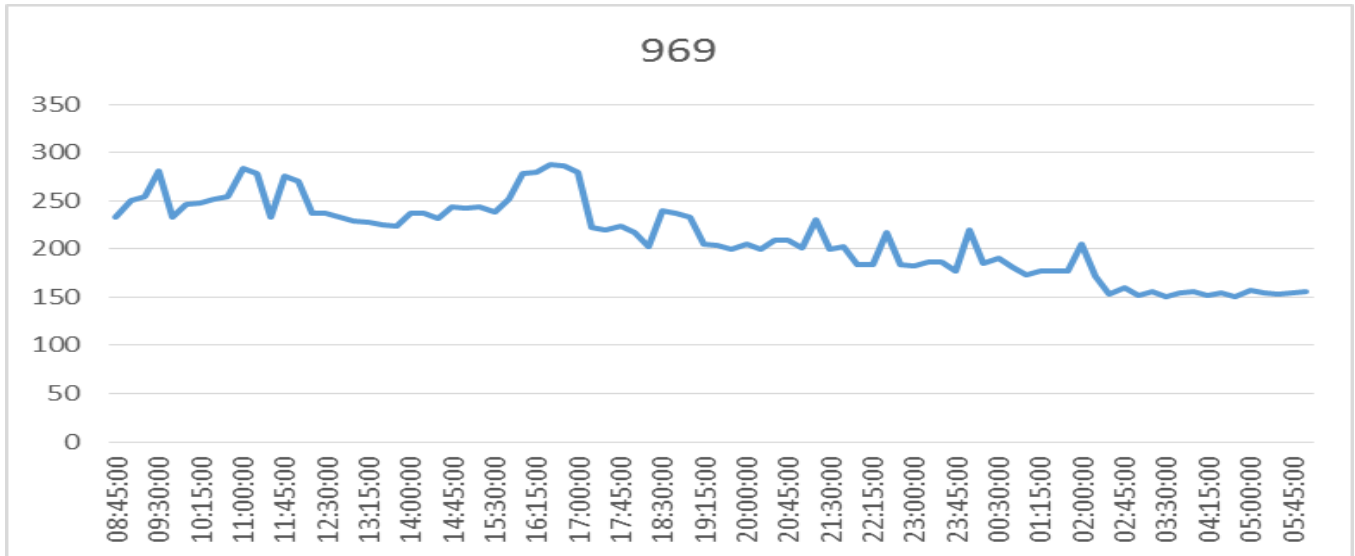




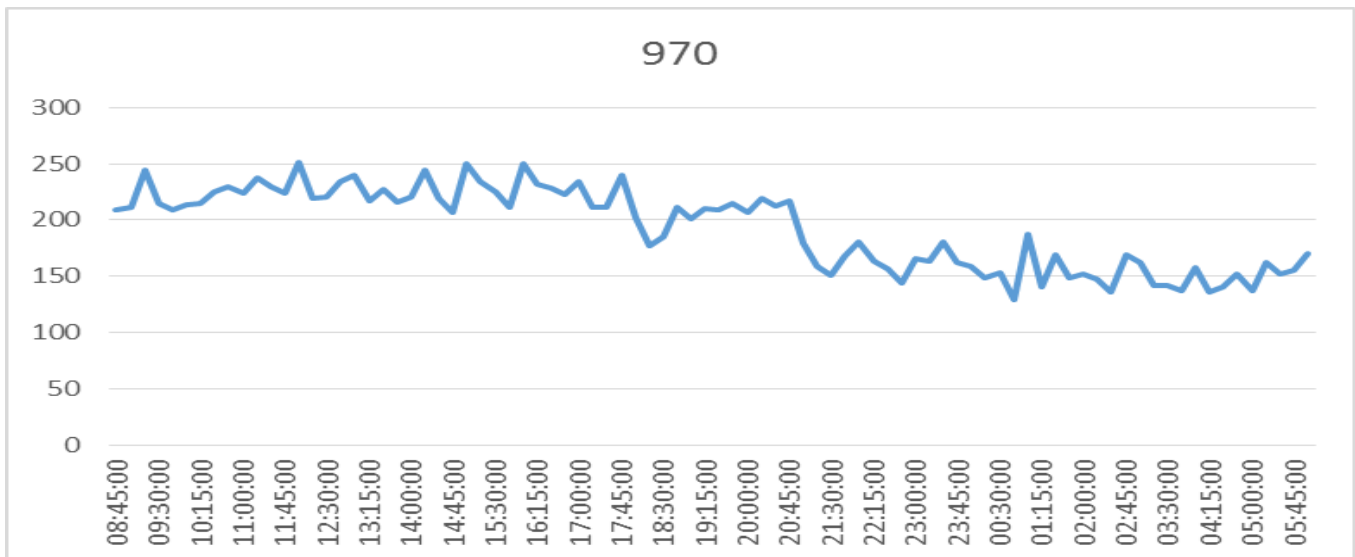
Curva de carga del 24 de mayo del 2018, circuito 970.



