

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN METODOLÓGICA DEL
CONSUMO DE ENERGÍA EN EL DATA CENTER DE LA
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES
AMERICATEL PERÚ S.A.**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:
GERMÁN ABEL GUTARRA CRIBILLERO**

**PROMOCIÓN
2006-II**

**LIMA-PERÚ
2010**

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN METODOLÓGICA DEL
CONSUMO DE ENERGÍA EN EL DATA CENTER DE LA
EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES
AMERICATEL PERU S.A.**

Agradezco primeramente a mi madre,
quien desde arriba me dio fuerza para seguir mis estudios,
y a mi padre
por la paciencia que me tuvo

SUMARIO

El presente trabajo describe la metodología para el análisis y evaluación del consumo de energía en el Data Center de la empresa de telecomunicaciones Americatel S.A.

Los incrementos inexplicables del consumo eléctrico y las Incongruencias entre el medidor electrónico (media tensión) administrado por la empresa Luz del Sur y el medidor interno (baja tensión) de la empresa Americatel Perú S.A. obligaron a la revisión de todo el sistema eléctrico con la finalidad de buscar el origen de estos consumos que afectaban económicamente a la empresa.

Para ello se estableció una estrategia de trabajo y procedimientos que analizara cada elemento del sistema eléctrico de la empresa. Se pone cómo metas: a) Analizar los consumos de energía de los equipos de mayor carga en el edificio donde se alojaba el Data Center, b) Evaluar las políticas internas respecto al ahorro de energía y el cumplimiento por parte del personal, c) Definir los criterios básicos considerados para establecer la criticidad y frecuencia de mantenimiento de las instalaciones, d) Cuantificar las actividades de mantenimiento que se realizan anualmente, e) Actualizar y revisar el Plan de Mantenimiento Anual y Mensual, además de f) Optimizar los recursos económicos y humanos, garantizando la disponibilidad y confiabilidad de las instalaciones.

Para el caso que se expone, Americatel Perú S.A. detectó que la falla se originaba en el concesionario. Actualmente se encuentra abierto un proceso de reclamo por un exceso de cobro de consumo de energía eléctrica equivalente a S/. 110 000.00.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Objetivos del trabajo.....	3
1.3 Evaluación del problema	3
1.3.1 Análisis situacional	3
1.3.2 Importancia de la solución	5
1.4 Alcance del trabajo.....	6
1.5 Síntesis del trabajo.....	6
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	7
2.1 Data Centers	7
2.1.1 Definición.....	7
2.1.2 Clasificación	8
2.2 Características del Data Center de Americatel	10
2.2.1 Equipos de respaldo de energía	10
2.2.2 Cargas Importantes	11
2.2.3 Equipos de medición de consumo	12
2.3 Planificación de mantenimientos	13
2.3.1 Mantenimientos preventivos	13
2.3.2 Programación de mantenimientos	13
2.4 Equipamientos involucrados dentro del sistema eléctrico de la empresa.....	13
2.4.1 Subestación	14
2.4.2 Convertidores de potencia.....	15
2.4.3 Sistemas de respaldo de energía	16
2.4.4 Cargas eléctricas.....	19
2.4.5 Tableros eléctricos de distribución.....	22
2.4.6 Pozos de tierra	22
2.4.7 Sistemas de medición.....	22

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	25
3.1 Metodología para evaluación técnica del consumo de energía.....	25
3.1.1 Grupo electrógeno.....	25
3.1.2 Subestación.....	27
3.1.3 Aire Acondicionado.....	28
3.1.4 Rectificador y Banco de Baterías.....	30
3.1.5 UPS.....	32
3.1.6 Puesta a tierra	33
3.1.7 Tableros de energía	34
3.2 Políticas para las tareas propias del sistema eléctrico	35
3.2.1 Bases de datos.....	35
3.2.2 Políticas de ahorro de energía, de consumo de energía.....	36
3.2.3 Políticas de mantenimientos	37
3.2.4 Proceso administrativo de reclamo	38
CAPÍTULO IV	
ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	40
4.1 Análisis del consumo de energía	40
4.2 Reclamo a Luz del Sur	43
4.3 Mantenimiento correctivo de la subestación y nuevo análisis	44
4.4 Acciones finales.....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
ANEXO A GLOSARIO DE TÉRMINOS	58
BIBLIOGRAFÍA	59

INTRODUCCIÓN

El trabajo surge por la necesidad de determinar el origen de los consumos excesivos e inexplicables y a las incongruencias entre el medidor electrónico (media tensión) administrado por la empresa Luz del Sur y el medidor interno (baja tensión) de la empresa Americatel Perú S.A.

A partir diciembre de 2008 se registró consumos de energía superiores a los habituales los cuales eran reflejados en el aumento en la facturación mensual que la concesionaria les hacía llegar.

Dada esta problemática, el Área de Energía de Americatel evaluó los diversos aspectos que podrían ser la causa de esta incongruencia, además determinó los procedimientos para el análisis del consumo del Data Center. Para el problema expuesto se realizaron diversas actividades para definir con precisión la razón del incremento, que cómo se mencionó alrededor del 35% respecto al consumo promedio.

La empresa vio por conveniente también evaluar otros procedimientos y enmarcarlos dentro de una metodología o procedimientos técnico-operativos, por ello en este informe se expone una de las metodologías desarrolladas, la que servirá de referencia para similares problemas. También se consideró desarrollar una metodología de reclamo, el cual se hizo necesario en este caso.

En los Data Center, es importante mantener la confiabilidad del permanente suministro de energía, ya que estos centros dan servicios las 24 horas del día, los 365 días del año, por lo que los sistemas eléctricos deben tener un adecuado mantenimiento preventivo y predictivo. El adecuado mantenimiento de los equipos que suministran energía y aquellas cargas que representan partes importantes en el funcionamiento de un Data Center, son pues de enorme importancia. Esta tarea es responsabilidad del área de Energía de la Gerencia de Operaciones de la empresa.

El establecimiento de la metodología para el análisis y evaluación del sistema tiene cómo metas: Analizar los consumos de energía de los equipos de mayor carga en el edificio donde se alojaba el Data Center, evaluar las políticas internas respecto al ahorro de energía y el cumplimiento por parte del personal, definir los criterios básicos considerados para establecer la criticidad y frecuencia de mantenimiento de las instalaciones, cuantificar las actividades de mantenimiento que se realizan anualmente, Actualizar y revisar el Plan de Mantenimiento Anual y Mensual, optimizar los recursos

económicos y humanos, garantizando la disponibilidad y confiabilidad de las instalaciones.

El presente trabajo está dividido en cuatro capítulos. En el primer capítulo se hace el planteamiento del problema. Se determina sucintamente el problema y se plantean los objetivos. Se hace la evaluación del problema analizando la situación y justificando la solución propuesta. Finalmente se hace un resumen de la metodología realizada para la detección del origen de los problemas.

El segundo capítulo es el Marco Teórico en el cual se exponen los conceptos esenciales para la comprensión del tema. Contiene cuatro temas principales: Evolución de los Data Center, Características del Data Center de Americatel, Planificación de mantenimiento, y equipamientos involucrados dentro del sistema eléctrico de la empresa.

El tercer capítulo es la Metodología para la solución, en donde se establece: las tareas para el análisis y evaluación de cada elemento del sistema (Metodología para evaluación técnica del consumo de energía), así como las políticas para las tareas propias del sistema eléctrico: Base de datos, políticas de ahorro de energía, consumo de energía, mantenimientos y metodología para el proceso administrativo de reclamo.

El cuarto capítulo Análisis y presentación de resultados, muestra los datos recogidos y las conclusiones de su análisis.

El presente trabajo es el resultado de la serie de acciones realizadas para determinar la incongruencia de consumos entre el medidor administrado por Luz del Sur y el medidor interno administrado por la empresa Americatel. Esto fue realizado gracias la experiencia adquirida en el mantenimiento de equipos eléctricos que suministran energía a los dispositivos de telecomunicaciones.

Quisiera agradecer a la empresa Americatel por haberme brindado las facilidades para la utilización de esta problemática en el desarrollo del informe bajo ciertas exigencias de confidencialidad.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se realiza el planteamiento de ingeniería del problema, para ello primeramente se describe el problema y luego se expone el objetivo del trabajo, también se evalúa el problema y se precisan los alcances del informe, para finalmente presentar una síntesis del diseño presentado.

1.1 Descripción del problema

Incongruencias entre el medidor electrónico (media tensión) administrado por la empresa Luz del Sur y el medidor interno (baja tensión) de la empresa Americatel Perú S.A..

Se detectaron incrementos inexplicables del consumo eléctrico por lo que se hizo la recolección de datos durante un mes observándose diferencias de hasta 35% representando esto un problema económico grave, ya que la diferencia esperada entre ambos medidores debía estar en el rango de 2 a 4%.

1.2 Objetivo del trabajo

Determinar el origen de las incongruencias mediante la aplicación de una apropiada metodología para el análisis y evaluación del consumo de energía en el Data Center de la empresa de telecomunicaciones Americatel Perú S.A.

La metodología presentada estará basada en los procedimientos técnicos operativos realizados para la detección del origen de las pérdidas descritas.

1.3 Evaluación del problema

La inexistencia de procedimientos establecidos para la comparación de los valores de ambos medidores a fin de determinar problemas, ni para el análisis del consumo de energía eléctrica representaba una gran desventaja para la empresa por cuanto no podía determinar oportunamente cualquier problema en el consumo de energía.

No existían protocolos para lo mencionado. El análisis del consumo se realizaba básicamente tomando cómo referencia los recibos de la concesionaria, y no estaban establecidas las acciones a tomar ante cualquier consumo fuera de lo normal.

1.3.1 Análisis situacional

La Empresa Americatel Perú S.A. se dedica a ofrecer diversos servicios de comunicaciones, para ello cuenta con un Data Center (Central de Procesamiento de

Datos) donde centraliza sus operaciones y cuenta con los equipos más importantes para la entrega de sus servicios. Para ello, cuenta con un suministro de energía en media tensión el cual está administrado por la Concesionaria Luz del Sur (Figura 1.1).

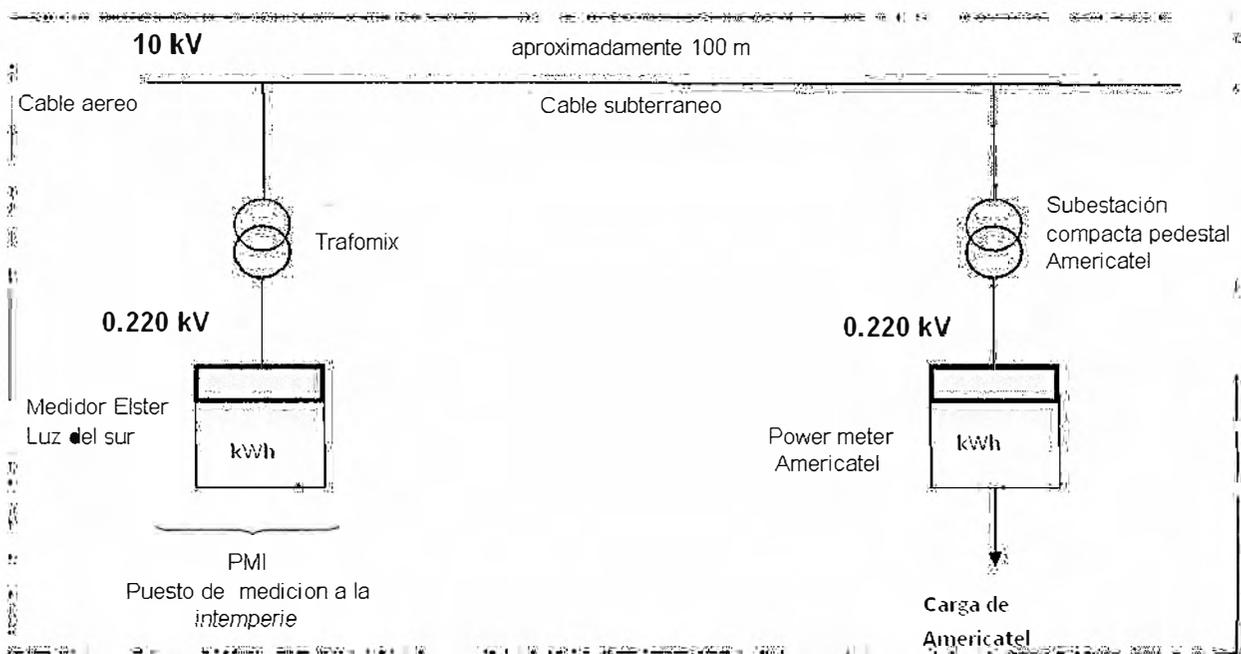


Figura 1.1 Sistema de suministro y dispositivos de medición

A partir diciembre de 2008 se registró consumos de energía superiores a los habituales los cuales eran reflejados en el aumento en la facturación mensual que la concesionaria les hacía llegar.

Dada esta problemática, se encargó al Área de Energía de Americatel evaluar los diversos aspectos que podrían ser la causa de esta incongruencia, además de determinar los procedimientos para el análisis del consumo del Data Center. Para el problema expuesto se realizaron diversas actividades para definir con precisión la razón del incremento, el cual era alrededor del 35% respecto al consumo promedio.

La empresa vio por conveniente también evaluar otros procedimientos y enmarcarlos dentro de una metodología o procedimientos técnico-operativos, por ello en este informe se expone una de las metodologías desarrolladas, la que servirá de referencia para similares problemas. También se consideró desarrollar una metodología de reclamo, el cual se hizo necesario en este caso.

