



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

AREA DE ENERGIA, INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS  
NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA

Tesis de grado previo a la obtención del título en  
Ingeniería El ectromecánica

TEMA:

"ANALISIS A LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS  
DE LA CARTONERA MACARSA"

AUTORES: Carlos Aníbal Cuenca Alulima.  
Carlos Santiago Gordillo Pacheco.  
Santiago Alejandro Jimbo Narvárez.

DIRECTOR: Ing. Darwin tapia

Loja – Ecuador

2006 - 2007

## ***CERTIFICACIÓN***

Ing. Darwin Tapia

DOCENTE DEL AREA DE ENERGÍA, INDUSTRIAS Y RECURSOS NATURALES  
NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.

### **CERTIFICA:**

Haber dirigido, corregido y revisado en todas sus partes, el desarrollo de la Tesis de Ingeniería Electromecánica, titulada “*Análisis a los Sistemas Eléctricos de la Cartonera MACARSA*” con autoría de, Carlos Aníbal Cuenca Alulima; Carlos Santiago Gordillo Pacheco; Santiago Alejandro Jimbo Narváez. En razón de que la misma reúne a satisfacción los requisitos de forma y fondo, exigidos para una investigación de este nivel, autorizo su presentación, sustentación y defensa ante el tribunal designado para el efecto.

-----  
Ing. DARWIN TAPIA  
DIRECTOR DE TESIS

## AUTORÍA

Las ideas y conceptos vertidos en el presente trabajo de investigación han sido elaborados bajo los criterios de los autores, por lo tanto se declaran como autores legítimos de este trabajo de tesis.

## DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Carlos Cuenca; Carlos Gordillo; Santiago Jimbo, autores intelectuales del presente trabajo de investigación, autorizamos a la Universidad Nacional de Loja, de hacer uso del mismo con la finalidad que estime conveniente.

-----  
CARLOS CUENCA

-----  
CARLOS GORDILLO

-----  
SANTIAGO JIMBO

## PENSAMIENTO

*Tan solo por la educación puede el hombre llegar a ser hombre. El hombre no es más que lo que la educación hace de él.*

KANT

## DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico; al único ser supremo DIOS. Por concederme la vida y guiarme por el sendero de la realidad.

A mis padres por su infinito apoyo, gran esfuerzo y sacrificio, ejemplo de trabajo y honradez.

A mis hermanos quienes me motivaron a alcanzar mi meta propuesta compartiendo conmigo tristezas y alegrías.

**SANTIAGO JIMBO**

Este trabajo lo dedico a Dios, por regalarme la vida y darme el conocimiento para hacer posible que culmine con mi carrera profesional.

A mis padres por el apoyo moral, material y consejos que me ha servido para feliz término.

Junto a ellos estuvieron mis hermanos que siempre me brindaron su apoyo para seguir adelante y sobretodo sin retroceder a las adversidades.

**CARLOS GORDILLO**

Dedico este trabajo a mis padres Manuel Cuenca, y Adela Alulima a mis hermanos; por su sacrificio y apoyo incondicional para culminar con éxito mi carrera profesional, a mi novia Sonia Segovia, con su sencillez, amor y apoyo se constituyo en el pilar fundamental para cumplir mi mayor anhelo.

**CARLOS CUENCA**

## RESUMEN

El sector industrial de nuestro país es el principal generador de fuentes de empleos directos e indirectos, así mismo es el sector de mayor consumo de energía eléctrica por lo que es de vital importancia realizar auditorias electro-energéticas y determinar los posibles potenciales de ahorro.

La presente investigación parte de una metodología necesaria para realizar auditorias a los sistemas eléctricos, partiendo de una serie de conceptos, fundamentos teóricos, normas y reglas de seguridad así como métodos de cálculo necesarios en la auditoria y para determinar el potencial de ahorro.

El estudio se lo desarrollo en el sector industrial, específicamente en la fábrica de cartón “MACARSA” en la ciudad de Machala, donde se realizo el levantamiento del diagrama unifilar de la planta, un inventario de todos los receptores eléctricos así como las mediciones de las principales magnitudes del sistema de distribución eléctrica de la empresa. El estudio fue dirigido e tres parámetros específicos: Rediseño del diagrama unifilar de la planta; análisis del historial de consumo eléctrico para los últimos doce meses; estudio del coeficiente de carga de los transformadores de las subestaciones.

Para determinar los consumos reales de la fábrica se utilizo un analizador de redes (A2000), el mismo que nos permitió presentar un plan de medidas de ahorro de energía.



## SUMMARY

The industrial sector of our country is the main generator of sources of direct and indirect employments; likewise it is the sector of more electric power consumption for what is of vital importance to carry out electro-energy audits and to determine the possible saving potentials.

The present investigation leaves of a necessary methodology to carry out audits to the electric systems, leaving of a series of concepts, theoretical foundations, norms and rules of security as well as necessary calculation methods in the audit and to determine the saving potential.

The study develops it to him in the industrial sector, specifically in the cardboard factory "MACARSA" in the city of Machala, where one carries out the rising of the diagram unifilar of the plant, an inventory of all the electric receivers as well as the mensurations of the main magnitudes of the system of electric distribution of the company. The study was directed and three specific parameters: I redraw of the diagram unifilar of the plant; analysis of the record of consumption electrician for the last twelve months; I study of the coefficient of load of the transformers of the substations.

To determine the real consumptions of the factory you uses an analyzer of nets (A2000), the same one that allowed us to present a plan of measures of energy saving.



## INDICE

	Paginas
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Tema	1
1.2. Situación problemática.	1-4
1.3. Problema de Investigación	5
1.3.1. Delimitación	5
1.3.1.1. Espacio	5
1.3.1.2. Tiempo	5
1.3.1.3. Unidades de Observación	5
1.3.1.4. Problemas	6
1.4. Justificación y Vialidad	6
1.4.1. Justificación	6
1.4.2. Vialidad	7
1.5. Objetivos de la Investigación	8
1.5.1. Objetivo General	8
1.5.2. Objetivos Específicos	8
2.3. Tipo de investigación	8
2.4. Hipótesis	8
2.4.1. Hipótesis General	8
2.4.2. Hipótesis Específica	8
3. DISEÑO METODOLÓGICO	9
3.1. Metodología para la ejecución de la Investigación	9
3.2. Métodos	10
3.2. Técnicas e instrumentos	10
3.3. Procesamiento de la información	10
3.4. Elaboración o redacción del informe y de las alternativas de solución	10
4. ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	11
4.1. Recursos	11
4.1.1. Humanos	11
4.1.2. Económicos	11
4.1.3. Materiales	11
4.1.4. Técnicos	11
4.1.5. Tecnológicos	12



<b>CAPITULO I</b>	13
1. REVISIÓN DE LITERATURA	13
1.1 Auditoria Energética	13
1.1.1 Objetivos de una auditoria energética	13
1.1.2 Tipos de auditoria energética	13
1.1.3 Beneficios de una auditoria energética.	14
1.1.4 Eficiencia energética	14
1.2 ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO.	14
1.2.1 Indicadores energéticos.	14
1.3 GESTIÓN ENERGÉTICA	15
1.3.1 Elementos de la gestión energética	15
1.3.2 Plan de Ahorro Energético	16
1.4 CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA	16
1.4.1 Voltaje	17
1.4.1.1 Índice de calidad	17
1.4.2 Armónicos	18
1.4.2.1 Índice de calidad	18-19
1.4.3 Corrientes armónicas	19
1.4.3.1 Resonancia de condensadores	20
1.5 FACTOR DE POTENCIA	20
1.5.1 Efectos de un bajo factor de potencia	21
1.5.2 Ventajas de la corrección del factor de potencia	21
1.5.3 Compensación	22
1.5.3.1 Tipos de compensación	23
1.5.3.1.1 Compensación individual	23
1.5.3.1.2 Compensación en grupo	24
1.5.3.1.3 Compensación central	25
1.6 CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS	25
1.6.1 Cálculo por intensidad máxima admisible	25-28
1.6.1.1 Intensidad de cálculo.	28



1.6.2	Cálculo de conductores por caída de tensión	29
1.7	CÁLCULO DE PROTECCIONES PARA CIRCUITOS	30
1.7.1	Características de los dispositivos de protección	31
1.7.1.1	Calibre	31
1.7.1.2	Curva de funcionamiento.	31
1.7.1.3	Poder de corte.	32
1.7.2	Tipos de protecciones	32
1.7.2.1	Magnetotérmicos	32
1.7.2.2	Reles térmicos	33
1.7.2.3	Fusibles.	33
1.8	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN	34
1.8.1	Acometidas	34
1.8.2	Instalación de enlace	34
1.8.2.1	Partes que constituyen una instalación de enlace	34
1.8.3	Instalaciones interiores o receptoras	35
	<b>CAPITULO II</b>	36
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	36
2.1	METODOLOGÍA	36
2.2	MATERIALES Y EQUIPOS	36
2.2.1	Materiales	36-39
2.2.2	Equipos	40
2.3	MEDICIONES REALIZADAS	40-42
2.4	PLIEGO TARIFARIO EMPRESAS ELÉCTRICAS	42
2.4.1	Categorías y Grupos tarifarios.	43-43
2.4.2	Consumidores Comerciales e Industriales	43
2.4.3	Tarifas de Media Tensión	44
2.4.3.1	Tarifas de Media Tensión con Registrador de Demanda Horaria	44-45



	<b>CAPITULO III</b>	46
3.	<b>RESULTADOS</b>	46
3.1.	<b>MEDICIONES EN LA S/E I</b>	46-53
3.1.1	Mediciones por Circuitos	53-54
3.1.2	Historial de Consumos S/E I	54-55
3.1.3	Índices Energéticos S/E I	56-59
3.2	<b>MEDICIONES EN LA S/E II</b>	59-63
3.2.1	Historial de Consumos S/E II	63-64
3.2.2	Índices Energéticos S/E II	65-66
3.3	<b>DIAGRAMA UNIFILAR</b>	66
	<b>CAPITULO IV</b>	67
4.	<b>DISCUSIÓN</b>	67
4.1.	<b>CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES INTERIORES</b>	67
4.1.1	Cálculo de conductores y protecciones	67
4.1.1.1	Sección mínima por intensidad admisible de un receptor	67-70
4.1.1.2	Cálculo de alimentadores	70-72
4.2	<b>ANALISIS Y CALCULO TARIFARIO</b>	73
4.2.1	Cálculo tarifario	73-74
4.3	<b>POTENCIAL DE AHORRO</b>	75
4.3.1	Primera Variante	75
4.3.1.1	Evaluación Económica del proyecto ECS	76
4.3.2	Segunda Variante	77-79
4.4	<b>CALCULO DE COEFICIENTES DE CARGA</b>	80
4.4.1	Perdidas Anuales	80-82
4.4.2	Evaluación técnica de la propuesta	83
4.4.3	Evaluación económica de la propuesta	84
4.5	<b>ANALISIS AL SISTEMA DE ILUMINACIÓN</b>	85
4.5.1	Evaluación Económica de la propuesta	85-86
4.6	<b>PLAN DE ACCIÓN</b>	87-88
5.	<b>CONCLUSIONES</b>	89-90
6.	<b>RECOMENDACIONES</b>	91-92
7	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	93
8.	<b>ANEXOS</b>	94-119



## **1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Tema**

“ANÁLISIS A LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS DE LA CARTONERA MACARSA.”

### **1.2 Situación Problemática**

Antecedentes

En nuestro país el sector industrial es considerado una de las principales fuentes productoras y generadoras de empleo. Pero desgraciadamente es uno de los sectores mas golpeados por las políticas de todos los gobiernos de turno, principalmente en lo que concierne a las tarifas eléctricas puesto que estas son las mas elevadas de Latinoamérica, además el suministro eléctrico es de baja calidad, la cual hace que los costos de producción sean muy elevados, y por ello no les permitan competir con empresas de países vecinos , por lo que muchas empresas se han visto obligadas a cerrar o a reducir su producción lo que contribuye que el desempleo vaya en aumento.

Es por ello que el parque industrial no ha podido modernizar sus equipos ni tampoco cuenta con proyectos destinados a mejorarlos, y este es una de las causas para que tengan un elevado consumo de energía, la cual también contribuye a elevar los costos de producción y no permite que sean competitivas en el mercado actual globalizado.

Por ello La Cartonera Macarsa, una de las empresas pioneras en la fabricación de cartón en nuestro país, ubicada en la ciudad de Machala, que actualmente cuenta con varios equipos eléctricos que tienen un elevado consumo eléctrico mensual lo que hace que sea considerado como grande consumidor a nivel del país, lo que asumen que también tienen un elevado costo de producción. Considerando que la empresa no ha desarrollado un estudio para conocer el consumo real de los diferentes sistemas eléctricos ni han desarrollado alternativas para el uso eficiente de la energía eléctrica la cual es una



desventaja que no les permite competir con otras fabricas de igual producción, y además teniendo en cuenta que se les presenta un nuevo reto con el TLC lo cual implica competir también con empresas de otros países. Por esta razón sus representantes están de acuerdo que necesitan realizar un estudio para mejorar los procesos que conlleven a ser más eficientes, poder reducir los costos de producción y conscientes que la competitividad se puede lograr a través de proyectos de mejoras de control y eficiencia en los procesos.

Por esto la empresa conociendo que La Universidad Nacional de Loja es una institución comprometida a dar respuestas a las necesidades de la región y del país, que a través de la Carrera de Ingeniería Electromecánica esta encaminada a la formación de profesionales con un amplio perfil en el estudio de los sistemas electro energéticos y el empleo racional de la energía que permitan hallar las soluciones técnicas más adecuadas, proponen que se realice un estudio en su empresa encaminada a mejor los procesos y su eficiencia.



## **Problemática**

Los problemas energéticos de nuestro país se ha venido dando por falta de políticas gubernamentales en este sector, la construcción de nuevas centrales de generación y la modernización de estas, ha obligado al sector industrial a realizar investigaciones destinadas a mejorar el uso de la energía eléctrica en los sistemas energéticos, para reducir los costos de producción, incrementar su producción y poder competir con otras empresas. Además el uso racional de la energía constituye en estos momentos una prioridad de la economía nacional, debido a la incidencia que tiene en los indicadores técnico - económico del sector productivo y la necesidad de reducir el consumo de la energía eléctrica.

El uso eficiente de la energía contribuye a la disminución de la contaminación ambiental y la sostenibilidad del desarrollo social, ya que contribuye al uso racional de los recursos energéticos no renovables. Esto hace que podamos considerar la conservación de la energía como una fuente de energía alternativa.

En el sector empresarial existen oportunidades de conservación de la energía que están relacionadas con acciones correctivas de tres tipos: estructurales, tecnológicas y de formación del personal, donde los factores estructurales se relacionan con la estructura económica y la organización empresarial, los factores tecnológicos conciernen a la forma en que se utiliza la energía en cada proceso en función del equipamiento y los factores de formación del personal se relacionan con la insuficiente especialización y capacitación del personal técnico propio. Obviamente a estos problemas no son ajenos los procesos de dirección, por lo que resulta de vital importancia tener implementado un sistema de evaluación eficiente de la energía en la empresa.

La gestión energética se define como el análisis, la planificación y toma de decisiones con el fin de obtener el mayor rendimiento posible de la energía, reducir el consumo de la misma sin afectar la calidad de los sistemas de producción. De esto se deduce que el



uso eficiente de la energía requiere de métodos racionales que den solución a los sobre consumos, los excesos de pérdidas y la explotación de las instalaciones a partir de un análisis integral que se corresponda con las características específicas del consumidor.

El monitoreo es el primer paso para el ahorro de energía, ya que permite conocer los consumos, logra medir los mismos por centros de costo, se determinan consumos globales y específicos y se asignan costos energéticos sobre bases objetivas. Además se establece un sistema organizado para auditar todas las energías involucradas, identificando potenciales. Se elaboran fichas técnicas de los principales consumidores y se implementa la contabilidad analítica energética a nivel de equipos, talleres y empresa.

El segundo paso son los programas de economía energética los cuales deben ser claros, específicos, medibles y con prioridad para su implementación. Se derivan del resultado de las auditorías energéticas, donde se obtienen las posibles mejoras relacionadas con la motivación del personal, las mejoras que a penas requieren de inversión y las mejoras que necesitan una inversión significativa. Aquí es necesario definir el personal clave que incide en el ahorro para su entrenamiento y motivación.

El mantenimiento energético y las mejoras en el modo de operación son acciones que permiten mantener una regulación y control de las variables más importantes del proceso.

La auditoría energética en el sector empresarial tiene una gran importancia porque permite evaluar los sistemas energéticos de la empresa, con la finalidad de reducir costos e incrementar la competitividad, realizando una explotación eficiente en todos los procesos energéticos con los que cuenta la empresa.

**ENUNCIADO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA:** Tomando en cuenta lo antes expuesto se puede decir que existe un elevado consumo de energía en los equipos de la Cartonera Macarsa por falta del uso eficiente de la energía eléctrica.



### **1.3 Problema de Investigación**

Ausencia de un análisis detallado sobre las causas que provocan sobre consumos a fin de elaborar una propuesta alternativa que resuelva esta situación.

#### **1.3.1 Delimitación**

##### **1.3.1.1 Espacio**

El lugar donde se desarrollará este proyecto de investigación se encuentra en el interior de la Cartonera Macarsa, ubicada en la ciudad de Machala, provincia de El Oro.

##### **1.3.1.2 Tiempo**

El tiempo estimado para la elaboración del presente proyecto de investigación es de 6 meses durante el año en curso.

##### **1.3.1.3 Unidades de Observación**

Las unidades de observación son:

- ✓ Empresas que realizan estudios en el uso eficiente de los recursos energéticos.
- ✓ Información sobre el uso de la energía en los componentes de los sistemas eléctricos de la Cartonera Macarsa.
- ✓ Los componentes de los sistemas eléctricos de la Cartonera Macarsa.
  - Transformadores de potencia.
  - Medidores de energía.
  - Tableros principales y secundarios.
  - Aparatos de seccionamiento, protección y conmutación.
  - Sistema de Fuerza: Motores de C.A. y de C.C
  - Sistema de iluminación.
- ✓ Alternativas para una mejor utilización de la energía eléctrica.



#### **1.3.1.4 Problemas**

- ✓ Falta de información actual sobre el funcionamiento de los sistemas eléctricos de la Cartonera Macarsa.
- ✓ Falta de un estudio técnico sobre el funcionamiento de los sistemas eléctricos de la Cartonera Macarsa.
- ✓ Ausencia de alternativas sobre el uso eficiente de la energía eléctrica en la empresa.
- ✓ Insuficiente difusión de programas y proyectos destinados a mejorar la utilización de la energía eléctrica en las empresas de nuestro país.

### **1.4 Justificación y Vialidad**

#### **1.4.3 Justificación**

En un mundo globalizado donde surge la necesidad de competir para poder sobrevivir y por ende mejorar los sistemas de producción, prima que las empresas se encuentren siempre en busca de excelencia a nivel de producción y contado con equipos acorde con la tecnología actual.

Estos equipos o maquinarias deberán contar con procesos que les permitan ahorros y un correcto mantenimiento, es así que, el presente proyecto de investigación tiene un alcance importante, ya que suministrará una referencia sobre los consumos energéticos y el estado actual de las instalaciones eléctricas, al determinar los posibles potenciales de ahorro de energía eléctrica para poder reducir los costos de producción, dentro de la empresa, una de las razones para promover este tipo de estudios que benefician a uno de los sectores mas importantes para el desarrollo de la economía de nuestro país.

Es importante indicar que la investigación permitirá desarrollar un plan de acción de ahorro energético, en cuanto a una organización, implementación y toma de medidas que reduzcan los elevados consumos eléctricos dentro de la empresa, además se obtendrá un instrumento que ayudará a realizar este tipo de estudios en cualquier



sistema eléctrico de las empresa, lo que les permitirán ahorrar significativamente al detectarse todas las falencias en sus sistemas eléctricos.

Otra característica importante que impulsa el desarrollo de este proyecto, es todo el conocimiento que se adquirirá con las investigaciones que se pretende desarrollar al abarcarse un tema que da problemas a este sector y que no permite su correcto funcionamiento, así como al tratarse de un tema actual que encierran muchos factores que fortalecerían todo lo aprendido en las aulas universitarias.

#### 1.4.4 **Vialidad**

Por todos los beneficios que traerá en el sector industrial y por los conocimientos que se adquirirán, se menciona que es viable su desarrollo

##### *Viabilidad Económica*

Muchos son los factores que hacen viable este proyecto, si bien es cierto inicialmente no se cuenta con el presupuesto necesario para su ejecución, la necesidad de solucionar estos problemas presentados en este sector así como el afán de la culminación exitosa de nuestra carrera, lo hace posible.

Se contará con el aporte de cada miembro y con préstamo proveniente del IECE, que cubrirán todos los costos que se presentaren durante la ejecución

##### *Viabilidad Académica*

El desarrollo de este proyecto tendrá influencia para la universidad ya que permitirá promocionar a la carrera de Ingeniería Electromecánica que es nueva en nuestro país; y para nosotros involucrados directamente en este proyecto nos permite conocer más de nuestro campo profesional y poner en práctica lo aprendido durante los años que se permaneció en aulas.



## **1.5 Objetivos de la Investigación**

### **1.5.1 Objetivo General**

- ✓ Elaborar una propuesta alternativa para el uso eficiente de la energía eléctrica, y poder reducir los costos de producción.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Sistematizar información de los sistemas eléctricos de la Cartonera Macarsa.
- ✓ Diagnosticar los sistemas eléctricos de la Cartonera Macarsa.
- ✓ Definir una propuesta alternativa para el uso eficiente de la energía eléctrica en la Cartonera Macarsa.
- ✓ Socializar la investigación en la empresa y a la comunidad con el fin de crear conciencia sobre el ahorro de la energía eléctrica.

## **2.3 Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo explicativa porque se va investigar las causas que ha venido provocando el elevado consumo de energía eléctrica al interior de la planta.

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

- ✓ Un análisis a los sistemas eléctricos de la Cartonera Macarsa, permitirá una reducción en los sobre consumos eléctricos.

### **2.4.2 Hipótesis Específica**

- ✓ La recopilación de información sobre el uso de la energía en la planta, nos permitirá caracterizar el estado actual de los sistemas eléctricos.



- ✓ El análisis a los sistemas eléctricos permitirá conocer si estos cumplen con las normas establecidas para el uso eficiente de la energía eléctrica.
- ✓ La elaboración de una propuesta alternativa sobre el uso eficiente de la energía eléctrica permitirá reducir los sobre consumos en la planta.
- ✓ Con una adecuada difusión de esta investigación permitirá dar a conocer como se puede utilizar eficientemente la energía.

### **3 DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Metodología para la ejecución de la Investigación**

Esta investigación se realizará en la ciudad de Machala, provincia de El Oro, en la Cartonera Macarsa.

La obtención de los datos necesarios para el desarrollo de la investigación se tomará en el interior de la Cartonera Macarsa que se encuentra en la ciudad de Machala.

Durante la operativización del primer objetivo, se buscará información en: bibliotecas, revistas, catálogos relacionados al tema y en Internet en páginas Web de empresas internacionales que realizan estudios de eficiencia energética. Asimismo se realizará una visita al Hospital Regional Isidro Ayora de Loja donde se realizó un diagnóstico energético ambiental. También se obtendrá y estructurará los datos de consumo eléctrico de la empresa, de esta forma elaborar el marco conceptual con la información obtenida de las actividades anteriores. Para esto se ocupará las dos primeras semanas del mes marzo.

Para el cumplimiento del segundo objetivo planteado se obtendrá datos técnicos de los elementos componentes de los sistemas eléctricos. Se utilizará un analizador de redes trifásico para posteriormente migrar la información hacia el PC para su respectiva interpretación. Además se realizará los diagramas unifilares de los sistemas eléctricos de la planta.



En la operativización del tercer objetivo se tendrá que recopilar los datos obtenidos en el diagnóstico, verificar si cumplen con las normas establecidas, para un adecuado funcionamiento de las instalaciones eléctricas de la empresa y realizar un presupuesto de los equipos tecnológicos a implementar para poder definir la alternativa más conveniente. En el cumplimiento del cuarto objetivo trazado se aprovechará los medios de comunicación, se dará charlas y video conferencias para la difusión de ésta investigación y se publicará un documento que se incluirá en la revista universitaria y en la biblioteca del Área.

### **3.2 Métodos**

El método usado, en el análisis a los sistemas eléctricos de la Cartonera Macarsa, es el método de la Investigación Científica, el cual nos permite abordarlo y estudiarlo al problema de investigación para descubrir las causas que lo provocan y proponer una alternativa conveniente para su inmediata solución.

### **3.2 Técnicas e instrumentos**

- ✓ *Técnica de la entrevista.*-Se entrevistará al personal directivo, administrativo, de operación y mantenimiento de la planta en busca de observaciones y recomendaciones que nos facilitarán el trabajo de investigación.
- ✓ *Técnica de la observación.*-La observación permitirá un contacto más de cerca con los equipos e instalaciones que tienen por objeto realizar un trabajo mecánico y/o de producción, principalmente con el equipo eléctrico que es el principal en el proceso de producción para tener claro su flujo electro energético y poder llevar a cabo esta investigación de forma precisa.

### **3.3 Procesamiento de la información**

Para la presentación y explicación de los resultados de esta investigación se valdrá de escritos así como de gráficas y tablas proporcionadas por el software del analizador de redes y las elaboradas por los propios investigadores con los recursos tecnológicos disponibles.

### **3.4 Elaboración o redacción del informe y de las alternativas de solución**



## **4. ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1 Recursos**

#### **4.1.1 Humanos**

- ✓ Personal de mantenimiento y operación de la planta.
- ✓ Personal administrativo de la planta.

#### **4.1.2 Económicos**

- ✓ Cámara digital.
- ✓ Fotocopias.
- ✓ Horas usadas en Internet
- ✓ Impresiones del documento final

#### **4.1.3 Materiales**

- ✓ Analizador de redes.
- ✓ Computadora.
- ✓ Impresora.
- ✓ Papel de impresión.
- ✓ Cartucho de tinta para impresión.
- ✓ Memory Flash USB.
- ✓ Telurómetro.
- ✓ Pinza amperimétrica digital.
- ✓ Multímetro digital.
- ✓ Juego de herramientas.
- ✓ Cascos.
- ✓ Guantes.
- ✓ Cinta métrica.
- ✓ Flexómetros.

#### **4.1.4 Técnicos**

- ✓ Capacitación en el uso del analizador de redes.



#### **4.1.5 Tecnológicos**

- ✓ Software AutoCAD 2006.
- ✓ Software Mathcad 2001 profesional.
- ✓ Software Microsoft Office 2003.
- ✓ Software Acrobat Reader 7.0.
- ✓ Software L&H Power Translator Pro.Ink.
- ✓ Catálogos de analizador de redes, control de potencia.



## CAPITULO I

### 1. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1 AUDITORIA ENERGÉTICA

La auditoria energética es parte fundamental de cualquier programa de administración de energía cuando una empresa desea controlar sus costos de energía.

Una auditoria energética es un análisis progresivo que refleja cómo y dónde se usa la energía en instalaciones de una fábrica (pueden aplicarse también a una institución, comercio, hoteles, residencias, etc.), con el único objetivo de utilizarla racional y eficientemente. Le ayudará a comprender mejor como se emplea la energía en su empresa y a controlar sus costos, identificando las áreas en las cuales se pueden estar presentando los despilfarros y en donde es posible hacer mejoras. Es una evaluación técnica y económica de las posibilidades de reducir el costo de la energía de manera rentable sin afectar la cantidad y calidad de su producto.

##### 1.1.1 Objetivos de una auditoria energética

*Evaluar* cualitativamente y cuantitativamente el consumo de energía.

*Determinar* la eficiencia energética, pérdidas y despilfarros de energía en equipos y procesos.

*Identificar* potenciales de ahorro energético y económico.

*Establecer* indicadores energéticos de control y estrategias de operación y mantenimiento.

*Definir* posibles medidas y proyectos para ahorrar energía y reducir costos energéticos, evaluados técnica y económicamente.

##### 1.1.2 Tipos de Auditoria Energética

*Preliminar.*- Diagnóstico rápido de las oportunidades de reducir consumos y costos energéticos.

*Detallada.*- Evaluación detallada de las oportunidades de reducir consumos y costos energéticos.

*Especial.*- Auditoria detallada de una sección específica de la empresa.

*Seguimiento.*-Asistencia en implantación de recomendaciones y evaluación de sus efectos.



### 1.1.3 Beneficios de una auditoría energética

- ✓ Bajar los costos de producción.
- ✓ Conocer de manera cierta la distribución de energía en su empresa.
- ✓ Racionalizar el uso de energía.
- ✓ Utilizar la energía que se desecha en nuevos procesos o instalaciones.
- ✓ Incrementar sus utilidades.

### 1.1.4 Eficiencia energética

Eficiencia energética es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y, los recursos naturales renovables.

## 1.2 ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO

El índice energético es un indicativo fiel de la eficiencia energética de la empresa, ya que nos indica la cantidad de energía requerida por la misma para producir una unidad de producción.

A partir de las estadísticas de consumo energético, o bien de los análisis de comportamiento de equipos y sistemas, y de las estadísticas de producción, se calcularán los índices de consumo de energía, resultado del cociente de ambos términos, tanto por tipo de energético utilizado en la producción como también a nivel global representando la energía total aplicada a dicha producción.

Los índices y su variación con el tiempo, permiten identificar la situación energética de la empresa en un ámbito sectorial (rama industrial, comercial o de servicios) tanto nacional como internacional, y también la elasticidad que ellos presentan con respecto a las variaciones de la producción, por lo tanto se pueden definir las metas a seguir en la reducción del consumo de energía.

### 1.2.1 Indicadores energéticos.

Son:

- ✓ Energía consumida por unidad de producto, *KWh./u.prod.*
- ✓ Costo de energía por unidad de producción, *USD/prod.*



## 1.3 GESTIÓN ENERGÉTICA

### 1.3.1 Elementos de la Gestión Energética

- ✓ *Una política energética de la empresa.-* que sirve para manifestar por escrito una filosofía empresarial y principios estratégicos, así como para formular directivas energéticas para la empresa y desarrollar una conciencia por el uso racional de energía en la empresa.
- ✓ *Metas energéticas concretas.-* deducidas de la política energética de la empresa. Estas metas pueden estipularse continuamente o periódicamente y deben cumplir ciertos requisitos formales.
- ✓ *Un control energético.-* que comprende un amplio sistema de información interna y que coordina la planificación y el control de la demanda de energía. Este sistema es la parte central de todo sistema de gestión energética y está constituido por los siguientes módulos:
  - Registro de datos (energéticos y relacionados)
  - Administración interna de datos
  - Sistema de análisis y comparación de datos
  - Sistema de planificación y presupuestos de energía
  - Cálculo interno de costos de energía
  - Sistema de reporte, documentación e información interna.
- ✓ *Asesoría energética interna.-* la cual tiene por objetivo respaldar a decisiones y proyectos internos, por ejemplo la expansión de la producción o la planificación de nuevos edificios o equipos, el diseño y desarrollo de nuevos productos, procesos de reestructuración, etc.
- ✓ *Programas internos de eficiencia energética.-* o bien proyectos individuales destinados a reducir u optimizar el uso de energía en la empresa, como por ejemplo programas de motivación y capacitación de los empleados, programas específicos en áreas definidas de la empresa o análisis detallados de máquinas o equipos.



### 1.3.2 Plan de Ahorro Energético

- ✓ Implementar el sistema de gestión energética empresarial
- ✓ Capacitar al personal en el uso eficiente de la energía
- ✓ Controlar la demanda máxima de energía eléctrica usando las salidas de control del Sistema de Control de Energía (SCE).
- ✓ Poner metas de ahorros energéticos por divisiones y evaluar resultados
- ✓ Mejorar los indicadores energéticos con respecto a los últimos años, hacer evaluaciones diarias, semanales y/o mensuales en las diferentes divisiones.
- ✓ Crear un historial de consumos e indicadores energéticos por divisiones lo que nos ayudará a trazar metas concretas de ahorros por divisiones, y en consecuencia en la totalidad de la Planta.

### 1.4 CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Calidad de energía se refiere al estándar de calidad del suministro eléctrico dentro de las instalaciones eléctricas; industriales y residenciales en lo que se refiere a:

- ✓ Tensión o voltaje.
- ✓ Forma de onda sinusoidal.
- ✓ Frecuencia.

Se mide la calidad del voltaje en el punto de entrega al consumidor, generalmente, éste es el contador de energía. Se usa la medida principalmente para el análisis de la calidad del voltaje suministrado por la empresa eléctrica.

Idealmente, el voltaje del suministro es una onda sinusoidal perfecta con un valor eficaz de 115V y una frecuencia firme de 60Hz; no debe haber ninguna fluctuación del voltaje, ni caídas repentinas de voltaje o interrupciones, ningún pico transitorio, sin importar el tipo de carga que sea conectada al sistema. El Voltaje está sujeto a fluctuaciones que dependen de la impedancia del sistema y la cantidad de carga conectada. Frecuentes operaciones de conectar y desconectar cargas poderosas causarían incremento del índice flicker, que molesta a los demás usuarios. Conectar cargas grandes a menudo también causa caídas de voltaje que arriesgan la operación fiable de otros sistemas, por ejemplo, computadoras. Un número creciente de cargas no lineales genera corrientes armónicas, que se transfieren vía la impedancia del sistema de distribución al voltaje (ley de Ohm).

Los armónicos causan efectos colaterales no deseables como corrientes en el conductor Neutro, cargas adicionales para transformadores, o perturbaciones para otras cargas sensibles.

Medir y registrar la calidad del suministro significa, por un lado, proporcionar una declaración cuantitativa con respecto a los parámetros individuales, comparados con los valores límites permitidos y, por otro, describir las causas de una perturbación, y, si es posible, localizarlas.

#### 1.4.1 Voltaje

##### 1.4.1.1 Índice de calidad

$$\Delta V_k (\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} * 100 \quad (1.1)$$

$$\Delta F_k = \frac{F_k - F_N}{F_N} \times 100\%$$

Donde:

$\Delta V_k$ : variación de voltaje, en el punto de medición, en el intervalo k de 10 minutos.

$V_k$ : voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición k de 10 minutos.

$V_n$ : voltaje nominal en el punto de medición.

En la tabla 1.1 se señala las variaciones de voltaje admitidas con respecto al valor del voltaje nominal.

**Tabla 1.1** Variaciones de voltaje admitidas

	Subetapa 1	Subetapa 2
Alto Voltaje	± 7,0 %	± 5,0 %
Medio Voltaje	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Urbanas	± 10,0 %	± 8,0 %
Bajo Voltaje. Rurales	± 13,0 %	± 10,0 %

Datos obtenidos de la página Web del CONELEC

### 1.4.5 Armónicos

En sistemas eléctricos se denomina armónicos a las ondas de tensión voltaje o corriente cuya frecuencia es mayor a la frecuencia fundamental de la red (en nuestro caso 60 hz).

#### 1.4.2.1 Índice de calidad

$$V_i' = \left( \frac{V_i}{V_n} \right) * 100 \quad (1.2)$$

$$THD = \left( \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} (V_i)^2}}{V_n} \right) * 100 \quad (1.3)$$

Donde:

$V_i'$ : factor de distorsión armónica individual de voltaje.

THD: factor de distorsión total por armónicos, expresado en porcentaje

$V_i$ : valor eficaz (rms) del voltaje armónico “i” (para  $i = 2... 40$ ) expresado en voltios.

$V_n$ : voltaje nominal del punto de medición expresado en voltios.

En la tabla 1.2 se presenta, los valores eficaces (rms) de los voltajes armónicos individuales ( $V_i'$ ) y los THD, expresados como porcentaje del voltaje nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite ( $V_i'$  y THD) señalados a continuación. Para efectos de esta regulación se consideran los armónicos comprendidos entre la segunda y la cuadragésima, ambas inclusive

**Tabla 1.2.** Voltajes armónicos individuales ( $V_i'$ ) y los THD,

ORDEN $n$ DE LA ARMÓNICA T THD	TOLERANCIA DE $V_i'$ O THD (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V > 40 KV Otros puntos	V < 40 KV Trans. de distribución
	Impares no múltiplos de 3	
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
>25	$0.1 + 0.6*25/n$	$0.2 + 1.3*25/n$
Impares múltiplos de tres		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
> 21	0.2	0.2
pares		
2	1.5	2.0
4	1.0	2.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
>12	0.2	0.5
THD	3	8

Datos obtenidos de la página Web del CONELEC

### 1.4.3 Corrientes armónicas

El primer efecto de los armónicos de la corriente de entrada es el incremento del valor RMS de esta corriente. Para cargas monofásicas conectadas a una red trifásica con neutro, esto repercutirá en un aumento de la corriente eficaz que circula por el neutro, de manera que será necesario sobredimensionar este conductor.



### 1.4.3.1 Resonancia de condensadores

La impedancia de los condensadores disminuye al aumentar la frecuencia. Por tanto, si la tensión está deformada, por los condensadores que se usan para la corrección del factor de potencia circulan corrientes armónicas relativamente importantes. Por otra parte, la existencia de inductancias en algún punto de la instalación tiene el riesgo de que se produzcan resonancias con los condensadores, lo que puede hacer aumentar mucho la amplitud de los armónicos en los mismos. Este fenómeno de resonancia puede ocasionar un perforado al aislamiento de los capacitores, provocando daños severos. Esta perforación puede ocurrir tanto por picos de voltaje como de corriente a través de los mismos aún cuando el diseño básico (a la frecuencia de operación) prevea pocas posibilidades de falla ante los picos de cargas operados y a los niveles de voltaje y de corrientes esperados. En la práctica, no se recomienda conectar condensadores en instalaciones que tengan una tasa de distorsión armónica superior al 8%.