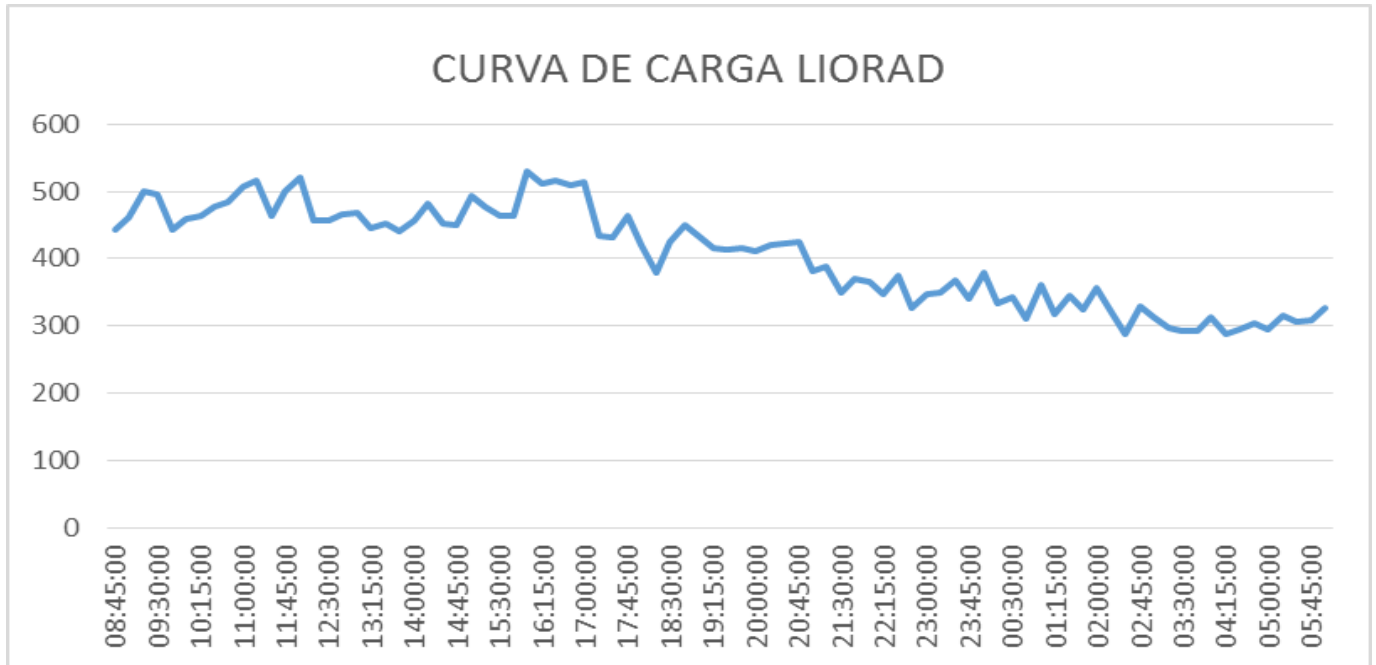
Curva de carga del 24 de mayo del 2018, LIORAD.