En mayo de 2009, se inició las evaluaciones respecto al consumo de energía en el Data Center, encontrando que no había una plena identificación del personal respecto al uso de los equipos internos de medición de energía con la que contaba la Empresa. Se asumía que realizando los mantenimientos en función al cronograma establecido bastaba con mantener los parámetros de consumo de energía de estos, y se asumía que el incremento se debía a la mayor demanda de equipos en DC (48 VDC) cómo son los equipos de comunicaciones en su mayoría.

Es necesario precisar tres aspectos esenciales: 1) Las características de la base de datos de energía, 2) El procedimiento del mantenimiento, 3) Las políticas del ahorro de energía.

1) Características de la base de datos de energía.- Se encontró una base de datos en la que se describían los mantenimientos, fecha de instalación, características, etc. de los diferentes sistemas: grupos electrógenos, sistema contra incendio, UPS, subestación, tableros eléctricos, pozos a tierra, rectificadores, inversor, etc.

Además se contaba con una base de datos donde se registraba los consumos de energía y máximas demandas sólo basados en los recibos emitidos por la Concesionaria eléctrica.

2) Mantenimiento.- Básicamente se realizan dos tipos de mantenimiento:

- a. Mantenimiento Correctivo
- b. Mantenimiento Preventivo

No había una adecuada información respecto al concepto del Mantenimiento Predictivo, el cual ha sido definido actualmente.

3) Políticas de ahorro de energía. Se basaba en:

- a. Envíos mensuales de correos electrónicos a la subgerencia de operaciones respecto a la evaluación de la facturación de consumo de energía.
- b. Apagado manual de los equipos de aire acondicionado al terminar la jornada laboral en las áreas donde sólo se encontraban oficinas del personal de operaciones

1.3.2 Importancia de la solución

El adecuado mantenimiento de los equipos que suministran energía y aquellas cargas que representan partes importantes en el funcionamiento de un Data Center, son responsabilidad del área de Energía de la Gerencia de Operaciones.

En los Data Center, es importante mantener la confiabilidad del permanente suministro de energía, ya que estos centros dan servicios las 24 horas del día, los 365 días del año, por lo que los sistemas eléctricos deben tener un adecuado mantenimiento preventivo y predictivo.

Las Empresas que ofrecen los servicios de Data Center, deben demostrar que están respaldados ante un eventual corte de energía y que sus equipos de comunicación no serán afectados por fluctuaciones de tensión generados en las redes del concesionario eléctrico.

Además, el ahorro de energía y la adecuada supervisión del funcionamiento de los equipos electromecánicos, pueden evitar un costo mayor a la Empresa por mantenimientos correctivos, los que pueden ser evitados con un adecuado mantenimiento predictivo.

Para el caso que se expone, Americatel Perú S.A. detectó que la falla se originaba en el concesionario y actualmente se encuentra abierto un proceso de reclamo por un exceso de cobro de consumo de energía eléctrica equivalente a S/. 110 000.00.

1.4 Alcance del trabajo

La metodología a desarrollar tiene como alcance lo siguiente:

- a) Analizar los consumos de energía de los equipos de mayor carga en el edificio donde se alojaba el Data Center.
- b) Evaluar las políticas internas respecto al ahorro de energía y el cumplimiento por parte del personal.
- c) Definir los criterios básicos considerados para establecer la criticidad y frecuencia de mantenimiento de las instalaciones.
- d) *Cuantificar* las actividades de mantenimiento que se realizan anualmente.
- e) Actualizar y revisar el Plan de Mantenimiento Anual y Mensual.
- f) Optimizar los recursos económicos y humanos, garantizando la disponibilidad y confiabilidad de las instalaciones.

Por un aspecto de confidencialidad exigido por la empresa Americatel Perú S.A. los consumos expuestos en el presente trabajo han sido alterados entre 10% y 30%.

Se considera desarrollar una metodología de reclamo pero sólo administrativa (Concesionario-OSINERGMIN).

1.5 Síntesis del trabajo

En el presente trabajo se hace primero una descripción de los Data Center de Americatel y sus cargas principales debido a que el objetivo de la empresa es procurar su máxima disponibilidad. Para un entendimiento mayor se explica acerca del concepto Planificación de Mantenimiento, y se describe el equipamiento involucrado dentro del sistema eléctrico de la empresa.

Posteriormente se definen y explican las tareas para el análisis y evaluación de cada elemento del sistema, es decir la "Metodología para evaluación técnica del consumo de energía". También se determinan las políticas para las tareas propias del sistema eléctrico: Base de datos, políticas de ahorro de energía, consumo de energía, mantenimientos y metodología para el proceso administrativo de reclamo.

Finalmente se hace un análisis y presentación de resultados, que describe los datos recogidos y las conclusiones de tal análisis.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

En este capítulo se exponen las bases teóricas conceptuales más importantes para la comprensión del sistema descrito en el presente informe.

Los temas a tratar son: Data Center, las características del Data Center de Americatel, la planificación de mantenimiento, y los equipamientos involucrados dentro del sistema eléctrico de la empresa.

2.1 Data Centers

En esta sección se desarrollan los aspectos generales sobre los Data Centers: 1) Definición y 2) Clasificación.

2.1.1 Definición

Los Data Center son instalaciones donde se encuentran diversos equipos de comunicaciones los cuales garantizan el adecuado suministro eléctrico y la climatización que estos requieren para un eficiente desempeño. Dichos centros ofrecen servicios de alojamiento de equipos (housing) de Empresas que requieren ahorrar en infraestructura y personal, así como alberga la información que las empresas consideran relevantes en equipos administrados por los dueños del Data Center (Hosting).

Estas son instalaciones donde se encuentran equipos que tienen un comportamiento de carga no lineal, los cuales generan armónicos que son contrarrestados con los dispositivos de protección internas, tanto del UPS como de los rectificadores.

Adicionalmente se cuenta con equipos de protección de transitorios TVSS que evitan que las perturbaciones generadas en la red comercial no afecten los equipos internos.

Hay una diversa gama de Data Centers en cuanto a dimensiones, por lo que no se puede especificar una carga eléctrica promedio, pero se pueden encontrar instalaciones que están entre los rangos de 15 kW y 800 kW de potencia instalada.

Para asegurar el correcto funcionamiento de los Data Centers, se requiere contar con los siguientes equipos:

- Subestación.- Debido al requerimiento de energía de los Data Centers estos solicitan los servicios en media tensión, por lo que se requiere de una subestación para transformar esta media tensión en baja tensión
- Convertidores de potencia.- Requerido debido a que algunos equipos de

comunicaciones están estandarizados para funcionar a 48 VDC.

- UPS.- En caso de pérdida de energía se hace necesario que este equipo entre en funcionamiento como respaldo de la energía comercial.
- Grupo electrógeno (GE).- Concebido para proveer mayor energía ante la pérdida de energía del proveedor.
- Banco de baterías.- Configurados en 48 VDC, son utilizados cuando el convertidor de potencia no puede proveer la energía requerida.
- Aire acondicionado.- Requeridos para la climatización de la sala donde se ubican los equipos de telecomunicaciones.
- Sistema contra incendio.- Para brindar integridad al Data Center ante un eventual incendio.
- Tableros eléctricos de distribución.- Para la administración adecuada de los circuitos alimentadores de los equipos.
- Pozos de tierra.- Brinda seguridad al personal y a los equipos.
- Sistemas de medición.- para llevar el control del consumo de energía

2.1.2 Clasificación

La tecnología utilizada en los Data Centers ha sido cambiante en función a los avances de la tecnología, así como las aplicaciones en el respaldo de energía que estos centros requieren, es por ello que se hace un recuento de las evoluciones de estos en función al tiempo.

El estándar TIA-942, establece las características que deben ejecutarse en los componentes de la infraestructura para los distintos grados de disponibilidad en un Data Center.

La clasificación de un Data Center considera todas las estructuras y las divide en cuatro niveles, para cuatro áreas distintas, que tienen afinidad con la disponibilidad de un Data Center: Arquitectura, Telecomunicaciones, Eléctrica, Mecánica

Para aumentar la redundancia y los niveles de confiabilidad, los puntos únicos de falla deben ser eliminados tanto en el Data Center como en la infraestructura que le da soporte.

Los cuatro niveles de TIERs que plantea el estándar se corresponden con cuatro niveles de disponibilidad, teniendo que a mayor número de tier mayor disponibilidad, lo que implica también mayores costos constructivos. Esta clasificación es aplicable en forma independiente a cada subsistema de la infraestructura (telecomunicaciones, arquitectura, eléctrica y Mecánica). Se debe tener en cuenta que la clasificación global del Data Center será igual a la de aquel subsistema que tenga el menor número de tier. Esto significa que si un Data Center tiene todos los subsistemas TIER IV excepto el

eléctrico, la clasificación global será TIER III.

a. TIER I, Data Center básico

Un Data Center TIER I puede ser susceptible a interrupciones tanto planeadas como no planeadas. Cuenta con sistemas de aire acondicionado y distribución de energía; pero puede o no tener piso técnico, UPS o generador eléctrico; si los posee pueden no tener redundancia y existir varios puntos únicos de falla. La carga máxima de los sistemas en situaciones críticas es del 100%.

La infraestructura del Data Center deberá estar fuera de servicio al menos una vez al año por razones de mantenimiento y/o reparaciones. Situaciones de urgencia pueden motivar paradas más frecuentes y errores de operación o fallas en los componentes de su infraestructura causarán la detención del Data Center.

La tasa de disponibilidad máxima del Data Center es 99.671% del tiempo.

- Única ruta para sistemas de alimentación y ventilación;
- Sin redundancia;
- Sin piso elevado;
- Susceptible a interrupciones de actividades planificadas y no planificadas.

b. TIER II, componentes redundantes

Los Data Centers con componentes redundantes son ligeramente menos susceptibles a interrupciones, tanto planeadas como las no planeadas. Estos Data Centers cuentan con piso falso, UPS y generadores eléctricos, pero están conectados a una sola línea de distribución eléctrica.

Su diseño es "lo necesario mas uno" (N+1), lo que significa que existe al menos un duplicado de cada componente de la infraestructura. La carga máxima de los sistemas en situaciones críticas es del 100%. El mantenimiento en la línea de distribución eléctrica o en otros componentes de la infraestructura puede causar una interrupción del procesamiento.

La tasa de disponibilidad máxima del Data Center es 99.749% del tiempo.

- Única ruta para sistemas de alimentación y ventilación;
- Componentes redundantes;
- Piso elevado;
- Un poco menos susceptible a interrupciones que el TIER I.

c. TIER III, mantenimiento concurrente - sistema auto-Sustentable

Las capacidades de un Data Center de este tipo le permiten realizar cualquier actividad planeada sobre cualquier componente de la infraestructura sin interrupciones en la operación. Actividades planeadas incluyen mantenimiento preventivo y programado, reparaciones o reemplazo de componentes, agregar o eliminar elementos y realizar

pruebas de componentes o sistemas, entre otros.

En este TIER, actividades no planeadas como errores de operación o fallas espontáneas en la infraestructura pueden todavía causar una interrupción del Data Center.

La carga máxima en los sistemas en situaciones críticas es de 90%. La tasa de disponibilidad máxima del Data Center es 99.982% del tiempo.

- Múltiples rutas para sistemas de alimentación y ventilación, pero con una ruta activa;
- Componentes redundantes;
- Permite cualquier modificación de layout y mantenimiento, sin parada de las actividades operativas.

d. TIER IV, tolerante a fallas

Este Data Center provee capacidad para realizar cualquier actividad planeada sin interrupciones en las cargas críticas, pero además la funcionalidad tolerante a fallas le permite a la infraestructura continuar operando aun ante un evento crítico no planeado.

Esto requiere dos líneas de distribución simultáneamente activas, típicamente en una configuración system + system; eléctricamente esto significa dos sistemas de UPS independientes, cada sistema con un nivel de redundancia N+1.

La carga máxima de los sistemas en situaciones críticas es de 90% y persiste un nivel de exposición a fallas, por el inicio una alarma de incendio o porque una persona inicie un procedimiento de apagado de emergencia o Emergency Power Off (EPO), los cuales deben existir para cumplir con los códigos de seguridad contra incendios o eléctricos.

La tasa de disponibilidad máxima del Data Center es 99.995% del tiempo.

- Sistemas de alimentación y ventilación distribuidos;
- Componentes redundantes;
- Todos los hardwares deben tener alimentación redundante;
- Permite cualquier modificación planificada sin parada de las actividades operativas más importantes;
- Mantiene el sistema en caso de una falla crítica no planificada.

2.2 Características del Data Center de Americatel

Teniendo las definiciones de los tipos de Data Center, el de la Empresa Americatel se encontraría en el TIER III. El local cuenta con una sub estación 10 / 0.23 KV – 400 KVA alimentados desde las redes de MT de Luz del Sur. Dicho suministro es facturado bajo la condición tarifaria MT3.

2.2.1 Equipos de respaldo de energía

Para la condición de confiabilidad en los equipos de Data Center, Americatel cuenta con diversos equipos que proporcionan energía estos son:

- Un generador de 344 KVA. que alimenta toda la carga del Edificio Olguín, en caso que falle el suministro de falta de energía comercial. La carga es transferida automáticamente por medio de un Tablero de Transferencia Automática.
- Un generador de 100 KVA que sirve como redundancia para las cargas críticas en caso de falla del GE 344 KVA.
- Un sistema UPS redundante de UPS (2 + 1) que cuenta con un total de 90 KVA para las cargas alimentadas con voltaje AC.
- Un UPS de 30 KVA para alimentar las segundas fuentes de los equipos en voltaje AC.
- Dos sistemas rectificadores de 1125 A (54KW) C/U de ellas equipada con 09 rectificadores de 125 A (6KW).
- Dos bancos de baterías de 1200 AH cada uno.