## 1.5 FACTOR DE POTENCIA

Denominamos factor de potencia al cociente entre la potencia activa (KW) y la potencia aparente (KVA), que es coincidente con el coseno del ángulo entre la tensión y la corriente cuando la forma de onda es sinusoidal pura. En muchas instalaciones eléctricas de la industria, hay grandes consumos de corriente. Este consumo se agrava más cuando se trabaja con muchos motores, transformadores y equipos con bobinas (carga inductiva), que causan que exista un gran consumo de corriente reactiva que normalmente es penalizada por las empresas que distribuyen energía.

Este carácter reactivo obliga que junto al consumo de potencia activa (W) se sume el de una potencia llamada reactiva (VAR), las cuales en su conjunto determinan el comportamiento operacional de dichos equipos y motores. Esta potencia reactiva ha sido tradicionalmente suministrada por las empresas de electricidad, aunque puede ser suministrada por las propias industrias. El método más práctico para mejorar (corregir) el factor de potencia, es instalando capacitores o condensadores, en donde la corriente del condensador se encargará de suministrar la corriente magnetizante requerida por la carga. El efecto de los condensadores es opuesto al de las cargas inductivas, debido a



esto la cantidad neta de potencia reactiva se reduce y por consecuencia se aumenta el factor de potencia.

### **1.5.1 Efectos de un bajo factor de potencia**

- ✓ Aumento de la intensidad de corriente
- ✓ Pérdidas en los conductores y fuertes caídas de tensión.
- ✓ Incrementos de potencia de las plantas, transformadores, reducción de su vida útil y reducción de la capacidad de conducción de los conductores
- ✓ La temperatura de los conductores aumenta y esto disminuye la vida de su aislamiento.
- ✓ Aumentos en sus facturas por consumo de electricidad.
- ✓ Mayor inversión en los equipos de generación, ya que su capacidad en VA debe ser mayor, para poder entregar esa energía reactiva adicional.
- ✓ Mayores capacidades en líneas de transmisión y distribución así como en transformadores para el transporte y transformación de esta energía reactiva.
- ✓ Elevadas caídas de tensión y baja regulación de voltaje, lo cual puede afectar la estabilidad de la red eléctrica.

### **1.5.2 Ventajas de la corrección del factor de potencia.**

*Beneficios en los equipos:*

- ✓ Disminución de las pérdidas en conductores.
- ✓ Reducción de las caídas de tensión.
- ✓ Aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores, líneas y generadores.
- ✓ Incremento de la vida útil de las instalaciones.

*Beneficios económicos:*

- ✓ Reducción de los costos por facturación eléctrica.
- ✓ Eliminación del cargo por bajo factor de potencia

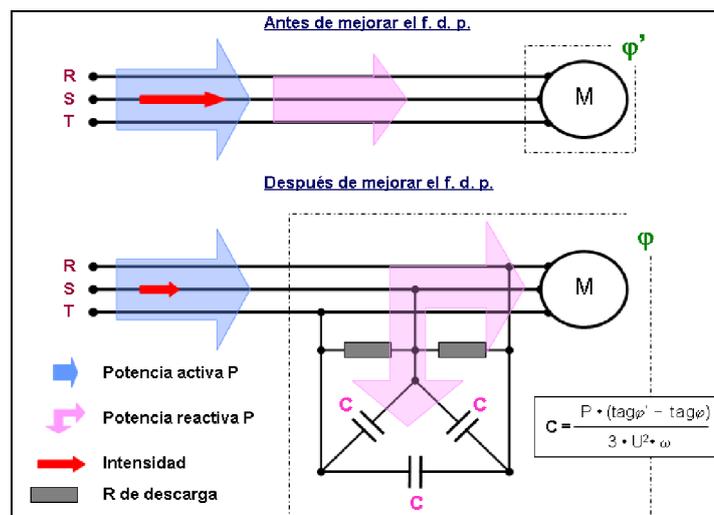
### 1.5.3 Compensación

Mejorar el factor de potencia resulta práctico y económico, por medio de la instalación de condensadores eléctricos estáticos, o utilizando motores sincrónicos disponibles en la industria (algo menos económico si no se dispone de ellos).

El consumo de W y VAR (VA) en una industria se mantienen inalterables antes y después de la compensación reactiva (instalación de los condensadores), la diferencia estriba en que al principio los VAR que esa planta estaba requiriendo, debían ser producidos, transportados y entregados por la empresa de distribución de energía eléctrica, lo cual como se ha mencionado anteriormente, le produce consecuencias negativas .

Pero esta potencia reactiva puede ser generada y entregada de forma económica, por cada una de las industrias que lo requieran, a través de los bancos de capacitores y/o motores sincrónicos, evitando a la empresa de distribución de energía eléctrica, el generarla transportarla y distribuirla por sus redes.

Las cargas inductivas requieren potencia reactiva para su funcionamiento. Esta demanda de potencia reactiva se puede reducir e incluso anular si se colocan condensadores en paralelo con la carga Fig. 1.1. Cuando se reduce la potencia reactiva, se mejora el factor de potencia.



**Fig. 1.1:** Compensación del factor de potencia en un circuito trifásico



### 1.5.3.1 Tipos de compensación

#### 1.5.3.1.1 Compensación individual

##### Aplicaciones y ventajas

- ✓ Los capacitores son instalados por cada carga inductiva.
- ✓ El arrancador para el motor sirve como un interruptor para el capacitor.
- ✓ El uso de un arrancador proporciona control semiautomático para los capacitores.
- ✓ Los capacitores son puestos en servicio sólo cuando el motor está trabajando.

##### Desventajas

- ✓ El costo de varios capacitores por separado es mayor que el de un capacitor individual de valor equivalente.
- ✓ Existe subutilización para aquellos capacitores que no son usados con frecuencia.

**Tabla 1.3** Valores para la compensación individual en transformadores.

POTENCIA NOMINAL DEL TRANSFORMADOR KVA	POTENCIA REACTIVA DEL CONDENSADOR KVAR
100	4
160	6
250	15
400	25
630	40
1000	60
1600	100

Fuente:www.stilar.net

**Tabla 1.4** Valores para la compensación individual de motores.

POTENCIA NOMINAL DEL MOTOR KW	POTENCIA REACTIVA DEL CONDENSADOR KVAR
4	2
5.5	2
7.5	3
11	3
15	4
18.5	7.5
22	7.5
30	10
Mas de 30	35 % de Pot. Mot. Aprox.

Fuente: www.stilar.net

#### 1.5.3.1.2 Compensación en grupo

##### Aplicaciones y ventajas

- ✓ Se conforman grupos de cargas de diferente potencia pero con un tiempo de operación similar, para que la compensación se realice por medio de un banco de capacitores común con su propio interruptor.
- ✓ Los bancos de capacitores pueden ser instalados en el centro de control de motores.
- ✓ El banco de capacitores se utilizan únicamente cuando las cargas están en uso. Se reducen costos de inversión para la adquisición de bancos de capacitores.
- ✓ Es posible descargar de potencia reactiva las diferentes líneas de distribución de energía eléctrica

##### Desventajas

- ✓ La sobrecarga de potencia reactiva no se reduce en las líneas de alimentación principal, es decir, que seguirá circulando energía reactiva entre el centro de control de motores y los motores.

### 1.5.3.1.3 Compensación central

#### Aplicaciones y ventajas

- ✓ Mejor utilización de la capacidad de los bancos de capacitores.
- ✓ Se tiene una mejora en la regulación del voltaje en sistema eléctrico.
- ✓ Suministro de potencia reactiva según los requerimientos del momento.
- ✓ Es de fácil supervisión.

#### Desventajas

- ✓ La desventaja de corregir el factor de potencia mediante la compensación centralizada, es que las diversas líneas de distribución no son descargadas de la potencia reactiva, además, se requiere de un regulador automático el banco de capacitores para compensar la potencia reactiva, según las necesidades de cada momento.

## 1.6 CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

La sección calculada de un conductor que alimenta a un receptor o a un grupo de ellos debe cumplir un doble objetivo:

- ✓ Permitir la circulación de la corriente nominal del receptor que se alimenta sin que se produzca un sobrecalentamiento del conductor que pueda dañarlo. El valor obtenido será *sección por intensidad máxima admisible*( $S_i$ )
- ✓ También debe permitir que en el conductor no se produzca una caída de tensión superior a un valor prefijado. La sección que cumple esa premisa se denominara *sección por caída de tensión* ( $S_{ct}$ ).

Al realizar el cálculo se escoge la sección normalizada que sea igual o superior a la mayor de las anteriores.

### 1.6.1 Cálculo de Conductor por Intensidad Máxima Admisible

Cuando una corriente eléctrica circula por un conductor se produce un calentamiento del mismo proporcional al cuadrado de la intensidad, debido al efecto Joule.

Todo conductor eléctrico tiene asignada una intensidad máxima admisible por debajo de la cual se garantiza que la temperatura no se elevará hasta valores perjudiciales .Los



límites de temperatura considerados dependen del tipo de aislamiento del conductor que son:

- ✓ Aislamiento termoplástico 70 °C.
- ✓ Aislamiento termoestable 90 °C.

Los valores de las intensidades admisibles de cada conductor en función de su sección, aislamiento, y sistema de instalación están en la tabla 1.5

**Tabla. 1.5 Intensidad Admisible de los Conductores.**

CONDUCTOR		CAPACIDAD
Calibre	Sección Aprox.	
AWG ó MCM	mm <sup>2</sup>	Amperios
18 sólido	0.8	6
16 “	1.3	8
14 “	2.1	15
12 “	3.3	20
10 “	6.3	30
8 “	8.4	40
6 “	13.3	55
8 7 hilos	8.4	60
6 “	13.3	65
4 “	21.1	70
2 “	33.6	95
1/0 “	53.6	125
2/0 “	67.4	145
3/0 “	85.0	165
4/0 “	107.2	195
1/0 19 hilos	53.6	125
2/0 “	67.4	145
3/0 “	85.0	165
4/0 “	107.2	195
250 37 hilos	126.6	215
300 “	152.0	240
350 “	177.4	260
400 “	207.7	280
500 “	263.4	320
600 “	304.0	350
600 81 hilos	304.0	355
700 “	354.7	385
750 “	380.0	400
800 “	405.4	410
1000 “	506.7	455

Fuente: Catálogo de Conductores Eléctricos, CABLEC

La intensidad de cálculo se obtiene a partir de la *potencia de cálculo*, que depende a su vez del tipo de receptor y el número de ellos susceptibles de funcionar simultáneamente. Según esto, se puede aplicar factores de corrección, como se describe a continuación:

✓ *Potencia de calculo*.-Es la potencia activa nominal de los receptores del circuito. Se le aplica un factor de arranque ( $F_a$ ) y un factor de simultaneidad ( $F_s$ ), según el tipo de receptor.

Los factores citados se aplican del siguiente modo:

- Si el circuito alimenta a un receptor:

Receptor genérico.  $P_C = P_N$  receptor

Motor eléctrico o lámpara de descarga.  $P_C = F_a * P_N$

- Si el circuito alimenta a varios receptores:

$P_C = P_C$  motores +  $P_C$  alumbrado +  $P_C$  receptores generales

Donde:

$P_{C \text{ motores}} = F_a * P_N$  motor mayor potencia +  $\sum P$  resto motores

$P_{C \text{ alumbrado}} = F_a * \sum P_N$  lámparas de descarga +  $\sum P$  lámparas incandescentes

$P_{C \text{ receptores generales}} = F_s * \sum P_N$  receptores

Se ha empleado el subíndice N para denotar las potencias nominales y el subíndice C para las potencias de cálculo en las expresiones anteriores.

✓ *Factor de Arranque* ( $F_a$ ).- Se aplica para considerar en el cálculo un valor de intensidades mayores que la nominal en los receptores que presentan una sobre intensidad en el arranque, como son motores, lámparas de descarga, transformadores, reactancias y condensadores (Tabla 1.6).

**Tabla 1.6** Factor de Arranque.

Tipo de Receptor	Factor de Arranque
Motores	1.25
Lámparas de Descarga	$1.8 * \cos\phi$ Excepto si se conoce la intensidad de arranque del equipo de iluminación completo, el cual se utilizara tal valor. Es obligatorio compensar el factor de potencia hasta un valor mayor o igual a 0.9

Fuente: Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, N. Moreno y R. Cano

✓ *Factor de Simultaneidad* ( $F_s$ ).-En una industria o grupo de viviendas, es habitual que no todos los receptores alimentados desde una misma línea estén funcionando al mismo tiempo o con el mismo régimen de trabajo. En industrias será un valor empírico según el caso.

✓ *Factor de Corrección (Fc).*- Necesarios en recorridos verticales, para contemplar la posibilidad de que las condiciones de ventilación puedan estar limitadas, o que la temperatura ambiental corra el riesgo de incrementarse.

Este factor puede estar motivado por:

- Porque haya varios circuitos agrupados en el mismo conducto y el tramo donde se encuentren sea superior a tres metros. En la tabla 1.7 se resume los valores para este factor.

**Tabla 1.7** Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos.

Ref.	Disposición de cables contiguos	Numero de circuitos o cables multiconductores											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Agrupados en una superficie, empotrados	1,0	0,8	0,7	0,65	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,4	0,4
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,0	0,85	0,8	0,75	0,75	0,7	0,7	0,7	0,7	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores		
3	Capa única en el techo	0,95	0,8	0,7	0,7	0,65	0,65	0,65	0,6	0,6			
4	Capa única en una superficie perforada vertical u horizontal	1,0	0,9	0,8	0,75	0,75	0,75	0,75	0,7	0,7			
5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas.	1,0	0,85	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8			

Fuente: Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, N. Moreno y R. Cano

### 1.6.1.1 Intensidad de cálculo

✓ *De un Receptor.*-Se obtiene a partir de la potencia de cálculo aplicando las siguientes ecuaciones.

- Alimentación monofásica

$$I_c := \frac{P_c}{U \cdot \cos \phi} \quad (1.4)$$

- Alimentación trifásica

$$I_c := \frac{P_c}{\sqrt{3} U \cdot \cos \phi} \quad (1.5)$$



✓ *De Varios Receptores.*-El cálculo se lo realiza utilizando las expresiones anteriores. La dificultad esta en determinar el factor de potencia del conjunto de receptores ( $\cos\phi_T$ ).

Sea  $P_i$  y  $\cos\phi_i$  la potencia de cálculo y el factor de potencia, respectivamente, de cada uno de los receptores y  $Q_i$  la potencia reactiva.

Donde:

$$\begin{aligned}Q_i &= P_i \cdot \tan\phi_i \\P_T &= \sum P_i \\Q_T &= \sum Q_i \\ \phi_T &= \arctan Q_T / P_T \quad (1.6)\end{aligned}$$

### 1.6.2 Cálculo de Conductor por Caída de Tensión.

Caída de tensión se entiende la diferencia entre la tensión que existe en el origen de una línea y la que aparece al final de la misma. Esta caída de tensión debe ser limitada para garantizar que la tensión final que llega al receptor sea la adecuada para su funcionamiento.

✓ *Línea con carga única.*-Es el caso mas simple de una línea que alimenta a un único receptor o varios receptores, pero todos están situados al final de la línea.

Se utilizan básicamente las siguientes expresiones, distinguiendo si se trata de alimentación monofásica o trifásica.

- *Alimentación monofásica*

$$S_{ct} := 2L \cdot \frac{P_c}{\sigma \cdot e \cdot U} \quad S_{ct} := 2L \cdot I_c \cdot \frac{\cos\phi}{\sigma \cdot e} \quad (1.7)$$

- *Alimentación trifásica*

$$S_{ct} := L \cdot \frac{P_c}{\sigma \cdot e \cdot U} \quad S_{ct} := \sqrt{3}L \cdot \frac{\cos\phi}{\sigma \cdot e} \quad (1.8)$$

$S_{ct}$ : sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

$L$ : longitud del conductor (m)

$\sigma$ : conductividad

$U$ : tensión de alimentación (V)

$e$ : caída de tensión (V)

$P_c$ : potencia de cálculo del receptor (W)

$I_c$ : intensidad de cálculo (A)

$\text{Cos}\varphi$ : factor de potencia del receptor

Con la sección obtenida en el cálculo nos vamos a la tabla 1.5 y determinamos el calibre del conductor.

## 1.7 CÁLCULO DE PROTECCIONES PARA CIRCUITOS

En la Tabla 1.8 se describe los dispositivos empleados para proteger a los circuitos y a los receptores en una instalación eléctrica.

Estos elementos suelen colocarse centralizados en los cuadros de distribución o cuadros de mando y protección.

**Tabla. 1.8** Protecciones para Circuitos y Receptores

PROTECCIONES PARA CIRCUITOS Y RECEPTORES	
CONTRA SOBREENSIDADES	CONTRA SOBRETENSIONES
Magnetotérmicos	Descargadores Atmosféricos
Relés Térmicos	Varistores
Reles Electromagnéticos de Protección	
Fusibles	

Fuente: Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, N. Moreno y R. Cano

Los aparatos destinados a la protección contra *sobreenintensidad* funcionan interrumpiendo elevadas corrientes respecto a la que debería existir si los receptores funcionaran normalmente, esta elevación puede originarse por :

- Sobrecargas.
- Cortocircuitos.

Los aumentos de la tensión, a valores superiores a la tensión asignada para la instalación de baja tensión, se denominan *sobretensiones*, y también deben preverse dispositivos que detecten este efecto y garanticen la seguridad de la instalación.

Algunas de las causas principales por las que pueden existir sobretensiones en una instalación son las siguientes:

- Descargas atmosféricas.
- Conmutaciones de red.
- Acoplamientos.

## 1.7.1 Características comunes de los dispositivos de protección

### 1.7.1.1 Calibre

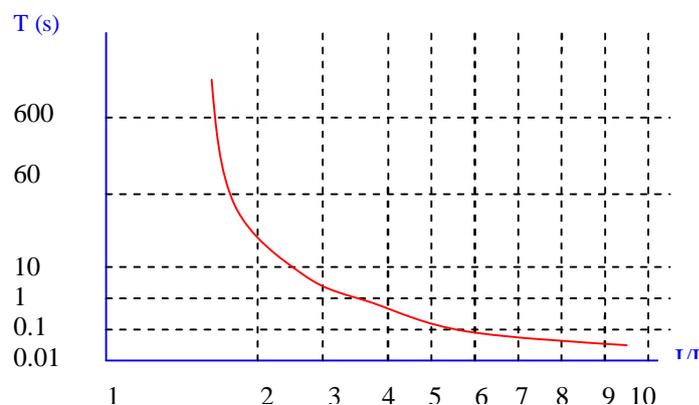
El calibre de un dispositivo de protección contra sobrecorrientes es la intensidad nominal o de referencia ( $I_N$ ), a partir de la cual se considera que existe una sobrecorriente y por tanto debe aislar el circuito. El calibre debe ser menor o igual que la máxima intensidad que admite el conductor instalado ( $I_{adm}$ ). Esta intensidad admisible depende principalmente de la sección, del sistema de instalación, la temperatura ambiente y la posibilidad de que haya varios circuitos en la misma canalización. Además, el calibre se escogerá de un valor superior a la corriente de empleo del circuito o corriente de cálculo ( $I_c$ ). En resumen, debe cumplirse la condición dada por:

$$I_c < I_n < I_{adm} \quad (1.9)$$

### 1.7.1.2 Curva de funcionamiento

Estas curvas representan el tiempo de desconexión del interruptor o dispositivo de protección, en función de la intensidad detectada.

En la Figura 1.2 se muestra una curva típica. En el eje de las abscisas se indican los valores relativos a la intensidad nominal o calibre del dispositivo ( $I/I_N$ ), en lugar de indicarse los valores absolutos de intensidad. En el eje de las ordenadas se representan los tiempos de disparo o apertura. Cuando mayor es la sobrecorriente detectada, menor es el tiempo que tarda el dispositivo en abrir el circuito.



**Figura. 1.2** Curva de funcionamiento de un dispositivo de protección contra sobrecorrientes

### 1.7.1.3 Poder de Corte

Cuando se abre un circuito que alimenta a uno o varios receptores inductivos, se genera una sobre tensión en el punto donde tiene lugar dicha apertura, como respuesta de tales receptores. Esto ocurre por que no se puede modificar bruscamente la intensidad que recorre una bobina.

Los contactos de los interruptores de protección están diseñados y fabricados para que puedan soportar la desconexión de los circuitos hasta un límite determinado de intensidad.

El citado límite de intensidad que pueden interrumpir los interruptores de protección es lo que se denomina *poder de corte*, su valor debe expresarse, en el dispositivo, en amperios (A) dentro de un rectángulo.

Para la elección del poder de corte (PdC) debe considerarse la máxima intensidad que podría llegar a tener que cortar el interruptor. Lógicamente, el valor más elevado de intensidad correspondería a un cortocircuito. Lo que depende de la longitud que medie entre el transformador de distribución que alimenta la instalación y el punto de instalación a considerar.

## 1.7.2 TIPOS DE PROTECCIONES

### 1.7.2.1 Magnetotérmicos

A estos dispositivos también se les denomina interruptores automáticos. Sin embargo, la denominación de <<interruptor magnetotérmico>> o simplemente <<magnetotérmico>> es la más general y resulta aplicable a todos los casos.

#### Funcionamiento

Un magnetotérmico interrumpe automáticamente la alimentación al detectar una sobreintensidad. Según la causa que provoque esta sobreintensidad, la interrupción del circuito se producirá de manera diferente, tal como se indica a continuación

- ✓ *Sobrecargas*. Ante sobrecargas, interrumpe el circuito por efecto térmico.
- ✓ *Cortocircuitos*. Cuando se producen intensidades tan elevadas como las de un cortocircuito, se abre el circuito por efecto electromagnético.

### 1.7.2.2 Relés Térmicos

El relé térmico es un dispositivo que sirve para proteger circuitos y receptores interrumpiendo la alimentación sólo cuando se producen *sobrecargas pequeñas pero prolongadas*.

Normalmente se usan para proteger los motores ante sobrecargas, en lugar de emplear magnetotérmicos para ello. Cuando se emplean los relés electromagnéticos acompañados de relés térmicos, suele denominarse al conjunto <<guardamotor>> y hay fabricantes que lo comercializan de ese modo.

#### Funcionamiento

El funcionamiento es completamente análogo al de la parte de disparo térmico de un interruptor magnetotérmico.

Está formado por bimetales. Alrededor de los mismos se arrolla un conductor por el que circulará una intensidad del circuito. Éste se calentará por efecto Joule, pero cuando genere más calor del que es capaz de evacuarse por la carcasa se dilatará el bimetálico correspondiente doblándose y empujando el resorte de apertura.

La *curva de funcionamiento* de estos dispositivos, tiempo de disparo versus intensidad, es del tipo  $I^2 t$ .

### 1.7.2.3 Fusibles

Sirven para proteger la instalación y los receptores interrumpiendo la alimentación cuando se produce un cortocircuito o una sobrecarga, según el tipo de fusible. Pueden usarse, por ejemplo para proteger contra cortocircuitos en el circuito de alimentación de un motor, como acompañamiento de relé térmico, o bien como protecciones en equipos de medida.

#### Funcionamiento

Están formados por un conductor de cobre o aleación de plata diseñado y calculado para que cuando circule por él una corriente de valor superior a la intensidad nominal del mismo o calibre ( $I_N$ ), se destruya, interrumpiéndose el circuito.

El conductor está rodeado de arena de sílice o aire. Este elemento conductor se aloja en el interior de un cartucho cerámico, de plástico o de cristal, según sean las intensidades con las que trabaje; de ahí que también reciben el nombre de <<cartuchos fusibles>>.

## 1.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN

Una instalación eléctrica consta de varias partes. El diseño y cálculo de una instalación implica el tratamiento individualizado de cada una de estas partes, considerando en cada una los requisitos específicos para ellas.

### 1.8.1 Acometidas

Parte de la instalación de la red de distribución, que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente (en adelante CGP).

Atendiendo a su trazado, al sistema de instalación y a las características de la red, las acometidas podrán ser como lo muestra la Tabla 1.9.

**Tabla 1.9.** Tipo de acometida en función del sistema de instalación

TIPO	SISTEMA DE INSTALACIÓN
Aéreas	Posada sobre fachada
	Tensada sobre poste
Subterráneas	Con entrada y salida
	En derivación
Mixtas	Aero-Subterráneas

Fuente: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, REBT.

### 1.8.2 Instalación de enlace

Se denominan instalaciones de enlace, aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección.

Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán de propiedad del usuario, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.

#### 1.8.2.1 Partes que constituyen las instalaciones de enlace

- ✓ Caja General de Protección (CGP)
- ✓ Línea General de Alimentación (LGA)
- ✓ Elementos para la Ubicación de Contadores (CC)



- ✓ Derivación Individual (DI)
- ✓ Caja para Interruptor de Control de Potencia (ICP)
- ✓ Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

### **1.8.3 Instalaciones interiores o receptoras**

Las instalaciones interiores o receptoras son aquellas que parten del cuadro de distribución y enlazan con los receptores. Están constituidas principalmente por las líneas eléctricas o circuitos que alimentan a estos receptores junto con los elementos que permiten actuar sobre ellos, como pulsadores, interruptores, tomas de corriente, etc.



## CAPITULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos de la presente investigación nos hemos basado en seguir los siguientes parámetros, con el fin de recopilar la información necesaria para el respectivo análisis para brindar mejoras en los sistemas eléctricos y en el uso de la energía eléctrica de la cartonera. La investigación se basa en los siguientes pasos:

- ✓ Recopilación bibliográfica acerca del tema.
- ✓ Levantamiento del diagrama unifilar de la planta.
- ✓ Inspección de las instalaciones eléctricas y de los circuitos de mayor consumo.
- ✓ Registro de mediciones de los principales parámetros eléctricos.
- ✓ Análisis de las 12 últimas planillas de facturación eléctrica.
- ✓ Tabulación y gráficas de resultados.
- ✓ Análisis de resultados.
- ✓ Realización del plan de medidas a tomar.

#### 2.2 MATERIALES Y EQUIPOS

##### 2.2.1 Materiales

Macarsa está ubicada al sur de la ciudad de Machala, su producción comprende la elaboración de cartón para la exportación de banano. Cuenta con una planta de producción, donde se puede apreciar los procesos ha seguir para la fabricación de cartón, estos son:

- ✓ *Corrugadora*: es el corazón de la fábrica la misma que consiste en un proceso continuo en donde se convierte varios rollos de papel a la vez en láminas de cartón corrugado. En esta etapa se utiliza dos tipos de papel, el liner que tiene una resistencia mayor y el papel médium que es el que sirve para corrugarlo y así darle la forma al cartón. Además se utiliza almidón para

pegar los papeles entre sí, para el funcionamiento de todo el proceso de corrugado se emplea vapor.

- ✓ **Imprentas:** las máquinas impresoras son las que convierten las láminas de cartón en cajas corrugadas conforme a las especificaciones y requerimientos de los clientes. Éstas se componen de varios cuerpos, cada uno desempeña una función diferente, sin embargo la sincronización de cada uno de ellos permite convertir miles de láminas en cajas terminadas en cuestión de minutos.
- ✓ **Cortadora-Hojeadora:** es la que corta y perfora papel para elaborar los pads que son un tercer elemento que acompaña a la caja de cartón para la exportación del banano. Es decir que una caja completa consta de tapa, fondo y pad.

El consumo eléctrico de la fábrica consta de dos subestaciones (Tabla 2.1) y tienen una relación de transformación de 13.8/0.48 y 13.8/0.24 KV respectivamente los mismos que suministran la energía eléctrica a los diferentes centros de carga y puntos de distribución.

Las líneas son de cable # 1/0 (ACSR) con neutro corrido.

**Tabla 2.1** Descripción de las subestaciones.

SUBESTACIÓN	POTENCIA	VOLTAJE
S/E I	999 Kva.	480 V
S/E II	112,5 Kva.	240 V

En las líneas de la acometida para la S/E I existen transformadores de potencial (TP) y de corriente (TC), los mismos que son para la lectura en el contador electrónico. Cada línea de tensión está equipada de un seccionador fusible tipo cuchilla. La subestación está conectada en estrella – triángulo. En la tabla 2.2 se muestra los datos de los transformadores.

**Tabla 2.2. Datos nominales de los transformadores monofásicos.**

	S/E I	S/E II	
Datos de los transformadores	T1	T2	T3
Tensión nominal, kV.	7,960/13,8 Y /0,240-0,48	7,960/13,8 Y /0,240-0,120	7,960/13,8 Y /0,240-0,120
Potencia nominal, kVA.	333	37,5	50
Corriente nominal, A	693,75	156,25	208,33
Perdidas de pot. De marcha en vacío, kW.	0.93	0,130	0,160
Pérdidas de potencia de cortocircuito, kW.	4.6	0,403	0,512
Tensión de cortocircuito, %	4	3	3
Corriente de marcha al vacío, %	1,8	2	1,9
Coefficiente Incremento de pérdidas, kW. / kVAr.	0.16	0.16	0.16
Impedancia en %	4	3	3
Cantidad	3	2	1

La S/E I alimenta al tablero principal con cuatro conductores en haz # 4/0 por cada fase enlazándose a barras de cobre para una correcta distribución de los circuitos. En éstas barras están fijados transformadores de corriente (TC) que dan señal a un regulador automático para el control de las ocho baterías de condensadores, acorde a la necesidad de inyectar potencia reactiva para un mejor factor de potencia ( $\cos \phi$ ). Este tablero esta equipado con un conmutador que permite hacer el cambio cuando entra a funcionar su propio generador.

Los circuitos de fuerza e iluminación de la planta están detallados en tabla 2.3 con sus respectivas protecciones y cables



**Tabla 2.3** Circuitos de la S/E I

Circuitos	Nombre del circuito	Protección	Cable	Circuito	Nombre del circuito	Protección	Cable
C1	Corrugadora	700 A	9 x # 250 MCM (3 en Haz)	C1a	Cuchilla Martin	150 A	3 x # 3/0 AWG
				C1b	Flauta Langston	100 A	3 x # 2/0 AWG
				C1c	Cuchilla Triplex	60 A	3 x # 8 AWG
				C1d	Doble Baker	30 A	3 x # 8 AWG
				C1e	Flauta Kooper	100 A	3 x # 2 AWG
				C1f	Stacker	50 A	3 x # 8 AWG
				C1g	Lona	250 A	3 x # 4/0 AWG
C2	Calderas, Compresores Bombas	400 A	6 x # 3/0 AWG (2 en Haz)	C2a	Panel Control Aireador	175 A	3 x # 6 AWG
				C2b	Bomba Bunker	70 A	3 x # 6 AWG
				C2c	Bomba y Combustible	30 A	3 x # 10 AWG
				C2d	Iluminación	70 A	3 x # 10 AWG
				C2e	Caldera Kelwanece	40 A	3 x # 10 AWG
				C2f	Caldera Cleaver	50 A	3 x # 6 AWG
C3	Imprenta 2	125 A	3 x # 1/0 AWG	-	-		
C4	Troqueladora	125 A	3 x # 1/0 AWG	-	-		
C5	Imprenta 1	175 A	3 x # 1/0 AWG	-	-		
C6	Triturador - embalaje	175 A	3 x # 2/0 AWG	C6a	Embalador	250 A	3 x # 6 AWG
C7	Mezcladora	40 A	3 x # 4 AWG	-	-		
C8	Transformador Alumbrado	60 A	3 x # 4 AWG	C8a	Iluminación y Tomas		3 x # 8 AWG
				C8b	Iluminación		6 x # 10 AWG (2 en Haz)
C9	Transformador Garita	60 A	3 x # 4 AWG	-	-		
C10	Talleres (Eléctrico- Mecánico)	60 A	3 x # 4 AWG	-	-		
C11	Transformador Superintendencia	60 A	3 x # 4 AWG	-	-		
				-	-		
C12	Hojeadora	60 A	3 x # 4 AWG	-	-		

Fuente: Instalaciones Eléctricas Macarsa.

La S/E II está conectada en estrella – triángulo; la acometida esta provistas de seccionadores fusibles y los cables son de 1/0 con neutro corrido. En lado de baja de tensión las líneas están equipadas con transformadores de corriente (TC) para la medición del contador. La alimentación al tablero principal es de # 4/0 y con una protección de un interruptor magnetotérmico de 200A. Los circuitos que están en este tablero se detallan en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4** Circuitos de la S/E II

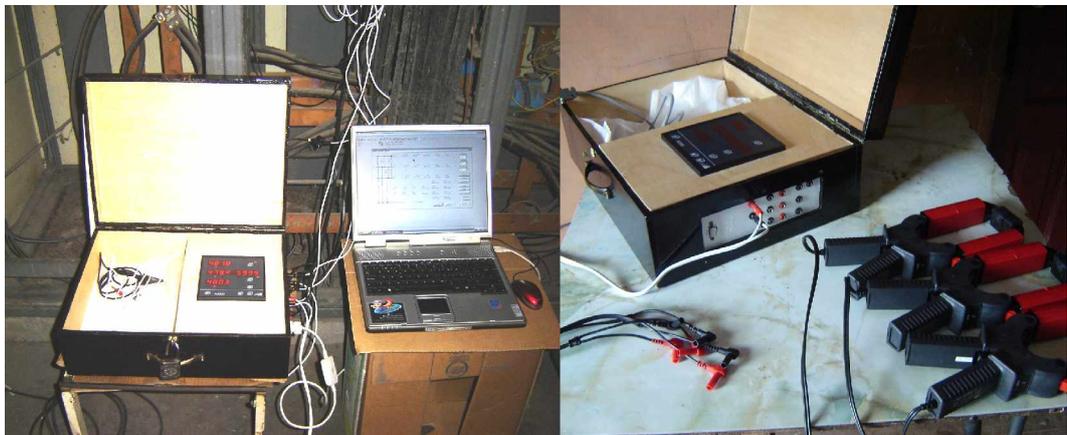
CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	PROTECCIÓN	CONDUCTOR
C1	Oficina	15 A	3 x # 8 AWG
C2	Oficina	15 A	3 x # 8 AWG
C3	Aire Acondicionado	70 A	3 x # 2 AWG
C4	Alumbrado	125 A	3 x # 1/0 AWG
C5	Bomba de Agua	15 A	3 x # 10 AWG
C6	Aire Acondicionado	60 A	3 x # 4 AWG

Fuente: Instalaciones Eléctricas Macarsa.

### 2.2.2 Equipos

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizaron varios instrumentos de medición los cuales los señalamos a continuación:

- ✓ Analizador de redes eléctricas Multifunción **A2000** (fig.2.1) de la marca Gossen Metrawatt de fabricación alemana (Información Técnica Anexo 9).
- ✓ Pinzas amperimétricas Z3514 de la Marca Gossen Metrawatt de fabricación alemana.
- ✓ Multímetros.



**Figura 2.1:** Equipo utilizado en el análisis electroenergético.

### 2.3 MEDICIONES REALIZADAS

Las mediciones y registros de voltajes, corrientes, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, frecuencia, factor de potencia y la distorsión total de armónicos de voltaje y corriente se realizaron con un analizador de redes eléctricas trifásicas Multifunción A2000 (fig.2.2). Los registros obtenidos son diarios en intervalos de 10 minutos en las dos subestaciones.

En la *S/E I* de la planta, primero se inició el registro de medidas en cada uno de los circuitos que alimenta el banco ocupándose 27 días, 11 horas con 19,8 minutos, y luego en la *S/E* durante 6 días, 23 horas con 30 minutos. Teniéndose un total 34 días, 10 horas con 49,8 minutos de monitoreo de la subestación. En la *S/E II* que alimenta a las oficinas se utilizó en las mediciones 4 días con 23 horas.

En la tabla 2.5 detallamos el cronograma empleado para las mediciones en los circuitos de las dos subestaciones.

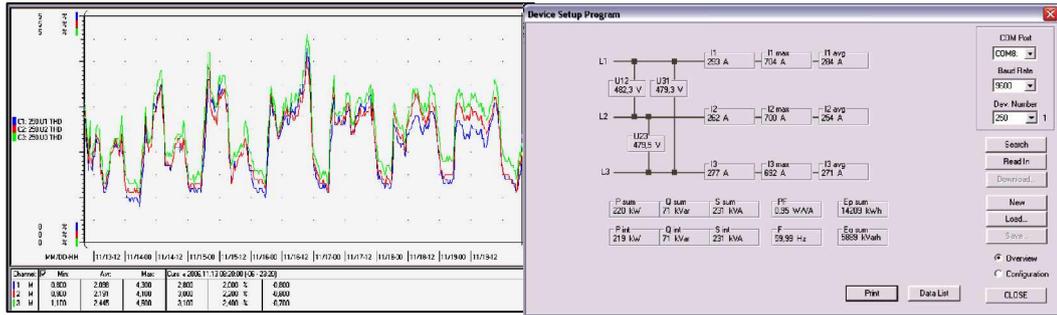


Figura 2.2: Análisis y Monitoreo con el analizador Multifunción A2000.