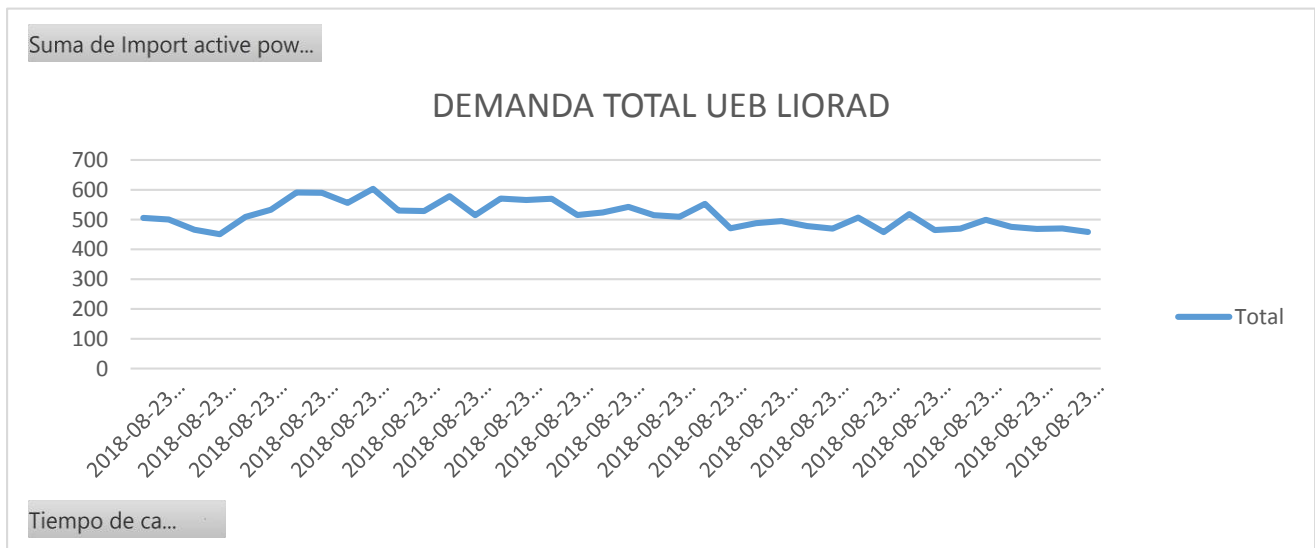
Curva de carga del 25 junio del 2018, circuito 969.



Curva de carga del 25 junio del 2018, circuito 970.



Curva de carga del 25 junio del 2018, LIORAD.



Curva de carga del 23 de agosto del 2018 (Circuito 970, llevando toda la carga).

## **Análisis de los resultados.**

Con un análisis en primera instancia se puede comprobar en los análisis de estas graficas que la máxima demanda de la planta 1, no supera los 1430 kW totales, independientemente de la capacidad de los transformadores que actualmente alimentan a dicha UEB, ( línea 1 -988- 2000 kW; línea 2 -989- 1500 kW ) ello supondrá una recontractación de la Demanda Máxima de esta UEB de los 900 kW que tiene por cada línea (1800 KW totales ) a los 1430 kW mencionados, teniendo en cuenta que en la facturación pagada por el cargo fijo es la Demanda Máxima multiplicado por 7 -según establece la Resolución 277/2014 que rige las tarifas eléctricas-, en la UEB AICA se pagaban 6300 pesos mensual por circuito, dando un total de 12600 pesos por el concepto de cargo fijo , ahora con el cálculo de esta demanda conjunta a través de los metro contadores PK-2000, la misma pudo bajarse a el resultado de la multiplicación de la demanda real conjunta de la UEB, es decir 1430 kW desglosado por circuitos en 490 kW y 960 kW, (según acuerdo llegado con la OBE ) multiplicado por 7, sumándole a ello un 10 % según establece la resolución arriba mencionada por considerarse a partir de ese momento un circuito doble, es decir en conjunto por ambos circuitos se facturaría mensualmente 11165 pesos, lo cual arroja una diferencia con el cargo fijo anterior de 1435 pesos, trayendo un ahorro anual por concepto del pago del cargo fijo en la facturación de esta UEB de 17220 pesos, es decir aproximadamente el 1.3 % anual de la facturación de dicha UEB.