2.2.2 Cargas Importantes

Las cargas más importantes, por los servicios que prestan, son los equipos de servidores las cuales están conectadas directamente a los UPS, además, los equipos de comunicaciones que trabajan en DC también presentan una carga importante los cuales están conectados al equipo rectificador.

Hay salas de control y oficinas los cuales en su totalidad cuentan con sistemas de climatización los cuales son cruciales para la adecuada operatividad de los equipos de datos en general, así como para el adecuado ambiente laboral en la sala de control y oficinas adyacentes, para ello se requiere un adecuado mantenimiento.

En el ambiente donde se encuentran los equipos más críticos se cuenta con cuatro equipos de aire acondicionado de precisión Liebert de 360000 BTU cada una, los cuales trabajan en forma alternada y son redundantes, el cual mantiene la temperatura y humedad relativa controlados

En la sala de control y oficinas se cuenta con:

Dos equipos tipo consolas de 180000 BTU y 120000 BTU.

Seis equipos tipo Split desde 18000 BTU hasta 60000 BTU.

Cabe señalar que el edificio tiene implementado un sistema de detección y protección contra incendio, con agente limpio FM 200, y controlado mediante un panel MXL. El panel MXL es un sistema integrado para detección, monitoreo y control de dispositivos de detección de incendio.

El sistema cuenta con seis balones FM 200, tres estaciones manuales de alarma de sonido, veintidós detectores fotoeléctricos, tres estaciones manuales de descarga, tres pulsadores de aborto, seis descargadores, cuatro luces estroboscópicas y, cuatro chicharras.

La Tabla 2.1 muestra el cuadro de máximas demandas.

Tabla 2.1 Cuadro de máximas demandas [Fuente: Americatel]

Ubicación	Servicio	Potencia instalada	Factor demanda	Máxima demanda parcial (Kw)
4to piso	Iluminación	2.45	1.00	2.45
	Tomacorrientes PC	16.50	1.00	16.50
	Tomacorrientes Otras cargas	2.00	0.50	1.00
	Aire Acondicionado 5 TON (02)	15.00	1.00	15.00
3er piso	Iluminación	2.00	1.00	2.00
	Tomacorrientes PC	14.00	1.00	14.00
	Tomacorrientes Otras cargas	3.00	0.50	1.50
	Aire Acondicionado 15 TON (01)	22.50	1.00	22.50
2do piso	Iluminación	3.00	1.00	3.00
	Tomacorrientes PC	14.50	1.00	14.50
	Tomacorrientes Otras cargas	3.00	0.50	1.50
	Aire Acondicionado 10 TON (01)	15.00	1.00	15.00
1er piso	Iluminación	6.00	1.00	6.00
	Tomacorrientes	3.00	0.50	1.50
	Aire Acondicionado 30 TON (02) Sala Equipos	90.00	0.50	45.00
	Aire Acondicionado 30 TON (02) Sala LAN	90.00	0.50	45.00
	UPS Newave	72.00	1.00	72.00
	UPS Socomec	10.00	1.00	10.00
	Rectificador 01	30.00	1.00	30.00
	Rectificador 02	18.00	0.5	9.00
Total máxima demanda (kW)				327.5

2.2.3 Equipos de medición de consumo

La empresa cuenta con varios medidores de consumo de energía, básicamente en los equipos que suministran energía como los UPSs, banco de baterías, rectificadores y algunos tableros específicos, pero fundamentalmente se tiene dos medidores con los cuales se hicieron los seguimientos del consumo para la elaboración del presente informe, estos son:

- Analizador de redes en baja tensión Power Meter, de la serie Square D 650.
- Medidor electrónico en media tensión A1RL+ el cual se encuentra en el PMI (puesto de medición a la intemperie) administrado por la Concesionaria Luz del Sur.

2.3 Planificación de mantenimientos

Los programas de mantenimiento son aquellos en los cuales se definen básicamente en tareas y fechas de ejecución

2.3.1 Mantenimientos preventivos

El área de Energía de la Empresa Americatel se encarga de realizar el mantenimiento preventivo de los siguientes equipos:

- Rectificadores
- UPS
- Sistema Contra incendio FM 200
- Aires Acondicionados
- Puesta a Tierra
- Subestación
- Tableros
- Grupos electrógenos

2.3.2 Programación de mantenimientos

Los mantenimientos están programados de la siguiente manera:

Tabla 2.2 Mantenimientos según equipos [Fuente: Americatel]

Mantenimiento	Tipo/Marca	Frecuencia
Grupo Electrónico	Cummins	Semestral
	Caterpillar	Semestral
UPS	Newave	Semestral
	Liebert	Semestral
Rectificador	Emerson	Semestral
Inversor	Lucent	Anual
Aire Acondicionado	Liebert precisión	Trimestral
	York consola	Trimestral
	York split	Trimestral
	Leenox split	Trimestral
Subestación	CEA SCP	Semestral
Tableros	Varios	Bianual
Sistema de Puesta a tierra		Semestral
Sistema contra incendio	FM 200	Trimestral

2.4 Equipamientos involucrados dentro del sistema eléctrico de la empresa

La empresa Americatel para su desempeño necesita de varios elementos que le provean y aseguren un adecuado suministro de energía. Además el Data Center y otros equipos de comunicaciones y cómputo requieren trabajar en condiciones ambientales que optimicen su funcionamiento y prevengan fallas, por ello se considera también al aire

condicionado y el sistema contra incendio dentro de esta sección.

Los elementos que se explicaran tanto de manera general cómo específica a los usados por Americatel son: a) Subestación, b) Rectificadores, c) UPS, d) Grupos electrógenos e) tableros eléctricos, g) Pozos a Tierra, h) Inversor, b) Aire acondicionado, f) Sistema Contra incendio.

2.4.1 Subestación

Al iniciar la construcción del local de Data Center, la empresa Americatel decidió adquirir el suministro de energía en media tensión de la Concesionaria Luz del Sur, para poder optar por la tarificación MT3, la cual la beneficiaba económicamente al corto plazo, para ello era necesario contar con una subestación propia que pueda transformar la tensión de 10 kV suministrada por la Concesionaria a los 0.220 kV necesarios para los equipos internos. La Figura 2.1 muestra SCP (Subestación compacta pedestal).



Figura 2.1 Subestación compacta pedestal

a. Concepto

Una subestación es un conjunto de máquinas, aparatos y circuitos, que tienen la función de *modificar los parámetros de la potencia eléctrica, permitiendo el control del flujo de energía, brindando seguridad para el sistema eléctrico, para los mismos equipos y para el personal de operación y mantenimiento.*

La subestación en Americatel consta de tres secciones, la celda de llegada y de medición, celda de transformación y celda de tableros de baja tensión.

b. Características

Americatel cuenta con una sub-estación tipo compacta pedestal de 10kV/0.22kV, 400KVA, trifásica de marca CEA. Figura 2.2.

1. Celdas de llegada y medición

- Seccionador unipolar sin carga
- Seccionador de potencia
- Fusible limitador de corriente del trafomix
- Transformador de medición
- Fusible limitador de corriente de potencia

2. Celda de transformación

- Transformador de potencia, marca CEA de 400 kVA
- Relación de transformación 10/0.23 kV
- Grupo Dyn5
- Refrigeración ONAN.



Figura 2.2 Transformador CEA

2.4.2 Convertidores de potencia

Los convertidores son circuitos que aprovechan las características de conmutación de los diodos, transistores y tiristores para convertir una forma de potencia a otras con el fin de facilitar su control o acondicionamiento. Dependiendo del tipo de transformación realizada, se habla de convertidores AC-DC (rectificadores), AC-AC (reguladores AC), DC-DC (reguladores DC) y DC-AC (inversores), en el caso a tratar de Americatel nos referiremos a los inversores y rectificadores.

a. Inversor

Debido a que los equipos en 220 VAC se encuentran respaldados por los UPS y por

los grupos electrógenos, sólo se cuenta con un inversor de capacidad de 3.6 kW marca Lucent, las cuales alimentan a los dispositivos de acceso a la sala de equipos por si las fuentes de AC no respondan. Figura 2.3

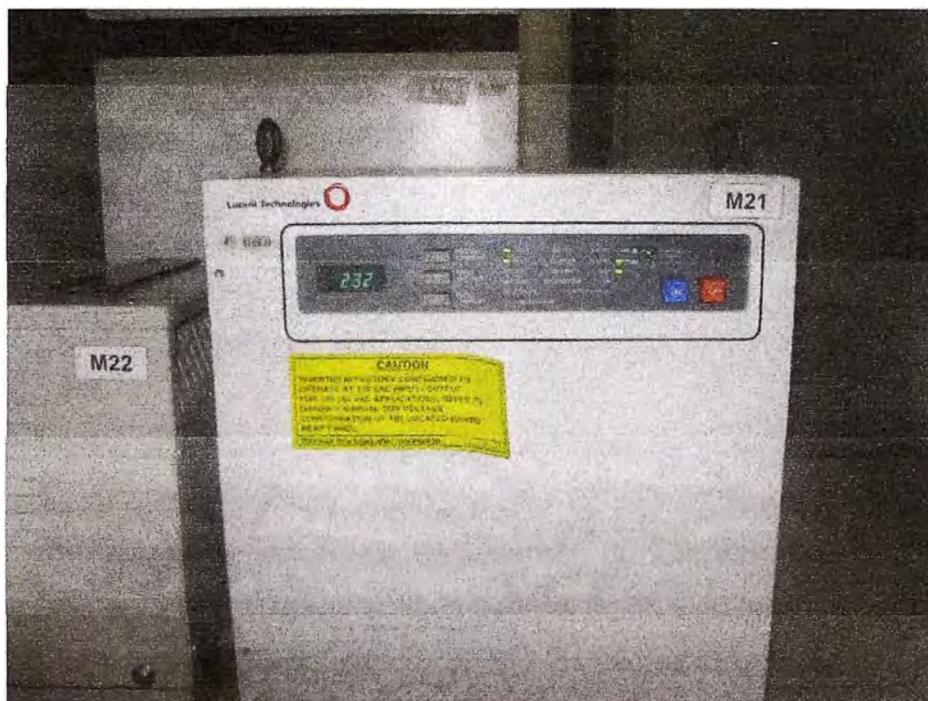


Figura 2.3 Inversor Lucent

b. Rectificador

El Data Center cuenta con 02 sistemas de rectificadores EMERSON de 1125 A cada uno, las cuales, cada uno, se encuentran equipadas con 9 módulos rectificadores de 6 kW cada uno. Estos abastecen de energía a los equipos de comunicación con fuentes de 48 VDC. Figura 2.4.

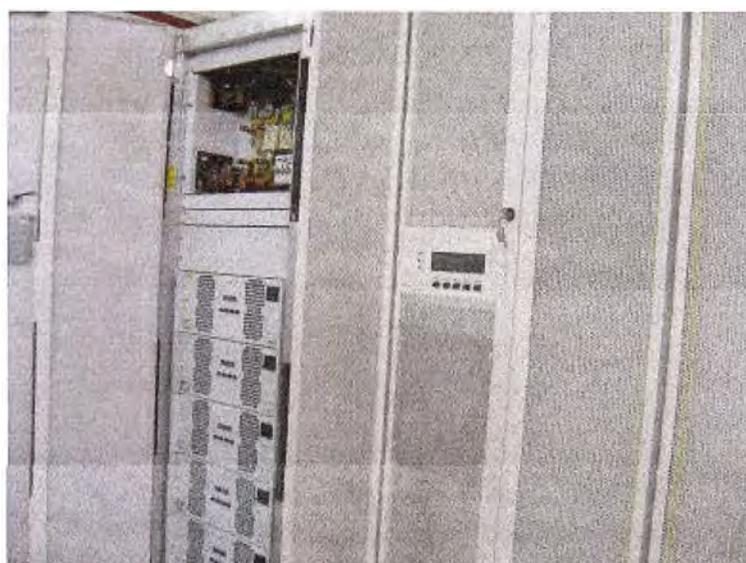


Figura 2.4 Rectificador Emerson

2.4.3 Sistemas de respaldo de energía

Como se definió anteriormente, los Data Center deben tener equipos que respalden la

eventualidad de un corte de energía sin previo aviso por parte de la Concesionaria, para ello la empresa Americatel cuenta con los siguientes equipos a) UPS b) Grupos electrógenos c) Banco de baterías.

a. UPS

Las fuentes de alimentación ininterrumpida o UPS (Uninterruptible Power Supplies), son convertidores estáticos relativamente sofisticados que se utilizan para proporcionar continuamente potencia AC regulada a su carga, independiente de todas las perturbaciones que puedan presentarse en la fuente primaria de suministro, generalmente la red de distribución pública. Estas perturbaciones incluyen principalmente subidas o bajadas repentinas del voltaje, transientes, interrupciones del servicio (apagones).

Las UPS están generalmente conectadas a líneas de potencia AC y alimentan la carga a través de un convertidor AC/DC y uno DC/AC. Cuando la alimentación se suspende, entra en acción un banco de baterías, el cual proporciona la energía de respaldo necesaria para la carga durante un periodo de 35 a 45 minutos.

Americatel cuenta con dos equipos UPS para las cargas más críticas en 220 VAC del complejo, donde se encuentra el Data Center, por lo que la sala de equipos cuenta con un respaldo del 100%.