Tabla 2.5 Cronograma de mediciones

SUBESTACIÓN I					
CIRCUITO	1 <sup>ERA</sup> MED.		2 <sup>DA</sup> MED.		TIEMPOTOTAL
	MAGNITUDES: ΣP, ΣS, ΣQ ,U1,U2,U3,I1,I2,I3, ΣEP, ΣEQ,Hz		MAGNITUDES: THDI1,THDI2,THDI3, THDU1,THDU2,THDU3,cosφ,		
	DESDE	HASTA	DESDE	HASTA	
C12	2006.10.02 09:30:00	2006.10.05 07:30:00	2006.10.05 08:00:00	2006.10.06 14:20:00	124 horas, 52 min.
	2006.10.30 09:00:00	2006.10.31 09:32:35			
C6	2006.10.10 11:40:00	2006.10.11 07:40:00			20 horas
C5	2006.10.11 08:10:00	2006.10.12 07:51:24	2006.10.12 08:20:00	2006.10.13 07:30:00	46 horas, 40 min.
C8	2006.10.13 08:20:00	2006.10.16 08:50:34			72 horas, 30 min.
C3	2006.10.16 09:50:00	2006.10.17 07:50:00	2006.10.17 08:10:00	2006.10.18 07:40:22	45 horas, 30 min.
C1	2006.10.18 08:20:00	2006.10.19 07:40:00	2006.10.19 08:00:00	2006.10.20 07:40:00	47 horas, 10 min.
C9	2006.10.20 08:10:00	2006.10.23 07:34:21			71 horas, 20 min.
C2	2006.10.23 08:30:00	2006.10.24 08:30:00	2006.10.24 08:40:00	2006.10.25 08:30:00	47 horas, 50 min.
C10	2006.10.25 09:00:00	2006.10.26 08:01:46	2006.10.26 08:20:00	2006.10.27 07:44:33	46 horas, 21 min.
C11	2006.10.27 08:30:00	2006.10.30 07:20:00			70 horas, 50 min.
C7	2006.10.30 07:38:00	2006.10.30 08:43:05			1 hora, 5 min.



S/E I (999kVA)	2006.09.25 09:10:00	2006.09.27 16:30:00			55 horas, 20 min.
	2006.11.06 08:20:00	2006.11.13 07:54:26	2006.11.13 08:20:00	2006.11.20 07:40:00	167 horas, 30 min.
SUBESTACIÓN II					
S/E II (112,5 Kva.)	2006.11.22 08:40:00	2006.11.24 08:50:00	2006.11.24 09:10:00	2006.11.27 08:41:29	119 horas, 30 min.

## 2.4 PLIEGO TARIFARIO EMPRESAS ELÉCTRICAS

El presente Pliego Tarifario se sujeta a las disposiciones que emanan de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, y del Reglamento de Tarifas, en los aspectos atinentes a la prestación del servicio de energía eléctrica, directamente en los domicilios de los consumidores.

Contiene: tarifas al consumidor final, tarifas de transmisión, peajes de distribución, tarifas de alumbrado público

- ✓ *Las tarifas al consumidor final.*- Estarán destinadas a todos los Consumidores que no hayan suscrito un contrato a plazo con un generador o un Distribuidor. La correcta aplicación de estas tarifas estará a cargo de los Distribuidores en su zona de concesión.
- ✓ *Las tarifas de transmisión y los peajes de distribución.*-Serán los pagos que deberán realizarse a favor del Transmisor o del Distribuidor, respectivamente, por quienes utilicen dichas instalaciones. La liquidación de estos pagos estará a cargo del CENACE en coordinación con el Transmisor y los Distribuidores.

### 2.4.1 Categorías y Grupos de Tarifas

Por las características de consumo se consideran tres categorías de tarifas: *residencial*, *general* y *alumbrado público*; y, por el nivel de tensión, tres grupos: *alta tensión*, *media tensión* y *baja tensión*.

- ✓ *Categoría de Tarifa Residencial.*-Corresponde al servicio eléctrico destinado exclusivamente al uso doméstico de los Consumidores, es decir, dentro de la residencia de la unidad familiar independientemente del tamaño de la carga conectada. También se incluye a los Consumidores de escasos recursos y



bajos consumos que tienen integrada a su vivienda una pequeña actividad comercial o artesanal.

- ✓ *Categoría General.*-Servicio eléctrico destinado a los Consumidores en actividades diferentes a la Categoría Residencial y básicamente comprende el comercio, la prestación de servicios públicos y privados, y la industria.
- ✓ *Categoría Alumbrado Público.*-Se aplicará a los consumos destinados al alumbrado de calles, avenidas y en general de vías de circulación pública; a la iluminación de plazas, parques, fuentes ornamentales, monumentos de propiedad pública; y, a los sistemas de señalamiento luminoso utilizados para el control del tránsito.

#### **2.4.2 Consumidores Comerciales e Industriales**

Los Distribuidores tienen la obligación de mantener en sus registros una clasificación adicional para identificar a los Consumidores Comerciales e Industriales, para efectos de recaudación del 10% sobre el valor neto facturado por consumo de energía eléctrica, destinado al FERUM.

MACARSA es una empresa industrial destinada a la producción de cartón para la exportación de banano su proveedor eléctrico es EMELORO y su cargo tarifario es de clientes regulados de *media tensión con demanda horaria* y cuya aplicación de las tarifas eléctricas se detalla en el ítem tarifas de media tensión.

Para el efecto se considerarán las siguientes definiciones:

- ✓ *Consumidor Comercial.*-Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para fines de negocio, actividades profesionales o cualquier otra actividad con fines de lucro.
- ✓ *Consumidor Industrial.*-Persona natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial.

### 2.4.3 Tarifas de Media Tensión

Se aplica a los consumidores comerciales, entidades oficiales, industriales, bombeo de agua, etc. Servidos por la empresa en los niveles de voltaje entre 40 KV y 600V. Si un consumidor de este nivel de tensión, está siendo medido en baja tensión, la empresa considerará un recargo por pérdidas de transformación equivalente al 2 % del monto total consumido en unidades de potencia y energía.

#### 2.4.3.1 Tarifa de Media Tensión con Registro de Demanda Horaria

Esta tarifa se aplicará a los consumidores que disponen de un registrador de demanda horaria que les permite identificar los consumos de potencia y energía en los períodos horarios de punta, demanda media y de base, con el objeto de incentivar el uso de energía en horas de la noche (22H00 hasta las 07H00).

- ✓ Un cargo por comercialización de USD 1.41, independiente del consumo de energía.
- ✓ Un cargo por demanda de USD 5.411, expresado en USD/ kW, por cada kW. de demanda facturable, como mínimo de pago, sin derecho a consumo, afectado por un factor de corrección.
- ✓ Un cargo por energía de USD 0.066 expresado en USD/kWh., en función de la energía consumida en el período de demanda media y de punta (07H00 hasta las 22H00), que corresponde al cargo por energía de la tarifa del numeral anterior.
- ✓ Un cargo por energía de USD 0.053 expresado en USD/kWh., en función de la energía consumida, en el período de base (22H00 hasta las 07H00), que corresponde al cargo por energía del literal anterior disminuido en el 20%.

Para su aplicación, se debe establecer la demanda máxima mensual del consumidor durante las horas de pico de la empresa eléctrica (18H00 – 22H00) y la demanda máxima mensual del consumidor, el cargo por demanda aplicado a estos consumidores deberá ser ajustado mediante un factor de corrección (FC), que se obtiene de la relación:



$$FC = DP/DM, \quad (2.1)$$

Donde:

DP = Demanda máxima registrada por el consumidor en las horas de pico de la empresa eléctrica (18H00 – 22H00).

DM = Demanda máxima del consumidor durante el mes.

En ningún caso este factor de corrección (FC), deberá ser menor que 0.60.

La demanda mensual facturable, es la demanda máxima mensual registrada por el consumidor, la que no podrá ser menor al 60 % de la potencia contratada o de la demanda facturable del consumidor de acuerdo a lo establecido por el CONELEC.

## CAPÍTULO III

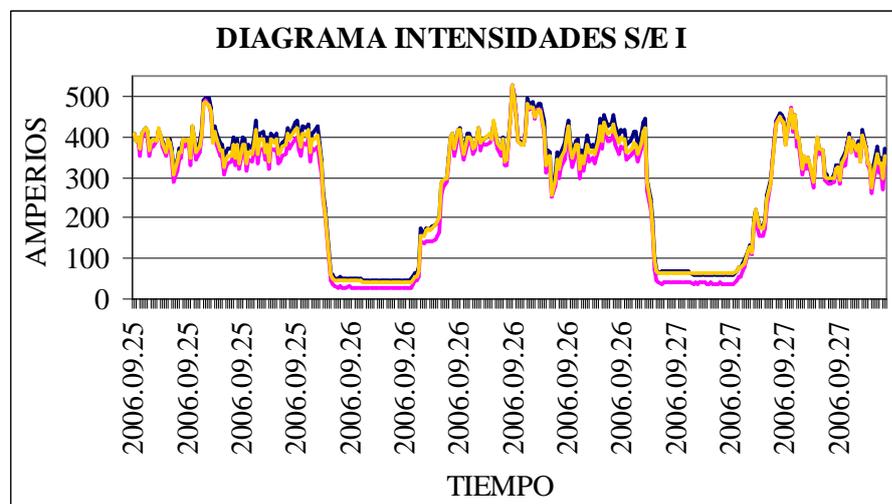
### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Mediciones en la S/E I

Con los registros obtenidos con el A2000 (Anexo 4) podemos realizar el cálculo de los coeficientes de carga ( $K_c$ ) en la máxima y mínima demanda durante los meses de septiembre y noviembre. (Tabla 3.1) conforme al cronograma de mediciones presentado en la tabla 2.5.

**Tabla 3.1.** Valores máximos y mínimos de todos los parámetros S/E I.

CENTRO DE CARGA		S (kVA.)	Q (kVAr.)	P (kW.)	COS $\phi$	U (V)	Im. (A)	$K_c$	U THD %	I THD (A)	I THD (%)
S/E I 480V	Máx.	462	264	397	1	496,6	558	0,462	4,6	77	13,86
	Mín.	18	11	11	0,44	460,9	14	0,018	0,9	1	13,80



**Figura 3.1** Diagrama de intensidades en líneas de la subestación I

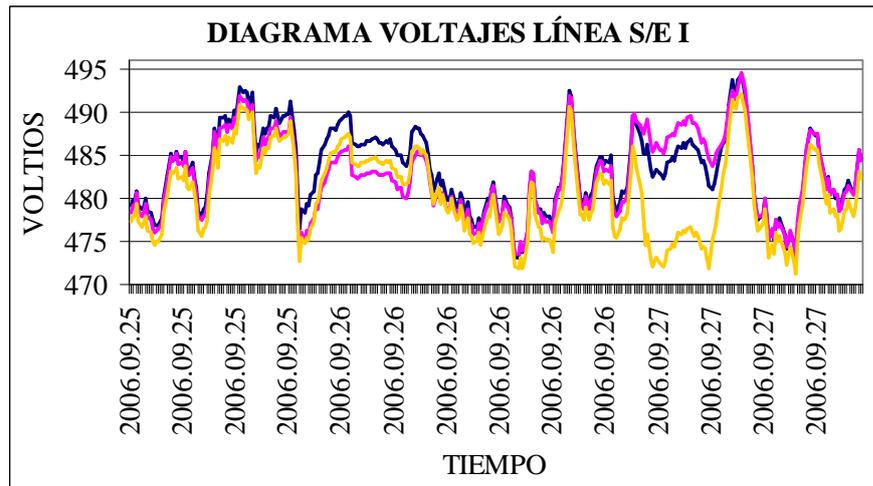


Figura 3.2 Diagrama de voltajes en líneas de la subestación I

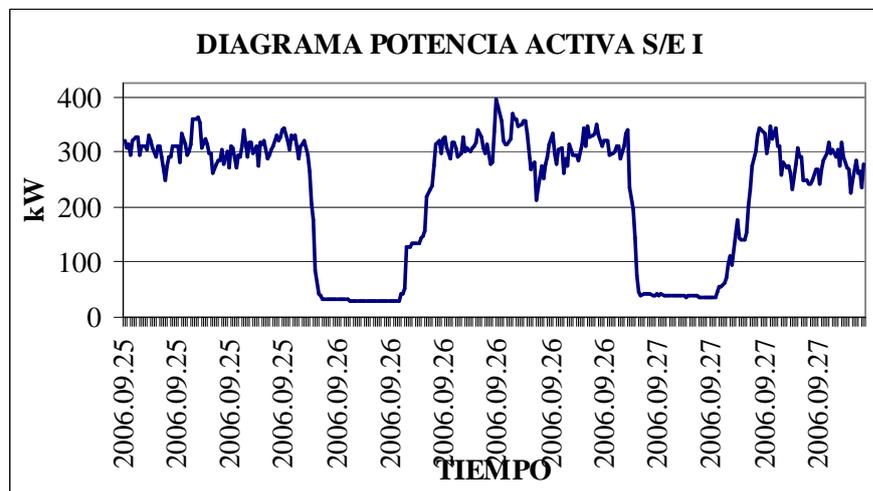
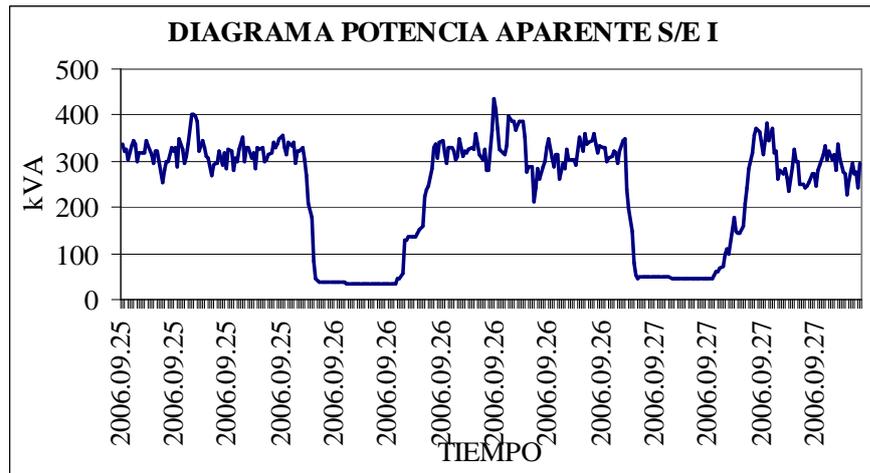


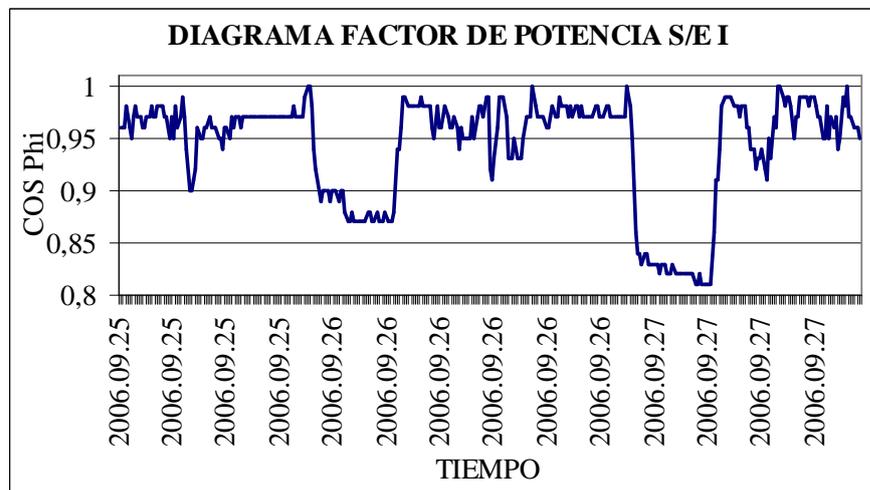
Figura 3.3 Diagrama de potencia activa de la subestación I



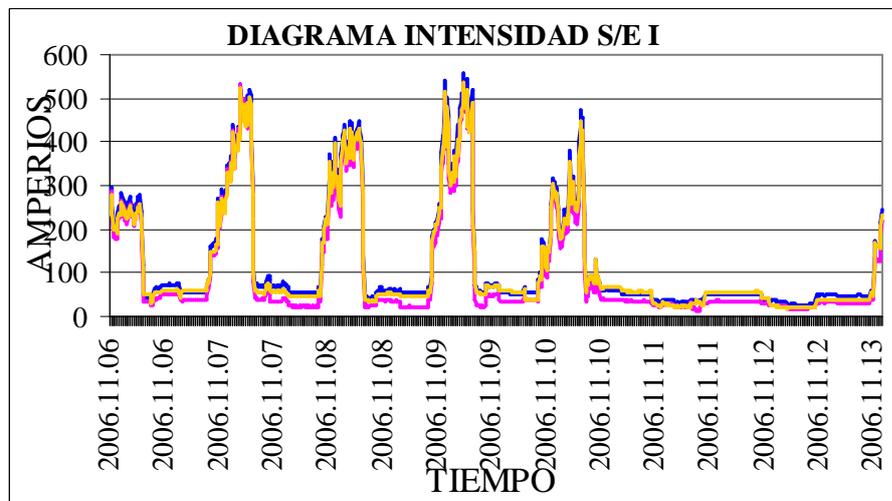
Figura 3.4 Diagrama de potencia reactiva de la subestación I



**Figura 3.5** Diagrama de potencia aparente de la subestación I.



**Figura 3.6** Diagrama del factor de potencia de la subestación I.



**Figura 3.7** Diagrama de intensidades en líneas de la subestación I.

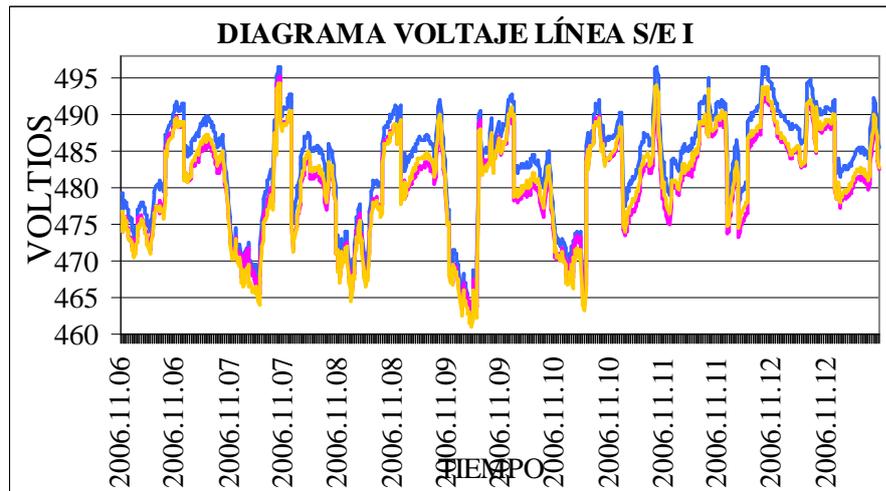


Figura 3.8 Diagrama de voltajes en líneas de la subestación I.



Figura 3.9 Diagrama de potencia activa de la subestación I.

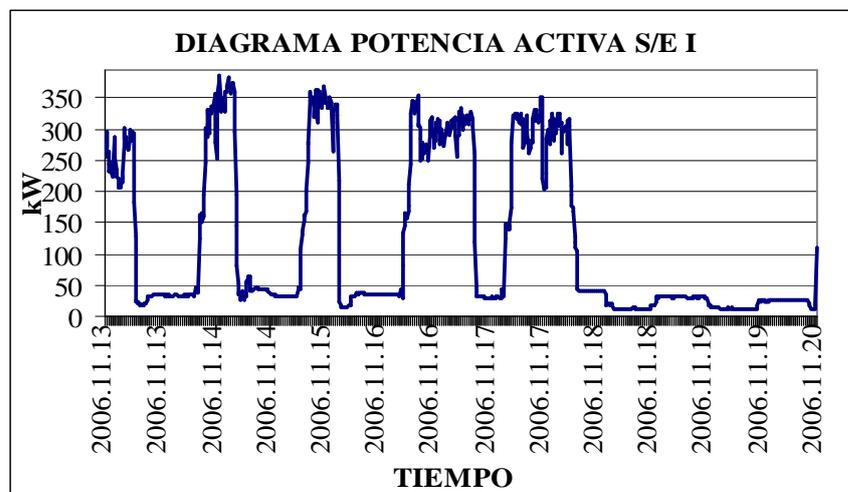


Figura 3.10 Diagrama de potencia activa de la subestación I.

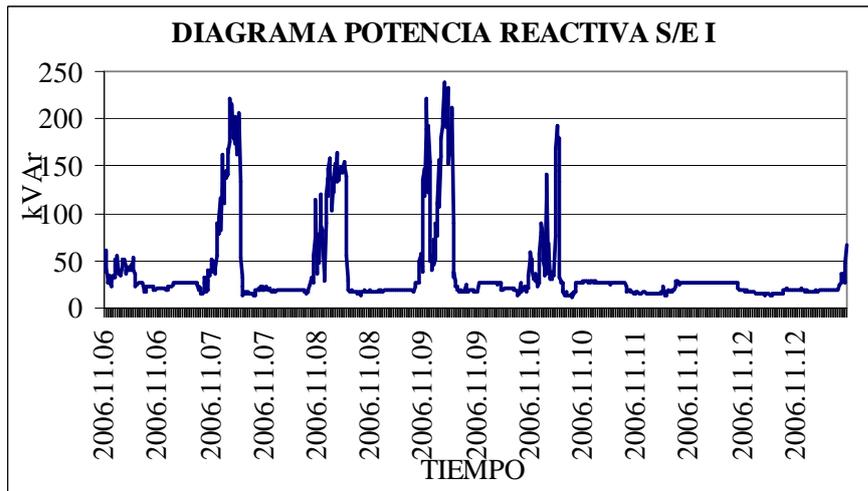


Figura 3.11 Diagrama de potencia reactiva de la subestación I.

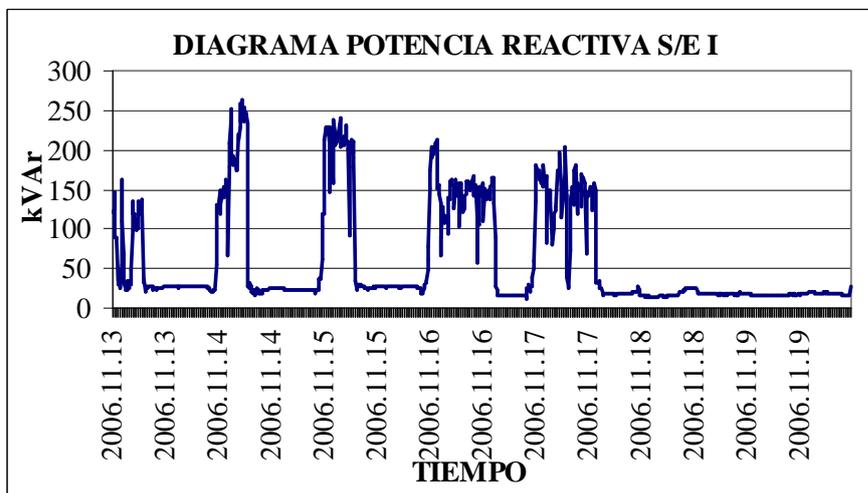


Figura 3.12 Diagrama de potencia reactiva de la subestación I.

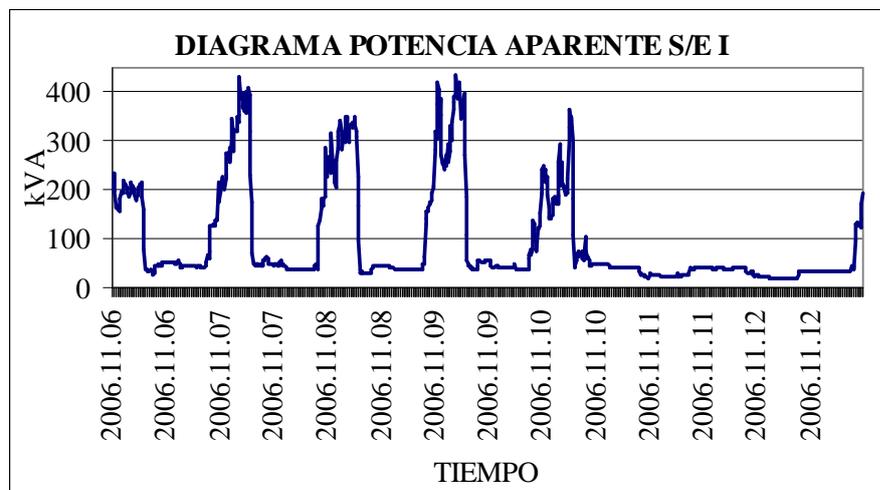


Figura 3.13 Diagrama de potencia aparente de la subestación I

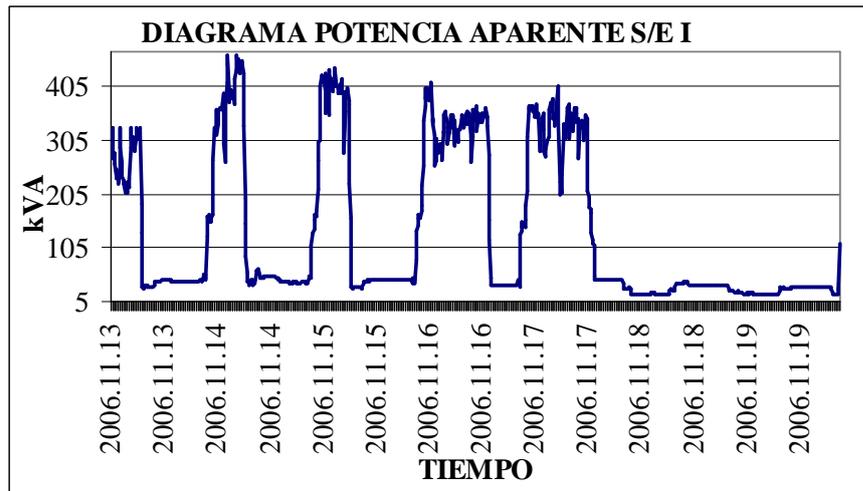


Figura 3.14 Diagrama de potencia aparente de la subestación I.

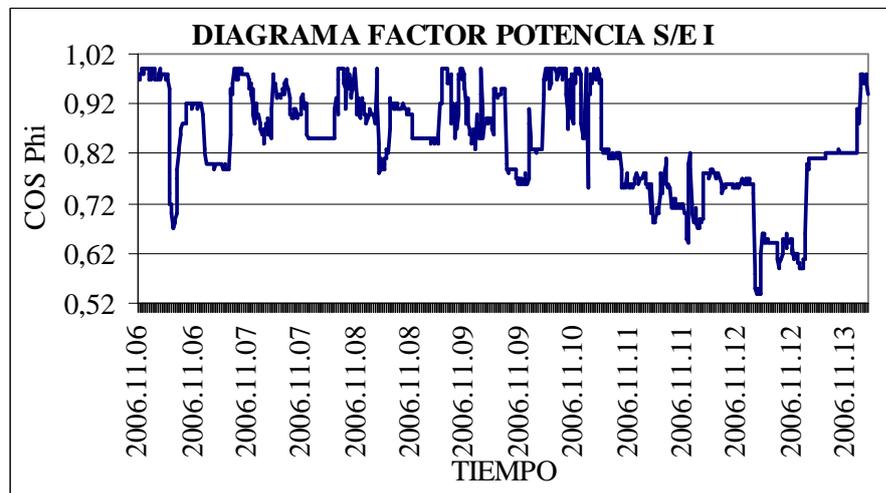


Figura 3.15 Diagrama del factor de potencia de la subestación I.

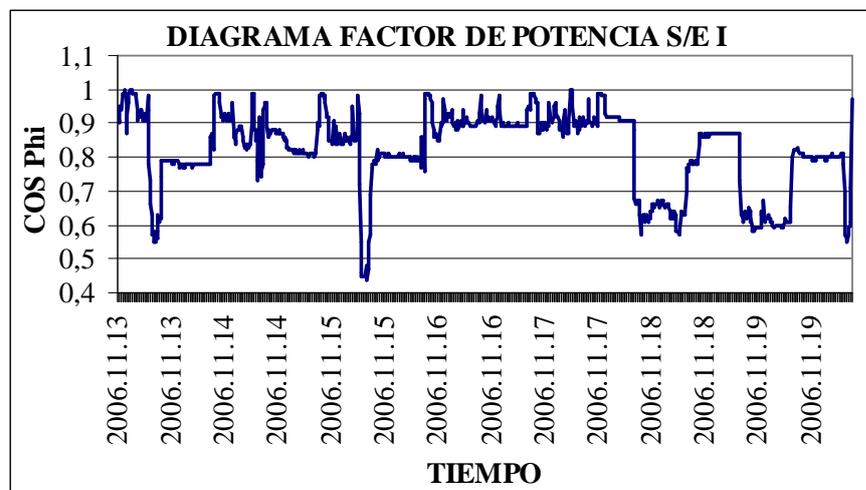


Figura 3.16 Diagrama del factor de potencia de la subestación I.

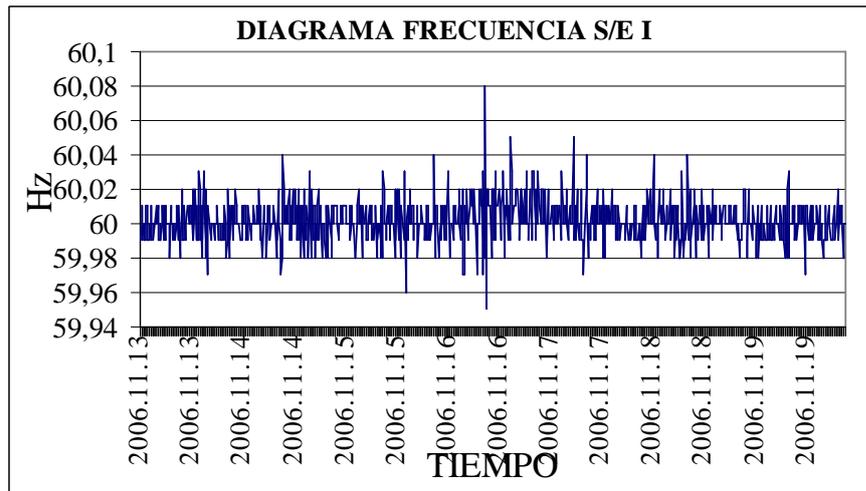


Figura 3.17 Diagrama de la frecuencia de red de la subestación I.

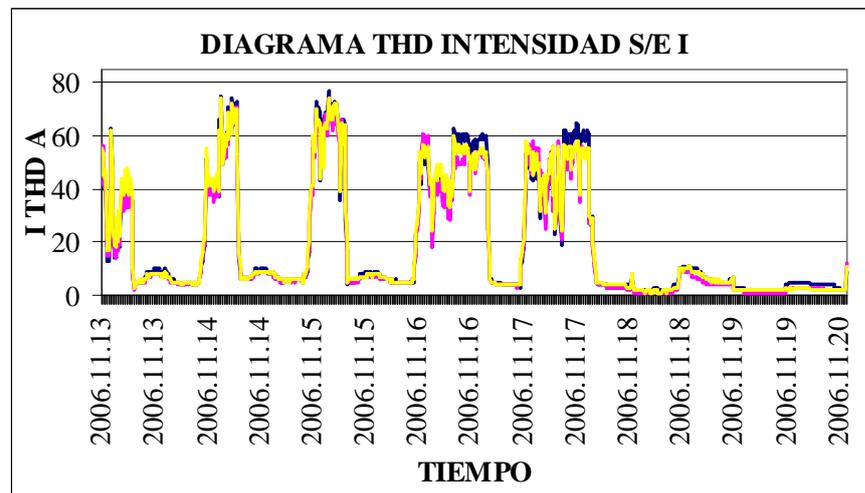


Figura 3.18 Diagrama de THD de corriente de la subestación I.

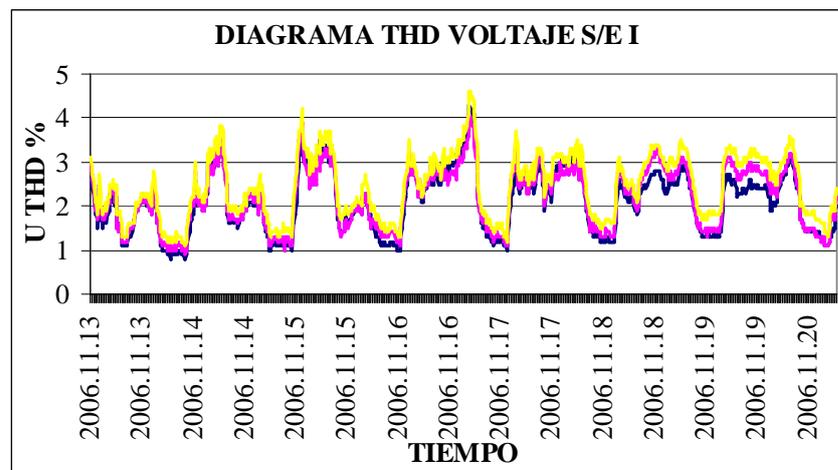


Figura 3.19 Diagrama de THD de voltaje del banco de la subestación I



En las gráficas anteriores se presenta los principales parámetros eléctricos de la planta registrados con el A2000, en la cual se puede apreciar que el desbalance entre las líneas esta dentro de un nivel aceptable.

En las gráficas de voltaje se puede apreciar que las variaciones con respecto al nominal se encuentran por debajo de los límites máximos de la norma, siendo esta de +3,46 % y - 3,98 %.

Los armónicos de voltaje THD se encuentran por debajo de los límites del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, en este caso está por debajo del 4,6 % en promedio. Los armónicos de corriente THD están por debajo del 13,86 % en promedio.

Las variaciones sostenidas de frecuencia están en un +0,133 % y - 0,083 %, muy por debajo de la tolerancia máxima admisible.

En el Anexo 1 se presenta el diagrama de demanda máxima de potencia de la subestación I en un día típico para la planta.

### **3.1.1 Mediciones por Circuitos.**

Con los resultados de las mediciones por cada uno de los circuitos conectados a la S/E I se obtuvieron los máximos y mínimos de los parámetros eléctricos y de calidad de energía mostrados en la tabla 3.2, y el diagrama unifilar de distribución de potencia o demanda máxima al interior de la planta (Anexo 3).

Se observa elevado THD de corriente en los circuitos de: Corrugadora, Imprenta 1 y 2, Transformador de Superintendencia donde existen grandes motores con electrónica de control y convertidores de corriente siendo necesario el rediseño de las puestas a tierra en las máquinas, mientras que los THD de voltaje se encuentran en niveles tolerables. Los rediseños de puesta a tierra deben ser diferentes para el control con lo que es fuerza.

El factor de potencia promedio de los once circuitos es de 0,75, muy por debajo del límite mínimo regulado.

**Tabla 3.2** Valores máximos y mínimos de todos de los parámetros de los circuitos de la S/E I

Circuito:		P (KW.)	Q (Kva.)	S (Kva.)	Cos $\phi$	U máx. (V)	I máx. (A)	U THD (%)	I THD (A)
C1	Máx.	87	179	198	0,62	496,8	237	4,4	47
	Mín.	1	1	3,51	0,08	460,5	1	1	1
C2	Máx.	135	89	159	0,96	490,1	185	3,4	8
	Mín.	1	3	3	0,16	472,7	3	1,1	1
C3	Máx.	42	68	80	0,77	492,7	103	4,2	30
	Mín.	2	1	1	0,28	468	3	0,9	1
C5	Máx.	27	40	47	0,69	491,1	64	3,9	18
	Mín.	1	1	1	0,01	467,5	1	1	1
C6	Máx.	67	54	85	0,88	493,5	104	-	-
	Mín.	5	4	6	0,7	469,1	5	-	-
C7	Máx.	1	3	3,16	0,28	-	3,8	3,3	1
	Mín.	0	1	1	0,04	-	1,2	2	0
C8	Máx.	19	5,92	19,19	0,99	501,5	23,78	5	2
	Mín.	2	2	4,35	0,1	466	5,39	0,9	1
C9	Máx.	14	6,47	14,58	0,97	498,6	18,09	3,4	2
	Mín.	1	1	2	0,06	465,3	2,22	1	1
C10	Máx.	19	10	20	0,93	492	30	3,4	3
	Mín.	6	6	9	0,72	463,9	10	0,8	1
C11	Máx.	14	10,3	15,07	0,97	498,4	18,62	3,9	4
	Mín.	1	2,04	2,27	0,01	461,6	2,84	0,9	1
C12	Máx.	6	28	29	0,21	498,6	38	4,1	18
	Mín.	1	1	1	0,01	475,6	1	0,9	1

### 3.1.2 Historial de Consumos Eléctricos S/E I

La tabla 3.3 nos presenta los consumos eléctricos de la S/E I de doce meses, desde 25 de agosto del 2005 al 24 de agosto del 2006, datos tomados de las planillas de consumo eléctrico entregados por EMELORO empresa suministradora de este servicio.

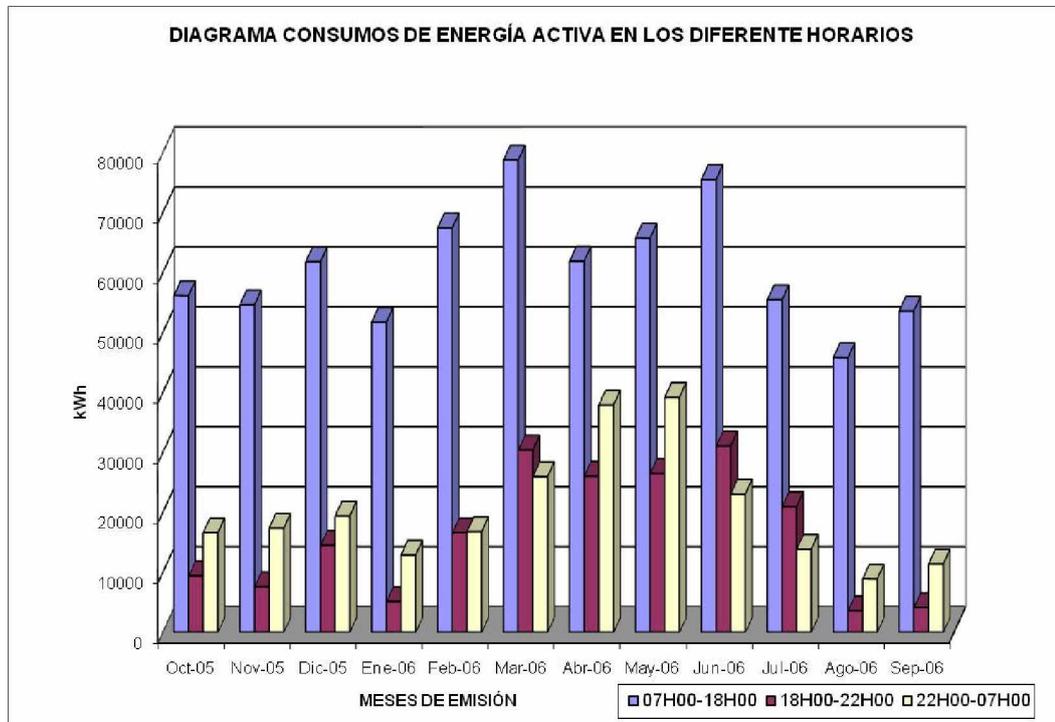
En las gráficas se presentan los índices de consumo eléctrico de esta S/E donde además se puede apreciar los diferentes consumos de energía en los doce meses analizados.