Además de lo expresado anteriormente, se observa en estas graficas que es coincidente la existencia de un pico de demanda alrededor del horario pico, dicho pico se debe a que es coincidente en el proceso productivo el comienzo de la esterilización de las autoclaves, este análisis es muy útil, pues evidencia partes del proceso productivo, los cuales impiden desplazar la carga.

El estudio en la Planta 2 arrojó en los análisis de estas graficas que la máxima demanda de esta dicha Planta , no supera los 600 kW totales, ello supondrá una recontractación de la Demanda Máxima de esta UEB de los 500 kW que tiene por cada línea (1000 KW totales) a los 600 kW mencionados trayendo un ahorro anual por concepto del pago del cargo fijo en la facturación de esta UEB de 33600 pesos, es decir aproximadamente el 70 % de la facturación de un mes y el 5.38 % anual de la facturación de dicha UEB.

## **4. CONCLUSIONES.**

Se puede concluir que la utilización de los datos que proporciona los metros contadores inteligentes P 2000-T pueden ser muy útiles para determinar las curvas de cargas de los servicios de una empresa con lo cual se cumple el objetivo trazado de este trabajo, dichas curvas pueden ser obtenidas en los periodos que se requiera, y permite servir de marco comparativo para la entrada de nuevas cargas al sistema, y con ello de consumos asociados, pudiendo ser desplazados en el tiempo los mismos si así se precisa, con lo cual se puede lograr eficiencia en el uso de las cargas, además del mismo examen de la curva de carga se pueden desprender informaciones muy útiles las cuales pueden ser las expresadas anteriormente en el análisis de los resultados, u otras derivadas de los datos que proporciona el metro contador inteligente, tales como

- Si están balanceadas las fases de las líneas,
- El consumo de cada línea,
- La capacidad de un solo servicio para llevar la carga entera de la Planta.
- La energía reactiva consumida y con ello el factor de potencia
- El voltaje instantáneo por fase.

#### **4.- BIBLIOGRAFIA.**

1. Willis, H. (2002). Spatial Electric Load Forecasting. Second Edition, Revised and Expanded. Nueva York, Estados Unidos de América: Marcel Dekker, Inc.
2. M<sup>a</sup> de los Ángeles Gámiz Juárez (2014,) Estimación de curva de consumo eléctrico a futuro de agregaciones de suministros eléctricos, Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales
3. IEA: International Energy Agency, Electricity, Demand
4. Boletín Oficial del Estado, 15708 de 29 de diciembre de 2012, España
5. Resolución 277/2014 del Ministerio de Finanzas y Precios

#### **DATOS DE LOS AUTORES**

Armando Gómez Quesada. Master en Ingeniería Eléctrica, graduado en el Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (ISPJAE), La Habana, Cuba, en 1997. Actualmente trabaja como profesor del ISPJAE, sito calle 114 s/n CUJAE, Mariano, C. Habana. Cuba. Email. [leojae06@electrica.cujae.edu.cu](mailto:leojae06@electrica.cujae.edu.cu), y como Especialista Energético en la Empresa en Empresa AICA. Ave. 23 e/268 y 270. San Agustín. La Lisa. La Habana. Cuba, Email. [armandogg@aica.cu](mailto:armandogg@aica.cu)

Williams Roig Benitez. Ingeniería Telecomunicaciones y Electrónica, graduado en el Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (ISPJAE), La Habana, Cuba, en 2012. Actualmente trabaja como Especialista Energético en los LABORATORIOS LIORAD. Av.27 A e/ 264 y 268, La Lisa, La Habana. Cuba Email. [williams@aica.cu](mailto:williams@aica.cu)