1. Un Sistema UPS redundante (2+1) que cuenta con un total de 90 kVA para las cargas alimentadas con el voltaje AC. Es un UPS modular NEWAVE Concept Power DPA con 3 módulos de 30 kVA, el cual soporta un crecimiento de hasta 225 kVA, el cual cuenta con 88 baterías de 38 Ah de 12V cada uno. Ver Figura 2.5.

2. Un sistema UPS de 30 kVA Liebert para alimentar las segundas fuentes de los equipos en VAC, el cual cuenta con 30 baterías Bosch modelo N70 12 VDC – 70 Ah (Figura 2.6).



Figura 2.5 UPS Newave



Figura 2.6 UPS Liebert

b. Grupo electrógeno

Los equipos de comunicación tienen respaldo de energía en AC por dos grupos electrógenos encapsulados los cuales tienen tableros transferencia automática y manual. Se pueden hacer programaciones semanales con tiempos definidos de encendido con carga o en vacío para que se pruebe su operatividad.

Estos grupos son los siguientes:

1) Grupo electrógeno Caterpillar de 344 kVA Diesel (Figura 2.7)

-60 Hz 1800 rpm

-Tanque diario de 250 galones

-Tanque externo 1500 galones

2) Grupo electrógeno Cummins de 100 kVA Diesel (Figura 2.8)

-60 Hz 1800 rpm

-Tanque diario de 70 galones



Figura 2.7 Grupo Electrónico Caterpillar



Figura 2.8 Grupo Electrónico encapsulado Cummins Onan

c. Banco de baterías

Se cuenta con dos bancos de batería, los cuales están conectados a los dos rectificadores independientemente, cada uno tiene las mismas características (Figura 2.9): Marca Hawker, Modelo 12 OPzV 1200, Capacidad 1200 Ah, Unidades 24 celdas



Figura 2.9 Banco de baterías

2.4.4 Cargas eléctricas

Americatel cuenta con diversas cargas como servidores, equipos de comunicaciones como routers, switches, etcétera, las cuales están conectadas al UPS ó al rectificador, dependiendo de la fuente con la que trabajan.

Por eso es que se puede distinguir cargas que directamente no se cuentan conectados a estos convertidores de potencia, como son los aires acondicionados, el sistema contra incendio y cargas diversas las cuales son computadoras personales, iluminación, proyectores para la sala de control y cámaras de seguridad.

a. Aire acondicionado

Americatel cuenta con diversos equipos de aire acondicionado en el local del Data Center, siendo los más importantes las de precisión de 360000 BTU, las que cuenta con cuatro, marca Liebert (Figura 2.10 y 2.11). Adicionalmente cuenta con diversos equipos de aire acondicionado tipo consola y splits. Estos son mostrados en la Tabla 2.3.



Figura 2.10 Aire Acondicionado de 360000 BTU Liebert



Figura 2.11 Unidades Condensadoras de las Aires de 360000 BTU Liebert

Tabla 2.3 Equipos de aire acondicionado [Fuente: Americatel]

TIPO	MARCA	BTU / CU	CANT.
Precisión	Liebert	360000	4
Consola	York	180000	1
Consola	York	120000	1
Split	York	24000	2
Split	York	48000	1
Split	Lennox	60000	2

b. Sistema contra incendio

Se tiene implementado un sistema de detección y protección contra incendio, con agente limpio FM 200, y controlado mediante un panel MXL. EL panel MXL es un sistema integrado para detección, monitoreo y control de dispositivos de detección de incendio.

El sistema cuenta con 06 balones FM200, 03 estaciones de alarma de sonido, 22 detectores fotoeléctricos, 03 estaciones de descarga, 3 pulsadores de aborto, 6 descargadores, 4 luces estroboscópicas y 4 chicharras.

El agente FM200 (Figura 2.12) es la selección preferida para la protección contra incendios de gran valor. Este no reduce significativamente los niveles de concentración de oxígeno y es seguro para uso en espacios ocupados en los que radican los bienes más importantes. FM200 se puede extraer del espacio protegido, después que se descarga, por medio de simple ventilación, permitiéndole con esto el reanudar sus operaciones normalmente.



Figura 2.12 Sistema Contra Incendio FM 200

c. Cargas menores

Estas están conformadas por las luminarias de los diversos ambientes, así como las más de 80 computadoras personales con las que cuenta el centro para trabajos de seguimiento y supervisión de la planta de Americatel.

2.4.5 Tableros eléctricos de distribución

Se cuenta en total con 21 tableros de distribución, algunos de ellos están monitoreados por equipos de medición directa. Ver figura 2.13.

Además se cuenta con tableros de transferencia automática para los grupos electrógenos y el tablero general donde se encuentra el analizador de redes en baja tensión.



Figura 2.13 Diversos tableros de distribución

2.4.6 Pozos de tierra

Se tiene 01 sistema de puesta a tierra (malla) para la baja tensión, constituida por 8 pozos verticales que están enlazados en dos niveles con platinas de cobre y soldadura cadwell para obtener una resistencia menor a 5 Ohm. Dentro de cada sala se encuentran 2 barras de cobre de 600x100x10 mm que sirve para conectar los puntos de tierra de los equipos.

Adicionalmente se cuenta con un pozo de tierra para la celda de media tensión de la subestación.

2.4.7 Sistemas de medición

Es importante tener medidores con los que se pueden hacer los seguimientos del consumo de energía y máxima demanda, en este caso Americatel cuenta con dos tipos de medidores a) Sistemas de medición directa, b) sistemas de medición indirecta

a. Directa

Se cuenta con varios tableros de distribución los cuales cuentan con sistemas de

medición directa (Figura 2.14), los cuales facilita la supervisión del aumento de carga en dichos tableros y el dimensionamiento de los interruptores termomagnéticos.



Figura 2.14 Tablero con medidor con medición directa



Figura 2.15 Analizador de redes

b. Indirecta

En las instalaciones internas de Americatel se cuenta con un analizador de redes Power Logic, Power meter clase PM-650 (Figura 2.15).

Para control del consumo de energía por parte de la concesionaria se tiene un PMI (puesto de medición a la intemperie) donde se encuentra instalado un trafomix CEA tipo TMEA-22 (Figura 2.16), relación de transformador de corriente de 30/5 A, y relación de transformación de tensión de 10/0.1 kV. Cuenta con un medidor electrónico ABB tipo A1RL+, con factor x 600 (Figura 2.17).

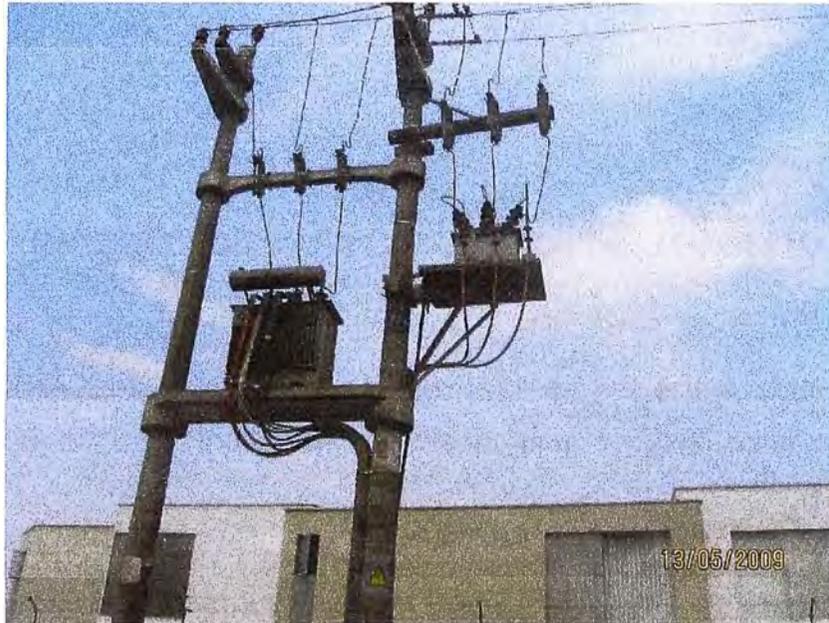


Figura 2.16 Trafomix CEA



Figura 2.17 Medidor electrónico administrado por Luz del Sur

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se describe la ingeniería del proyecto a modo de un resumen ejecutivo que permita la comprensión del mismo, pero apoyado en el marco teórico ya expuesto.

En este capítulo se establece:

- 1) Las tareas para el análisis y evaluación de cada elemento del sistema (Metodología para evaluación técnica del consumo de energía).
- 2) Las políticas para las tareas propias del sistema eléctrico: Base de datos, políticas de ahorro de energía, consumo de energía, mantenimientos y metodología para el proceso administrativo de reclamo.

3.1 Metodología para evaluación técnica del consumo de energía

En esta sección se explica las tareas para el análisis y evaluación de cada elemento del sistema. Estos elementos son:

- 1) Grupo electrógeno.
- 2) Subestación.
- 3) Aire Acondicionado.
- 4) Rectificador y Banco de Baterías.
- 5) UPS.
- 6) Puesta a tierra.
- 7) Tableros de energía.

El análisis y evaluación de algunos elementos puede ser realizado de manera simultánea pero para esta metodología se ha preferido realizar secuencialmente en el orden enumerado.

3.1.1 Grupo electrógeno

El objetivo del mantenimiento es asegurar la operatividad del grupo electrógeno diesel, verificando si cuenta con averías, realizando la mejora y actualización de la instalación de forma que se consiga el máximo rendimiento y seguridad en el uso de las instalaciones.

Se inicia la explicación del mantenimiento del GE dado que la realización de las otras tareas podría obligar a que este sistema entrara en funcionamiento.

Para el mantenimiento se debe tomar en cuenta dos aspectos principales: a) Pasos Previos, b) Pasos a ejecutar:

a. Pasos Previos

Es necesario:

1. *Informar al NOC sobre los trabajos a realizar.*
2. En el panel frontal del GE, colocar el Swith de control de motor en la posición OFF.
3. Efectuar inspección alrededor de las instalaciones verificando fugas de aceite o de refrigerante, mangueras de radiador, cables con conexiones sueltas, nivel de combustible.
4. Revisar en el panel de control del GE e indicadores de fallas que no existan alarmas presentes.
5. Revisar y registrar las horas de trabajo del GE
6. Si todo está correcto continuar con el procedimiento.

b. Pasos a ejecutar

Los pasos se describen a continuación:

1. Colocar el Interruptor termo magnético general del GE en la posición OFF
2. Revisar el estado y nivel del liquido refrigerante en el radiador, revisar si hay pérdidas de agua, (realizar el cambio de refrigerante en el mantenimiento, comprobar que no esté sucio debido al oxido y que no contenga aceite o restos de combustible.
3. Revisar nivel de aceite cárter motor, y realizar el cambio de filtro y aceite (Lo que demande el motor tipo 15W-40.).
4. Realizar el cambio del filtro de combustible
5. Revisar y ajustar de ser necesario la tensión de correas del motor ventilador.
6. Verificar el estado de la batería y realizar la limpieza de los terminales de la batería.
7. Realizar la limpieza del filtro de aire y cambio de ser necesario.
8. *Engrasar partes mecánicas móviles.*
9. Verificar de la lubricación de balancines.
10. Realizar el reglaje de válvulas. Calibración de válvulas.
11. Realizar la prueba de los pares automáticos.
12. Realizar la limpieza externa del motor.
13. Realizar la limpieza general (incluye sopleteado del radiador, ventilador y otras partes del grupo).
14. Revisar la bomba de agua, alternador, arrancador, terminales.
15. Revisar el cargador de baterías.
16. Revisar el calentador de agua del bloque, comprobando su correcto funcionamiento.
17. Comprobar el estado de los fusibles y protecciones, elementos de control, sondas,

sensores, termostatos.

18. Realizar la medición de aislamiento de las bobinas de generador, alternador. Realizar el lavado de requerirse.

19. Realizar el ajuste de conexiones eléctricas.

20. En el panel frontal del GE, colocar el Swicth de control de motor en la posición OFF.

21. Colocar el Interruptor termo magnético general del GE en la posición ON.

22. Informar al NOC que se realizará prueba del grupo electrógeno con carga simulando un corte.

23. Verificar el encendido del grupo electrógeno y transferencia de carga.

24. Controlar la corriente de excitación DC.

25. Verificar funcionamiento de los sensores de presión de aceite, temperatura del agua, control de alarmas.

26. Verificar la temperatura de rodaje.

27. Ajuste de los mandos de aceleración y parada.

28. Calibración del mínimo y máximo RALENTI del motor.

29. Regulación de las R.P.M. del motor.

30. Ajustar la tensión de generación, frecuencia. Se ajustaran los controles electrónicos. en caso sea en la tarjeta AVR.

31. Verificar la estanqueidad de salida de gases.

32. Comprobar el estado de los cojinetes del alternador.

33. Reponer la energía comercial.

34. Verificar la re transferencia de carga.

35. Verificar que el grupo electrógeno se apague y no se tengan alarmas activas.

36. Informar al NOC que los trabajos se han concluido y que confirme que no exista alarmas activas.

En conclusión se verificó que el GE se encontraba trabajando adecuadamente.

3.1.2 Subestación

Cuando se empezó a realizar las evaluaciones a los equipos de energía instalados en el Data Center se detectó que, tomando valores del medidor electrónico externo en media tensión ubicado en el PMI (Puesto de medición a la intemperie) y del analizador de redes interno en baja tensión ubicado en el tablero general, estas indicaban una diferencia de medición de 35%, por lo que se trató de descartar que este era debido a la subestación.