Tabla 3.3 Consumo eléctrico históricos de la subestación I

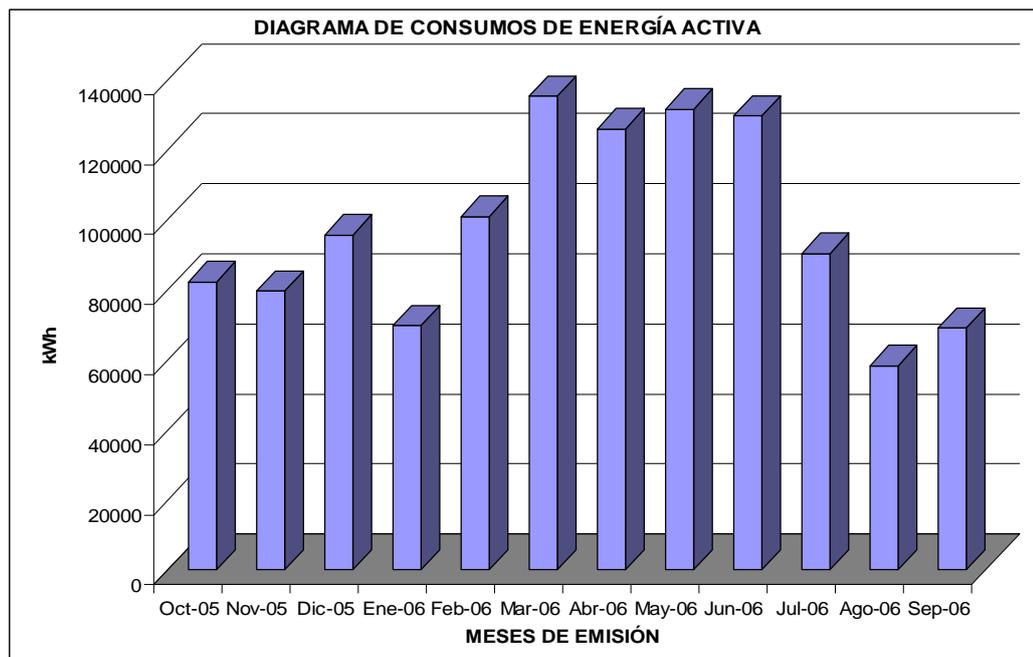
<b>CONSUMOS ELÉCTRICOS HISTÓRICOS</b>													
<b>TARIFA: ID</b>													
DESDE	HASTA	MES DE EMISIÓN	kWh 07H00-18H00	kWh 18H00-22H00	kWh 22H00-07H00	TOTAL kWh	VALOR USD	Factor Corrección demanda	Fac. Multiplic.	kW Demanda Facturable	VALOR USD	Comercialización USD	TOTAL SERVICIO ELÉCTRIC O USD
25-Ago-05	23-Sep-05	Oct-05	56127	9382	16555	82064	5197,7	0,9	350	411	2001,57	1,41	7200,68
23-Sep-05	23-Oct-05	Nov-05	54582	7552	17315	79449	5015,08	0,6	350	399	1295,55	1,41	6312,04
23-Oct-05	23-Nov-05	Dic-05	61774	14461	19352	95587	6053,3	0,99	350	392	2099,94	1,41	8154,65
23-Nov-05	23-Dic-05	Ene-06	51682	5114	12845	69641	4426,75	0,6	350	404	1311,79	1,41	5739,95
23-Dic-05	22-Ene-06	Feb-06	67401	16553	16765	100719	6426,16	1	350	395	2137,35	1,41	8564,92
22-Ene-06	21-Feb-06	Mar-06	78713	30397	25934	135044	8570,58	0,96	350	406	2109,17	1,41	10681,16
21-Feb-06	24-Mar-06	Abr-06	61846	26011	37873	125730	7798,26	0,96	350	398	2067,61	1,41	9867,28
24-Mar-06	23-Abr-06	May-06	65708	26487	39148	131343	8151,88	1	350	432	2337,55	1,41	10490,84
23-Abr-06	24-May-06	Jun-06	75470	31061	23036	129567	8247,35	1	350	419	2267,21	1,41	10515,97
24-May-06	24-Jun-06	Jul-06	55419	20947	13813	90179	5769,48	0,99	350	396	2121,37	1,41	7892,26
24-Jun-06	24-Jul-06	Ago-06	45779	3575	8864	58218	3725,38	1	350	396	2142,76	1,41	5869,55
24-Jul-06	24-Ago-06	Sep-06	53560	4110	11345	69015	4405,24	0,6	350	401	1302,05	1,41	5708,70
		<b>TOTAL</b>	195650	728061	242845	<b>1166556</b>	73787,2				23193,9	16,92	<b>96998</b>
		<b>PROMEDIO</b>	16304,17	60671,75	16304,17	97213,00		0,88		404,08			

### 3.1.3 Índices Energéticos S/E I

La forma como se ha venido consumiendo y pagando la energía en los últimos doce meses en la subestación se muestra en las gráficas siguientes.



**Figura 3.20** Diagrama del consumo de energía activa en los diferentes horarios de la S/E I



**Figura 3.21** Diagrama del consumo de energía activa total mensual de la S/E I

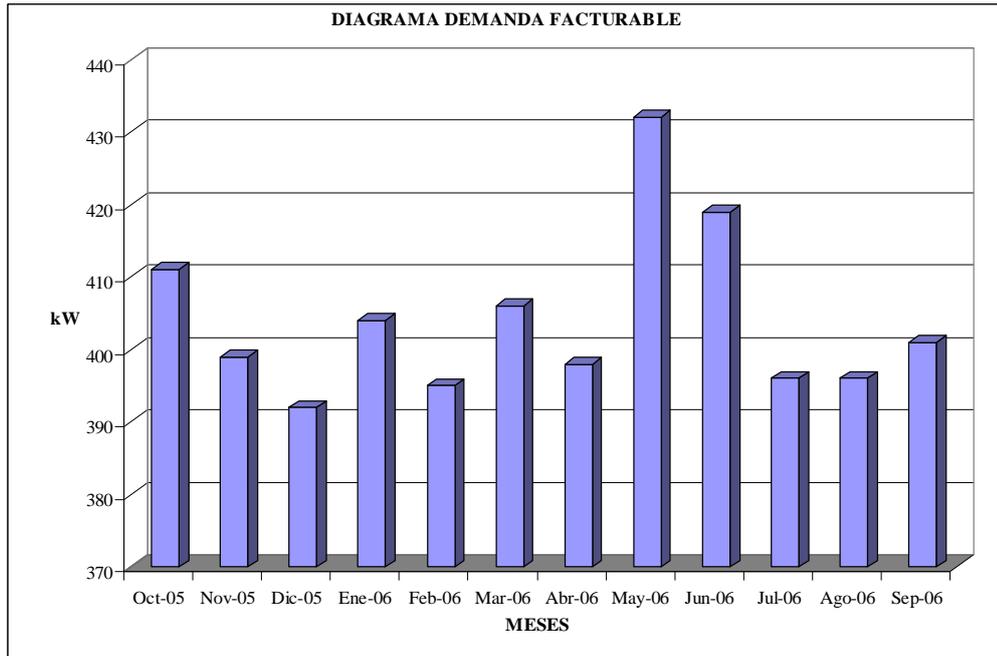


Figura 3.22 Diagrama de la demanda facturable mensual de la S/E I

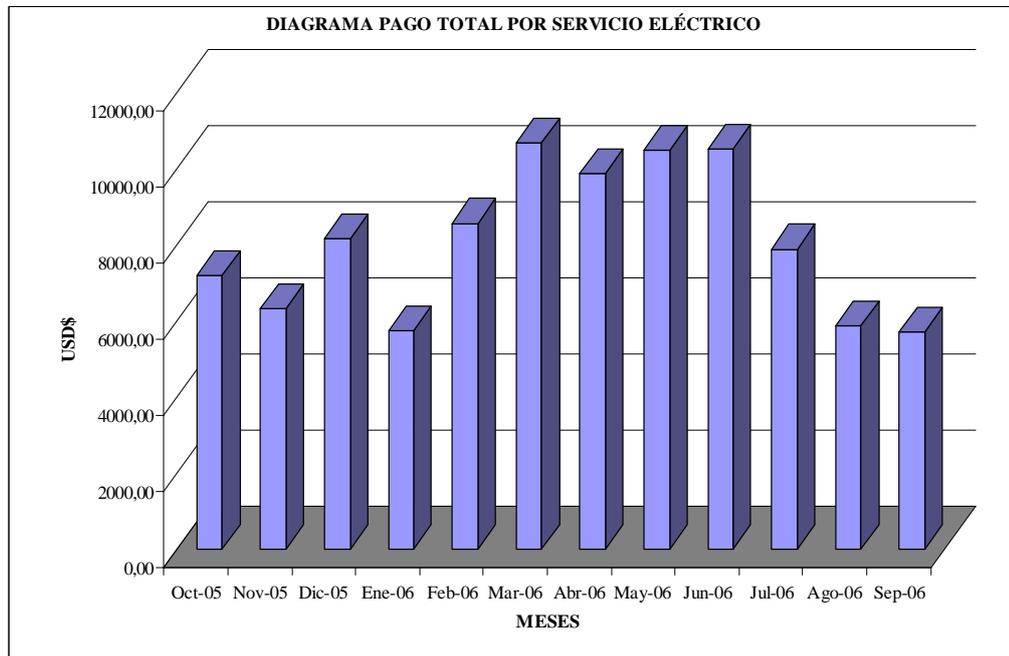
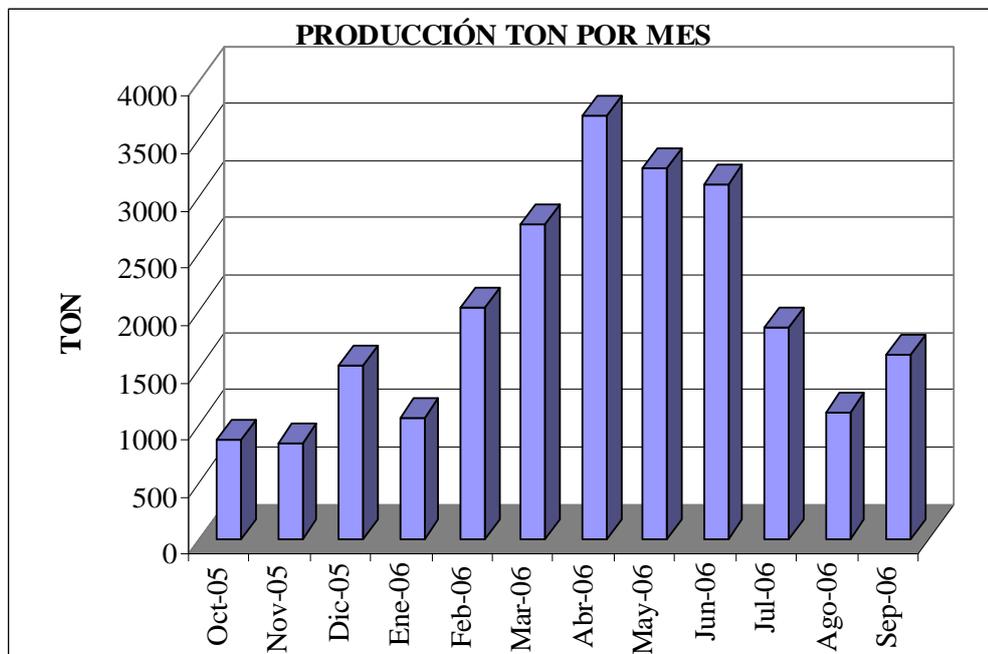


Figura 3.23 Diagrama del pago por servicio eléctrico S/E I

**Tabla 3.4** Cálculo de índices energéticos de producción de la planta.

DESDE	HASTA	MES DE EMISIÓN	TOTAL KWh.	PRODUCCION (Kg.)	PRODUCCION (TON)	KWh./TON	USD/TON
25-Ago-05	23-Sep-05	Oct-05	115833	795284	876,6551291	132,13	8,72058
23-Sep-05	23-Oct-05	Nov-05	115923	765965	844,3362949	137,29	9,06114
23-Oct-05	23-Nov-05	Dic-05	116014	1379091	1520,195551	76,32	5,03712
23-Nov-05	23-Dic-05	Ene-06	116106	957873	1055,879759	109,96	7,25736
23-Dic-05	22-Ene-06	Feb-06	116197	1841529	2029,948852	57,24	3,77784
22-Ene-06	21-Feb-06	Mar-06	116285	2497304	2752,820829	42,24	2,78784
21-Feb-06	24-Mar-06	Abr-06	116377	3350865	3693,71569	31,51	2,07966
24-Mar-06	23-Abr-06	May-06	116468	2937594	3238,160012	35,97	2,37402
23-Abr-06	24-May-06	Jun-06	116560	2805496	3092,546132	37,69	2,48754
24-May-06	24-Jun-06	Jul-06	116652	1677741	1849,402544	63,08	4,16328
24-Jun-06	24-Jul-06	Ago-06	116744	1004100	1106,83657	105,48	6,96168
24-Jul-06	24-Ago-06	Sep-06	116836	1464442	1614,279415	72,38	4,77708

El índice energético de producción óptimo es de 31,51 KWh. /Ton obtenido en el mes de abril, ya que se obtuvo un menor consumo energético y mayor producción y por ende un menor costo por cada tonelada producida. Por lo observado en la tabla un costo de alrededor de 2, 079 USD/Ton serviría de referencia a un posterior análisis. Con la implementación del ECS se tomará este índice energético como referencia para llevar el control de la producción de la fábrica.



**Figura 3.24** Diagrama de la producción de cartón en toneladas por mes S/E I.

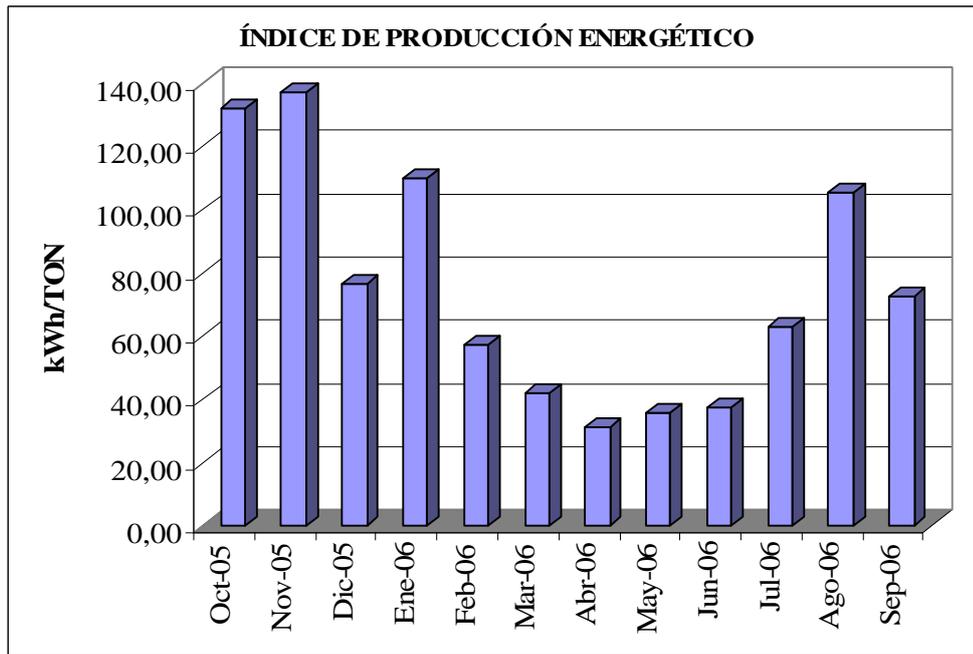


Figura 3.25 Diagrama del índice de producción energético por mes S/E I.

### 3.2 Mediciones en la S/E II.

Con los registros obtenidos con el A2000 (Anexo 5) podemos realizar el cálculo de los coeficientes de carga ( $K_c$ ) en la máxima y mínima demanda. (Tabla 3.5.)

En el anexo 2 se presenta la gráfica de la demanda máxima de un día típico de la subestación II que alimenta a los circuitos de las oficinas.

Tabla 3.5 Valores máximos y mínimos de todos los parámetros de la S/E II.

CENTRO DE CARGA	Val.	S (Kva.)	Q (Kvar)	P (KW.)	COS $\phi$	U (V)	Im. (A)	$K_c$	U	I	I
									THD %	THD (A)	THD (%)
S/E II 240V	Máx.	19,72	10	17	0,93	245	59	0,1753	3,1	4	6,78
	Mín.	1	1	1	0,35	224,5	1	0,008	0,6	1	2,63

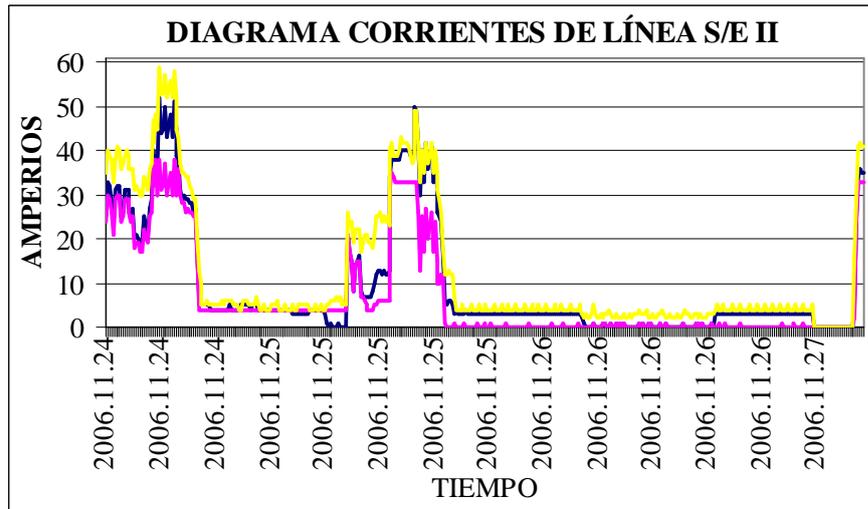


Figura 3.26 Diagrama de intensidades en líneas de la subestación II.

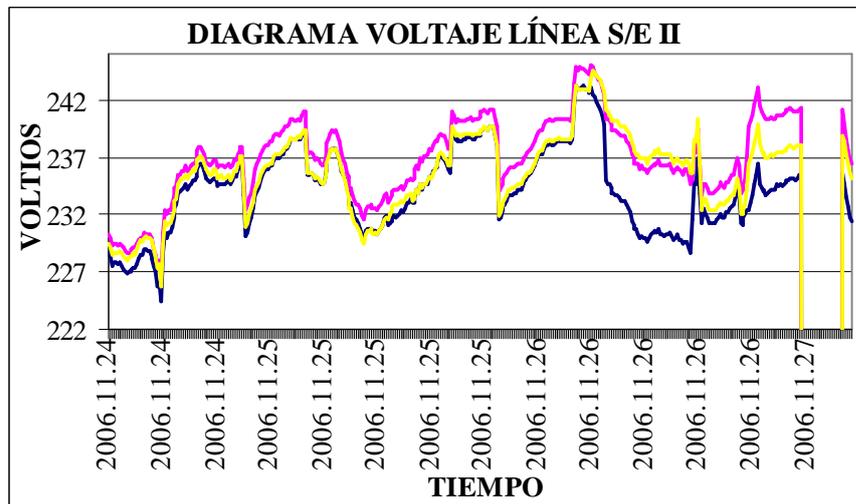


Figura 3.27 Diagrama de voltajes en líneas de la subestación II.



Figura 3.28 Diagrama de potencia activa de la subestación II.



Figura 3.29 Diagrama de potencia reactiva de la subestación II.



Figura 3.30 Diagrama de potencia aparente de la subestación II.

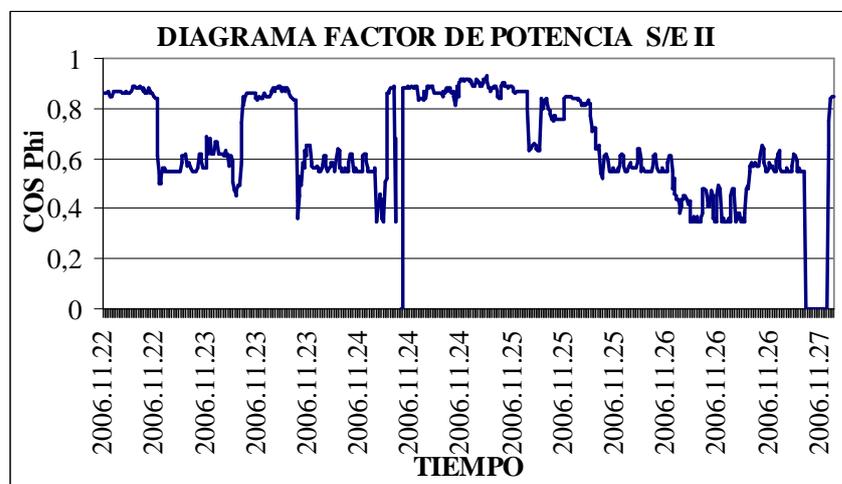


Figura 3.31 Diagrama del factor de potencia de la subestación II

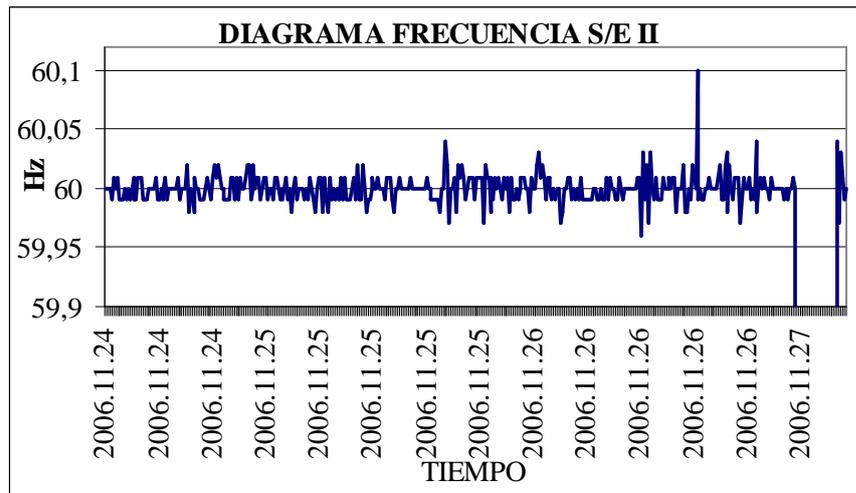


Figura 3.32 Diagrama de la frecuencia de red de la subestación II

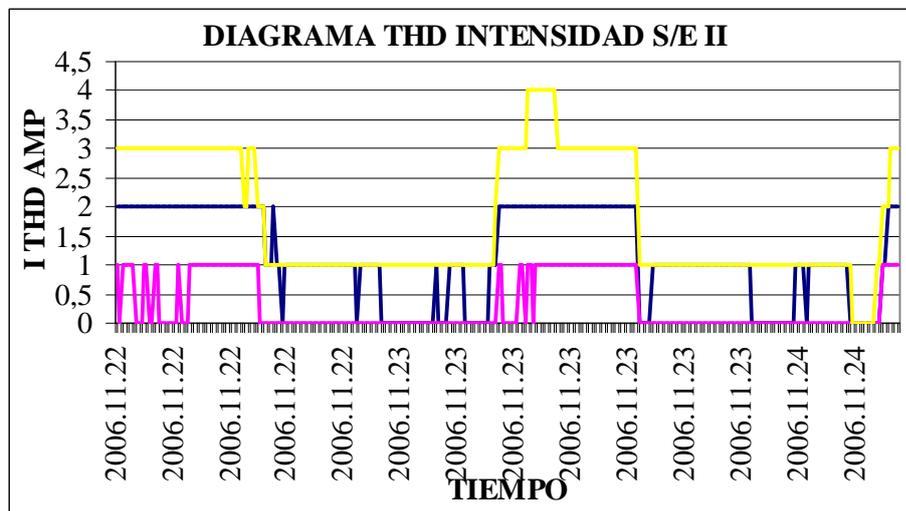


Figura 3.33 Diagrama de THD de corrientes de la subestación II

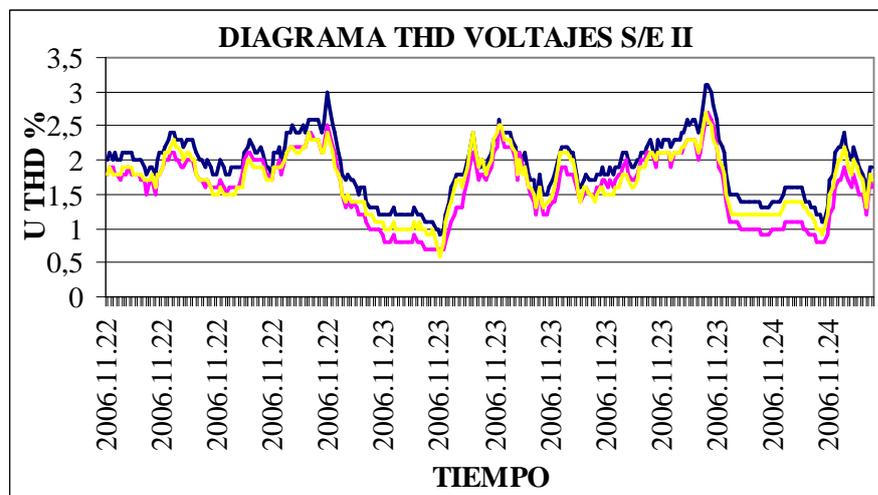


Figura 3.34 Diagrama de THD de voltajes de la subestación II.



En las gráficas se presenta el comportamiento de las principales magnitudes eléctricas de la S/E II. En ellas podemos evidenciar un desbalance de la fase 1 y 2 respecto a la fase 3, por lo cual sería necesario balancear la carga.

Los niveles de THD de voltaje son inferiores a 3,1 % en promedio, niveles por debajo del límite máximo permitido que es de 8 %. Los THD de corriente se presentan en valores inferiores a 6,78 % en promedio.

Las variaciones sostenidas de frecuencia son de + 0,167 % y - 0,016 %, porcentajes inferiores a las tolerancias máximas admisibles reguladas.

En cuanto al factor de potencia, observamos que en el mayor tiempo permanece con valores inferior a 0,92.

### **3.2.1 Historial de Consumos Eléctricos S/E II**

La tabla 3.6 nos presenta los consumos eléctricos de la S/E II de doce meses, desde 19 de agosto del 2005 al 19 de agosto del 2006, datos tomados de las planillas de consumo eléctrico entregados por EMELORO empresa suministradora de este servicio.

En las gráficas se presentan los índices de consumo eléctrico de esta S/E donde además se puede apreciar los diferentes consumos de energía en los doce meses estudiados.

Tabla 3.6 Consumos históricos eléctrica S/E II

<b>CONSUMOS ELÉCTRICOS HISTÓRICOS</b>													
<b>TARIFA : CD</b>													
DESDE	HASTA	MES DE EMISIÓN	kWh 07H00-18H00	kWh 18H00-22H00	kWh 22H00-07H00	TOTAL kWh	VALOR	Fac. Multiple	Factor Correc. demanda	kW Demanda Facturable	VALOR	Comercializa ción USD	TOTAL SERVICIO ELÉCTRICO
19-Ago-05	18-Sep-05	Oct-05	5640	0	0	5640	372,24	60,00	0,00	65	351,72	1,41	725,37
18-Sep-05	18-Oct-05	Nov-05	5400	0	0	5400	356,40	60,00	0,00	65	351,72	1,41	709,53
18-Oct-05	18-Nov-05	Dic-05	5580	0	0	5580	368,28	60,00	0,00	65	351,72	1,41	721,41
18-Nov-05	18-Dic-05	Ene-06	5040	0	0	5040	332,64	60,00	0,00	65	351,72	1,41	685,77
18-Dic-05	19-Ene-06	Feb-06	5100	0	0	5100	336,60	60,00	0,00	65	351,72	1,41	689,73
19-Ene-06	18-Feb-06	Mar-06	8840	0	0	8840	570,24	60,00	0,00	65	351,72	1,41	923,37
18-Feb-06	18-Mar-06	Abr-06	5820	0	0	5820	384,12	60,00	0,00	65	351,72	1,41	737,25
18-Mar-06	19-Abr-06	May-06	7980	0	0	7980	526,68	60,00	0,00	65	351,72	1,41	879,81
19-Abr-06	20-May-06	Jun-06	6840	0	0	6840	451,44	60,00	0,00	65	351,72	1,41	804,57
20-May-06	19-Jun-06	Jul-06	5640	0	0	5640	372,24	60,00	0,00	65	351,72	1,41	725,37
19-Jun-06	19-Jul-06	Ago-06	5640	0	0	5640	372,24	60,00	0,00	65	351,72	1,41	725,37
19-Jul-06	19-Ago-06	Sep-06	5280	0	0	5280	348,48	60,00	0,00	65	351,72	1,41	701,61
		<b>TOTAL</b>	<b>72800</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>72800</b>	<b>4791,60</b>				<b>4220,64</b>	<b>16,92</b>	<b>\$ 9.029,16</b>
		<b>PROMEDIO</b>	<b>6066,67</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>6067</b>			<b>0,00</b>	<b>65,00</b>			

### 3.2.2 Índices Energéticos S/E II

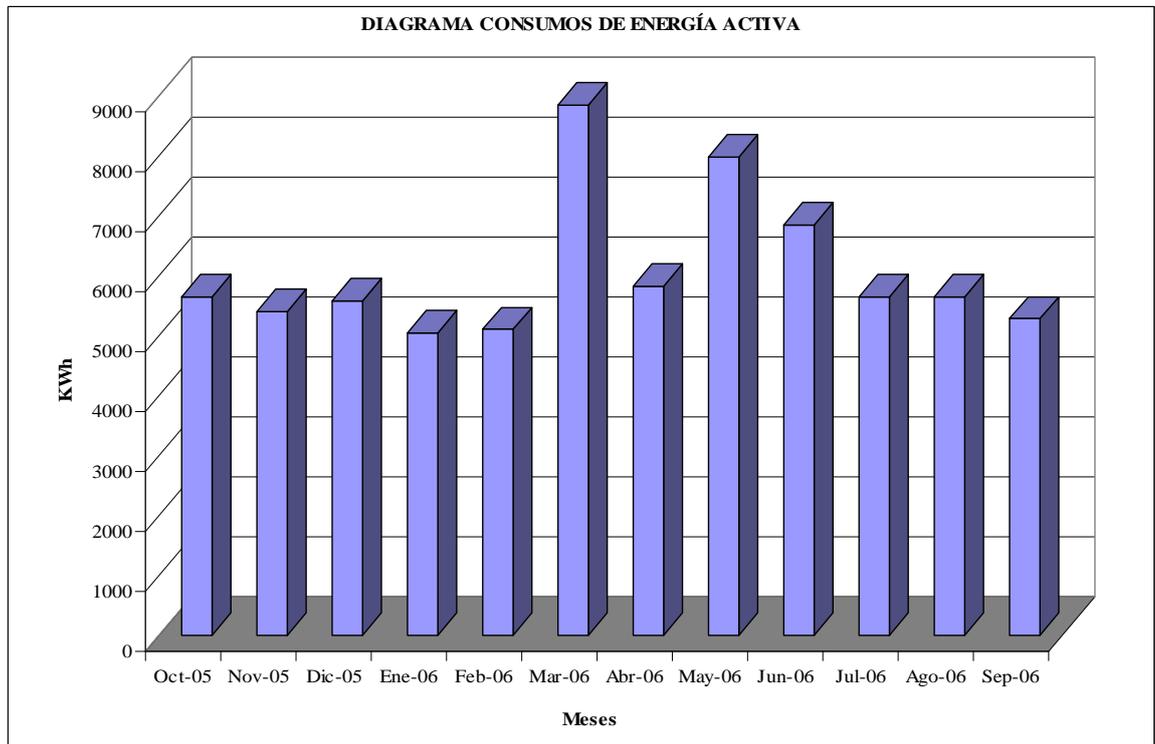


Figura 3.35 Diagrama del consumo de energía activa S/E II.

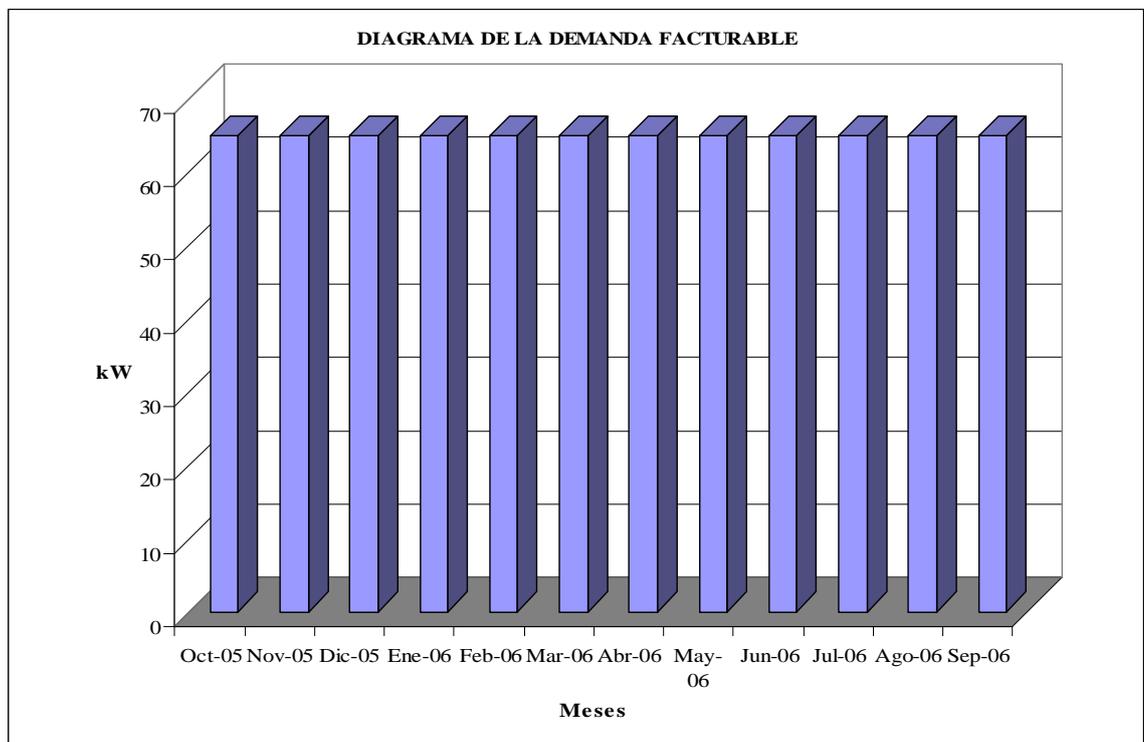
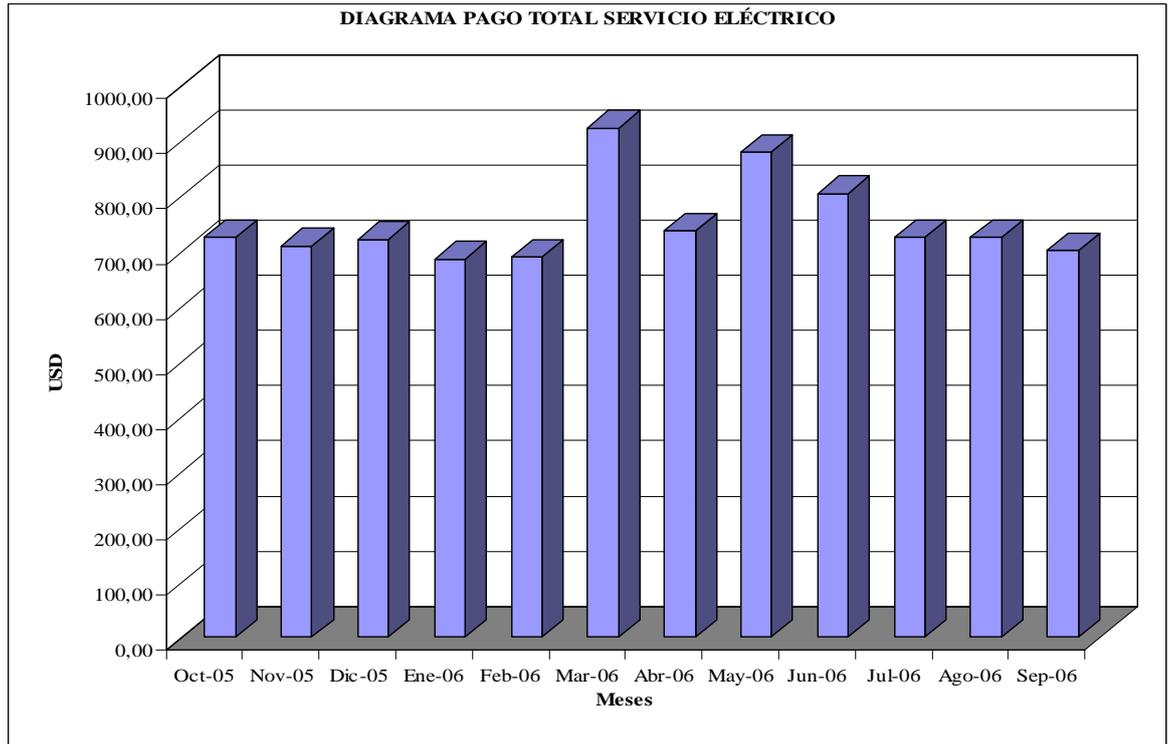


Figura 3.36 Diagrama de la demanda facturable S/E II



**Figura 3.37** Diagrama del pago mensual por el servicio eléctrico S/E II

### 3.3 DIAGRAMA UNIFILAR

En el anexo 6 se adjunta el diagrama unifilar de la planta, en este esquema podemos ver como se encuentran distribuidas las potencias eléctricas al interior de las dos subestaciones, estos datos fueron tomados directamente de la planta haciendo un análisis e inventario de todos los receptores eléctricos.

En el anexo 7 se presenta el diagrama unifilar de la planta con los cálculos realizados en el Capítulo IV (Cálculo de receptores y alimentadores) de acuerdo a las normas establecidas por el CONELEC.

## CAPITULO IV

### 4. DISCUSIÓN

#### 4.1 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES INTERIORES

Para el cálculo de las instalaciones interiores se tomo en cuenta dos aspectos importantes como son: el cálculo de la intensidad admisible y cálculo por caída de tensión, detallado en el capítulo II.

Para realizar el cálculo hemos utilizado los datos obtenidos por el analizador de redes A2000, el cual nos ha permitido realizar los cálculos para los circuitos de las dos subestaciones.

##### 4.1.1 Cálculo de Conductores y Protecciones

El cálculo de conductores nos proporcionará determinar la sección adecuada que debe tener un conductor que alimenta a un receptor o a un grupo de ellos, evitando el calentamiento que afecta a sus características mecánicas, a su aislamiento y la caída de tensión; mientras el cálculo de protecciones nos permitirá interrumpir la alimentación cuando se produce un aumento de intensidad respecto del valor que debería existir durante el funcionamiento normal de los receptores

##### 4.1.1.1 Sección mínima por intensidad admisible de un receptor.

Para el cálculo de un receptor se debe considerar la potencia activa consumida por un receptor únicamente a efecto de determinar la sección de los conductores. Se obtiene partiendo de los valores de potencia activa nominal de los receptores, a ésta, se le aplica un factor de arranque ( $F_a$ ) que en el caso de motores es de 1.25, con la ecuación 1.5 obtenemos la intensidad de cálculo ( $I_c$ ). Con ésta intensidad vamos a la tabla 1.5 y seleccionar una intensidad, a priori, será mayor que la intensidad de cálculo. Si es necesario, a la intensidad de la tabla se le aplica un factor de corrección (tabla 1.7) por agrupamiento de circuitos que en nuestro caso es de 0.8. La sección correspondiente a esa intensidad de tabla corregida es la sección por intensidad máxima admisible ( $I_{adm}$ ). Este valor de sección no es definitivo hasta que se garantice que el conductor queda correctamente protegido. Para ello, la sección elegida debe adaptarse a la intensidad

nominal (también denominado calibre) del dispositivo de protección contra sobrecorrientes utilizado en la línea. De esta forma el calibre del dispositivo de protección (fusible, magnetotérmico, relé térmico) tiene que cumplir:

$$I_c < I_N < I_{adm}$$

Donde:

$I_c$  es la corriente de empleo del circuito

$I_N$  es la intensidad nominal o calibre del dispositivo de protección

$I_{adm}$  es la intensidad máxima admisible – intensidad máxima que soporta el conductor.

Si una vez realizado el cálculo de la sección, no existiera un dispositivo de protección cuyo calibre cumpla el requisito anterior, será necesario acudir a una sección mayor de modo que si se cumpla. A continuación citamos un ejemplo de los cálculos realizados por medio del software Mathcad:

### ***Sección mínima por caída de tensión.***

Por caída de tensión se entiende la diferencia entre la tensión que existe en el origen de una línea y la que aparece al final de la misma. Esta caída de tensión debe ser limitada para garantizar que la tensión final que llega al receptor sea la adecuada. Para ello se utiliza la ecuación 1.8 que nos permitirá elegir la sección de los conductores, ya que la caída de tensión es función directa de la impedancia del cable y ésta de su sección.

En el ejemplo siguiente se desarrolla el procedimiento para el cálculo de conductores de un solo receptor tomando en cuenta la corriente admisible y la caída de tensión así como la aplicación de ciertos factores de corrección. Se ha tomado como ejemplo un motor de 30HP de uno de los circuitos de la planta.

El cálculo de las secciones y protecciones de los otros receptores se los realizo de la misma forma por medio del software Mathcad y sus detalles se los puede apreciar en el diagrama unifilar (anexo 7).



### CÁLCULO DE CONDUCTORES POR INTENSIDAD ADMISIBLE

TRITURADORA EMBALADORA

M 5

#### Potencia Nominal

$$PN0 := 30 \text{ HP}$$

$$PN := PN0 \cdot 746$$

$$PN = 2.238 \times 10^4 \text{ W}$$

#### Factor de Carga

$$Fa := 1.25$$

#### Potencia de Cálculo

$$Pc := Fa \cdot PN$$

$$Pc = 2.797 \times 10^4 \text{ W}$$

#### Voltaje de línea

$$U := 480 \text{ V}$$

#### Factor de Potencia

$$\cos\phi := 0.83$$

#### Intensidad del Receptor

$$Ic := \frac{Pc}{\sqrt{3} U \cdot \cos\phi}$$

$$Ic = 40.541 \text{ A}$$

#### Intensidad de tabla

$$I := 70 \text{ A}$$

#### Factor de corrección

$$Fc := 0.8$$

#### Intensidad Admisble

$$Iadm := I \cdot Fc$$

$$Iadm = 56 \text{ A}$$

**CABLES**

**3 x # 4 AWG**

**PROTECCIÓN**

**3 x 50 A**

$$Ic < In < Iadm$$

## CÁLCULO DE LA SECCIÓN MÍNIMA POR CAÍDA DE TENSIÓN

### Longitud del conductor

$$L := 25 \quad \text{m}$$

Conductividad a 70°C

$$\sigma := 48 \quad \left( \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2} \right)$$

### Caída de tensión permitida

$$e1 := 3 \quad \%$$

$$e := U \cdot \left( \frac{e1}{100} \right)$$

$$e = 14.4 \quad \text{V}$$

### Sección del conductor

$$S_{ct} := L \cdot \frac{P_c}{\sigma \cdot e \cdot U}$$

$$S_{ct} = 2.108 \quad \text{mm}^2 \quad \text{CABLE \# 14 AWG}$$

#### 4.1.1.2 Cálculo de alimentadores

Para el cálculo de alimentadores se realiza una previsión de cargas, que consiste en determinar la potencia total demandada por la instalación, o sea, la suma de la potencia de todos los receptores que vayan a utilizarse. En éste cálculo se aplicara el factor de arranque dependiendo de las características y el régimen de utilización de la instalación concreta y que está condicionada por los calibres disponibles de los interruptores automáticos generales. Para el calculo de de los alimentadores se utilizo las mismas ecuaciones anteriores.

Así mismo detallamos a continuación un ejemplo del procedimiento realizado para el cálculo de un alimentador y los detalles de los otros alimentadores se presentan en la tabla 4.1



## CÁLCULO DE LA LÍNEA DE ALIMENTACIÓN CALDERAS Y BOMBAS C2

### Potencia Nominal

$$PN := 135000W$$

### Factor de Arranque

$$Fa := 1.25$$

### Potencia de Cálculo

$$Pc := Fa \cdot PN$$

$$Pc = 1.688 \times 10^5 \text{ W}$$

### Factor de potencia

$$\cos\Phi := 0.65$$

### Voltaje de línea

$$U := 480 \text{ V}$$

### Cálculo del Conductor por Intensidad Admisible

$$Ic := \frac{Pc}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\Phi}$$

$$Ic = 312.269 \text{ A}$$

### Intensidad de tabla

$$I := 480 \text{ A}$$

### Factor de corrección

$$Fc := 0.8$$

### Intensidad Admisible

$$Iadm := I \cdot Fc$$

$$Iadm = 384 \text{ A}$$

$$Ic < In < Iadm$$

**CABLES**            6 x # 300 MCM

**PROTECCIÓN**    3 x 350 A

## CÁLCULO DE LA SECCIÓN MÍNIMA POR CAÍDA DE TENSIÓN

### Longitud del conductor

$$L := 53 \text{ m}$$

Conductividad a 70°C

$$\sigma := 48 \left( \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2} \right)$$

### Caída de tensión permitida

$$e1 := 3 \%$$

$$e := U \cdot \left( \frac{e1}{100} \right)$$

$$e = 14.4 \text{ V}$$

### Sección del conductor

$$S_{ct} := L \cdot \frac{P_c}{\sigma \cdot e \cdot U}$$

$$S_{ct} = 19.409 \text{ mm}^2$$

### CABLE # 4 AWG

En la siguiente tabla, se resume los cálculos hechos a los diferentes alimentadores de la planta:

**Tabla 4.1** Cálculos de los conductores y protección de alimentadores

Circuitos	Nombre del circuito	Protección	Cable	Circuito	Nombre del Circuito	Protección	Cable
C1	Corrugadora	300 A	3 x # 750 MCM	C1a	Cuchilla Martin	100 A	3 x # 2/0 AWG
				C1b	Flauta Langston	100 A	3 x # 2/0 AWG
				C1c	Cuchilla Triplex	15 A	3 x # 10 AWG
				C1d	Doble Baker	40 A	3 x # 6 AWG
				C1e	Flauta Kooper	150 A	3 x # 4 AWG
				C1f	Stacker	30 A	3 x # 8 AWG
				C1g	Lona	200 A	3 x # 360 MCM
C2	Calderas, Compresores Bombas	350 A	6 x # 300 MCM	C2a	Panel Control Aireador	100 A	3 x # 2/0 AWG
				C2b	Bomba Bunker	175 A	3 x # 300 MCM
				C2c	Bomba y Combustible	20 A	3 x # 10 AWG
				C2d	Iluminación		
				C2e	Caldera Kelwanee	40 A	3 x # 6 AWG
				C2f	Caldera Cleaver	40 A	3 x # 6 AWG
C3	Imprenta II	125 A	3 x # 3/0 AWG	-	-		
C4	Troqueladora			-	-		
C5	Imprenta 1	100 A	3 x # 2/0 AWG				
C6	Triturador - embalaje	125 A	3 x # 3/0 AWG	C6a	Embalador	50 A	3 x # 4 AWG
C7	Mezcladora	15 A	3 x # 10 AWG	-	-		
C8	Transformador Alumbrado	50 A	3 x # 4 AWG				
C9	Transformador Garita	40 A	3 x # 4 AWG	-	-		
C10	Talleres (Eléctrico-Mecánico)	40 A	3 x # 4 AWG	-	-		
C11	Transformador Superintendencia	40 A	3 x # 4 AWG	-	-		
C12	Hojeadora	70 A	3 x # 2 AWG	-	-		



## 4.2 ANÁLISIS Y CÁLCULO TARIFARIO

Para el análisis del plan tarifario se calcula lo que se pagaría si se controla la demanda máxima registrada por la fábrica en las horas punta de la empresa eléctrica (18h00 a 22h00), usando para ello los registros del A2000.

El cálculo se realiza en los meses de Marzo del 2006 tanto para la S/E 1 y S/E 2, donde más se desembolsó por el servicio eléctrico total y por recaudación destinado al FERUM.

### 4.2.1 Cálculo Tarifario

En el mes Marzo se presencia un factor de corrección de 0,96 de acuerdo a las planillas de consumo de la planta. Tomando en cuenta el FC normalizado que es de 0,6 podemos realizar el control de la demanda máxima en las horas punta (DP). La obtención de la DP se lo hace despejándola de la expresión 2.1 en los meses donde se obtuvieron factores de corrección de 0,6, dando como resultado una DP de 240 kW. para cada mes, la cual se debe procurar no sobrepasar.

- ✓ Consumo eléctrico y pago para el mes de Marzo del 2006 S/E I (tabla 4.2)

**Tabla 4.2** Pago Mensual sin control de demanda máxima.

<b>CONSUMOS</b>	
kWh. 22h00-18h00	56331
kWh. 18h00-22h00	78713
kW. 22h00-18h00	406
kW. 18h00-22h00	389,76
PLAN TARIFARIO	<b>MTDH</b>
MONTO A PAGAR USD	11749,28
FC	<b>0,96</b>

- ✓ Cálculo tarifario del mes de Marzo del 2006, control de demanda máxima en el horario de 18h00 a 22h00 S/E I (tabla 4.3).

**Tabla 4.3** Pago mensual con control de la demanda máxima DP.

<b>CONSUMOS</b>	
kWh. 22h00-18h00	56331
kWh. 18h00-22h00	78713
kW. 22h00-18h00	406
kW. 18h00-22h00	240
PLAN TARIFARIO	<b>MTDH</b>
MONTO A PAGAR USD	10878,9
FC	<b>0,6</b>

- ✓ El ahorro estimado en el mes de Marzo controlando la demanda máxima en el horario de 18h00 a 22h00 es de USD 870,38.

El análisis y cálculo tarifario en la S/E II se lo hace tomando en cuenta que según planillas se ha venido registrando mensualmente una demanda máxima facturable de 65 kW. que no concuerda con la demanda máxima registrada en la data del A2000 durante los cinco días, que es de 17kW.

- ✓ En la S/E II se ha calculado de la siguiente forma:

**Tabla 4.4** Pago Mensual con demanda actual

<b>CONSUMOS</b>	
kWh. 07h00-18h00	8840
kW. 07h00-18h00	65
PLAN TARIFARIO	<b>MT</b>
MONTO A PAGAR USD	1015,71

- ✓ Cálculo Tarifario considerando la demanda registrada con el A2000.

**Tabla 4.5** Pago mensual con demanda registrada

<b>CONSUMOS</b>	
kWh. 07h00-18h00	8840
kW. 07h00-18h00	17
PLAN TARIFARIO	<b>MT</b>
MONTO A PAGAR USD	729,98

- ✓ El ahorro estimado en el mes de marzo considerando una demanda facturable de 17 kW. es de 285,73 USD.

#### 4.2.2 Potencial de Ahorro

En las tablas 4.7 se adjuntan el potencial de ahorro en la S/E I con la implementación de una de las dos variantes propuestas. Se esta considerando los ahorros en el pago por servicio eléctrico total y por recaudación destinado al FERUM.

##### 4.2.2.1 Primera Variante

La primera consiste en instalar el Sistema de Control Energético (ECS) para controlar la demanda máxima (Información técnica Anexo 10).

El ECS es un sistema automático de control de energía, que centraliza la información de los diferentes medidores de consumo energético en el componente U1601 (estación de sumas). El U1601 es un instrumento electrónico que recibe las señales de transmisión de datos de los diferentes medidores, tiene capacidad para 64 canales físicos y/o virtuales. Canales físicos son los que reciben las señales de consumo de los medidores, y, canales virtuales son canales de operación matemática entre los diferentes canales físicos, por lo que se pueden configurar canales de sumas o diferencias entre los medidores, esto es necesario para tener un valor total de consumos que nos permite contrastar las mediciones del ECS con las mediciones realizadas por el suministrador de energía. Así mismo se puede asignar las salidas de control de la estación de sumas para alarmas o apagado automático de circuitos que nos garanticen el no pasarnos de una potencia predeterminada en la configuración del sistema.

El ECS esta conformado por:

**Tabla 4.6** Costo del equipo e instalación del ECS.

<b>EQUIPO</b>	<b>COSTO USD</b>
Una estación de sumas U1601	4590,00
Un medidor multifunción Sineax A210	290,00
Un módulo U1660	790,00
Un cierre de bus U1664 de 52,5 ohmios	120,00
Software ECSwin para manejo de data y configuración del U1601	730,00
Cable RS232, 9 pines_9 pines	45,00
Mano de obra y materiales de instalación	1000,00
<b>TOTAL</b>	<b>7565,00</b>

### 4.2.3 Evaluación Económica del Proyecto ECS

Instalación de Sistema de Control de Energía (Energy Control System) para control de la demanda máxima en horas pico.

#### DATOS

Inversión inicial                   \$     7565.00  
 Ahorros estimados               \$     8199.47 por año  
 T.M.R                                 10%  
 Vida útil de los equipos         10 años

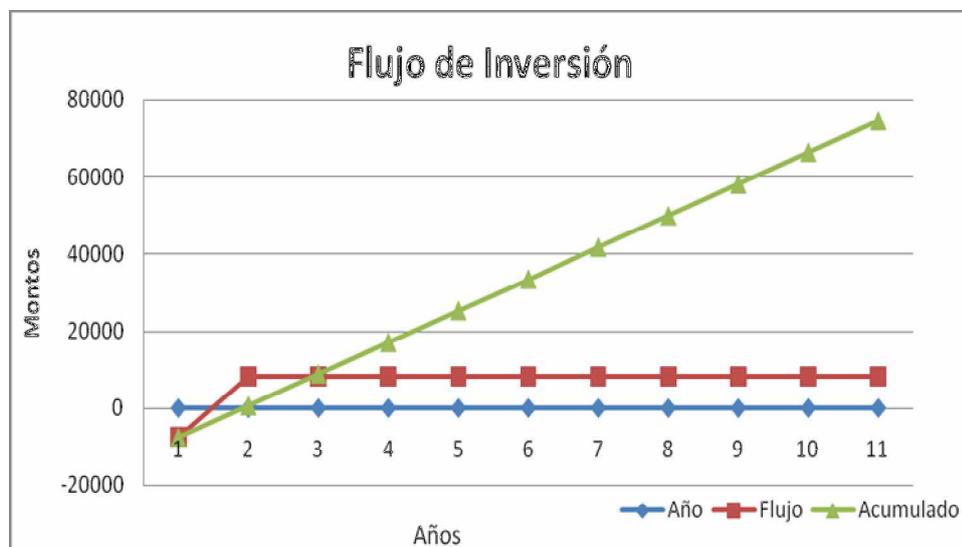
AÑO	FLUJO	ACUMULADO
0	\$ -7.565	\$ -7.565,00
1	\$ 8.199,47	\$ 634,47
2	\$ 8.199,47	\$ 8.833,94
3	\$ 8.199,47	\$ 17.033,41
4	\$ 8.199,47	\$ 25.232,88
5	\$ 8.199,47	\$ 33.432,35
6	\$ 8.199,47	\$ 41.631,82
7	\$ 8.199,47	\$ 49.831,29
8	\$ 8.199,47	\$ 58.030,76
9	\$ 8.199,47	\$ 66.230,23
10	\$ 8.199,47	\$ 74.429,70
Total		\$ 74.429,70

PSRI (período de recuperación) = 0.934 años

T.R.I = 108 %

V.P.N = \$ 38.924.72

RENTABLE SI





#### **4.2.2.2 Segunda Variante**

La segunda variante consiste en la posibilidad de utilizar el contador electrónico instalado por la empresa eléctrica como controlador de demanda.

El contador instalado en la planta es de marca Sentinel fabricado por Schlumberger, y según la descripción del equipo mostrada en el anexo 11, este contador no tiene incorporado la función de controlador de demanda debido a que no dispone de la tarjeta Entrada/Salida (KYZ).

En la tabla 4.8 se presenta el potencial de ahorro en la S/E II para la cual se debe instalar un contador de energía electrónico que registre la potencia real consumida.

Tabla 4.7 Potencial de ahorro de la S/E I

TARIFA: ID	MES DE EMISIÓN	Total kWh	Valor USD Total kWh	Factor Corrección demanda	kW Demanda Facturable	Valor USD DM Facturable Actual	Valor USD C/Control del FC de la DM Facturable	Valor USD Comercialización	Valor USD Total Servicio Eléctrico Actual	Valor USD Total Servicio Eléctrico C/Control del FC de la DM Facturable	Valor USD FERUM Actual	Valor USD FERUM C/Control del FC de la DM Facturable	Valor USD Potencial de Ahorro
	Oct-05	82064	5197,7	0,6	411	2001,57	1334,106	1,41	7200,68	6533,22	720,07	653,32	734,21
	Nov-05	79449	5015,08	0,6	399	1295,55	1295,154	1,41	6312,04	6311,64	631,20	631,16	0,44
	Dic-05	95587	6053,3	0,6	392	2099,94	1272,432	1,41	8154,65	7327,14	815,47	732,71	910,26
	Ene-06	69641	4426,75	0,6	404	1311,79	1311,384	1,41	5739,95	5739,54	574,00	573,95	0,45
	Feb-06	100719	6426,16	0,6	395	2137,35	1282,17	1,41	8564,92	7709,74	856,49	770,97	940,70
	Mar-06	135044	8570,58	0,6	406	2109,17	1317,876	1,41	10681,16	9889,87	1068,12	988,99	870,42
	Abr-06	125730	7798,26	0,6	398	2067,61	1291,908	1,41	9867,28	9091,58	986,73	909,16	853,27
	May-06	131343	8151,88	0,6	432	2337,55	1402,272	1,41	10490,84	9555,56	1049,08	955,56	1028,81
	Jun-06	129567	8247,35	0,6	419	2267,21	1360,074	1,41	10515,97	9608,83	1051,60	960,88	997,85
	Jul-06	90179	5769,48	0,6	396	2121,37	1285,416	1,41	7892,26	7056,31	789,23	705,63	919,55
	Ago-06	58218	3725,38	0,6	396	2142,76	1285,416	1,41	5869,55	5012,21	586,96	501,22	943,08
	Sep-06	69015	4405,24	0,6	401	1302,05	1301,646	1,41	5708,70	5708,30	570,87	570,83	0,44
	<b>TOTAL</b>	<b>1166556</b>	<b>73787,16</b>			<b>23193,9</b>	<b>15739,85</b>	<b>16,92</b>	<b>96998,00</b>	<b>89543,93</b>	<b>9699,80</b>	<b>8954,39</b>	<b>8199,47</b>
	<b>PROMEDIO</b>	<b>97213,00</b>		<b>0,60</b>	<b>404,08</b>								

Tabla 4.8 Potencial de Ahorro S/E II

<b>TARIFA : CD</b>													
MES DE EMISIÓN	kWh 07H00-18H00	Valor USD kWh	kW Demanda Facturable Actual	kW C/Demanda Facturable Registrada	Valor USD Actual	Valor USD Comercialización	Valor Total Eléctrico Actual	USD Servicio Eléctrico Actual	Valor USD Servicio C/ Facturable Registrada	Valor USD Total Demanda	Valor USD FERUM Actual	Valor USD FERUM con Demanda Registrada	Potencial de Ahorro
Oct-05	5640	372,24	65	17	351,72	1,41	725,37	465,62	72,537	46,562	72,537	46,562	285,73
Nov-05	5400	356,40	65	17	351,72	1,41	709,53	449,78	70,953	44,978	70,953	44,978	285,73
Dic-05	5580	368,28	65	17	351,72	1,41	721,41	461,66	72,141	46,166	72,141	46,166	285,73
Ene-06	5040	332,64	65	17	351,72	1,41	685,77	426,02	68,577	42,602	68,577	42,602	285,73
Feb-06	5100	336,60	65	17	351,72	1,41	689,73	429,98	68,973	42,998	68,973	42,998	285,73
Mar-06	8840	570,24	65	17	351,72	1,41	923,37	663,62	92,337	66,362	92,337	66,362	285,73
Abr-06	5820	384,12	65	17	351,72	1,41	737,25	477,50	73,725	47,75	73,725	47,75	285,73
May-06	7980	526,68	65	17	351,72	1,41	879,81	620,06	87,981	62,006	87,981	62,006	285,73
Jun-06	6840	451,44	65	17	351,72	1,41	804,57	544,82	80,457	54,482	80,457	54,482	285,73
Jul-06	5640	372,24	65	17	351,72	1,41	725,37	465,62	72,537	46,562	72,537	46,562	285,73
Ago-06	5640	372,24	65	17	351,72	1,41	725,37	465,62	72,537	46,562	72,537	46,562	285,73
Sep-06	5280	348,48	65	17	351,72	1,41	701,61	441,86	70,161	44,186	70,161	44,186	285,73
<b>TOTAL</b>	<b>72800</b>	<b>4792</b>	<b>65,00</b>	<b>17,00</b>	<b>4221</b>	<b>17</b>	<b>9029</b>	<b>5912</b>	<b>903</b>	<b>591</b>	<b>903</b>	<b>591</b>	<b>3429</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>6066,67</b>		<b>65,00</b>	<b>17,00</b>									

### 4.3 CÁLCULO DE COEFICIENTES DE CARGA

Para realizar el cálculo de los coeficientes de carga en la máxima demanda, empleamos la ecuación 4.1, con datos obtenidos en las mediciones realizadas (Anexo 4-5).

$$K_c = \frac{S_{m\acute{a}x}}{S_{nom}} \quad (4.1)$$

Donde:

$K_c$ . coeficiente de carga del banco de transformadores

$S_{m\acute{a}x}$ . potencia aparente máxima registrada por el analizador

$S_{nom}$ . potencia aparente nominal del banco de transformadores

En la tabla 4.9 se muestra los coeficientes de carga de las dos subestaciones en donde se puede apreciar el bajo nivel de carga existente.

**Tabla 4.9** Coeficiente de carga de las subestaciones

COEFICIENTE DE CARGA MÁXIMO ( $K_c$ )	
S/E I	0.462
S/E II	0.175

#### 4.3.1 Pérdidas Anuales

Para el cálculo de las pérdidas totales de potencia y energía en las subestaciones se utilizan las expresiones 4.2 - 4.3.

$$P_T := \Delta P_{mv} + (K_c^2 \cdot \Delta P_{cc}) \quad \text{kW} \quad (4.2)$$

$$\Delta E := P_T \cdot 8760 \quad \text{kWh} \quad (4.3)$$

Para determinar  $\Delta P_{mv}$  y  $\Delta P_{cc}$  es necesario calcular:

$Q_{mv} = S_{nom} \cdot (I_{mv}/100)$  pérdidas reactivas en marcha al vacío del transformador, kVAr.

$Q_{cc} = S_{nom} \cdot (U_{cc}/100)$  pérdidas reactivas de cortocircuito del transformador, kVAr.

$\Delta P_{mv} = P_{mv} + K_{ip} \cdot Q_{mv}$  pérdidas referidas en marcha al vacío, kW.

$\Delta P_{cc} = P_{cc} + K_{ip} \cdot Q_{cc}$  pérdidas referidas de cortocircuito, kW.



Donde:

- Imv; corriente de marcha en vacío, A.
- Snom; potencia nominal del transformador, kVA.
- Kip; coeficiente incremental de pérdidas, kW/kVAr.(0.12 – 0.20 en sector industrial)
- Ucc; tensión de cortocircuito, %.
- Kc; coeficiente de carga del transformador.

Se presenta el cálculo de potencia y energía para un transformador monofásico de 333 Kva de la S/E I, para obtener un total se suman los resultados de cada uno. Para los otros transformadores de los bancos de las subestaciones se procede de la misma forma con los datos de la tabla 2.2.

Imv := 1.9	%				
Ucc := 4.5	%		$Q_{cc} := S_{nom} \cdot \left( \frac{U_{cc}}{100} \right)$	kVAr	
Pcc := 4.7	Kw		Qcc = 14.98	kVAr	
Pmv := 0.93	Kw				
Kip := 0.16	$\frac{kw}{kvar}$		$\Delta P_{mv} := P_{mv} + (Kip \cdot Q_{mv})$	kW	
			$\Delta P_{mv} = 1.94$	kW	
Snom := 333	Kva		$\Delta P_{cc} := P_{cc} + (Kip \cdot Q_{cc})$	kW	
			$\Delta P_{cc} = 7.1$	kW	
$Q_{mv} := S_{nom} \cdot \left( \frac{I_{mv}}{100} \right)$	kVAr				
Qmv = 6.33	kVAr				

**Pérdidas Máximas**

Kc := 0.462

$PT := \Delta P_{mv} + (Kc^2 \cdot \Delta P_{cc})$  kW

PT = 3.46 kW

$\Delta E := PT \cdot 8760$  kWh

$\Delta E = 30285.6$  kWh

**Pérdidas Mínimas**

Kc2 := 0.018

$PT2 := \Delta P_{mv} + (Kc2^2 \cdot \Delta P_{cc})$  kW

PT2 = 1.94 kW

$\Delta E2 := PT2 \cdot 8760$  kWh

$\Delta E2 = 17034.87$  kWh

**COSTO DE PÉRDIDAS (USD)**

$cE := \Delta E \cdot 0.066$ USD	$cE2 := \Delta E2 \cdot 0.066$ USD
cE = 1998.85 USD	cE2 = 1124.3 USD



Las pérdidas anuales máxima de potencia y energía en las subestaciones con sus respectivos costos se presentan en la tabla 4.10.

**Tabla 4.10** Pérdidas anuales máximas de potencia y energía en las subestaciones

	<b>TRANSFORMADOR (kVA.)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b><math>\Delta P</math>(kW.)</b>	<b><math>\Delta E</math>(kWh.)</b>	<b>COSTO DE PÉRDIDAS ANUALES (USD)</b>
S/E I	333	3	10.38	90856.8	5996.54
S/E II	112.5	-	0.869	7609.76	502.24
<b>TOTAL</b>					<b>6498.78</b>

Para determinar los costos por concepto de pérdidas se ha utilizado la tarifa de 0.066 USD/kWh. presentada por EMELORO empresa suministradora de este servicio. En la tabla 4.11 aparecen las pérdidas anuales en cada subestación para los valores mínimos y los costos respectivos.

**Tabla 4.11** Pérdidas anuales mínimas de potencia y energía en las subestación.

	<b>TRANSFORMADOR (kVA.)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b><math>\Delta P</math>(kW.)</b>	<b><math>\Delta E</math>(kWh.)</b>	<b>COSTO DE PÉRDIDAS ANUALES (USD)</b>
S/E I	333	3	5.82	51104.61	3372.9
S/E II	112.5	-	0.81	7096.67	468.38
<b>TOTAL</b>					<b>3841.28</b>

Luego de haber calculado las pérdidas y teniendo en cuenta los coeficientes de carga presentamos en la tabla 4.12 la potencia de los transformadores a sustituir en las dos subestaciones. En la S/E I la carga instalada se encuentra por debajo de la nominal por lo que resulta necesario cambiar por un transformador de menor potencia (630 kVA.) que alimente a la carga real instalada en el banco actual de 999 kVA. En la S/E II es necesario incorporar un transformador de menor potencia (30 kVA.) que atienda la carga real instalada en el banco actual de 112.5 kVA. Ya que la carga actual se encuentra por debajo del 20% de su carga nominal.

La adquisición de estos dos nuevos transformadores (630 y 30 kVA.) permitirá reducir los gastos asociados al sobredimensionamiento de las subestaciones existentes y ello significa sacar de servicio los dos bancos (999 y 112.5 kVA) actuales.

#### 4.3.2 Evaluación técnica de la propuesta

Para la reducción de las pérdidas de energía y mejorar la calidad del servicio del suministro eléctrico se analiza la propuesta para las dos subestaciones de la empresa considerando un posible incremento de la carga en un 30 %.

- ✓ En la S/E I se propone el reemplazo de los transformadores monofásicos por un transformador trifásico con una potencia nominal de 630 kVA. de acuerdo a la potencia aparente nominal registrada por el analizador. El valor de la inversión se refleja en la tabla 4.13 incluyendo disyuntores, materiales, mano de obra, dirección técnica, derechos de energización, etc.
- ✓ En la S/E II se plantea la adquisición de un transformador trifásico de 30 kVA. y pasar la carga actual al nuevo transformador. En esta variante se recomienda realizar trabajos de balanceo de carga.

Esto permitirá balancear el sistema, reducir los niveles actuales de voltaje hasta el valor nominal. Una vez hecho el acomodo de carga y balanceo del sistema será necesario rediseñar el banco de condensadores, ya que la compensación existente está diseñada a partir de los transformadores subcargados y no en función de la demanda de reactivo real de la red. Es necesario identificar y reorganizar los diferentes circuitos y registrar esto en un nuevo diagrama unifilar para lograr una eficiente explotación del sistema. Esto se compensa con el nuevo sistema de control energético que permite el registro y control de los consumos.

**Tabla. 4.12** Propuesta para la sustitución de transformadores.

	POTENCIA ACTUAL	POTENCIA REGISTRADA	POTENCIA PROPUESTA
<b>S/E I</b>	999 kVA.	462 kVA.	630 kVA.
<b>S/E II</b>	112.5 kVA.	19.7 kVA.	30 kVA.

### 4.3.3 Evaluación económica de la propuesta.

El cálculo económico se realiza teniendo en cuenta la propuesta y la inversión asociada a la misma. Como se observa en la tabla 4.14 la reducción de las pérdidas están en 20 % y 58 % para las subestaciones I y II, respectivamente.

**Tabla 4.13** Costo de inversión y montaje de los transformadores.

ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN</b>				
1	1	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONV.-13.800/480 V DE 630 KVA, DYn5	14000,00	14000,00
2	1	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONV.-13.800/220 V DE 30 KVA, DYn5	2500,00	2500,00
<b>SECCIONAMIENTO Y PROTECCION</b>				
3	6	SECCIONADOR FUSIBLE DE 15KV-100A TIPO ABIERTO	80,00	480,00
4	3	TIRAFUSIBLE TIPO K DE 30 AMP.	5,00	15,00
4	3	TIRAFUSIBLE TIPO K DE 2 AMP.	5,00	15,00
5	6	PARARRAYOS TIPO DISTRIBUCIÓN 10KV/5KA	70,00	420,00
6	1	BREAKER GENERAL 800 AMP./480 V/45KA TIPO CAJA MOLDEADA	1500,00	1500,00
7	1	BREAKER GENERAL 100 AMP./220 V/25KA TIPO CAJA MOLDEADA	150,00	150,00
8	12	PUNTAS TERMINALES PARA CABLE #2 AWG-XLPE TIPO INTERIOR 3M	40,00	480,00
9	14	CONECTORES PARA CONEXIÓN DE TRANSFORMADORES	30,00	420,00
<b>SISTEMA DE MEDICIÓN</b>				
10	3	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 100/5 A,120 V	80,00	240,00
11	1	VARIOS	500,00	500,00
SUBTOTAL MATERIALES				20720,00
TRANSPORTE TRANSFORMADORES				400
MANO DE OBRA MONTAJE				2500
MANO OBRA DESMONTAJE				850
PAGO DERECHOS EMELORO CIEEORO				1000
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				25470,00
DIRECCION TÉCNICA Y ADMINISTRACIÓN				3820,5
SUBTOTAL				29290,50
IVA 12 %				3514,86
<b>TOTAL</b>				<b>32805,36</b>

Fuente: Constructora Eléctrica-Ing. Norman Jiménez León

**Tabla 4.14** Análisis económico de la propuesta.

VARIANTE	AHORRO ANUAL USD	INVERSIÓN USD	PERIODO DE AMORTIZACIÓN AÑOS	REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS %	ENERGÍA AHORRADA kWh.
S/E I	1203.47	24916,92	20 años	20	18234.54
S/E II	291.90	7888,44	27 años	58	4422.73

#### 4.4 ANÁLISIS AL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

En el análisis de iluminación se hizo un levantamiento de la cantidad de luminarias, cuyo resultado se recoge en la tabla 4.15, donde se pudo comprobar que existen un número considerable de lámparas fluorescentes. Evidenciando la posibilidad de sustituir las lámparas fluorescentes de 40 W por 36W.

**Tabla 4.1 5** Tipos de luminarias en explotación

Tipos de luminaria	Cantidad	Potencia kW
Lámparas de fluorescentes de 40 W	128	5,12
Lámparas de fluorescentes de 110 W	126	13,86
Lámparas de 400 W	98	39,20
Total		58,26

Debemos considerar que en el periodo de trabajo 17h00 a 23h00 sólo se enciende la iluminación que corresponde al sector de corrugadora, siendo este el que mas requiere por ser un proceso continuo de pegado de láminas de papel.

Las lámparas de la bodega de almacenamiento con una potencia de 8 kW se utilizan cuando existen entregas retrasadas de cartón corrugado.

Durante la revisión en los tableros de iluminación se detectó que se han realizado toma de tensión de la línea de alumbrado para ser utilizada como fuerza, lo que atenta contra la independencia de la red de iluminación y puede cargar la misma, al estar ella diseñada para otra potencia.

##### 4.4.1 Evaluación económica de la propuesta.

Analizamos la propuesta expresada anteriormente para la reducción de los gastos de iluminación relacionado con:

1. Reemplazar las lámparas fluorescentes de 40 W por similares de 36 W.

Considerando que las lámparas fluorescente de 110 W no pueden ser reemplazadas por una de menor potencia, por ser estas de características especiales.