Inicialmente se puso énfasis en el estado de la SCP (Subestación compacta pedestal) para poder definir si había pérdidas en el proceso de transformación de media tensión a baja tensión, para ello, se debe realizar el mantenimiento de la subestación para detectar si hay correctivos que realizar. Para ello, en el mantenimiento se realizó las siguientes

tareas:

- a. Ajustes y limpieza general de estructuras metálicas.
- b. Revisión limpieza de filtros de aire que se encuentran en las ventanas de ventilación alrededor de la subestación.
- c. *Verificación de la secuencia de fases y tensión de salida en el secundario antes y después del mantenimiento.*
- d. Verificación de alto voltaje con detector de tensión.
- e. Maniobra de apertura y cierre de seccionadores de potencia.
- f. Ajustes y limpieza general de conexiones eléctricas en las celdas de llegada, celda de transformación. Ajuste de bornes de interruptor general de baja tensión.
- g. Limpieza de aisladores porta barras de media tensión. Incluye el desengrasado y *reparación de superficies dañadas (que no comprometan su performance)*
- h. Medición de los niveles de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, en ambas celdas.
- i. Análisis físico químico del aceite, el cual debe incluir como mínimo:
- j. Rigidez dieléctrica (ASTM D1816).
- k. Contenido de agua (ASTM D1533).
- l. Índice de Neutralización (ASTM D974).
- m. Tensión Interfacial (ASTM D971).
- n. Color (ASTM D1500).
- o. Factor de potencia a 25°C (ASTM 2924).
- p. Revisión, ajustes y pruebas de funcionamiento de los seccionadores de potencia.
- q. Engrase de partes móviles.
- r. Revisión de la cabeza terminal, (Evaluar su estado e indicar disponibilidad por si se requiere cambio inmediato).
- s. *Mantenimiento y medición del pozo de tierra de la subestación.*

3.1.3 Aire Acondicionado

Si bien el local del Data Center cuenta con varios aires acondicionados, se pone énfasis en los aires de mayor capacidad, debido a que ellos representan la mayor carga, estos operan las 24 horas. En Americatel estos equipos son los Liebert de 30 Ton (360000 BTU), para ello se siguió el siguiente procedimiento del trabajo que también es base para el mantenimiento de los aires acondicionados más pequeños. El procedimiento que se estandarizó es el siguiente:

a. Pasos previos

Se debe hacer lo siguiente: 1) Informar al NOC de el inicio de los trabajos, 2) Verificar que el equipo este en modo Stand By, 3) colocar en la posición OFF los

interruptores del Evaporador y Condensador en el tablero de distribución

b. Iniciar el mantenimiento en el condensador

Se debe seguir lo siguiente:

1. Verificar que no haya voltaje en el condensador
2. Desmontar las cubiertas de protección del condensador
3. Retirar los motores ventiladores
4. Limpiar y lavar los serpentines del condensador
5. Engrasar los ejes de los motores ventiladores
6. Montar los motores ventiladores
7. Ajustar las conexiones eléctricas, y realizar el cambio de terminales de ser necesario
8. Realizar la revisión de los contactores y circuitos de control
9. Colocar las cubiertas de protección del condensador

c. Iniciar el mantenimiento del evaporador

Para ello se debe seguir los siguientes pasos:

1. Desmontar las cubiertas de protección del evaporador
2. Limpiar y lavar los serpentines del evaporador
3. Engrasar los ejes de el motor ventilador y Chumacera
4. Limpiar bandeja de condensado
5. Revisar y limpiar el sistema de drenaje
6. Revisar el estado de las fajas, cambio de ser necesario
7. Revisar y limpiar los filtros.
8. Ajustar las conexiones eléctricas, y realizar el cambio de terminales de ser necesario

d. Iniciar pruebas y verificar parámetros de operación del equipo (Condensador y Evaporador)

Esto involucra lo siguiente:

1. Colocar en la posición ON los interruptores del Evaporador y Condensador en el tablero de distribución
2. Medir y registrar voltajes y amperajes en los motores
3. Medir y registrar la presión del gas refrigerante R-22
4. Recargar gas de ser necesario
5. Revisar y registrar el nivel de aceite del motor compresor
6. Verificar el estado de las resistencias y consumos.
7. Colocar las cubiertas de protección del condensador

e. Tareas finales

Esto incluye:

1. Verificar los parámetros de operación del equipo en el panel de control

2. Verificar el normal funcionamiento del sistema y dejar en operación y
3. Informar al NOC de la culminación de los trabajos

3.1.4 Rectificador y Banco de Baterías

Es importante tener el cuidado adecuado para la evaluación y mantenimiento de los sistemas de rectificadores, por ser elementos vitales para el funcionamiento de los equipos de telecomunicaciones.

Los rectificadores actuales indican cuanto es el consumo en tiempo real, tanto del equipo en conjunto cómo de cada módulo rectificador, es por ello que se puede hacer un seguimiento semanal del consumo del rectificador y poder definir si hay incremento de carga y si estas están relacionadas a nuevas instalaciones de equipos que requieran energía en corriente continua.

Además de la toma de datos, es importante tener en cuenta que, al realizar el mantenimiento, los módulos se encuentren en perfecto estado y que estén indicando el verdadero valor de consumo, para ello, debido a que los rectificadores tienen como respaldo el banco de baterías, también se aprovecha para realizar las evaluaciones respectivas del estado de las baterías y su respectiva confiabilidad ante una falla imprevista del rectificador.

El objetivo del mantenimiento es mantener el buen funcionamiento de las fuentes de poder (Rectificadores Emerson) y las baterías que brindan energía ininterrumpida de -48 VDC a los sistemas de telecomunicaciones en el local del Data Center de Americatel. Para ello se elaboró el siguiente procedimiento:

a. Pasos Previos (1er, 2do y 3er Día)

Se debe:

1. Informar al NOC de el inicio de los trabajos
2. Tomar datos del Equipo antes del mantenimiento
3. Verificar la correcta operación de los equipos
4. Tomar datos de Voltaje y Corriente del sistema

b. Pasos a ejecutar (1er y 2do Día)

El trabajo se realizará en el orden indicado, se iniciarán los trabajos tomando en cuenta los siguientes pasos:

1. Retirar un módulo rectificador de el bastidor de rectificadores
2. Realizar el mantenimiento al modulo retirado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante (Limpieza del equipo con aire seco, ajuste de componentes, accesorios y componentes, revisión y chequeo de la etapa de control, potencia y medición)
3. Reinstalar el rectificador en el bastidor de rectificadores.
4. Verificar el correcto funcionamiento (Mediciones de Voltaje y verificación de

compartimiento de carga con los demás módulos)

5. Retirar el segundo módulo y seguir los pasos 2, 3 y 4 (Repetir el paso 5 de acuerdo a la cantidad de módulos rectificadores.
6. Realizar mediciones de el sistema y pruebas de alarmas conjuntamente con el NOC
7. Verificar la correcta operación de los equipos confirmándolo con el NOC
8. Informar al NOC de la culminación de los trabajos.

c. Pasos a ejecutar (3er Día)

Las tareas son separadas para: 1) La Planta CC1 (Sala equipos) y 2) La Planta CC2 (Sala equipos 2).

c.1 Planta CC1 (Sala equipos)

La prueba de baterías se realiza con la carga de los equipos

1. Cortar la alimentación AC a los rectificadores.
2. Verificar que la carga sea asumida por el Banco Baterías.
3. Tomar los valores de Voltaje y Corriente de descarga cada 10 minutos.
4. Realizar la prueba por un periodo de 02 Horas y/o que el voltaje no sea inferior a los 45 VDC.
5. Reconectar la alimentación AC a los rectificadores.
6. Verificar la corriente y recarga de baterías.

c.2 Planta CC2 (Sala equipos)

La prueba de baterías se realiza con un banco de resistencias

1. Verificar que el conmutador del Banco de resistencias este en la posición OFF .
2. Realizar las conexiones del banco de resistencias al Banco de Baterías.
3. Poner el conmutador del banco de resistencias en la posición ON y regular la descarga a 120 A.
4. Poner el conmutador del banco de resistencias en la posición OFF.
5. Dejar cargando las baterías por 10 minutos.
6. Cortar la alimentación AC a los rectificadores.
7. Verificar que la carga sea asumida por el otro sistema rectificador.
8. Poner el conmutador del banco de resistencias en la posición ON.
9. Tomar los valores de Voltaje y Corriente de descarga cada 10 Minutos.
10. Realizar la prueba por 2 Horas y/o que el voltaje no sea inferior a los 45 VDC.
11. Poner el conmutador del banco de resistencias en la posición OFF y desconectarlo.
12. Reconectar la alimentación AC a los rectificadores.
13. Verificar la corriente y recarga de baterías.
14. Verificar la correcta operación de los equipos confirmándolo con el NOC.
15. Informar al NOC de la culminación de los trabajos.

3.1.5 UPS

A los sistemas UPS están conectados cargas de 220 VAC, cómo los servidores o equipos de transferencia de datos (switch o routers). Al igual que el rectificador, estos equipos cuentan con batería de respaldo cuando pierde su fuente de AC, es por ello que se realiza un adecuado mantenimiento, tanto a los módulos como a las baterías.

Ya que estos equipos cuentan con registradores de consumo de energía, se realiza un seguimiento semanal de este y se compara las variaciones si están relacionados con nuevos equipos instalados en el Data Center y que requieran energía en corriente alterna.

El objetivo del mantenimiento es asegurar el buen funcionamiento el equipo UPS NEWAVE y las baterías que brindan el respaldo de la energía en los sistemas de telecomunicaciones de la sala de Equipos de Americatel.

Para ello se realizó un procedimiento de mantenimiento el cual también se aplica al UPS LIEBERT de 30 kVA.

a. Pasos Previos

Son los siguientes:

1. Informar al NOC del inicio de los trabajos.
2. Tomar datos del equipo antes del mantenimiento.
3. Verificar la correcta operación de los equipos.
4. Tomar datos de Voltaje, Corriente y Potencia del sistema.
5. Verificar que no se tengan alarmas activas
6. Revisar historial de alarmas.

b. Pasos a ejecutar

Los equipos se encuentran instalados en un rack de paralelaje, por lo que al apagar una de las unidades no habrá problema, ya que las otras unidades asumirán la carga.

El trabajo se realizará en el orden indicado. Se iniciarán los trabajos tomando en cuenta los siguientes pasos:

1. Apagar y retirar el 1er UPS.
2. Verificar que los otros módulos asuman la carga.
3. Realizar el mantenimiento del modulo retirado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante (Limpieza del equipo con aire seco, ajuste de accesorios y componentes, verificación de los componentes de potencia, medición y control).
4. Reinstalar el UPS dentro del rack.
5. Poner en marcha la unidad y verificar que se encuentre operando correctamente.
6. Verificar que el UPS instalado asuma carga compartida
7. Apagar el 2do UPS (Seguir el mismo procedimiento del punto 1 al 6).

8. Apagar el 3er UPS (Seguir el mismo procedimiento del punto 1 al 6).
9. Verificar el correcto funcionamiento (Mediciones de Voltaje, corriente , frecuencia y Potencia)
10. Medir el voltaje del Banco de baterías en modo de operación Normal
11. Cortar la alimentación de energía AC y Poner en operación el sistema en modo Baterías.
12. Verificar que la carga sea asumida por el Banco Baterías.
13. Medir el voltaje del Banco de baterías en modo descarga.
14. Tomar lecturas de voltaje y corriente de descarga cada 05 min por un periodo máximo de 15 minutos.
15. Reconectar la alimentación AC a los UPS.
16. Verificar la corriente y recarga de baterías.
17. Verificar voltajes de entrada / salida, corriente de entrada / salida, consumo de potencia en KW).
18. Verificar el reporte de alarmas en el equipo y el NOC.
19. Verificar la correcta operación de los equipos confirmándolo con el NOC.
20. Informar al NOC de la culminación de los trabajos.

3.1.6 Puesta a tierra

El objetivo del mantenimiento es mantener el buen funcionamiento de los sistemas de puesta a tierra para garantizar la protección del personal y asegurar un funcionamiento confiable de los equipos instalados en los sistemas de telecomunicaciones en el Data Center.

Se realizó el siguiente procedimiento:

a. Pasos Previos

Se debe:

1. Informar al NOC sobre los trabajos a realizar.
2. Verificar, la correcta operación de los equipos.
3. Reconocimiento del sistema de puesta a tierra.

b. Pasos a ejecutar

Son los siguientes:

1. Deshabilitar el cable de conexión principal en la barra a tierra.
2. Establecer la dirección para donde se instalará las picas.
3. Realizar instalación de picas y conectarlas al equipo de medición y pozo de tierra.
4. Verificar que todas las conexiones sean las correctas y estén en sus respectivas ubicaciones.
5. Proceder a tomar la medida del pozo de tierra.

6. Retirar las picas y seguir los pasos 2, 3, 4 y 5. (Repetir el paso 6 de acuerdo a la cantidad de pozos a medir y/o medidas a tomar).
7. Habilitar el cable de conexión principal en la barra a tierra.
8. Verificar la correcta operación de los equipos confirmándolo con el NOC.
9. Informar al NOC de la culminación de los trabajos.

3.1.7 Tableros de energía

Dado que se encuentra tableros de energía destinados a los aires acondicionados y cargas en general, separadas por pisos, se aprovecha ello para poder utilizar un analizador de redes portátil y poder analizar el consumo de energía y la demanda de cada equipo. Ello es importante para poder identificar donde es posible encontrar un consumo irregular, además de tener un cuadro de demanda que pueda indicarnos el comportamiento de la carga en un día común.

También es importante programar los mantenimientos. El objetivo del mantenimiento es revisar la adecuada operación del tablero, verificando el nivel de aislamiento, el correcto ajuste de barras y cables, el correcto calibre del cable de acuerdo a la carga que alimenta, y que no existan puntos calientes de contacto.

Para tal fin se elaboró un procedimiento en función a los equipos con la que contaba la Empresa.

a. Pasos Previos

Se debe realizar la limpieza externa de los tableros con aire a presión y con trapo industrial.

b. Pasos a ejecutar

Se debe realizar lo siguiente:

1. Mediciones de corriente y voltaje.
2. Mediciones de puntos calientes con termómetro infrarrojo Marca Fluke en Barras e ITM.
3. Corte de energía AC (En los tableros que no afectan el servicio, o que sus cargas tengan respaldo de UPS y Rectificadores), De acuerdo a los tiempos indicados en el cronograma adjunto.
4. Limpieza interna con aire seco a presión, (Se usará adicionalmente trapo industrial y brocha en los tableros que estén sin energía).
5. Ajuste de contactos, bornes e interruptores.
6. Reordenamiento y etiquetado del cableado.
7. Megado de barras en los tableros (Este trabajo solo se puede realizar en los tableros que no afectan el servicio – Es decir, los tableros que no tengan cargas críticas).
8. Reconexión de Energía AC (En los tableros que no afectan el servicio, o que sus

Tabla 3.3 Rectificador

Marca	Cap. C/ rect. (amp)	Cant.	Capacidad total (amp)	Contratista	Frecuencia	Costo total	Primer mtto	Segundo mtto

Tabla 3.4 Inversor

Potencia (kva)	Cant.	Consumo promedio (amp)	Contratista	Frec.	Potencia (kva)	Costo total	Primer mtto	Segundo mtto

Tabla 3.5 Aires Acondicionados

Marca	Tipo	Btu / cu	Cant.	Contratista	Frec.	Costo total	Primer mtto	Segundo mtto

Tabla 3.6 Subestación

Marca	Tipo	Tensión (V)	Potencia (KW)	Frecuencia	Costo Total	Primer mtto	Segundo mtto

Tabla 3.7 Tableros eléctricos

Tipo	Cant.	Contratista	Frec.	Costo total	Primer mtto	Segundo mtto

Además se tiene una base de datos semanal donde se hace las comparaciones de las mediciones de energía y máxima demanda

3.2.2 Políticas de ahorro de energía, de consumo de energía

Se implemento lo siguiente

- Se debe concienciar al personal apagar los equipos de cómputo al retirarse de sus labores.
- Se apagarán los aires acondicionados del segundo piso y del cuarto piso a partir de las 18:00 h, se instaló relojes horarios con contactores en los tableros eléctricos
- Se incrementará un grado en el termostato de la sala de equipos para que el aire acondicionado trabaje menos, pero se debe de tener en consideración que ello no implique que en la sala se genere zonas de calor.

- d. Se instaló un aviso en la puerta de acceso de la sala de equipos para que cada vez que terminen los trabajos apaguen todas las luminarias.
- e. En determinadas zonas del edificio se instaló sensores de movimiento para el encendido de luminarias.
- f. *Se envía semanalmente un reporte de ahorro de energía para las jefaturas para que tengan en cuenta como se está desarrollando las variables de consumo de energía y máxima demanda*
- g. Se motiva al personal en el ahorro, en coordinación con la gerencia, para que si cada semana se mantiene el consumo, se les otorga un beneficio, pagando el alquiler de una losa deportiva para que practiquen deportes.

3.2.3 Políticas de mantenimientos

Se definió tres tipos de mantenimientos: a) *Mantenimiento Preventivo*, b) *Mantenimiento Predictivo* y c) *Mantenimiento Correctivo*.

a. Mantenimiento Preventivo

Permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

Dentro del mantenimiento preventivo existen equipos que permite vigilar *constantemente* el estado de las instalaciones, así cómo también realizar pequeños ajustes de una manera fácil.

Además el mantenimiento preventivo, en general se ocupa en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de un equipo en mención. Este tipo de mantenimiento ayuda en reducir los tiempos que pueden generarse por mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo planificado y la sustitución planificada son dos de las tres *políticas disponibles* para los ingenieros de mantenimiento.

Estos procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo con las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente y las recomendaciones de expertos.

Un ejemplo es el mantenimiento equipos de Aire Acondicionado, actividad programada de limpieza, inspecciones, ajustes, reparaciones, mediciones de consumos de corriente, mediciones de presiones, detección de fugas de gas, pruebas de *funcionamiento* y otros, realizadas en forma periódica en base una programación establecida.

b. Mantenimiento Predictivo

Está basado en la determinación del estado de la máquina en operación. El concepto

se basa en que los equipos darán un tipo de aviso antes de que fallen. Este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones.

Se trata de realizar ensayos no destructivos, cómo pueden ser análisis de aceite, análisis de desgaste de partículas, medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías, etc.

Un ejemplo es el control y análisis de estado del aceite del transformador MT, control de rigidez dieléctrica, tensión interfacial, Índice de acidez, contenido de agua, a fin de determinar el estado del transformador y tomar acciones correctivas antes de que se produzcan daños al equipo.

c. Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento agrupa las acciones a realizar en los equipos ante un funcionamiento incorrecto, deficiente o incompleto que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo.

Estas acciones, que no implican cambios funcionales, corrigen los defectos técnicos de las aplicaciones. Se entiende por defecto una diferencia entre las especificaciones del sistema y su funcionamiento cuando esta diferencia se produce a causa de errores en la configuración del sistema o del desarrollo de programas. Se establecerá un marco de colaboración que contemple las actividades que corresponden a la garantía del actual proveedor y las actividades objeto de este contrato.

La corrección de los defectos funcionales y técnicos de las aplicaciones cubiertas por el servicio de mantenimiento, incluye:

- Análisis del error / problema.
- Análisis de la solución.
- Desarrollo de las modificaciones a los sistemas, incluyendo pruebas unitarias.
- Pruebas del sistema documentadas.
- Mantenimiento de las documentaciones técnicas y funcionales del sistema

3.2.4 Proceso administrativo de reclamo

En cuanto al proceso de reclamo este se basó en:

- a. La Ley de Concesiones Eléctricas D.L. 25844,
- b. Reglamento de la Ley de concesiones eléctricas D.S. 009-93-EM
- c. La resolución de Consejo Directivo OSINERG 345-2004-OS/CD,
- d. La directiva “Procedimiento Administrativo de Reclamos de los Usuarios de Los Servicios Públicos de Electricidad y Gas Natural”, aprobada por resolución OSINERGMIN 671-2007-OS/CD.

La Figura 3.1 resume el procedimiento para el reclamo. En si es un diagrama de flujo que está a disposición de todos los usuarios, sin importar el proveedor.

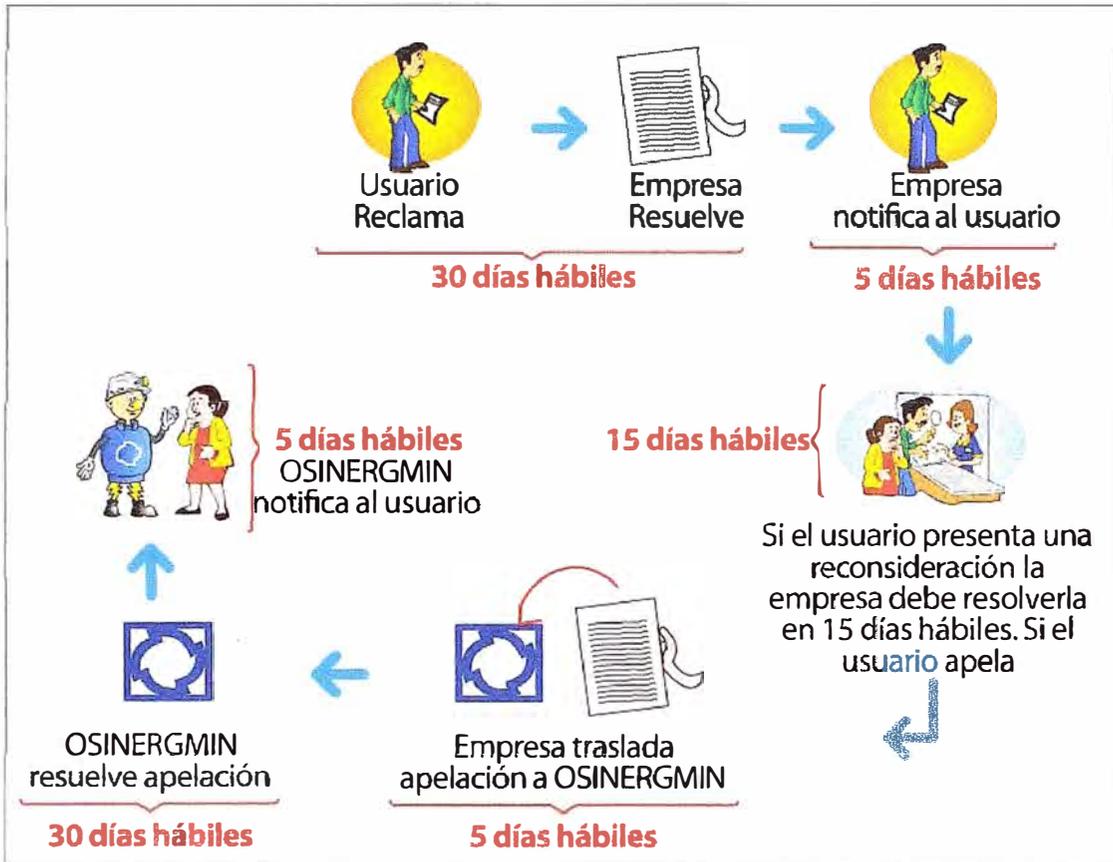


Figura 3.1 Procedimiento de reclamo

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran y analizan los datos recolectados durante las inspecciones detalladas en el anterior capítulo a efectos de determinar el origen de las incongruencias en el consumo eléctrico. Este capítulo se divide en 1) Análisis del consumo de energía, 2) Reclamo a Luz del Sur, 3) Mantenimiento correctivo de la subestación y nuevo análisis, 4) Pasos finales.

4.1 Análisis del consumo de energía

Al empezar el análisis del consumo de energía, mayo de 2009, se procedió a realizar una evaluación del consumo de energía durante ocho semanas, para identificar la tendencia del consumo de energía.

Para ello se tomó medidas semanalmente del medidor interno en baja tensión con la que cuenta Americatel en el tablero general (Analizador de redes Power meter). Esta toma de datos correspondió a máximas demandas, consumo de energía (Figura 4.1), energía reactiva, armónicos.

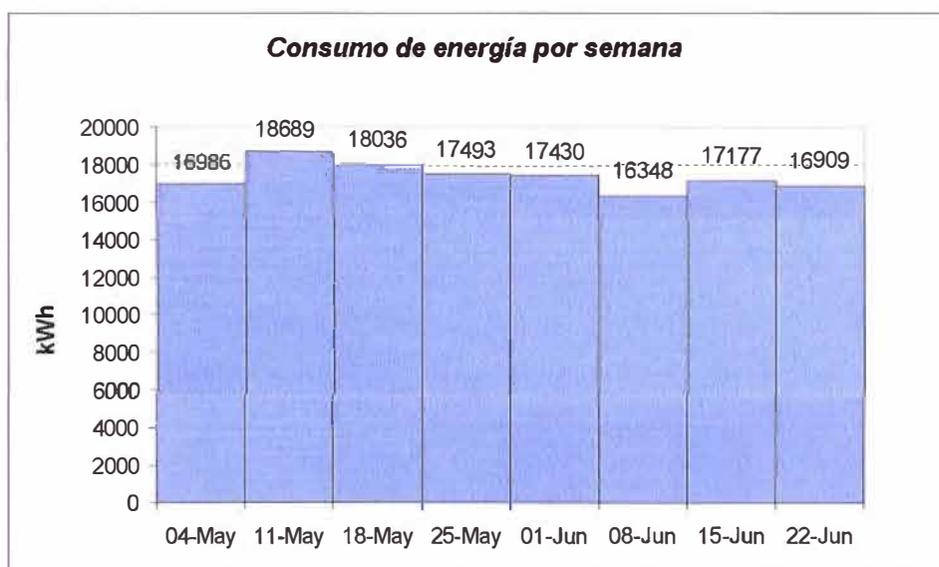


Figura 4.1 Mediciones del Power meter

Se observó que en la facturación correspondiente al periodo del 26 de abril al 25 de mayo del 2009, se incrementó el consumo de energía con respecto al periodo del 26 marzo al 25 de abril del 2009 en 72% (Figura 4.2), el cual no concordaba con los valores registrados en el medidor interno de Americatel.