Con el consumo de energía relacionado en la tabla 4.16 para diez horas de trabajo de las lámparas fluorescentes de 40 W, podemos calcular el posible ahorro que traería su



sustitución. Se realiza el análisis del ahorro y la amortización de la inversión. La sustitución de las lámparas de 40 W indica que la inversión se recupera en 2,6 años, lo que sugiere realizar esta sustitución de forma paulatina, en la medida que se dañen las lámparas existentes, debiendo asumir como política que en la instalación de nuevas luminarias se utilicen las de este tipo.

**Tabla 4.16** Cálculo económico de la propuesta

<b>Potencia actual, kW</b>	<b>Potencia propuesta, kW</b>	<b>Ahorro anual USD</b>	<b>Inversión USD</b>	<b>Tiempo de amortización, años</b>
5,12	4,6	123	320	2,6



#### 4.5 PLAN DE ACCIÓN

FASE	MEDIDA	TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN	ACCIÓN REQUERIDA
1	Establecer Organización Energética.	Inmediato	Designa un responsable
1	Motivación al personal.	Inmediato	a) Pegar carteles. b) Realizar reuniones. c) Informar sobre el potencial de ahorro.
2	Sustitución de transformadores para reducir pérdidas.	Inmediato	a) Sustituir los dos bancos de transformadores de 999 kVA. y 112,5 kVA. Por transformadores trifásicos de 630 kVA. y 30 kVA., respectivamente. b) Balancear la carga de los transformadores.
1	Rediseño de las instalaciones eléctricas de la planta	Inmediato Progresivo	a) Hacer el diagrama unifilar de todos los circuitos. b) Reemplazar protecciones y cableado de acuerdo al rediseño. c) Sustitución de motores por nuevos de iguales características.
2	Sustitución del contador de energía de la S/E II	Inmediato	a) Reemplazar el contador de energía electromecánico por un electrónico. b) Instalar un banco de compensación.
1	Banco de condensadores.	Inmediato	a) Establecer plan de mantenimiento de banco de condensadores. b) Verificar estado de principales componentes (fusible, contactores, condensadores)
1	Mantenimiento preventivo de tableros, instalaciones	Progresivo	a) Establecer plan de mantenimiento de motores, tableros eléctricos y mejoras instalaciones eléctricas, malas conexiones, suciedad excesiva.



	eléctricas, motores.		
2	Establecer control automático de picos mediante uso de sistema de control de energía ECS.	Progresivo	a) Identificar los circuitos que puedan trabajar e formas simultánea y que puedan generan picos de arranque (Corrugadora, Calderos, Imprenta 1, Mezcladora, transformador de Alumbrado, b) Adquisición e instalación del sistema ECS.
2	Rediseño del banco de compensación	Al cambiar el transformador de la S/E I	a) Reajustar el banco de compensación en función del nivel de reactivos real en la carga instalada.



## 5 CONCLUSIONES

- ✓ Existe un nivel de pérdidas considerables en los transformadores de las dos subestaciones de alimentación originadas por el bajo nivel de carga, lo que origina un incremento en la facturación de energía, esto a su vez incide en los parámetros de calidad del sistema de suministro.
- ✓ Se ha realizado el levantamiento actualizado de los receptores eléctricos instalados por circuitos de las dos subestaciones en el cual podemos evidenciar el sobre dimensionamiento en algunos conductores y protecciones de estos receptores.
- ✓ La máxima demanda registrada en la S/E I por el A2000 es de 397 kW. con lo cual podemos evidenciar un sobre dimensionamiento en los transformadores instalados actualmente (999 kVA.).
- ✓ El pago por el servicio eléctrico en la S/E I es elevado, debido a la existencia de una gran demanda en las horas pico (18H00-22H00). El exceso en el pago por este servicio se da porque no existen equipos que permitan controlar la demanda en este horario y así mantener el factor de corrección en 0,6.
- ✓ El factor de potencia de la planta en promedio es de 0,94 lo cual esta dentro de niveles permitidos por las empresas eléctricas
- ✓ En la S/E I la variación de voltaje de línea con respecto al nominal se encuentra dentro de las tolerancias permisibles + 3,46 % y - 3,98%.
- ✓ Las variaciones sostenidas de frecuencia son de +0,133 % y - 0,083 %, muy por debajo de la tolerancia máxima admisible.
- ✓ Los armónicos de voltaje THD se encuentran por debajo de los límites del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad, en este caso está por debajo del 4,6 % en promedio. Los armónicos de corriente THD son inferiores 13,86 % en promedio.
- ✓ Con las mediciones de los circuitos de la S/E I se evidencian elevados THD de corriente que hace que rochemos los niveles máximos permitidos; mientras que los THD de voltaje se encuentran en niveles tolerados.
- ✓ El factor de potencia promedio de los once circuitos de la S/E I es de 0,75, inferior al límite regulado que es 0,92.



- ✓ La máxima demanda registrada en la S/E II por el A2000 es de 17 kW. con lo cual podemos evidenciar un sobre dimensionamiento en los transformadores instalados actualmente (112.5 kVA.).
- ✓ En la S/E II el pago por servicio eléctrico ha sido facturado tomando como referencia una demanda calculada de acuerdo a la potencia instalada del banco de transformadores, más no a la potencia real.
- ✓ En la S/E II se puede obtener ahorros hasta del 34,52 % sobre la facturación anual lo que nos daría un total de 3429 USD, siempre y cuando se instale un contador electrónico.
- ✓ En la S/E II variaciones de tensión con respecto a la nominal son de +2,08 % y en el mayor de los casos de - 6,25 % obteniéndose siempre voltajes superiores a los 127 V entre cualquiera de las fases y neutro.
- ✓ En la S/E II los niveles de THD de voltaje son inferiores a 3,1 % en promedio, niveles por debajo del límite máximos permitido que es de 8 %. Los THD de corriente se presentan en valores inferiores a 6,78 % en promedio.
- ✓ En la S/E II las variaciones sostenidas de frecuencia son de + 0,167 % y - 0,016 %, porcentajes inferiores a las tolerancias máximas admisibles reguladas.
- ✓ En la S/E II en cuanto al factor de potencia, observamos que la mayoría del tiempo permanece con valores inferior a 0,92.
- ✓ El ahorro obtenido en la subestación I al comprar un transformador trifásico de 630 kVA. es de 1203.47 USD anuales.
- ✓ El ahorro obtenido en la subestación II al comprar un transformador trifásico de 30 kVA. es de 291.40 USD anuales.
- ✓ La inversión por el cambio de los transformadores de las subestaciones es muy elevado tomando en consideración el ahorro anual obtenido con ellos.
- ✓ El reemplazo de fluorescentes de 40 W por 36 W permitirá obtener ahorros de 120 USD anuales.



## 6 RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar una capacitación y motivación al personal administrativo y de planta para que conjuntamente contribuyan a formar parte de los programas de ahorro de energía.
- ✓ Implementar el monitoreo y registro al interior de la empresa de los índices de eficiencia energética; consumo histórico - consumo real, para obtener una igual producción.
- ✓ Rediseñar en los circuitos de la S/E I las puestas a tierra en las máquinas, especialmente las que poseen electrónica de control, considerando que el conductor neutro debe ser 1,73 veces la sección de las fases para evitar que se sobrecaliente y atenuar los efectos de los armónicos. El sistema de puesta a tierra debe ser diferente tanto para el circuito de control y de fuerza.
- ✓ Implementar un Sistema de Control Energético (ECS) para controlar la demanda en horas pico, permitirá ahorrar hasta un 7,68% en la S/E I esto sobre la facturación anual, detectándose una reserva de 8199,47 USD.
- ✓ Aplicar el sistema de control energético (ECS) es rentable puesto que su Tasa Interna de Retorno (TIR) esta en el 108 % y el periodo de recuperación de la inversión esta alrededor de 0.934 años.
- ✓ Controlar la demanda máxima en las horas pico (18H00 a 22H00) manteniéndose con una potencia que no superior a 240 kW tomando como referencia una demanda máxima mensual de 400 kW.
- ✓ Reemplazar el contador electromecánico por un contador electrónico, en la subestación II permitirá tener una facturación en base a la demanda real de las oficinas.
- ✓ Realizar una evaluación general de toda la iluminación de la planta y oficinas con la finalidad de tener las lámparas necesarias que satisfagan los niveles de iluminación requeridos según normas de acuerdo al tipo de actividad que se desarrolle. Independizar los circuitos de iluminación para iluminar solo los lugares que se necesiten.
- ✓ Sustituir progresivamente las lámparas fluorescentes de 40 W por 36 W conforme se dañen las lámparas existentes.



- ✓ Reemplazar los condensadores que quedan fuera de servicio por daño para evitar una penalización por bajo factor de potencia.
- ✓ Realizar trabajos de balanceo de carga al instalar los nuevos transformadores trifásicos.
- ✓ Rediseñar el sistema de aire comprimido de la planta para reducir pérdidas de energía.



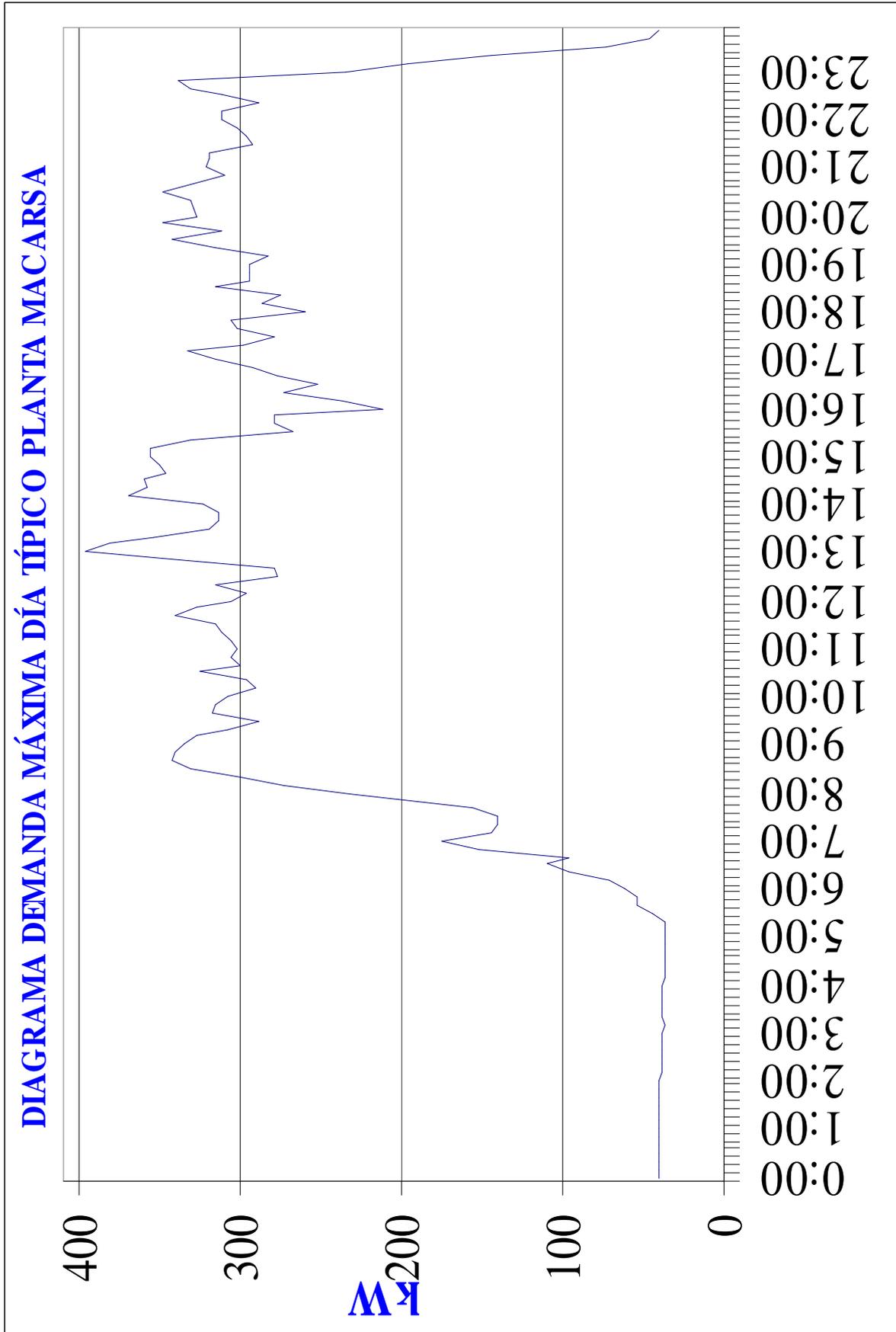
## 7 BIBLIOGRAFÍA

- ✓ NARCISO MORENO Alfonso, RAMÓN CANO Gonzáles, Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, Editorial Thomson, Madrid – España, 2004
- ✓ CHRISTIAN STEWART Granda Ortiz, Metodología para la Realización de Auditorias Electroenergéticas, , Tesis de Ingeniería Electromecánica, UNL, Loja- Ecuador, 20003.
- ✓ <http://www.conelec.gov/conelec/>, Consejo Nacional de Electricidad, Calidad del Servicio eléctrico de distribución.
- ✓ <http://www.stilar.net/>, Ejemplo de informe de auditoria energética .pdf.
- ✓ MANUAL ELECTROTÉCNICO, TELESQUEMARIO-Telemecanique, Schneider Electric, Año 1999.

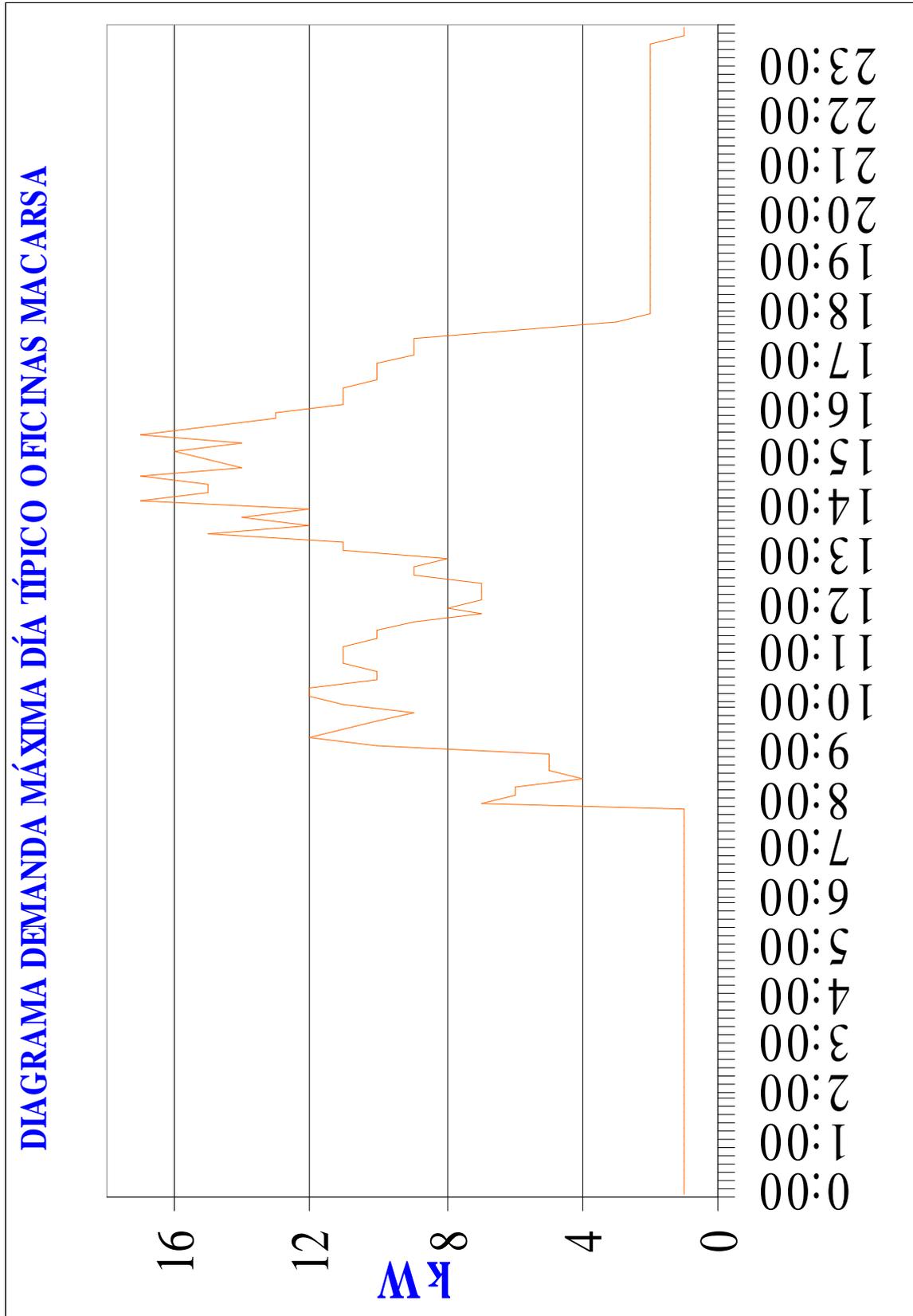


# ANEXOS

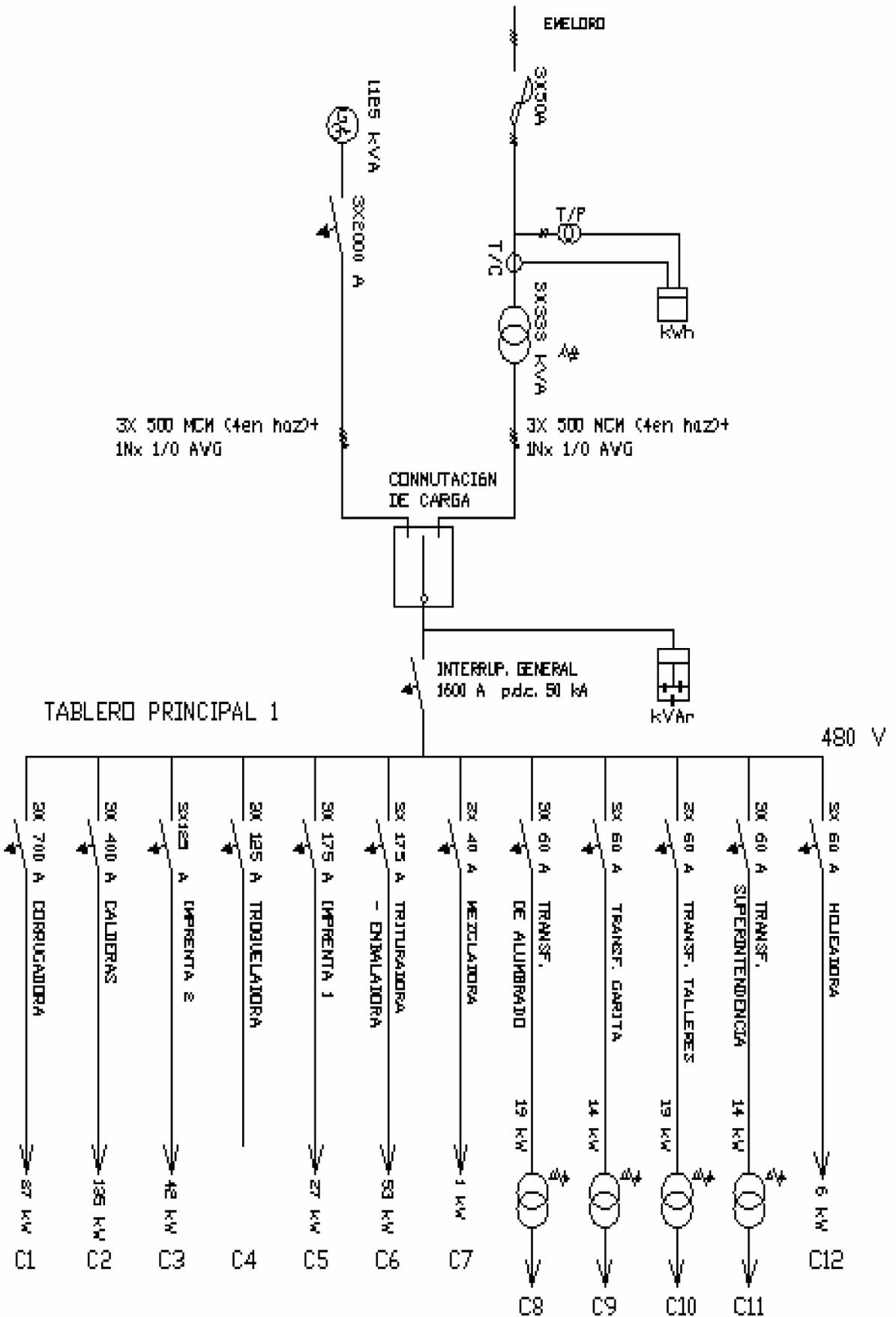
### ANEXO 1. DIAGRAMA DE DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA S/E I DÍA TÍPICO



### ANEXO 2. DIAGRAMA DE DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA S/E II DÍA TÍPICO



### ANEXO 3. DIAGRAMA UNIFILAR DE DISTRIBUCIÓN DE POTENCIA





**ANEXO 4. RESULTADO DE MEDICIONES DE LA SUBESTACION I**

<b>MEDICIONES EN S/E I-Septiembre 2006</b>												
<b>DEM. MÁX:</b>	<b>397</b>	<b>kW</b>										
<b>S MÁX:</b>	<b>436</b>	<b>kVA</b>										
<b>Q MÁX:</b>	<b>179</b>	<b>kVAr</b>										
<b>EPMÁX:</b>	<b>12514</b>	<b>kWh</b>										
<b>EQMÁX:</b>	<b>3420</b>	<b>kVArh</b>										
	<b>U12</b>	<b>U23</b>	<b>U31</b>	<b>I1</b>	<b>I2</b>	<b>I3</b>	<b>PFsum</b>	<b>Psum</b>	<b>Ssum</b>	<b>Qsum</b>	<b>EPsum</b>	<b>EQsum</b>
<b>FECHA Y HORA</b>	<b>V AC</b>	<b>V AC</b>	<b>V AC</b>	<b>A AC</b>	<b>A AC</b>	<b>A AC</b>	<b>CosPhi</b>	<b>kW</b>	<b>kVA</b>	<b>kVAr</b>	<b>kWh</b>	<b>kVArh</b>
	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>
2006.09.26 00:00:00	486,8	482,6	483,6	51	30	44	0,9	32	36	16	4495	1263
2006.09.26 00:10:00	487,3	483,3	484,3	51	29	45	0,89	32	36	16	4500	1265
2006.09.26 00:20:00	488,1	484,1	485,2	53	30	45	0,9	33	36	16	4506	1267
2006.09.26 00:30:00	488,2	484,1	485,3	52	29	45	0,9	32	36	16	4511	1269
2006.09.26 00:40:00	487,9	484,1	485,3	52	29	45	0,9	32	36	16	4516	1271
2006.09.26 00:50:00	488,6	484,7	486	51	29	45	0,89	32	36	16	4522	1274
2006.09.26 01:00:00	488,9	485,1	486,3	52	30	45	0,9	33	36	16	4527	1275
2006.09.26 01:10:00	489,2	485,4	486,8	51	29	45	0,9	32	36	16	4532	1277
2006.09.26 01:20:00	489,6	485,6	487,1	51	29	45	0,9	32	36	16	4539	1279
2006.09.26 01:30:00	489,6	485,6	487,3	51	29	45	0,89	32	36	16	4543	1281
2006.09.26 01:40:00	489,9	486	487,5	52	29	45	0,9	32	36	16	4549	1283
2006.09.26 01:50:00	489,5	485,8	487,1	51	29	45	0,9	32	36	16	4555	1286
2006.09.26 02:00:00	486,5	482,7	484,1	48	27	43	0,88	30	34	16	4559	1287
2006.09.26 02:10:00	486,2	482,5	483,9	48	26	42	0,87	29	33	17	4564	1289
2006.09.26 02:20:00	486	482,3	483,7	48	26	42	0,87	29	33	16	4568	1292
2006.09.26 02:30:00	486,1	482,4	483,8	48	27	42	0,88	29	33	16	4574	1294
2006.09.26 02:40:00	486,3	482,7	484,1	48	26	42	0,87	29	33	16	4578	1295
2006.09.26 02:50:00	486,2	482,6	484,1	48	26	42	0,87	29	33	16	4584	1298
2006.09.26 03:00:00	486,6	483	484,4	47	26	42	0,87	29	33	16	4588	1300
2006.09.26 03:10:00	486,6	482,8	484,3	47	26	42	0,87	29	33	16	4593	1302
2006.09.26 03:20:00	486,7	483	484,5	48	26	42	0,87	29	33	16	4598	1304
2006.09.26 03:30:00	486,8	483,1	484,6	48	26	42	0,87	29	33	16	4603	1306
2006.09.26 03:40:00	487	483,1	484,7	47	26	41	0,88	29	33	16	4608	1307
2006.09.26 03:50:00	486,8	482,9	484,4	47	26	41	0,88	29	33	16	4613	1311
2006.09.26 04:00:00	486,4	482,6	484,1	47	26	41	0,87	29	33	16	4618	1313
2006.09.26 04:10:00	486,4	482,7	484,1	47	26	42	0,87	29	33	16	4622	1315
2006.09.26 04:20:00	486,2	482,6	484	47	26	41	0,88	29	33	16	4627	1317
2006.09.26 04:30:00	486,7	483	484,4	47	26	41	0,87	29	33	16	4632	1318
2006.09.26 04:40:00	486,5	482,8	484,2	47	26	42	0,87	29	33	16	4637	1322
2006.09.26 04:50:00	486,8	482,9	484,4	47	26	42	0,87	29	33	16	4642	1323
2006.09.26 05:00:00	486	482,1	483,6	47	27	41	0,88	29	33	16	4647	1325
2006.09.26 05:10:00	485,6	481,8	483,3	47	26	41	0,87	29	33	16	4651	1327
2006.09.26 05:20:00	484,9	481,1	482,5	47	26	42	0,87	29	33	16	4656	1329
2006.09.26 05:30:00	485	481,3	482,5	48	27	42	0,87	29	33	17	4661	1331
2006.09.26 05:40:00	485	481,2	482,4	50	29	43	0,88	30	34	16	4667	1334
2006.09.26 05:50:00	484,1	480,2	481,7	64	44	55	0,94	43	46	16	4674	1336
2006.09.26 06:00:00	483,8	480	481,6	64	44	55	0,94	43	46	16	4681	1337
2006.09.26 06:10:00	484,3	480,6	481,9	78	57	67	0,96	53	55	15	4689	1340
2006.09.26 06:20:00	485,2	481,9	483	172	143	156	0,99	128	130	22	4710	1342
2006.09.26 06:30:00	487,7	484,2	485,3	162	138	154	0,99	126	128	19	4731	1345
2006.09.26 06:40:00	488,3	484,9	486	175	142	171	0,98	135	137	25	4753	1348
2006.09.26 06:50:00	488,2	485,3	486	175	141	173	0,98	135	138	27	4776	1352



2006.09.26 07:00:00	488,2	485,7	485,9	174	141	171	0,98	134	137	27	4798	1356
2006.09.26 07:10:00	487,5	484,9	485,2	178	141	173	0,98	135	138	29	4821	1360
2006.09.26 07:20:00	487,3	485,1	485,6	184	147	185	0,98	143	145	29	4846	1364
2006.09.26 07:30:00	486,4	484,3	484,9	190	154	192	0,98	148	151	28	4870	1368
2006.09.26 07:40:00	485,2	483,6	483,8	202	164	202	0,99	157	159	27	4896	1371
2006.09.26 07:50:00	483,4	481,8	482,2	282	251	283	0,98	218	224	50	4932	1379
2006.09.26 08:00:00	482,6	480,7	480,8	293	275	292	0,98	233	239	49	4971	1388
2006.09.26 08:10:00	480,8	479,1	479,3	300	288	296	0,98	240	245	48	5012	1395
2006.09.26 08:20:00	482,3	480,6	480,9	348	334	344	0,98	276	283	61	5057	1405
2006.09.26 08:30:00	483	481,1	481,3	400	390	397	0,96	313	329	95	5110	1422
2006.09.26 08:40:00	481,4	479,5	479,3	408	407	408	0,95	319	338	106	5163	1439
2006.09.26 08:50:00	482	480,7	480,4	376	355	372	0,98	298	306	66	5212	1450
2006.09.26 09:00:00	480,2	478,9	478,7	417	398	417	0,96	325	340	99	5267	1466
2006.09.26 09:10:00	479,7	478,6	478,3	422	402	418	0,96	327	343	102	5320	1483
2006.09.26 09:20:00	479,9	478,9	478,8	391	373	386	0,97	308	317	72	5373	1495
2006.09.26 09:30:00	481	480,1	479,9	362	342	356	0,98	288	294	56	5420	1505
2006.09.26 09:40:00	480,1	479,2	478,8	407	380	401	0,97	317	328	83	5473	1518
2006.09.26 09:50:00	478,9	478,1	477,5	407	388	401	0,96	316	330	92	5525	1532
2006.09.26 10:00:00	479,3	478,1	477,6	394	383	394	0,96	308	323	96	5577	1549
2006.09.26 10:10:00	480,6	479,8	479,1	366	357	369	0,97	291	302	74	5626	1561
2006.09.26 10:20:00	480	478,8	478,3	377	368	378	0,96	297	309	81	5675	1575
2006.09.26 10:30:00	478,1	477	476,2	420	419	423	0,94	326	347	118	5729	1594
2006.09.26 10:40:00	479,6	478,7	477,7	384	365	384	0,96	300	312	85	5779	1608
2006.09.26 10:50:00	478	477,1	475,9	396	384	395	0,95	306	323	101	5831	1625
2006.09.26 11:00:00	477,4	476,9	475,7	393	381	394	0,95	302	320	103	5881	1642
2006.09.26 11:10:00	476,6	475,9	474,8	401	382	401	0,95	307	325	104	5931	1659
2006.09.26 11:20:00	476,7	476,1	475,1	404	387	406	0,95	311	328	101	5984	1677
2006.09.26 11:30:00	477,7	477	476	399	393	396	0,97	316	327	83	6036	1690
2006.09.26 11:40:00	476,6	475,9	474,6	435	432	439	0,95	340	358	111	6093	1709
2006.09.26 11:50:00	477,4	477,2	475,6	414	395	416	0,97	327	337	80	6147	1721
2006.09.26 12:00:00	478,6	478,2	476,5	385	369	387	0,98	306	314	72	6199	1734
2006.09.26 12:10:00	480	479,4	478	373	351	370	0,98	296	302	59	6247	1743
2006.09.26 12:20:00	479,6	479,2	478	401	380	393	0,97	315	324	76	6300	1757
2006.09.26 12:30:00	481	480,8	479,6	350	329	339	0,99	278	281	38	6346	1763
2006.09.26 12:40:00	481,8	481,4	480,3	343	330	344	0,99	280	282	36	6393	1768
2006.09.26 12:50:00	478,8	478,5	477,2	450	448	443	0,92	338	368	147	6450	1791
2006.09.26 13:00:00	477,4	477,2	475,9	527	528	529	0,91	397	436	179	6516	1821
2006.09.26 13:10:00	477,6	477,6	476,2	504	496	496	0,93	382	411	149	6579	1847
2006.09.26 13:20:00	478,4	478,4	476,9	453	452	447	0,96	355	371	97	6639	1863
2006.09.26 13:30:00	480,1	479,6	478,3	393	389	389	0,99	320	324	43	6692	1869
2006.09.26 13:40:00	479,2	479	477,9	387	381	381	0,99	314	317	43	6745	1878
2006.09.26 13:50:00	478,9	478,3	477,4	381	385	382	0,99	313	316	46	6796	1885
2006.09.26 14:00:00	477,6	477,4	476,3	411	406	402	0,97	323	335	84	6850	1898
2006.09.26 14:10:00	474,8	474,8	473,8	497	478	483	0,93	369	399	151	6912	1923
2006.09.26 14:20:00	473,1	473,5	472	482	469	470	0,93	358	387	149	6971	1949
2006.09.26 14:30:00	473,2	473,6	471,8	485	470	470	0,93	359	388	147	7032	1973
2006.09.26 14:40:00	474,6	475	473,2	463	444	447	0,95	347	367	111	7089	1991
2006.09.26 14:50:00	473,8	473,9	471,9	473	466	460	0,93	351	379	141	7147	2015
2006.09.26 15:00:00	474,2	474,1	472,5	480	467	466	0,93	357	386	147	7207	2039
2006.09.26 15:10:00	476,3	476,3	475	479	466	462	0,93	357	386	147	7267	2064
2006.09.26 15:20:00	481,1	481,2	480,2	440	410	419	0,95	332	351	114	7322	2082
2006.09.26 15:30:00	483,1	483,2	481,8	353	312	331	0,97	267	276	68	7367	2093
2006.09.26 15:40:00	483	483	481,6	367	321	348	0,97	279	289	73	7413	2105



2006.09.26 15:50:00	479,7	479,7	478,1	363	330	352	0,97	280	289	71	7460	2116
2006.09.26 16:00:00	478,6	478,3	476,6	267	251	255	1	212	213	18	7494	2119
2006.09.26 16:10:00	478,8	478,3	476,5	310	279	294	0,98	236	242	47	7533	2128
2006.09.26 16:20:00	477,7	477,1	475,1	360	324	344	0,97	274	283	70	7580	2139
2006.09.26 16:30:00	478,3	477,7	475,4	332	298	320	0,97	253	260	61	7622	2149
2006.09.26 16:40:00	477,9	477,2	475,1	363	327	348	0,97	277	286	70	7668	2160
2006.09.26 16:50:00	477,9	477,3	475,3	385	346	367	0,97	292	301	75	7717	2173
2006.09.26 17:00:00	477,1	476,7	474,5	416	380	398	0,96	315	328	89	7769	2187
2006.09.26 17:10:00	476,6	476,1	473,7	439	405	425	0,96	333	348	102	7824	2204
2006.09.26 17:20:00	479,7	479,4	477	387	353	373	0,97	298	307	71	7874	2215
2006.09.26 17:30:00	481,2	481	478,6	361	325	348	0,98	279	286	60	7920	2225
2006.09.26 17:40:00	481,2	481	478,9	391	358	379	0,97	303	313	77	7970	2238
2006.09.26 17:50:00	482,3	482,2	479,9	396	362	380	0,97	306	316	78	8022	2250
2006.09.26 18:00:00	484,6	484,2	481,8	329	300	320	0,99	260	263	38	8065	2257
2006.09.26 18:10:00	487	486,8	484,9	368	336	351	0,98	287	295	66	8113	2268
2006.09.26 18:20:00	492,5	491,9	490,5	350	314	336	0,98	276	283	58	8159	2277
2006.09.26 18:30:00	491,9	491,6	490,1	402	360	380	0,98	315	324	74	8211	2289
2006.09.26 18:40:00	488,8	488,9	487,3	381	340	360	0,97	295	304	73	8261	2301
2006.09.26 18:50:00	486,3	485,9	484,5	378	343	362	0,98	295	303	70	8310	2312
2006.09.26 19:00:00	482,1	481,7	480,2	382	347	367	0,97	295	304	70	8359	2322
2006.09.26 19:10:00	479,9	479,5	478,2	368	333	356	0,98	283	291	65	8406	2334
2006.09.26 19:20:00	479,6	479,1	478,1	409	368	391	0,98	315	323	71	8458	2346
2006.09.26 19:30:00	479,2	478,7	477,5	445	407	427	0,97	343	353	84	8515	2360
2006.09.26 19:40:00	480,6	480,1	478,9	405	369	391	0,98	312	321	73	8568	2371
2006.09.26 19:50:00	479,3	478,7	477,4	453	417	437	0,97	348	361	95	8626	2387
2006.09.26 20:00:00	480,5	479,8	478,3	426	388	409	0,97	327	337	84	8680	2401
2006.09.26 20:10:00	480,9	480	478,8	433	391	411	0,97	330	342	89	8735	2416
2006.09.26 20:20:00	482,4	481,7	480,4	433	392	414	0,97	332	344	88	8790	2429
2006.09.26 20:30:00	483,7	483,2	481,9	453	408	430	0,97	349	360	88	8849	2444
2006.09.26 20:40:00	484,8	484,3	482,9	428	381	406	0,98	330	339	77	8903	2456
2006.09.26 20:50:00	484,7	484,1	482,7	404	357	383	0,98	310	319	72	8956	2468
2006.09.26 21:00:00	484	483,1	481,7	419	374	398	0,97	322	332	81	9009	2481
2006.09.26 21:10:00	484,4	483,3	482	414	372	393	0,97	319	329	82	9062	2494
2006.09.26 21:20:00	484,1	483,1	481,6	417	377	395	0,97	320	331	84	9115	2508
2006.09.26 21:30:00	484,9	483,8	482,1	381	342	361	0,98	293	301	69	9164	2519
2006.09.26 21:40:00	480,2	479,2	476,7	389	351	368	0,98	297	306	70	9214	2531
2006.09.26 21:50:00	479,2	478,4	475,7	397	357	372	0,97	302	310	72	9264	2542
2006.09.26 22:00:00	478,6	477,8	475,4	414	365	384	0,97	311	321	76	9316	2555
2006.09.26 22:10:00	479,5	478,5	476,4	412	364	382	0,97	311	320	75	9367	2566
2006.09.26 22:20:00	480,9	479,6	477,6	378	337	357	0,97	288	296	69	9415	2579
2006.09.26 22:30:00	480,6	479,5	477,5	408	369	387	0,97	312	322	78	9468	2590
2006.09.26 22:40:00	480,9	479,7	477,6	434	395	411	0,97	332	343	85	9522	2605
2006.09.26 22:50:00	481,3	480,4	478,4	443	402	420	0,97	339	350	87	9579	2619
2006.09.26 23:00:00	485,9	484,9	482,8	295	268	290	1	235	237	29	9619	2623
2006.09.26 23:10:00	489,6	489,5	486,1	247	221	236	0,99	196	198	26	9651	2626
2006.09.26 23:20:00	489,6	489,8	485,2	194	168	175	0,98	145	148	27	9676	2631
2006.09.26 23:30:00	488,6	488,9	483,6	107	75	94	0,95	74	78	24	9688	2634
2006.09.26 23:40:00	487,4	488,6	481,6	72	46	69	0,86	46	53	26	9696	2638
2006.09.26 23:50:00	486,6	488	480,7	64	40	62	0,84	40	47	25	9703	2641
Máximo:	494,30	494,60	492,10	527,00	528,00	529,00	1,00					
Mínimo:	473,10	473,40	471,20	47,00	26,00	41,00	0,81					
Promedio:	483,34	482,61	480,35				0,94					