Se presenta gráficas en función de los datos emitidos en los recibos de Luz del Sur. Es necesario aclarar sobre alguna terminología utilizada. Estas son las siguientes:

- kWh-HP: Energía en hora punta
- kWh-FHP: Energía fuera de hora punta
- kW-HP: Máxima Demanda en hora punta
- kW-FHP: Máxima Demanda fuera de hora punta
- Potencia distribución: Promedio entre 2 mayores demandas de los últimos 6 meses.
- Potencia generación: Demanda mayor del mes (entre y fuera de la hora punta).
- Hora punta: Desde las 18:00 h hasta las 22:00 h

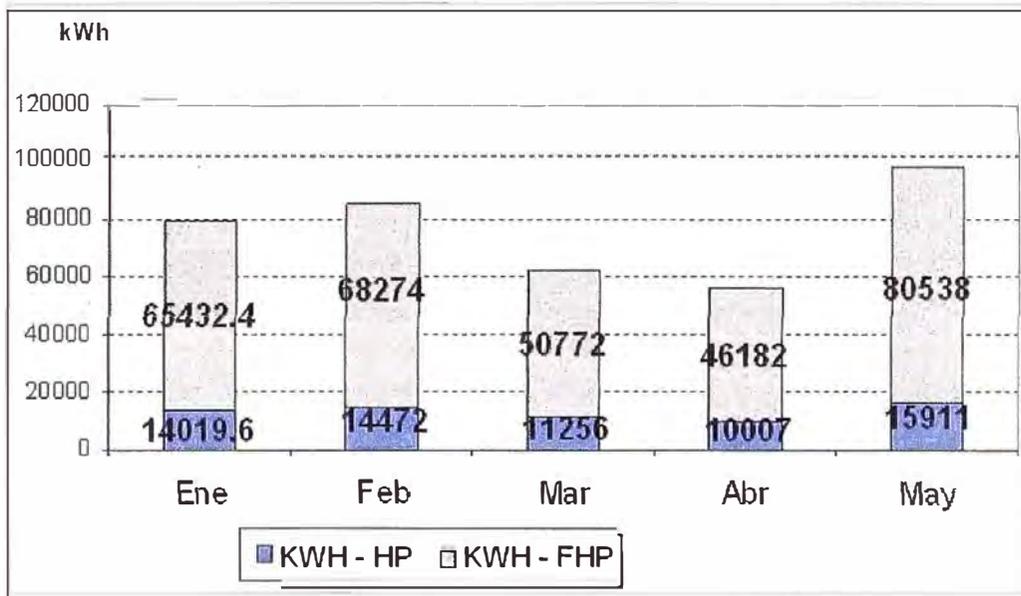


Figura 4.2 Consumo de energía

En mayo se incrementa los montos tanto en la energía en hora punta y fuera de hora punta. Esto se puede apreciar en las Figura 4.3

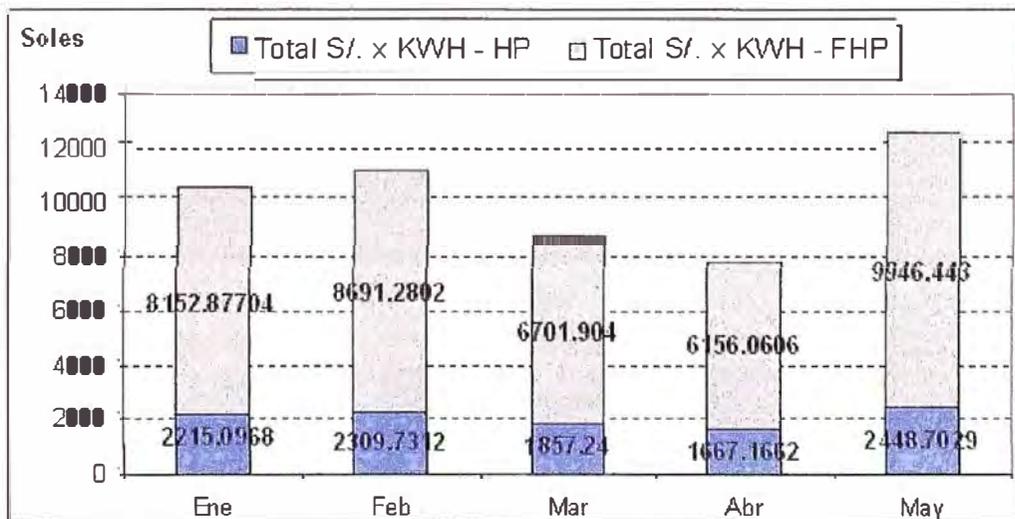


Figura 4.3 Costo de energía. Datos de enero a mayo

Para analizar los consumos se tomó en cuenta que las empresas eléctricas catalogan a los clientes de la tarifa MT3 como cliente fuera de punta o cliente presente en punta.

$$\frac{kWh - HP / HP - mes}{Maxima - demanda - HP} \quad (4.1)$$

La fórmula 1.1 ayuda a determinar si se es cliente en hora punta o cliente fuera de hora punta. La fórmula corresponde a un factor deducido de la energía consumida en hora punta dividido por las horas punta del mes y ello entre la máxima demanda en hora punta del mes. Si este factor es mayor o igual a 0.5 se designa como cliente en hora punta, sino sería el caso contrario.

El costo unitario de la potencia generación presente en punta de mayo de 2009 fue de S/. 24.086; el costo unitario de potencia generación fuera de punta fue de S/10.817.

Respecto a la demanda máxima se analizan los datos de la Figura 4.4., así como el costo mensual por demanda máxima (Figura 4.5).

Se observa que en la potencia generación se incrementó el importe a pagar debido al cambio de modalidad de cliente en fuera de punta a cliente en hora punta.

Según se muestra en la Figura 4.6, la energía consumida fuera de hora punta así como la potencia generación son los mayores montos en la facturación.

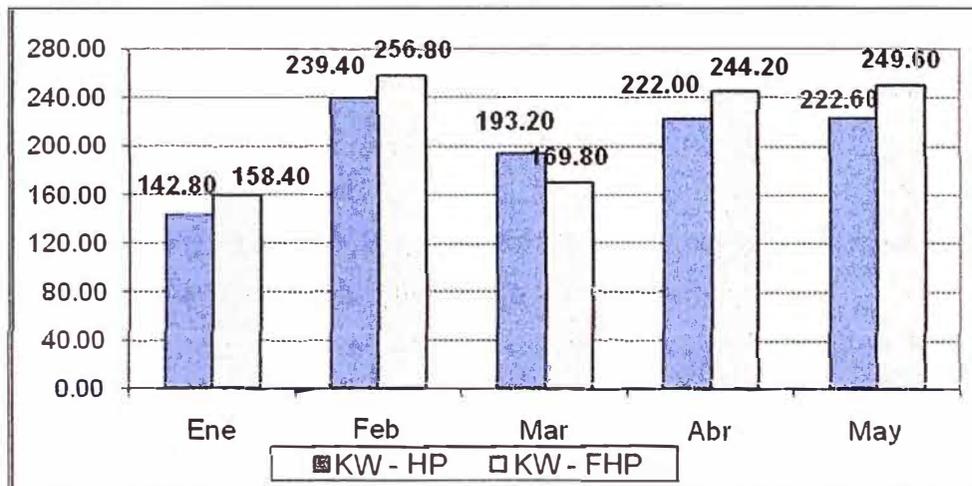


Figura 4.4 Demanda máxima

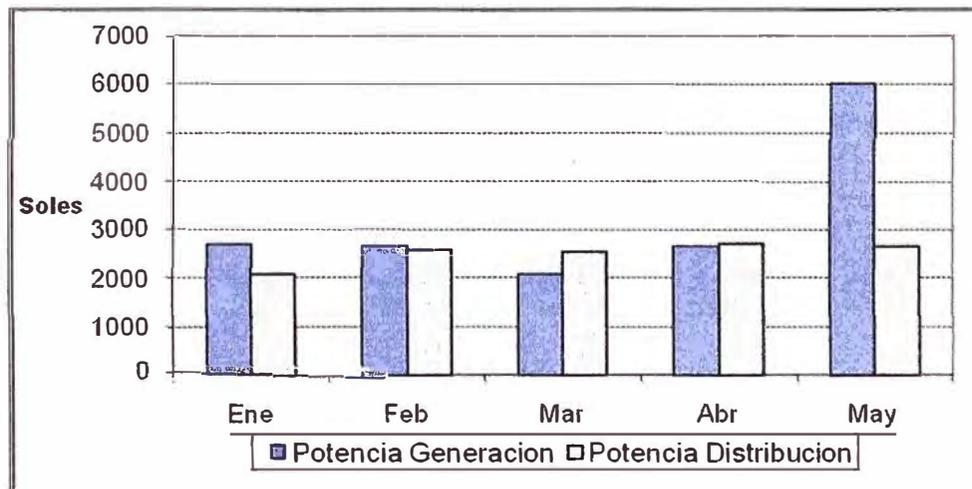


Figura 4.5 Costo mensual por demanda máxima

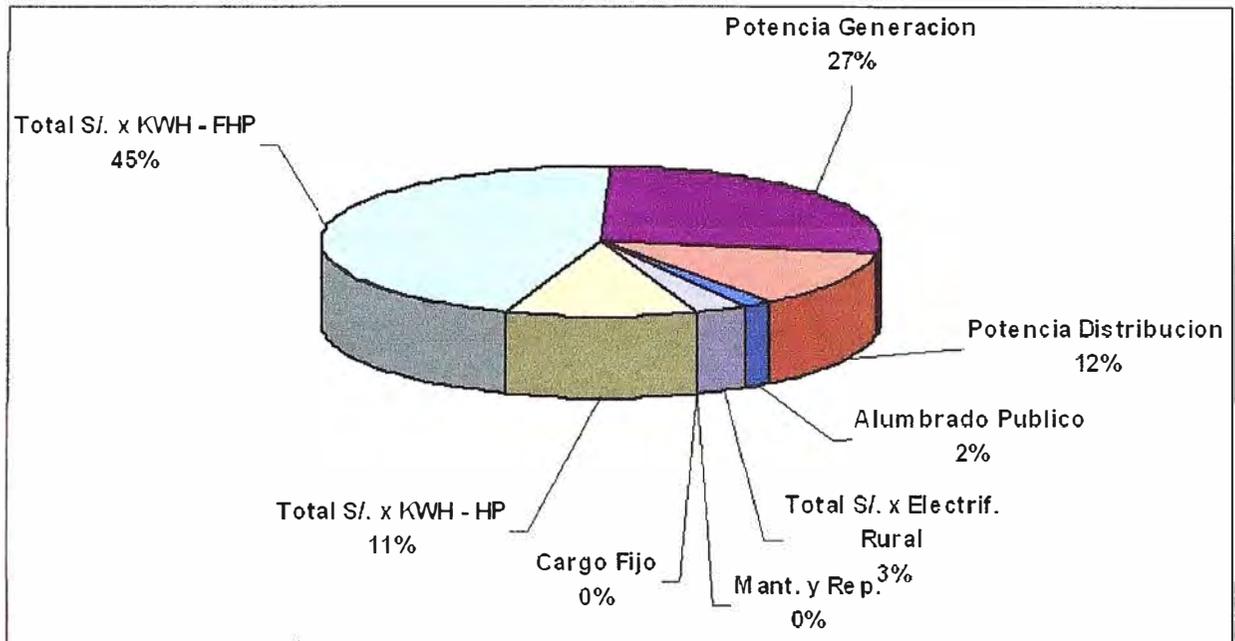


Figura 4.6 Distribución de montos en facturación de mayo 2009

4.2 Reclamo a Luz del Sur

Se observó que los valores que se emitieron en la facturación analizada no coincidían con los valores obtenidos del analizador de redes de Americatel, por lo que se solicitó a la concesionaria Luz del Sur que proceda a hacer una contrastación del medidor electrónico.

Se siguió los siguientes pasos:

- a. 03 de junio se solicitó a Luz del Sur la contrastación de equipo de medición electrónica y mantenimiento de PMI (puesto de medición a la intemperie).
- b. 4 de junio se obtuvo respuesta de Luz del Sur precisando que la contrastación sólo puede ser realizado por INDECOPi por el tipo de sistema de medición con la que cuenta Americatel, además mandó cotización para realizar mantenimiento del PMI.
- c. 9 de junio se confirmó que se efectúe la contrastación del medidor electrónico de Luz del Sur.
- d. 12 de junio informan que el 17 de junio efectuarán el retiro del medidor electrónico colocando uno de las mismas características en su reemplazo hasta que se efectúe la contrastación.
- e. 17 de junio se retiró el medidor electrónico.
- f. 22 de junio Luz del Sur comunica que la contrastación se realizará el 17 de julio en los laboratorios de INDECOPi.
- g. 3 de julio Luz del Sur informa que se cambió del día de contrastación para el 15 de julio a las 08:00 h.
- h. 15 de julio se realizó contraste donde, según las pruebas en laboratorio, el medidor electrónico se encontraba funcionando dentro de los márgenes de precisión

- i. 23 de julio se reinstala el medidor contrastado
- j. 12 de agosto Luz del Sur envía resolución SGSC-CHC-09-0463 declarando infundado el reclamo presentado.

4.3 Mantenimiento correctivo de la subestación y nuevo análisis

Mientras se cumplía el procedimiento de reclamo, de la Directiva “Procedimiento Administrativo de Reclamos de los Usuarios de los Servicios Públicos de Electricidad y Gas Natural” aprobada por resolución OSINERGMIN 671-2007-OS/CD, se realizó mantenimientos de los equipos involucrados en el sistema eléctrico del edificio donde se aloja el Data Center.

De todos los trabajos realizados sólo se encontró un problema en la subestación. Todos los demás elementos trabajaban de manera normal, no pudiendo ser ellos el origen de la incongruencia de las mediciones obtenidas.

Al finalizar el mantenimiento de la subestación, se encontró pérdida de aceite en el lado de las empaquetaduras de aisladores de media tensión, regulador de tensión, pernos de unión entre plataforma de transformador con la cuba (Figura 4.7).

Dada esta situación, se realizó el mantenimiento correctivo, el cual consistía en el cambio de empaquetadura. Para ello se realizó el cambio temporal del transformador por uno de las mismas características (Figura 4.8, 4.9 y 4.10).

Dicho transformador temporal estuvo 21 días, por lo que se aprovechó para realizar comparaciones de medición entre el medidor externo en media tensión y el analizador de redes interno en baja tensión, dando por resultado una diferencia de 35%, lo cual indicaba que la diferencia de medición no era debido al transformador.