Variación Voltaje %	2,98	3,04	2,52									
Variación Voltaje %	-1,44	-1,38	-1,83									
<b>MEDICIONES EN S/E I- Noviembre 2006</b>												
<b>DEM. MÁX:</b>	<b>363 kW</b>											
<b>S MÁX:</b>	<b>434 kVA</b>											
<b>Q MÁX:</b>	<b>387 kVAr</b>											
<b>EP MÁX:</b>	<b>34100 kWh</b>	tomado desde el 6 a 20 de nov										
<b>EQ MÁX:</b>	<b>0 kVArh</b>	tomado desde 6 al 13 de nov										
	<b>U12</b>	<b>U23</b>	<b>U31</b>	<b>I1</b>	<b>I2</b>	<b>I3</b>	<b>PFsum</b>	<b>Psum</b>	<b>Qsum</b>	<b>Ssum</b>	<b>EPsum</b>	<b>EQsum</b>
<b>FECHA Y HORA</b>	<b>V AC</b>	<b>V AC</b>	<b>V AC</b>	<b>A AC</b>	<b>A AC</b>	<b>A AC</b>	<b>CosPhi</b>	<b>kW</b>	<b>kVAr</b>	<b>kVA</b>	<b>kWh</b>	<b>kVArh</b>
<b>SEMANA 1</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>	<b>Avr:</b>
2006.11.09 00:04:26	484,2	480,4	480,9	56	23	47	0,85	31	20	37	7332	2717
2006.11.09 00:14:26	484,3	480,5	481,2	56	23	48	0,85	31	20	37	7338	2721
2006.11.09 00:24:26	484,5	480,6	481,4	56	23	47	0,85	31	20	37	7343	2722
2006.11.09 00:34:26	484,2	480,5	481,3	56	23	47	0,85	32	20	37	7348	2725
2006.11.09 00:44:26	484,9	481,2	482	56	23	48	0,85	31	20	37	7354	2726
2006.11.09 00:54:26	485,4	481,8	482,7	56	23	48	0,85	31	20	37	7358	2729
2006.11.09 01:04:26	485,3	481,8	482,8	56	23	48	0,85	31	20	37	7364	2730
2006.11.09 01:14:26	485	481,3	482,3	56	24	47	0,85	32	20	37	7370	2733
2006.11.09 01:24:26	485,1	481,5	482,5	56	23	47	0,85	31	20	37	7374	2735
2006.11.09 01:34:26	486	482,2	483,3	56	23	48	0,85	32	20	37	7380	2737
2006.11.09 01:44:26	486	482,2	483,3	56	23	48	0,85	32	20	37	7385	2739
2006.11.09 01:54:26	485,9	482,1	483,3	56	23	47	0,85	32	20	37	7390	2741
2006.11.09 02:04:26	486,5	482,8	484,1	55	23	47	0,85	31	19	37	7396	2743
2006.11.09 02:14:26	486,7	482,7	484	55	23	47	0,85	31	20	37	7401	2746
2006.11.09 02:24:26	486,9	483	484,1	55	23	47	0,85	31	20	37	7406	2748
2006.11.09 02:34:26	486,4	482,6	484	55	23	46	0,85	31	19	37	7411	2750
2006.11.09 02:44:26	486,4	482,7	483,9	55	23	46	0,85	31	19	37	7416	2752
2006.11.09 02:54:26	486,5	482,8	484	55	23	46	0,85	31	20	37	7421	2754
2006.11.09 03:04:26	486,6	482,9	484,3	55	23	46	0,85	31	20	37	7426	2757
2006.11.09 03:14:26	486,6	482,9	484	55	23	46	0,85	31	19	37	7431	2759
2006.11.09 03:24:26	486,6	482,8	484,1	55	23	46	0,85	31	19	37	7436	2761
2006.11.09 03:34:26	487	483,4	484,6	55	23	46	0,85	31	19	37	7441	2763
2006.11.09 03:44:26	486,9	483,2	484,6	55	23	46	0,84	31	20	36	7447	2764
2006.11.09 03:54:26	487,2	483,4	484,7	54	23	46	0,85	31	20	36	7451	2767
2006.11.09 04:04:26	487,3	483,5	484,8	54	23	46	0,85	31	19	36	7457	2769
2006.11.09 04:14:26	487,1	483,3	484,5	54	23	46	0,85	31	19	36	7461	2772
2006.11.09 04:24:26	486,6	482,9	484,1	54	23	46	0,84	31	20	36	7467	2773
2006.11.09 04:34:26	486,6	483,2	484,6	55	23	47	0,84	31	20	37	7471	2776
2006.11.09 04:44:26	486,3	482,7	484	55	23	47	0,85	31	20	37	7477	2777
2006.11.09 04:54:26	486	482,3	483,7	55	23	47	0,85	31	20	37	7481	2781
2006.11.09 05:04:26	486,1	482,5	483,8	54	23	47	0,84	31	20	36	7487	2783
2006.11.09 05:14:26	486	482,5	483,5	54	23	47	0,84	30	20	36	7492	2785
2006.11.09 05:24:26	485	481,4	482,4	57	27	49	0,86	33	19	38	7497	2787
2006.11.09 05:34:26	484,4	481	481,8	69	40	58	0,92	44	19	47	7505	2790
2006.11.09 05:44:26	484,3	480,5	481,6	68	39	58	0,92	43	19	47	7512	2791
2006.11.09 05:54:26	484,9	481,4	482,4	68	40	57	0,92	43	19	47	7519	2794
2006.11.09 06:04:26	487,3	484	485,2	95	78	85	0,92	59	18	62	7528	2796
2006.11.09 06:14:26	488,9	485,7	487	169	142	156	0,99	130	18	132	7550	2798
2006.11.09 06:24:26	490,8	487,6	488,9	183	150	173	0,99	141	23	143	7574	2802
2006.11.09 06:34:26	491,1	488	489,1	200	165	191	0,99	156	24	158	7600	2804



2006.11.09 06:44:26	492	489,2	490,1	199	162	193	0,99	155	26	157	7625	2808
2006.11.09 06:54:26	491,8	489,1	489,9	204	169	198	0,99	160	26	162	7652	2812
2006.11.09 07:04:26	490,2	487,8	488,3	216	184	210	0,99	170	27	172	7681	2815
2006.11.09 07:14:26	488,1	485,7	486,1	218	185	211	0,99	171	26	173	7709	2819
2006.11.09 07:24:26	487,8	485,4	485,9	217	184	211	0,99	170	26	172	7738	2822
2006.11.09 07:34:26	486,7	484	484,8	224	191	214	0,96	169	50	177	7765	2831
2006.11.09 07:44:26	484,9	482,5	482,9	247	216	238	0,96	186	56	195	7797	2840
2006.11.09 07:54:26	483,7	481,2	481,8	258	227	249	0,96	196	57	204	7830	2850
2006.11.09 08:04:26	483,5	480,8	481,5	260	223	251	0,98	201	38	205	7863	2856
2006.11.09 08:14:26	482	479,5	480,1	269	223	256	0,98	203	44	207	7897	2862
2006.11.09 08:24:26	478,1	476,1	476,5	374	325	343	0,88	249	135	284	7937	2884
2006.11.09 08:34:26	476,6	475	474,9	413	369	387	0,89	281	147	319	7985	2908
2006.11.09 08:44:26	477	475,3	475,2	395	352	371	0,92	276	119	304	8031	2929
2006.11.09 08:54:26	472,3	471	470,7	484	443	454	0,87	324	189	375	8085	2959
2006.11.09 09:04:26	469,5	468,5	468,1	541	507	515	0,85	359	222	422	8144	2997
2006.11.09 09:14:26	468,7	467,3	466,9	516	490	495	0,85	343	212	404	8201	3032
2006.11.09 09:24:26	470,9	469	468,9	404	384	389	0,92	291	122	317	8251	3052
2006.11.09 09:34:26	468,6	467	466,7	502	476	481	0,87	335	193	388	8306	3084
2006.11.09 09:44:26	468,8	467,1	466,8	460	428	437	0,9	314	155	353	8359	3110
2006.11.09 09:54:26	471,4	469,5	469,4	349	318	334	0,97	261	70	271	8402	3121
2006.11.09 10:04:26	471,4	469,4	469,1	325	291	314	0,98	247	50	252	8443	3128
2006.11.09 10:14:26	471,1	468,7	468,6	331	301	319	0,98	250	56	257	8485	3138
2006.11.09 10:24:26	471,1	469,2	468,6	311	281	299	0,99	238	40	242	8524	3145
2006.11.09 10:34:26	470,2	468,2	467,9	330	299	312	0,98	248	56	255	8566	3154
2006.11.09 10:44:26	469,3	467	467	352	328	331	0,97	263	72	273	8609	3165
2006.11.09 10:54:26	469,6	467,8	467,4	323	287	308	0,99	244	46	248	8649	3173
2006.11.09 11:04:26	468,7	466,8	466,3	328	299	314	0,98	247	52	253	8691	3181
2006.11.09 11:14:26	467,1	464,9	464,4	379	361	366	0,95	281	89	295	8739	3196
2006.11.09 11:24:26	467,1	465,7	464,6	334	300	320	0,96	244	76	257	8778	3208
2006.11.09 11:34:26	465,7	464,3	463,1	375	327	341	0,92	255	110	279	8821	3226
2006.11.09 11:44:26	464,9	463,4	462,4	434	382	396	0,88	286	154	325	8869	3252
2006.11.09 11:54:26	465,7	464,4	463	440	389	405	0,88	292	156	331	8917	3277
2006.11.09 12:04:26	468,2	467,1	465,9	403	355	366	0,93	278	107	301	8964	3295
2006.11.09 12:14:26	467,1	465,9	464,8	445	410	410	0,88	295	161	337	9013	3321
2006.11.09 12:24:26	466,9	465,9	464,4	477	442	446	0,87	319	180	366	9066	3352
2006.11.09 12:34:26	466,5	465,9	464,4	496	454	462	0,86	326	193	379	9120	3383
2006.11.09 12:44:26	466,2	465,6	464,1	511	472	475	0,86	335	201	391	9176	3416
2006.11.09 12:54:26	465,6	465,1	463,6	514	473	484	0,86	338	201	394	9233	3450
2006.11.09 13:04:26	464,3	464,1	462,8	558	531	536	0,84	363	238	434	9292	3489
2006.11.09 13:14:26	464,6	464,5	463,1	521	479	491	0,86	343	202	399	9350	3523
2006.11.09 13:24:26	464,5	464,2	462,9	504	467	476	0,87	335	191	386	9405	3554
2006.11.09 13:34:26	463	462,7	461,5	533	507	512	0,84	346	226	413	9464	3592
2006.11.09 13:44:26	463,9	463,6	462,2	504	474	474	0,85	328	206	388	9518	3626
2006.11.09 13:54:26	462,6	462,1	460,9	546	520	518	0,83	351	233	422	9577	3665
2006.11.09 14:04:26	464,3	463,4	462,1	458	432	434	0,9	305	153	345	9628	3690
2006.11.09 14:14:26	466,9	465,5	464,6	461	438	433	0,88	309	170	354	9680	3719
2006.11.09 14:24:26	468,8	467,6	466	450	421	423	0,88	304	163	347	9729	3745
2006.11.09 14:34:26	468,3	466,9	465,5	465	433	435	0,88	308	172	355	9781	3774
2006.11.09 14:44:26	467,2	465,4	464	496	466	463	0,85	322	205	382	9834	3808
2006.11.09 14:54:26	465,3	463,7	462,2	521	490	490	0,85	338	212	399	9890	3844
2006.11.09 15:04:26	470,6	468,8	467,3	361	325	334	0,94	252	89	270	9930	3858
2006.11.09 15:14:26	481,5	480,2	479,1	243	206	226	0,99	183	33	186	9960	3863
2006.11.09 15:24:26	489,6	488,2	487,5	148	108	146	0,91	100	39	109	9980	3868



2006.11.09 15:34:26	490,1	488,8	487,7	73	38	74	0,85	46	28	54	9990	3871
2006.11.09 15:44:26	490,4	489,3	488,1	69	30	59	0,88	41	22	47	10000	3875
2006.11.09 15:54:26	486,7	485,6	484,5	67	27	59	0,88	40	22	46	10000	3876
2006.11.09 16:04:26	484,1	482,4	481,8	63	25	57	0,88	37	20	43	10010	3879
2006.11.09 16:14:26	484,1	482,4	481,9	60	24	56	0,88	36	20	41	10010	3881
2006.11.09 16:24:26	484,9	483,4	482,3	60	27	55	0,89	37	19	41	10020	3884
2006.11.09 16:34:26	485,1	483,7	482,7	57	24	52	0,89	35	18	39	10030	3885
2006.11.09 16:44:26	485	483,8	482,6	59	23	54	0,88	35	19	40	10030	3888
2006.11.09 16:54:26	485,4	483,8	482,9	57	23	53	0,88	34	18	39	10040	3890
2006.11.09 17:04:26	484,9	483,4	482,7	54	24	49	0,89	33	17	37	10040	3891
2006.11.09 17:14:26	484,7	482,8	482,3	54	23	50	0,89	33	17	37	10050	3894
2006.11.09 17:24:26	484,9	483,3	482,9	56	23	52	0,88	34	18	38	10050	3895
2006.11.09 17:34:26	485,6	483,7	483,3	54	23	49	0,89	33	17	37	10060	3898
2006.11.09 17:44:26	485,4	484,1	483,4	59	26	50	0,87	34	20	39	10070	3900
2006.11.09 17:54:26	484,9	483,6	483,2	71	32	57	0,86	40	24	46	10070	3902
2006.11.09 18:04:26	487,6	485,6	485,7	75	45	70	0,93	50	20	54	10080	3906
2006.11.09 18:14:26	489,5	487,6	487,5	74	48	71	0,95	52	18	55	10090	3907
2006.11.09 18:24:26	486,3	484,5	484,2	74	50	71	0,95	52	18	55	10100	3911
2006.11.09 18:34:26	484,5	482,4	482	71	49	69	0,94	50	19	53	10110	3912
2006.11.09 18:44:26	485,6	483,9	483,5	71	48	68	0,94	50	19	53	10110	3915
2006.11.09 18:54:26	486,1	484,1	483,8	69	47	67	0,94	49	19	52	10120	3918
2006.11.09 19:04:26	486,4	484,3	484,1	70	47	67	0,93	49	19	52	10130	3920
2006.11.09 19:14:26	487,1	485	484,9	71	48	69	0,94	50	19	53	10140	3923
2006.11.09 19:24:26	487,9	485,5	485,3	69	48	67	0,94	49	19	53	10150	3926
2006.11.09 19:34:26	487,9	485,6	485,1	69	48	67	0,94	49	19	52	10160	3929
2006.11.09 19:44:26	488,1	485,9	485,5	73	49	69	0,94	51	18	54	10160	3931
2006.11.09 19:54:26	489,1	487	486,7	75	50	70	0,95	52	18	55	10170	3933
2006.11.09 20:04:26	488	485,8	485,6	75	50	69	0,95	52	18	55	10180	3936
2006.11.09 20:14:26	487,1	484,6	484,7	75	51	70	0,95	53	18	56	10190	3938
2006.11.09 20:24:26	487,2	484,6	484,8	73	51	71	0,95	52	18	55	10200	3940
2006.11.09 20:34:26	487,9	485,2	485,3	73	50	70	0,95	52	18	55	10210	3943
2006.11.09 20:44:26	488,2	485,6	485,4	72	50	70	0,93	51	18	54	10220	3945
2006.11.09 20:54:26	488,7	486,2	486,2	55	36	59	0,8	34	26	43	10220	3949
2006.11.09 21:04:26	488,6	486	486,1	55	35	59	0,79	33	26	42	10230	3953
2006.11.09 21:14:26	488,5	486,1	486,3	55	34	59	0,78	33	27	42	10230	3957
2006.11.09 21:24:26	488,8	486,4	486,6	55	34	59	0,78	33	27	42	10240	3961
2006.11.09 21:34:26	488,8	486,1	486,4	55	34	59	0,79	33	26	42	10240	3965
2006.11.09 21:44:26	489,2	486,4	487	55	34	59	0,79	33	26	42	10250	3969
2006.11.09 21:54:26	491,9	489,3	489,8	55	34	59	0,79	34	26	43	10260	3973
2006.11.09 22:04:26	492	489,3	490	54	33	59	0,79	34	26	43	10260	3977
2006.11.09 22:14:26	492,2	489,4	490,2	54	34	59	0,79	34	26	43	10270	3981
2006.11.09 22:24:26	492	489,5	490,2	54	34	59	0,79	33	26	42	10270	3985
2006.11.09 22:34:26	492,4	489,4	490,7	54	33	59	0,79	33	26	43	10280	3988
2006.11.09 22:44:26	492,7	490	491	54	33	59	0,79	33	26	42	10280	3992
2006.11.09 22:54:26	491,7	488,8	489,8	54	34	59	0,79	33	26	42	10290	3995
2006.11.09 23:04:26	491,8	489	490	53	34	58	0,79	33	26	42	10290	3999
2006.11.09 23:14:26	483,7	480	480,3	52	35	58	0,77	31	26	41	10300	4003
2006.11.09 23:24:26	482,4	478,3	478,8	52	35	58	0,77	31	26	41	10300	4007
2006.11.09 23:34:26	482,9	478,8	479,7	52	34	57	0,76	31	26	41	10310	4011
2006.11.09 23:44:26	482,4	478,6	479,4	52	35	57	0,77	31	26	41	10310	4016
2006.11.09 23:54:26	482,9	479,1	479,8	52	35	57	0,77	31	26	40	10320	4020
Máximo:	496,60	495,20	494,30	558,00	534,00	536,00	0,99					



Mínimo:	462,60	462,10	460,90	26,00	14,00	19,00	0,54						
Promedio	483,30	480,46	480,72				0,84						
Variación Voltaje %	3,46	3,17	2,98										
Variación Voltaje %	-3,63	-3,73	-3,98										
	U1 THD	U2 THD	U3 THD	I1 THD	I2 THD	I3 THD	PFsum	Freq	Psum	Qsum	Ssum	EPsum	EQsum
FECHA Y HORA	%	%	%	A AC	A AC	A AC	CosPhi	Hz	kW	kVAr	kVA	kWh	kVArh
SEMANA 2	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:						
2006.11.14 00:00:00	1,2	1,2	1,5	6	5	5	0,78	60,02	33	27	43	16310	6683,17
2006.11.14 00:10:00	1,1	1,2	1,4	6	5	5	0,78	59,97	33	27	43	16320	6687,67
2006.11.14 00:20:00	1,1	1,2	1,4	6	5	5	0,78	60,01	33	27	43	16320	6692,17
2006.11.14 00:30:00	1	1,1	1,3	5	5	5	0,78	60	34	27	43	16330	6696,67
2006.11.14 00:40:00	1	1,1	1,4	5	5	5	0,78	60	34	27	43	16330	6701,17
2006.11.14 00:50:00	1	1,2	1,4	5	5	5	0,78	60	34	27	43	16340	6705,67
2006.11.14 01:00:00	1	1,1	1,3	5	5	5	0,78	59,99	34	27	43	16340	6710,17
2006.11.14 01:10:00	1	1,1	1,3	5	5	5	0,78	60	34	27	43	16350	6714,67
2006.11.14 01:20:00	1	1,1	1,3	5	4	5	0,77	60	33	27	43	16360	6719,17
2006.11.14 01:30:00	1	1,1	1,3	5	5	5	0,78	60	33	27	43	16360	6723,67
2006.11.14 01:40:00	0,9	1	1,2	5	4	5	0,78	60	33	27	43	16370	6728,17
2006.11.14 01:50:00	0,9	1,1	1,3	5	4	5	0,78	59,99	33	27	43	16370	6732,67
2006.11.14 02:00:00	0,9	1	1,2	4	4	4	0,78	60	33	27	43	16380	6737,17
2006.11.14 02:10:00	0,8	1	1,2	4	4	4	0,78	60	33	27	43	16380	6741,67
2006.11.14 02:20:00	1	1,1	1,3	5	4	5	0,78	60	33	27	43	16390	6746,17
2006.11.14 02:30:00	1	1,1	1,3	5	5	5	0,78	60,01	33	27	43	16400	6750,67
2006.11.14 02:40:00	0,9	1	1,2	4	4	4	0,78	59,99	33	27	43	16400	6755,17
2006.11.14 02:50:00	0,9	1	1,2	4	4	5	0,78	60	34	27	43	16410	6759,67
2006.11.14 03:00:00	0,9	1,1	1,3	5	4	5	0,78	60	33	27	43	16410	6764,17
2006.11.14 03:10:00	0,9	1,1	1,3	5	4	5	0,78	60	33	27	43	16420	6768,67
2006.11.14 03:20:00	0,9	1	1,2	5	4	5	0,78	60	34	27	43	16420	6773,17
2006.11.14 03:30:00	1	1,2	1,3	5	5	5	0,78	59,99	34	27	43	16430	6777,67
2006.11.14 03:40:00	1	1,2	1,4	5	4	5	0,78	59,99	33	27	43	16430	6782,17
2006.11.14 03:50:00	0,9	1,1	1,3	5	4	5	0,78	60	34	27	43	16440	6786,67
2006.11.14 04:00:00	1	1,1	1,3	5	5	5	0,78	60	34	27	43	16440	6791,17
2006.11.14 04:10:00	1	1,2	1,3	5	5	5	0,78	59,99	34	27	43	16450	6795,67
2006.11.14 04:20:00	1	1,1	1,3	5	4	5	0,78	60,01	34	27	43	16460	6800,17
2006.11.14 04:30:00	0,9	1,1	1,3	5	4	5	0,78	60	34	27	43	16460	6804,67
2006.11.14 04:40:00	0,9	1,1	1,2	4	4	4	0,78	59,98	34	27	44	16470	6809,17
2006.11.14 04:50:00	0,9	1	1,2	4	4	4	0,78	59,99	34	27	44	16470	6813,67
2006.11.14 05:00:00	0,9	1	1,2	5	4	5	0,78	60,01	34	28	44	16480	6818,33
2006.11.14 05:10:00	0,9	1,1	1,2	5	4	5	0,78	60,02	34	27	44	16480	6822,83
2006.11.14 05:20:00	0,8	1	1,1	5	4	4	0,78	59,98	33	27	43	16490	6827,33
2006.11.14 05:30:00	0,8	1	1,1	5	4	4	0,86	60,01	46	27	53	16500	6831,83
2006.11.14 05:40:00	0,8	0,9	1,1	4	4	4	0,87	59,99	47	26	54	16500	6836,17
2006.11.14 05:50:00	0,9	1	1,2	5	5	5	0,87	60,01	47	27	54	16510	6840,67
2006.11.14 06:00:00	1,1	1,4	1,5	5	5	5	0,85	60,01	41	25	48	16520	6844,83
2006.11.14 06:10:00	1,3	1,6	1,7	5	5	5	0,82	59,99	37	23	44	16530	6848,67
2006.11.14 06:20:00	1,3	1,7	1,8	6	6	6	0,98	60,01	124	22	127	16550	6852,33
2006.11.14 06:30:00	1,4	1,7	1,9	9	9	11	0,99	60	162	21	163	16570	6855,83
2006.11.14 06:40:00	1,5	1,8	2	11	12	13	0,99	60	152	20	153	16600	6859,17
2006.11.14 06:50:00	1,6	1,9	2,1	13	14	16	0,99	60,02	161	20	162	16630	6862,50



2006.11.14 07:00:00	1,7	2	2,2	14	16	18	0,99	60,01	166	22	167	16650	6866,17
2006.11.14 07:10:00	1,8	2	2,2	19	19	22	0,99	60	151	22	153	16680	6869,83
2006.11.14 07:20:00	1,8	2	2,2	19	19	21	0,99	60	160	22	161	16700	6873,50
2006.11.14 07:30:00	1,9	2,1	2,3	18	19	21	0,99	60	164	22	166	16730	6877,17
2006.11.14 07:40:00	2,5	2,7	2,9	47	47	51	0,96	60	195	54	203	16770	6886,17
2006.11.14 07:50:00	2,6	2,8	3	51	49	55	0,93	60	246	102	269	16810	6903,17
2006.11.14 08:00:00	2,2	2,4	2,6	40	38	41	0,92	59,99	301	131	329	16860	6925,00
2006.11.14 08:10:00	2	2,1	2,4	44	41	46	0,92	59,99	288	127	315	16900	6946,17
2006.11.14 08:20:00	2	2,1	2,3	41	39	43	0,92	59,99	307	130	333	16960	6967,83
2006.11.14 08:30:00	2,2	2,2	2,4	40	38	43	0,91	60,01	330	150	363	17010	6992,83
2006.11.14 08:40:00	2	2	2,2	40	38	43	0,93	60	292	120	316	17060	7012,83
2006.11.14 08:50:00	2	2	2,2	41	39	43	0,92	60	308	130	334	17110	7034,50
2006.11.14 09:00:00	2	2	2,2	39	38	41	0,92	60,01	332	144	363	17170	7058,50
2006.11.14 09:10:00	2	2	2,2	42	41	44	0,92	60,01	332	146	362	17220	7082,83
2006.11.14 09:20:00	2,1	2,1	2,2	42	43	44	0,91	60	326	154	361	17270	7108,50
2006.11.14 09:30:00	1,9	1,9	2,1	37	35	39	0,93	59,99	338	139	366	17330	7131,67
2006.11.14 09:40:00	2,1	2,1	2,3	41	39	43	0,91	60	331	150	363	17390	7156,67
2006.11.14 09:50:00	1,9	1,9	2,1	40	37	42	0,92	59,99	336	148	367	17440	7181,33
2006.11.14 10:00:00	2,1	2,1	2,2	40	38	42	0,91	60,01	356	163	392	17500	7208,50
2006.11.14 10:10:00	2	2	2,2	43	41	46	0,92	60	329	140	357	17560	7231,83
2006.11.14 10:20:00	2,2	2,2	2,4	38	37	42	0,95	60	280	96	297	17600	7247,83
2006.11.14 10:30:00	2,3	2,4	2,5	37	38	39	0,96	59,99	252	67	264	17650	7259,00
2006.11.14 10:40:00	3	2,8	3,2	66	60	62	0,88	59,99	327	179	373	17700	7288,83
2006.11.14 10:50:00	3,1	2,8	3,2	64	58	60	0,86	60	355	208	412	17760	7323,50
2006.11.14 11:00:00	3,1	2,9	3,3	69	64	67	0,85	60	377	240	447	17820	7363,50
2006.11.14 11:10:00	2,8	2,7	3	75	72	74	0,84	60,01	387	253	462	17890	7405,67
2006.11.14 11:20:00	2,9	2,8	3,1	60	57	59	0,87	60	342	196	395	17940	7438,33
2006.11.14 11:30:00	2,8	2,9	3,1	49	51	49	0,88	60	329	180	376	18000	7468,33
2006.11.14 11:40:00	3	2,9	3,3	55	51	54	0,88	60	350	193	400	18060	7500,50
2006.11.14 11:50:00	2,8	2,7	3,1	58	52	56	0,88	60	346	186	393	18110	7531,50
2006.11.14 12:00:00	2,9	3	3,3	61	59	61	0,88	60,01	337	187	386	18170	7562,67
2006.11.14 12:10:00	3,2	3,1	3,5	59	52	56	0,89	60	340	175	382	18230	7591,83
2006.11.14 12:20:00	3,2	3,1	3,5	61	58	60	0,88	60,01	349	188	397	18280	7623,17
2006.11.14 12:30:00	3,2	3,1	3,5	62	57	60	0,89	60,02	329	174	372	18340	7652,17
2006.11.14 12:40:00	3,3	3,3	3,6	71	66	69	0,86	59,99	359	219	421	18400	7688,67
2006.11.14 12:50:00	2,9	2,9	3,2	61	58	59	0,86	60,01	359	213	419	18460	7724,17
2006.11.14 13:00:00	3,3	3,2	3,6	65	62	63	0,85	60	369	229	435	18520	7762,33
2006.11.14 13:10:00	3,1	3,1	3,4	67	63	64	0,83	59,98	384	258	462	18590	7805,33
2006.11.14 13:20:00	3,3	3,2	3,6	63	61	61	0,84	59,98	366	237	436	18650	7844,83
2006.11.14 13:30:00	3,5	3,4	3,8	74	72	72	0,82	60,01	375	264	458	18710	7888,83
2006.11.14 13:40:00	3,4	3,3	3,7	68	66	67	0,84	60	361	239	433	18770	7928,67
2006.11.14 13:50:00	3,4	3,5	3,8	71	70	69	0,83	60	356	238	429	18830	7968,33
2006.11.14 14:00:00	3,3	3,3	3,7	66	64	65	0,84	60	369	235	437	18890	8007,50
2006.11.14 14:10:00	2,9	2,9	3,2	72	71	70	0,83	59,98	376	254	454	18950	8049,83
2006.11.14 14:20:00	2,8	2,7	3,1	71	70	69	0,84	60	369	243	442	19010	8090,33
2006.11.14 14:30:00	2,9	2,8	3,1	73	71	70	0,84	60,01	375	248	449	19080	8131,67
2006.11.14 14:40:00	2,7	2,6	2,9	71	67	68	0,84	60	361	234	431	19140	8170,67
2006.11.14 14:50:00	2,5	2,4	2,7	56	49	53	0,9	60,01	296	148	333	19180	8195,33
2006.11.14 15:00:00	1,8	1,9	2,1	16	17	19	0,99	60	196	27	198	19220	8199,83
2006.11.14 15:10:00	1,7	1,8	2	14	15	16	0,99	59,99	146	26	149	19240	8204,17
2006.11.14 15:20:00	1,6	1,7	1,9	8	10	11	0,91	60	82	33	90	19260	8209,67
2006.11.14 15:30:00	1,6	1,7	1,9	6	8	8	0,88	60	53	27	60	19270	8214,17
2006.11.14 15:40:00	1,6	1,7	1,9	6	6	6	0,88	60	38	20	43	19270	8217,50



2006.11.14 15:50:00	1,7	1,7	1,9	6	6	6	0,85	60	35	20	40	19280	8220,83
2006.11.14 16:00:00	1,7	1,8	2	6	6	6	0,87	60,01	36	19	41	19280	8224,00
2006.11.14 16:10:00	1,7	1,8	2	6	7	7	0,73	60	26	23	36	19290	8227,83
2006.11.14 16:20:00	1,6	1,7	1,9	6	6	6	0,79	60	30	23	38	19290	8231,67
2006.11.14 16:30:00	1,6	1,7	1,9	6	6	6	0,92	59,98	40	15	44	19300	8234,17
2006.11.14 16:40:00	1,7	1,7	1,9	6	6	6	0,9	60	40	16	44	19310	8236,83
2006.11.14 16:50:00	1,7	1,7	1,9	6	7	7	0,74	59,99	26	24	36	19310	8240,83
2006.11.14 17:00:00	1,7	1,7	2	6	7	7	0,74	60,02	27	25	36	19310	8245,00
2006.11.14 17:10:00	1,6	1,7	1,9	6	7	6	0,76	60,01	28	24	38	19320	8249,00
2006.11.14 17:20:00	1,5	1,6	1,8	6	6	7	0,78	60	32	23	40	19320	8252,83
2006.11.14 17:30:00	1,6	1,7	1,9	6	6	7	0,94	59,99	52	19	55	19330	8256,00
2006.11.14 17:40:00	1,6	1,7	1,9	6	6	7	0,95	59,97	54	18	56	19340	8259,00
2006.11.14 17:50:00	1,7	1,7	1,9	7	7	7	0,96	59,98	60	18	62	19350	8262,00
2006.11.14 18:00:00	1,7	1,7	1,9	7	6	7	0,96	60,01	64	19	67	19360	8265,17
2006.11.14 18:10:00	1,8	1,8	2	8	7	8	0,96	60,04	63	19	66	19370	8268,33
2006.11.14 18:20:00	1,7	1,7	1,9	8	7	8	0,89	60,02	45	22	51	19380	8272,00
2006.11.14 18:30:00	1,8	1,8	2	8	7	8	0,86	60	41	24	48	19390	8276,00
2006.11.14 18:40:00	1,9	1,9	2,1	9	8	8	0,88	60,01	43	23	49	19400	8279,83
2006.11.14 18:50:00	2,1	2,1	2,3	10	8	9	0,86	60	41	24	48	19400	8283,83
2006.11.14 19:00:00	2,1	2,1	2,3	10	8	9	0,87	60,01	41	24	48	19410	8287,83
2006.11.14 19:10:00	1,9	1,9	2	9	8	8	0,87	60	43	24	49	19420	8291,83
2006.11.14 19:20:00	2,1	2,1	2,3	9	8	9	0,88	60,01	44	24	50	19420	8295,83
2006.11.14 19:30:00	2	2,2	2,3	9	9	9	0,88	60,01	45	24	51	19430	8299,83
2006.11.14 19:40:00	2	2,2	2,3	9	9	9	0,88	60,02	46	25	52	19440	8304,00
2006.11.14 19:50:00	2	2,2	2,3	9	9	9	0,88	59,99	46	25	52	19450	8308,17
2006.11.14 20:00:00	2,1	2,2	2,4	10	9	9	0,88	60,01	46	25	52	19450	8312,33
2006.11.14 20:10:00	2,1	2,3	2,4	10	9	9	0,88	59,99	45	25	51	19460	8316,50
2006.11.14 20:20:00	2,1	2,3	2,4	9	9	9	0,87	60	45	25	51	19470	8320,67
2006.11.14 20:30:00	2,1	2,3	2,4	9	9	9	0,87	60,02	45	26	52	19480	8325,00
2006.11.14 20:40:00	2,1	2,3	2,4	10	9	9	0,87	60	44	25	51	19480	8329,17
2006.11.14 20:50:00	2	2,2	2,3	9	9	9	0,87	60	44	25	51	19490	8333,33
2006.11.14 21:00:00	2	2,1	2,3	9	9	9	0,87	60,02	45	25	51	19500	8337,50
2006.11.14 21:10:00	2	2,1	2,3	9	9	9	0,88	60,01	45	25	51	19510	8341,67
2006.11.14 21:20:00	2,2	2,2	2,4	10	9	9	0,87	60	45	26	52	19510	8346,00
2006.11.14 21:30:00	2,1	2,2	2,4	9	9	9	0,87	60,01	45	25	51	19520	8350,17
2006.11.14 21:40:00	2	2,1	2,3	9	8	9	0,87	59,99	45	25	51	19530	8354,33
2006.11.14 21:50:00	2	2	2,3	9	8	9	0,87	60,02	45	26	51	19540	8358,67
2006.11.14 22:00:00	1,8	1,8	2,1	8	8	8	0,87	59,99	44	25	51	19540	8362,83
2006.11.14 22:10:00	2,2	2,2	2,5	9	8	9	0,86	60	43	26	50	19550	8367,17
2006.11.14 22:20:00	2,3	2,3	2,7	9	8	9	0,85	60,01	42	26	49	19560	8371,50
2006.11.14 22:30:00	2,2	2,2	2,5	9	8	9	0,86	59,98	43	25	50	19560	8375,67
2006.11.14 22:40:00	2,1	2,1	2,5	9	8	9	0,85	60,01	41	25	48	19570	8379,83
2006.11.14 22:50:00	2	2	2,4	8	7	8	0,85	60	39	25	46	19580	8384,00
2006.11.14 23:00:00	1,8	1,8	2,2	8	7	8	0,83	59,98	37	25	44	19580	8388,17
2006.11.14 23:10:00	1,7	1,7	2	7	7	7	0,83	60,02	36	24	43	19590	8392,17
2006.11.14 23:20:00	1,6	1,6	1,9	7	6	7	0,82	59,99	34	24	41	19600	8396,17
2006.11.14 23:30:00	1,5	1,6	1,9	7	6	7	0,82	60	34	24	41	19600	8400,17
2006.11.14 23:40:00	1,4	1,5	1,8	7	6	7	0,82	59,99	34	24	41	19610	8404,17
2006.11.14 23:50:00	1,4	1,6	1,8	7	6	7	0,82	60,01	34	24	41	19610	8408,17
Máximo:	4,3	4,1	4,6	77	74	74	1	60,08					
Mínimo:	0,8	0,9	1,1	2	1	1	0,44	59,95					
Promedio			I THD	13,8	13,86	13,81	0,8216	60,002					



			(%)										
			Variaciones súbitas de frecuencia Hz (%)				0,1333						
			Variaciones súbitas de frecuencia Hz (%)				-0,0833						

**ANEXO 5. RESULTADO DE MEDICIONES DE LA SUBESTACION II**

**MEDICIONES EN S/E II-Noviembre 2006**

DEMANDA MÁX.	17 kW														
S MÁX.	20 kVA														
Q MÁX.	10 kVAr														
EP MÁX	34527,3 kWh														
EQ MÁX	16191 kVArh														
	U1 THD	U2 THD	U3 THD	I1 THD	I2 THD	I3 THD	PFsum	Psum	Qsum	Ssum	EPsum	EQsum		Freq	
FECHA Y HORA	%	%	%	A AC	A AC	A AC	CosPhi	kW	kVAr	kVA	kWh	kVArh	FECHA Y HORA	Hz	
	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:	Avr:		Avr:	
2006.11.23 08:50:00	2,1	1,9	2	2	0	3	0,86	8	5	9	34209,17	16013,50	2006.11.24 09:10:00	60	
2006.11.23 09:00:00	2,3	2,1	2,3	2	0	3	0,86	8	5	10	34210,50	16014,33	2006.11.24 09:21:29	60	
2006.11.23 09:10:00	2,3	2,2	2,4	2	0	3	0,86	8	5	10	34211,83	16015,17	2006.11.24 09:31:29	60	
2006.11.23 09:20:00	2,6	2,5	2,5	2	0	3	0,86	9	5	10	34213,33	16016,00	2006.11.24 09:41:29	60	
2006.11.23 09:30:00	2,4	2,4	2,5	2	1	3	0,86	10	6	11	34215,00	16017,00	2006.11.24 09:51:29	59,99	
2006.11.23 09:40:00	2,4	2,2	2,3	2	1	3	0,86	10	6	12	34216,67	16018,00	2006.11.24 10:01:29	60,01	
2006.11.23 09:50:00	2,4	2,2	2,3	2	0	3	0,86	8	5	9	34218,00	16018,83	2006.11.24 10:11:29	60	
2006.11.23 10:00:00	2,4	2,2	2,3	2	1	4	0,84	11	7	13	34219,83	16020,00	2006.11.24 10:21:29	60,01	
2006.11.23 10:10:00	2,3	2,2	2,2	2	1	4	0,84	13	8	15	34222,00	16021,33	2006.11.24 10:31:29	59,99	
2006.11.23 10:20:00	2,2	2	2,1	2	0	4	0,83	11	7	13	34223,83	16022,50	2006.11.24 10:41:29	59,99	
2006.11.23 10:30:00	1,9	1,7	1,8	2	1	4	0,85	13	8	16	34226,00	16023,83	2006.11.24 10:51:29	59,99	
2006.11.23 10:40:00	2,1	2,1	2	2	1	4	0,84	13	8	15	34228,17	16025,17	2006.11.24 11:01:29	60	
2006.11.23 10:50:00	2	1,9	1,8	2	1	4	0,84	12	8	14	34230,17	16026,50	2006.11.24 11:11:29	59,99	
2006.11.23 11:00:00	2,1	1,9	1,9	2	1	4	0,84	13	8	15	34232,33	16027,83	2006.11.24 11:21:29	60	
2006.11.23 11:10:00	1,8	1,6	1,6	2	1	4	0,85	14	9	16	34234,67	16029,33	2006.11.24 11:31:29	59,99	
2006.11.23 11:20:00	1,7	1,5	1,6	2	1	4	0,86	13	8	16	34236,83	16030,67	2006.11.24 11:41:29	60	
2006.11.23 11:30:00	1,7	1,4	1,5	2	1	4	0,86	12	8	15	34238,83	16032,00	2006.11.24 11:51:29	60,01	
2006.11.23 11:40:00	1,4	1,2	1,3	2	1	4	0,85	14	9	17	34241,17	16033,50	2006.11.24 12:01:29	59,99	
2006.11.23 11:50:00	1,8	1,6	1,6	2	1	3	0,85	14	9	16	34243,50	16035,00	2006.11.24 12:11:29	59,99	
2006.11.23 12:00:00	1,6	1,4	1,4	2	1	3	0,85	12	8	15	34245,50	16036,33	2006.11.24 12:21:29	60,01	
2006.11.23 12:10:00	1,5	1,2	1,3	2	1	3	0,85	12	8	15	34247,50	16037,67	2006.11.24 12:31:29	60,01	
2006.11.23 12:20:00	1,5	1,2	1,4	2	1	3	0,85	14	9	16	34249,83	16039,17	2006.11.24 12:41:29	60,01	
2006.11.23 12:30:00	1,6	1,3	1,4	2	1	3	0,86	13	8	16	34252,00	16040,50	2006.11.24 12:51:29	59,99	
2006.11.23 12:40:00	1,7	1,4	1,5	2	1	3	0,87	9	5	11	34253,50	16041,33	2006.11.24 13:01:29	59,99	
2006.11.23 12:50:00	1,8	1,4	1,6	2	1	3	0,88	10	6	11	34255,17	16042,33	2006.11.24 13:11:29	59,99	
2006.11.23 13:00:00	2	1,6	1,9	2	1	3	0,87	11	6	12	34257,00	16043,33	2006.11.24 13:21:29	60	
2006.11.23 13:10:00	2,1	1,8	2,1	2	1	3	0,88	11	6	12	34258,83	16044,33	2006.11.24 13:31:29	60	



2006.11.23 13:20:00	2,2	1,9	2,1	2	1	3	0,88	10	5	11	34260,50	16045,17	2006.11.24 13:41:29	60
2006.11.23 13:30:00	2,2	1,9	2,1	2	1	3	0,88	10	6	12	34262,17	16046,17	2006.11.24 13:51:29	60
2006.11.23 13:40:00	2,2	1,8	2,1	2	1	3	0,88	13	7	15	34264,33	16047,33	2006.11.24 14:01:29	60,01
2006.11.23 13:50:00	2,1	1,8	2	2	1	3	0,89	12	6	13	34266,33	16048,33	2006.11.24 14:11:29	59,99
2006.11.23 14:00:00	2,1	1,8	2	2	1	3	0,89	11	6	12	34268,17	16049,33	2006.11.24 14:21:29	59,99
2006.11.23 14:10:00	1,8	1,6	1,7	2	1	3	0,87	11	6	12	34270,00	16050,33	2006.11.24 14:31:29	60
2006.11.23 14:20:00	1,6	1,5	1,5	2	1	3	0,88	13	7	16	34272,17	16051,50	2006.11.24 14:41:29	59,99
2006.11.23 14:30:00	1,6	1,4	1,4	2	1	3	0,88	13	7	15	34274,33	16052,67	2006.11.24 14:51:29	60
2006.11.23 14:40:00	1,7	1,5	1,6	2	1	3	0,88	11	6	13	34276,17	16053,67	2006.11.24 15:01:29	60,01
2006.11.23 14:50:00	1,8	1,6	1,6	2	1	3	0,87	11	7	13	34278,00	16054,83	2006.11.24 15:11:29	59,99
2006.11.23 15:00:00	1,7	1,5	1,5	2	1	3	0,88	14	7	16	34280,33	16056,00	2006.11.24 15:21:29	60
2006.11.23 15:10:00	1,7	1,5	1,5	2	1	3	0,88	11	6	13	34282,17	16057,00	2006.11.24 15:31:29	60
2006.11.23 15:20:00	1,7	1,5	1,4	2	1	3	0,87	11	6	12	34284,00	16058,00	2006.11.24 15:41:29	60
2006.11.23 15:30:00	1,8	1,6	1,5	2	1	3	0,86	11	7	13	34285,83	16059,17	2006.11.24 15:51:29	60
2006.11.23 15:40:00	1,8	1,6	1,6	2	1	3	0,85	13	8	15	34288,00	16060,50	2006.11.24 16:01:29	60
2006.11.23 15:50:00	1,9	1,7	1,6	2	1	3	0,85	13	8	16	34290,17	16061,83	2006.11.24 16:11:29	60,01
2006.11.23 16:00:00	1,8	1,7	1,5	2	1	3	0,84	16	10	18	34292,83	16063,50	2006.11.24 16:21:29	59,99
2006.11.23 16:10:00	1,8	1,6	1,5	2	1	3	0,84	13	8	15	34295,00	16064,83	2006.11.24 16:31:29	60
2006.11.23 16:20:00	1,9	1,7	1,5	2	1	3	0,83	12	8	14	34297,00	16066,17	2006.11.24 16:41:29	60
2006.11.23 16:30:00	1,8	1,6	1,5	2	1	3	0,83	14	9	17	34299,33	16067,67	2006.11.24 16:51:29	60
2006.11.23 16:40:00	1,9	1,7	1,6	2	1	3	0,82	13	9	15	34301,50	16069,17	2006.11.24 17:01:29	60,02
2006.11.23 16:50:00	1,9	1,8	1,6	0	0	1	0,43	0	1	1	34301,50	16069,33	2006.11.24 17:11:29	59,98
2006.11.23 17:00:00	2	1,8	1,7	0	0	1	0,36	0	1	1	34301,50	16069,50	2006.11.24 17:21:29	60
2006.11.23 17:10:00	2,1	1,9	1,8	0	0	1	0,45	1	1	2	34301,67	16069,67	2006.11.24 17:31:29	59,99
2006.11.23 17:20:00	2,1	2	1,8	0	0	1	0,53	1	1	1	34301,83	16069,83	2006.11.24 17:41:29	59,98
2006.11.23 17:30:00	2	1,8	1,7	0	0	1	0,49	1	1	1	34302,00	16070,00	2006.11.24 17:51:29	60,01
2006.11.23 17:40:00	1,9	1,7	1,6	1	0	1	0,58	1	1	2	34302,17	16070,17	2006.11.24 18:01:29	60
2006.11.23 17:50:00	1,9	1,7	1,6	1	0	1	0,58	1	1	2	34302,33	16070,33	2006.11.24 18:11:29	60
2006.11.23 18:00:00	2	1,8	1,7	1	0	1	0,56	1	1	2	34302,50	16070,50	2006.11.24 18:21:29	59,99
2006.11.23 18:10:00	2	1,9	1,9	1	0	1	0,63	1	1	1	34302,67	16070,67	2006.11.24 18:31:29	59,99
2006.11.23 18:20:00	2,1	2	1,9	1	0	1	0,61	1	1	1	34302,83	16070,83	2006.11.24 18:41:29	59,99
2006.11.23 18:30:00	2,1	2	1,9	1	0	1	0,65	1	1	1	34303,00	16071,00	2006.11.24 18:51:29	60
2006.11.23 18:40:00	2,2	2,1	2	1	0	1	0,65	1	1	1	34303,17	16071,17	2006.11.24 19:01:29	60,01
2006.11.23 18:50:00	2,3	2,1	2,1	1	0	1	0,65	1	1	1	34303,33	16071,33	2006.11.24 19:11:29	60
2006.11.23 19:00:00	2,2	2,1	2,1	1	0	1	0,65	1	1	1	34303,50	16071,50	2006.11.24 19:21:29	59,99
2006.11.23 19:10:00	2	1,9	2	1	0	1	0,58	1	1	1	34303,67	16071,67	2006.11.24 19:31:29	60,01



2006.11.23 19:20:00	2,3	2,1	2,1	1	0	1	0,57	1	1	1	34303,83	16071,83	2006.11.24 19:41:29	60,02
2006.11.23 19:30:00	2,2	2,1	2,1	1	0	1	0,56	1	1	1	34304,00	16072,00	2006.11.24 19:51:29	60,01
2006.11.23 19:40:00	2,3	2,1	2,1	1	0	1	0,56	1	1	1	34304,17	16072,17	2006.11.24 20:01:29	60,02
2006.11.23 19:50:00	2,3	2,1	2,1	1	0	1	0,56	1	1	1	34304,33	16072,33	2006.11.24 20:11:29	60,01
2006.11.23 20:00:00	2,3	2,1	2,1	1	0	1	0,56	1	1	1	34304,50	16072,50	2006.11.24 20:21:29	60
2006.11.23 20:10:00	2,2	1,9	2	1	0	1	0,57	1	1	1	34304,67	16072,67	2006.11.24 20:31:29	60
2006.11.23 20:20:00	2,3	2,1	2,1	1	0	1	0,56	1	1	1	34304,83	16072,83	2006.11.24 20:41:29	59,99
2006.11.23 20:30:00	2,3	2,1	2,1	1	0	1	0,55	1	1	1	34305,00	16073,00	2006.11.24 20:51:29	59,99
2006.11.23 20:40:00	2,3	2,1	2,1	1	0	1	0,55	1	1	1	34305,17	16073,17	2006.11.24 21:01:29	59,99
2006.11.23 20:50:00	2,4	2,1	2,2	1	0	1	0,55	1	1	1	34305,33	16073,33	2006.11.24 21:11:29	59,99
2006.11.23 21:00:00	2,4	2,2	2,2	1	0	1	0,56	1	1	1	34305,50	16073,50	2006.11.24 21:21:29	60,01
2006.11.23 21:10:00	2,6	2,3	2,3	1	0	1	0,61	1	1	1	34305,67	16073,67	2006.11.24 21:31:29	60,01
2006.11.23 21:20:00	2,5	2,3	2,3	1	0	1	0,61	1	1	1	34305,83	16073,83	2006.11.24 21:41:29	59,99
2006.11.23 21:30:00	2,6	2,3	2,3	1	0	1	0,61	1	1	1	34306,00	16074,00	2006.11.24 21:51:29	60,01
2006.11.23 21:40:00	2,6	2,3	2,3	1	0	1	0,57	1	1	1	34306,17	16074,17	2006.11.24 22:01:29	59,99
2006.11.23 21:50:00	2,4	2	2,1	1	0	1	0,55	1	1	1	34306,33	16074,33	2006.11.24 22:11:29	60,01
2006.11.23 22:00:00	2,5	2,1	2,2	1	0	1	0,55	1	1	1	34306,50	16074,50	2006.11.24 22:21:29	60
2006.11.23 22:10:00	2,7	2,3	2,4	1	0	1	0,56	1	1	1	34306,67	16074,67	2006.11.24 22:31:29	60
2006.11.23 22:20:00	3,1	2,6	2,7	1	0	1	0,57	1	1	1	34306,83	16074,83	2006.11.24 22:41:29	60,01
2006.11.23 22:30:00	3,1	2,7	2,6	1	0	1	0,58	1	1	1	34307,00	16075,00	2006.11.24 22:51:29	60,02
2006.11.23 22:40:00	3	2,6	2,5	1	0	1	0,57	1	1	1	34307,17	16075,17	2006.11.24 23:01:29	60,02
2006.11.23 22:50:00	2,8	2,5	2,3	1	0	1	0,58	1	1	1	34307,33	16075,33	2006.11.24 23:11:29	59,99
2006.11.23 23:00:00	2,6	2,2	2,2	1	0	1	0,57	1	1	1	34307,50	16075,50	2006.11.24 23:21:29	60
2006.11.23 23:10:00	2,3	1,9	2	1	0	1	0,55	1	1	1	34307,67	16075,67	2006.11.24 23:31:29	60,02
2006.11.23 23:20:00	2,2	1,8	1,9	1	0	1	0,6	1	1	1	34307,83	16075,83	2006.11.24 23:41:29	60
2006.11.23 23:30:00	2,1	1,6	1,8	1	0	1	0,64	1	1	1	34308,00	16076,00	2006.11.24 23:51:29	60,01
2006.11.23 23:40:00	1,8	1,4	1,5	1	0	1	0,64	1	1	1	34308,17	16076,17	2006.11.25 00:01:29	60,01
2006.11.23 23:50:00	1,5	1,1	1,3	0	0	1	0,63	1	1	1	34308,33	16076,33	2006.11.25 00:11:29	59,99
2006.11.24 00:00:00	1,5	1,1	1,2	0	0	1	0,56	1	1	1	34308,50	16076,50	2006.11.25 00:21:29	60
2006.11.24 00:10:00	1,5	1,1	1,2	0	0	1	0,56	1	1	1	34308,67	16076,67	2006.11.25 00:31:29	60,01
2006.11.24 00:20:00	1,5	1,1	1,2	0	0	1	0,55	1	1	1	34308,83	16076,83	2006.11.25 00:41:29	60,01
2006.11.24 00:30:00	1,4	1	1,2	0	0	1	0,55	1	1	1	34309,00	16077,00	2006.11.25 00:51:29	59,99
2006.11.24 00:40:00	1,4	1	1,2	0	0	1	0,55	1	1	1	34309,17	16077,17	2006.11.25 01:01:29	60
2006.11.24 00:50:00	1,4	1	1,2	0	0	1	0,56	1	1	1	34309,33	16077,33	2006.11.25 01:11:29	60
2006.11.24 01:00:00	1,4	1	1,2	0	0	1	0,55	1	1	1	34309,50	16077,50	2006.11.25 01:21:29	59,99
2006.11.24 01:10:00	1,4	1	1,2	0	0	1	0,55	1	1	1	34309,67	16077,67	2006.11.25 01:31:29	60,01



2006.11.24 01:20:00	1,4	1	1,2	0	0	1	0,55	1	1	1	34309,83	16077,83	2006.11.25 01:41:29	60,01
2006.11.24 01:30:00	1,4	1	1,2	0	0	1	0,58	1	1	1	34310,00	16078,00	2006.11.25 01:51:29	60
2006.11.24 01:40:00	1,4	1	1,2	0	0	1	0,62	1	1	1	34310,17	16078,17	2006.11.25 02:01:29	59,99
2006.11.24 01:50:00	1,3	0,9	1,2	0	0	1	0,62	1	1	1	34310,33	16078,33	2006.11.25 02:11:29	60
2006.11.24 02:00:00	1,3	0,9	1,2	0	0	1	0,61	1	1	1	34310,50	16078,50	2006.11.25 02:21:29	59,99
2006.11.24 02:10:00	1,3	0,9	1,2	0	0	1	0,55	1	1	1	34310,67	16078,67	2006.11.25 02:31:29	60
2006.11.24 02:20:00	1,3	0,9	1,2	0	0	1	0,55	1	1	1	34310,83	16078,83	2006.11.25 02:41:29	60,01
2006.11.24 02:30:00	1,4	1	1,2	1	0	1	0,55	1	1	1	34311,00	16079,00	2006.11.25 02:51:29	59,99
2006.11.24 02:40:00	1,4	1	1,2	1	0	1	0,56	1	1	1	34311,17	16079,17	2006.11.25 03:01:29	60
2006.11.24 02:50:00	1,4	1	1,2	1	0	1	0,55	1	1	1	34311,33	16079,33	2006.11.25 03:11:29	59,98
2006.11.24 03:00:00	1,4	1	1,2	1	0	1	0,55	1	1	1	34311,50	16079,50	2006.11.25 03:21:29	60
2006.11.24 03:10:00	1,5	1	1,3	0	0	1	0,55	1	1	1	34311,67	16079,67	2006.11.25 03:31:29	60,01
2006.11.24 03:20:00	1,6	1,1	1,4	1	0	1	0,55	1	1	1	34311,83	16079,83	2006.11.25 03:41:29	59,99
2006.11.24 03:30:00	1,6	1,1	1,4	1	0	1	0,55	1	1	1	34312,00	16080,00	2006.11.25 03:51:29	60
2006.11.24 03:40:00	1,6	1,1	1,4	1	0	1	0,55	1	1	1	34312,17	16080,17	2006.11.25 04:01:29	60
2006.11.24 03:50:00	1,6	1,1	1,4	1	0	1	0,61	1	1	1	34312,33	16080,33	2006.11.25 04:11:29	60
2006.11.24 04:00:00	1,6	1,1	1,4	1	0	1	0,62	1	1	1	34312,50	16080,50	2006.11.25 04:21:29	59,99
2006.11.24 04:10:00	1,6	1,1	1,4	1	0	1	0,62	1	1	1	34312,67	16080,67	2006.11.25 04:31:29	60
2006.11.24 04:20:00	1,6	1,1	1,4	1	0	1	0,59	1	1	1	34312,83	16080,83	2006.11.25 04:41:29	59,99
2006.11.24 04:30:00	1,5	1	1,3	1	0	1	0,56	1	1	1	34313,00	16081,00	2006.11.25 04:51:29	60,01
2006.11.24 04:40:00	1,4	1	1,3	1	0	1	0,55	1	1	1	34313,17	16081,17	2006.11.25 05:01:29	60
2006.11.24 04:50:00	1,4	0,9	1,2	1	0	1	0,55	1	1	1	34313,33	16081,33	2006.11.25 05:11:29	60
2006.11.24 05:00:00	1,3	0,9	1,2	1	0	1	0,55	1	1	1	34313,50	16081,50	2006.11.25 05:21:29	59,99
2006.11.24 05:10:00	1,3	0,9	1,1	1	0	1	0,55	1	1	1	34313,67	16081,67	2006.11.25 05:31:29	59,98
2006.11.24 05:20:00	1,2	0,8	1	1	0	1	0,55	1	1	1	34313,83	16081,83	2006.11.25 05:41:29	60
2006.11.24 05:30:00	1,2	0,8	1	1	0	1	0,55	1	1	1	34314,00	16082,00	2006.11.25 05:51:29	60,01
2006.11.24 05:40:00	1,1	0,8	0,9	1	0	1	0,55	1	1	1	34314,17	16082,17	2006.11.25 06:01:29	60,01
2006.11.24 05:50:00	1,1	0,8	1	0	0	1	0,56	1	1	1	34314,33	16082,33	2006.11.25 06:11:29	59,98
2006.11.24 06:00:00	1,3	0,9	1,2	0	0	0	0,37	0	1	1	34314,33	16082,50	2006.11.25 06:21:29	60,01
2006.11.24 06:10:00	1,7	1,2	1,5	0	0	0	0,35	0	1	1	34314,33	16082,67	2006.11.25 06:31:29	59,99
2006.11.24 06:20:00	1,8	1,3	1,6	0	0	0	0,41	0	1	1	34314,33	16082,83	2006.11.25 06:41:29	59,98
2006.11.24 06:30:00	2,1	1,6	1,8	0	0	0	0,46	0	1	1	34314,33	16083,00	2006.11.25 06:51:29	60,01
2006.11.24 06:40:00	2,2	1,7	2	0	0	0	0,44	0	1	1	34314,33	16083,17	2006.11.25 07:01:29	59,99
2006.11.24 06:50:00	2,2	1,7	2	0	0	0	0,44	0	1	1	34314,33	16083,33	2006.11.25 07:11:29	60
2006.11.24 07:00:00	2,4	1,9	2,2	0	0	0	0,36	0	1	1	34314,33	16083,50	2006.11.25 07:21:29	59,99
2006.11.24 07:10:00	2,2	1,8	2,1	0	0	0	0,35	0	1	1	34314,33	16083,67	2006.11.25 07:31:29	60



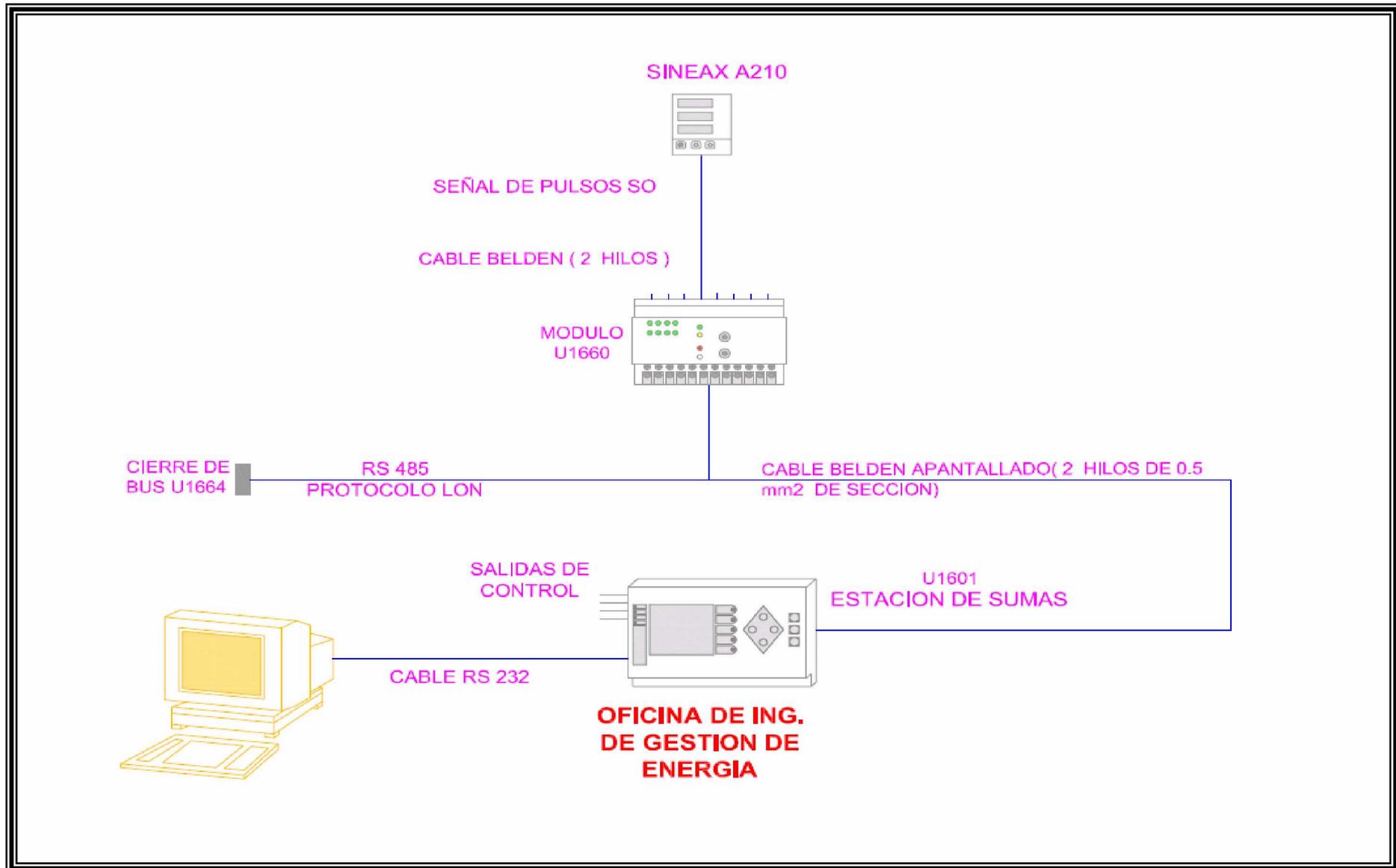
2006.11.24 07:20:00	2,1	1,7	1,9	0	0	0	0,36	0	1	1	34314,33	16083,83	2006.11.25 07:41:29	59,99
2006.11.24 07:30:00	2	1,6	1,8	0	0	1	0,51	1	1	1	34314,50	16084,00	2006.11.25 07:51:29	60,01
2006.11.24 07:40:00	2,2	1,8	2	0	0	1	0,52	1	1	1	34314,67	16084,17	2006.11.25 08:01:29	60
2006.11.24 07:50:00	2	1,6	1,9	1	1	2	0,86	9	5	11	34316,17	16085,00	2006.11.25 08:11:29	59,99
2006.11.24 08:00:00	1,9	1,5	1,8	1	1	2	0,86	10	6	12	34317,83	16086,00	2006.11.25 08:21:29	60,01
2006.11.24 08:10:00	1,8	1,5	1,7	2	1	2	0,87	11	6	13	34319,67	16087,00	2006.11.25 08:31:29	59,99
2006.11.24 08:20:00	1,7	1,4	1,5	2	1	3	0,88	12	7	14	34321,67	16088,17	2006.11.25 08:41:29	59,99
2006.11.24 08:30:00	1,5	1,2	1,3	2	1	3	0,88	12	7	14	34323,67	16089,33	2006.11.25 08:51:29	59,99
2006.11.24 08:40:00	1,9	1,7	1,8	2	1	3	0,88	11	6	12	34325,50	16090,33	2006.11.25 09:01:29	60
2006.11.24 08:50:00	1,9	1,6	1,7	2	1	3	0,88	11	6	12	34327,33	16091,33	2006.11.25 09:11:29	60,01
Máximo:	243,2	245	244,6	52	38	59	0,93						Máximo:	60,10
Mínimo:	224,400	226,500	225,800	1,000	1	2	0,35						Mínimo:	59,96
Promedio:	234,179	236,982	235,733				0,67						Promedio:	60,00
variación voltaje %	1,333	2,083	1,917										varición súbitas de Hz %	0,167
variación voltaje %	-6,500	-5,625	-5,917										varición súbitas de Hz %	-0,067

**ANEXO 6. DIAGRAMA UNIFLAR DE LA PLANTA**



## ANEXO 7. DIAGRAMA UNIFLAR PROPUESTO

### ANEXO 8. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ENERGÉTICO (ECS).



**ANEXO 9 DATOS TÉCNICOS DE ANALIZADOR DE REDES A2000 Y PINZAS AMPERIMÉTRICAS Z3514**

	<b>DATOS TÉCNICOS DEL A2000</b>	<b>DATOS TÉCNICOS DE PINZAS Z3514</b>
Entradas de medida		
<b>Entradas de tensión</b>	<b>Fuente alimentación</b>	
Fase – fase	Tensión alimentación	Corriente nominal
0 ... 500 ... 550 V,	Característica H0	1...2400 A
40 ... 70 Hz	230 V / 115 V ± 10%	...3600 A
Fase – N (tierra)	Característica H1	Señal de salida
0 ... 290 ... 320 V,	20 ... 69 V 45 ... 450 Hz	1 mA / A
40 ... 70 Hz	20 ... 72 V	Gama de medición del indicador
Sobrecarga	Característica H2	≥ 2000 mA
1,2 veces	73 ... 264 V 45 ... 450 Hz	Desmultiplicación
Impedancia propia	73 ... 276 V	Entrada : salida
> 4 MΩ	Característica H3	1000 : 1
Consumo propio	20 ... 27 V 45 ... 450 Hz	Precisión /
< 150 mW	Consumo potencia máx.	Error max.
Entradas corriente	15 VA	Según CEI 185
0 ... 1 ... 1,2 A,	<b>Fusibles</b>	Clase 0,5 (5 VA)
0 ... 5 ... 6 A	El circuito de alimentación dispone de un fusible internamente soldado:	±(0,5%v.m. + 0,1 A)
Sobrecarga	Característica H0	bei 200 ... 2000 A
1,4 veces permanente	T160 mA/250V	Impedancia de entrada (Carguío)
30 A / 10 s,	Característica H1	max. 0,6 Ω
100 A / 3 s	T1A/250V	Gama de frecuencias
Consumo propio	Característica H2	30 Hz...48Hz...65Hz
< 150 mW	T250mA/250VmA/250V	...5KHZ
	Característica H3	Tensión máxima De servicio
	T1,25A/250V	600 V CAT III
	CEM	Según CEI 61010
	Emisión interfer./	Apertura para Cond. Cilíndricas
	Inmunidad a interfer. IEC 61326 / EN 61326	64 mm Ø
	Condiciones ambientales	5 veces 5 x 125 mm ó
	Temp. funcionamiento	3 veces 10 x 100 mm
	0 ... 50 °C	Dimensiones
	Temp. almacenam.	145 x 333 x 49 mm
	- 25 ... 70 °C	Peso
	Humedad relativa	1,8 Kg
	75% sin condensación	Acoplamiento de Cables
		1,5 m
<b>Frecuencia de muestreo</b> 32 muestras/período por valor de medida		
<b>Error de medida</b> VN = valor nominal, VM = valor medida		
Corriente		
. (0,25 % de VN+ 1 dígito) para VM 2 % de VN		
Tensión		
□(0,25 % de VN+ 1 dígito)		
Potencia, energía		
. (0,5 % de VN+ 1 dígito)		
Factor de potencia		
. 0,02 para U y I > 10 % de VN		
Frecuencia		
. 0,02 Hz		
<b>Operación 4 -Cuadrantes medida:</b> recepción y suministro, inductiva y capacitiva		
<b>Interfaces</b>		
RS-232 y RS-485 alternativa:		
RS-232 y LON o bien		
RS-232 y Profibus-DP		

**ANEXO 10 DATOS TÉCNICOS DE LA ESTACIÓN DE SUMAS U1601 Y EL CONTROLADOR DE DEMANDA SINEAX A210****DATOS TÉCNICOS SINEAX**

Carcasa	Plástico
Dimensiones frontales	96 x 96 mm
Profundidad de montaje	46 mm
Tipo de protección parte frontal	IP 65
Conexiones	Conectores tipo Cage Clamp Terminales roscados para entradas de corriente y tensión
Entradas	Fase - fase: 0 - 500 V Fase - N: 0 - 290 V f: 45 - 65 Hz Corriente: 0 - 5 A, aislada galvánicamente
Errores máximos Alimentación	un 0,5 % para U e I, un 1% para potencia 85 - 253 V AC / DC, 20 - 60 V AC / DC, 45-450 Hz
Salidas	2 salidas digitales para impulsos o valores límite
Interfaces	Módulo de interfaz enchufable RS 485, MODBUS
Memoria de datos	Módulo Datalogger enchufable para curvas de consumo (p, q, s)

**DATOS TÉCNICOS DE LA ESTACIÓN DE SUMAS U1601****Entrada analógica de corriente**

Magnitud de entrada	Corriente continua
Rango permitido	- 20 mA < X < 20 mA
Sobrecarga permitida (continua)	< 2.5 X2
Valor final (ajustable)	1 mA < X2 < 20 mA
Límite de control	± 1.25 X2
Resistencia de entrada	X2: 20 mA X2: 5 mA 75 ohm 300 ohm

Aislamiento de potencial Por optocopiadoras  
Supresión de tautos 120Hz) > 80 dB

**Entrada analógica (tensión)**

Magnitud de entrada	Tensión continua
Rango permitido	- 10 V x 10V
Sobrecarga permitida continua	30 V
Valor final (ajustable)	1 V
Límite de control	± 1.25 X2
Resistencia de entrada	118 ohms
Aislamiento de potencial	Por optocopiadores
Supresión de tautos	( 120 Hz) > 80 dB

**Entrada binaria**

Magnitud de entrada	Tensión continua (impulsos cuadrados, SO)
Rango permitido	Nivel de señal: H: 0.8 mA... 4.8 mA L: 0 mA... 0.4 mA
Sobrecarga permitida	< 48 V
Continuamente corta duración	< 60 V
Elemento interruptor permitido	Semiconductor, relé
Resistencia previa ( interna)	4.7 ohm
Aislamiento de potencial	Por optocopiadores
Duración de impulso	Ton > 2 ms
Duración de pausa	> 2 ms
Frecuencia de impulso	< 250 Hz

**Salida Analógica (corriente)**

Ejecución	Aislado galvánicamente
Rango permitido	- 20 mA < V < 20 mA
Valor final (ajustable linealmente)	1 mA < Y2 < 20 mA
Tensión de salida	max. < 30 V
Corriente de salida	max. 1.25 Y2
Rango de carga	0 < 5 V / Y2 < 10 V / Y2

**Salida analógica (tensión)**

Ejecución	Aislado galvánicamente
Rango permitido	- 10 V < Y < 10 V
Valor final (ajustable linealmente)	1 v < Y2 < 10 V
Tensión de salida	max. 1.25 Y2
Corriente de salida	max. < 40 mA
Rango de carga	Y2 / 4 mA < Y2 / 2 mA < inf.
Componente alterno	< 0.005 Y2

**Salida binaria**

Ejecución	Aislado galvánicamente
Número	4
Tipo de contacto	(DIN 43864) Relé MOS
Resistencia de paso	5 ohms
Duración de impulso (ajustable)	> 100 ms
Duración de pausa (ajustable)	> 100 ms
Tensión de salida (externa pasiva)	< ± 50 V
Corriente de salida	
ON	< 200 mA
OFF	< 10 uA

**Interfaz RS 232 ( PC/ Impresora)**

Número	2
Elemento de conexión	Conector de 9 pines
Conexiones posibles	
COM 1:	PC, módem, terminal
COM 2:	Impresora, reloj, PC
Número de bits de datos	8
Velocidad	
COM 1:	115000 Bit/s
COM 2:	115000 Bit/s

Paridad  
Modo de trabajo

Par/sin prueba  
Totalmente duplex  
Handshake Xon / Xoff o

**Pantalla**

Elemento Gráfico LCD 128 x 128 ilum  
Formato 21 caracteres / 16 líneas

**Registro de Valores medidos**

Tipo de registro continuo  
Capacidad de registro 1 canal: 128640 datos  
63 canales: 10560 datos  
Duración del registro Con batería > 5 años ( vea También alimentación auxiliar - batería de soporte)  
Puesta a cero de valores Mediante PC o teclado

**Alimentación eléctrica****Entrada AC-DC de amplio rango**

Rango Nominal AC (45 ... 420 Hz) 85 V ... 264 V  
Rango nominal DC 100 V ... 280 V  
Potencia < 15 W ( 25 VA)  
Fusible 2 A

**Tensión continua (opción)**

Rango nominal DC 20 V ... 72 V  
Potencia < 15 W  
Fusible 2 A

**Batería**

Celda de litio ( cambio s/pérdida de datos) CR 2450  
Tiempo de trabajo sin tensión aux. a °20 C > 5 años  
Pérdida de capacidad luego de 5 años con tensión auxiliar a °20C < 15 %

**Alimentación eléctrica para circuitos externos**

Rango de tensión 24VDC ±4%  
Carga Admisible Max. 0.15 A  
Aislamiento galvánico Contra todos los demás circuitos

## **ANEXO 11. DESCRIPCION DEL CONTADOR ELECTRÓNICO SENITEL**

Contador de energía eléctrica de estado sólido, programable tipo socket para uso con transformadores de medida (medición indirecta) forma ANSI 9S, 13 terminales clase 20, 2,5 amperios de prueba, autorrangos de voltajes 120-480 (9S-528V) para uso en sistema de 3 fases 4 hilos, estrella o delta 60 Hz, 3 elementos para medición de energía y demanda activa (kVArh, kVAh, kVAr, kVA), factor de potencia, eventos, armónicos, habilitado para esquemas multifarios (TOU) de hasta 4 tarifas horarias por día con 8 puntos de cambios diarios, 4 estaciones anuales y días feriados, programable equipado con memoria básica de 4 canales (64 Kb) para grabación de perfil de carga, marcas especiales y números de series impresos en la placa de datos, fabricación conforme a las normas ANSI.