Figura 4.7 Fuga de aceite (plataforma bajo la placa)



Figura 4.8 Retiro del transformador para mantenimiento



Figura 4.9 Retiro del transformador para mantenimiento



Figura 4.10 Transformador temporal

Al culminar dichos mantenimientos y observando que fueron adecuadamente realizados, no se encontró parámetros fuera de los rangos establecidos, es así que se procedió a contrastar el medidor interno de Americatel con un analizador de redes en paralelo AR5 Circutor, verificando que ambos registraban los mismos valores.

Al obtener en los registros que el consumo seguía incrementado respecto a las mediciones internas, se tuvo que tomar otras medidas.

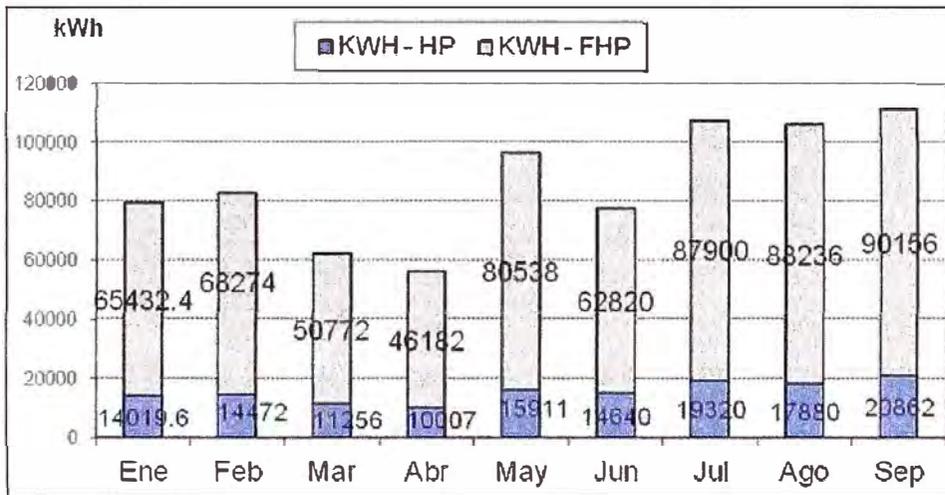


Figura 4.11 Consumo de energía

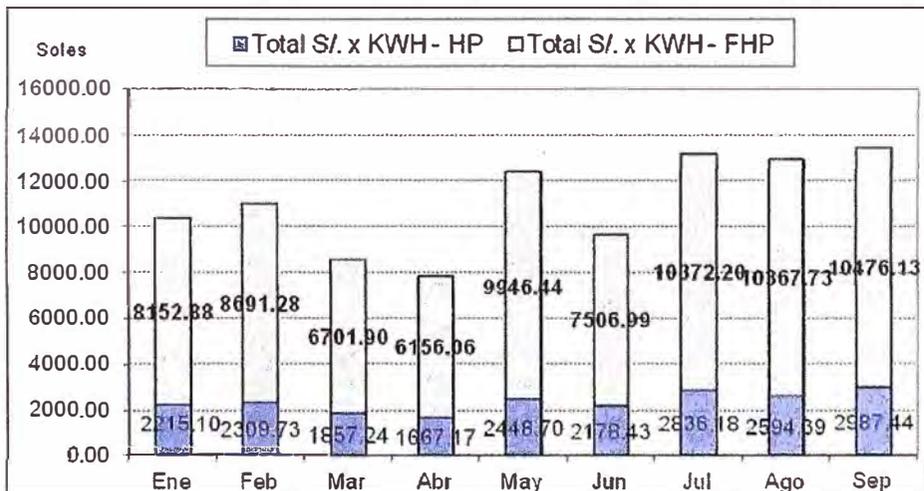


Figura 4.12 Costo mensual por consumo de energía

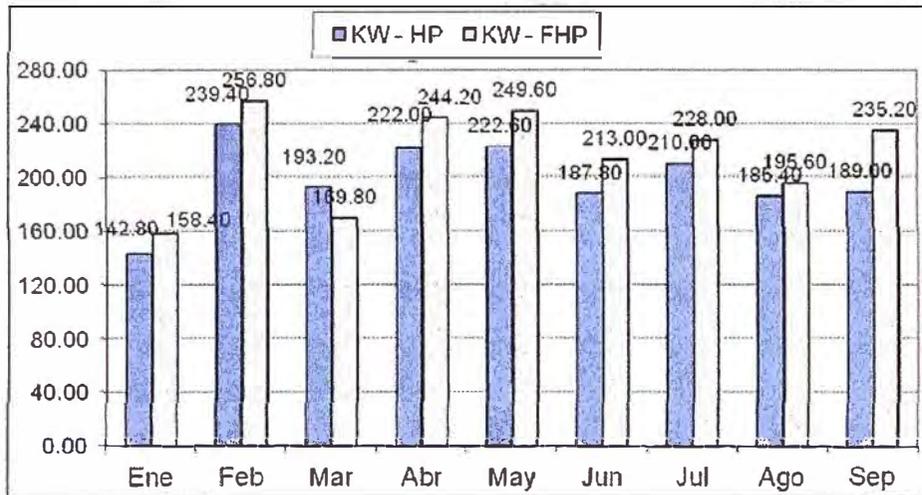


Figura 4.13 Demanda máxima

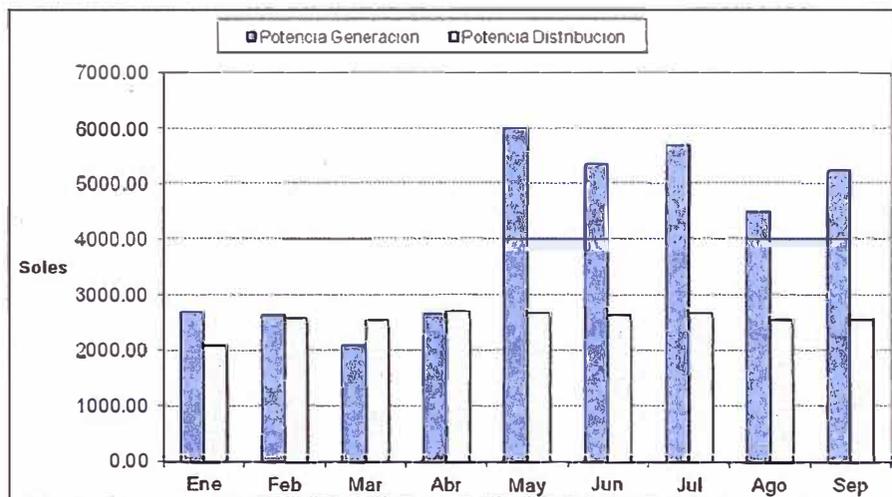


Figura 4.14 Costo mensual por demanda máxima

A continuación se tomo la siguiente acción:

- 1 octubre se solicita a luz del sur presupuesto para suministro e instalación de un nuevo medidor electrónico
- 14 de octubre luz del sur envía presupuesto
- 26 de octubre se solicitó el cambio de medidor según presupuesto
- 3 de noviembre se realizó el cambio del medidor electrónico ABB tipo A1RL+, por el medidor electrónico ELSTER tipo A1RL+ (Figura 4.15).

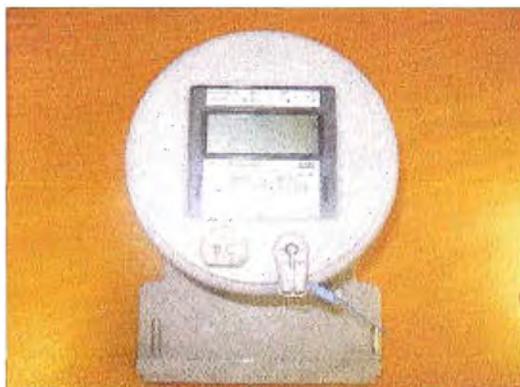


Figura 4.15 Medidor ABB tipo A1RL+ retirado

Al continuar registrando el nuevo medidor electrónico la misma diferencia de lecturas con respecto al medidor interno de Americatel, se procedió de la siguiente forma:

- 3 de diciembre se solicitó el alquiler de un analizador de redes AR5 para contrastar las medidas con el medidor interno de Americatel durante 3 días.
- 7 de diciembre al 14 de diciembre se realizaron diversas medidas en los tableros eléctricos de Olguín, además se realizó la contrastación del medidor interno de Americatel, donde se concluyó que los valores son los correctos y que el error se encontraría en el lado de media tensión.

Se realizó mediciones de consumo de energía y máxima demanda durante los 7 días que duro el alquiler del Analizador de redes AR5, tomándose los datos según la siguiente distribución:

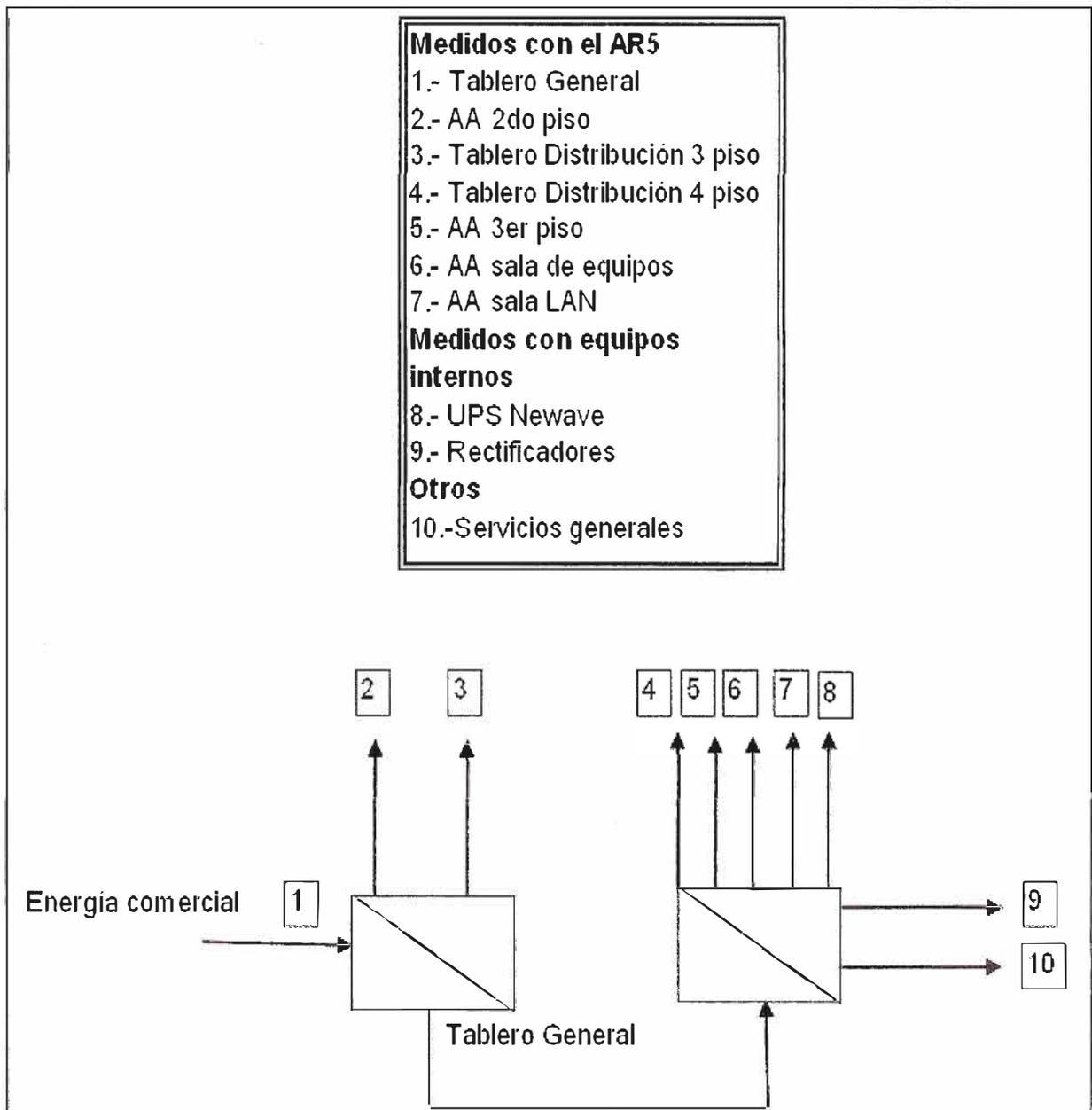


Figura 4.16 Mediciones efectuadas en el tablero general

Debido a la gran cantidad de tableros existentes se priorizó aquellos que podrían dar indicadores de consumos que afecten al incremento de energía y máxima demanda.

Cabe señalar que se han aproximado consumos, principalmente en el rubro denominado Servicios generales, que fueron aquellos consumos que no se pudieron medir con el AR5 (alumbrado de las salas de equipos, toma corrientes, tablero de distribución del 2º piso, etc). Teniendo en cuenta ello se elaboró la Tabla 4.1:

Tabla 4.1 Consumo de energía por día kWh y máxima demanda kW

Tablero General	Energía kWh		Demanda kW	
	Valor	%	Valor	%
Tablero General	2812.8	100%	157	100%
Medidos con el AR5				
AA 2do piso	63.35		14.15	
Tablero Distribución 3 piso	80.12		5.04	
Tablero Distribución 4 piso	122.09		7.99	
AA 3er piso	65.32		7.51	
AA sala de equipos	540.51		27.67	
AA sala LAN	332.04		18.33	
Total	1203.44	42.8%	80.69	51.4%
Medidos con equipos internos				
UPS Newave	427.2		17.8	
Rectificadores	405.36		16.9	
Total	832.56	29.6%	34.7	22.1%
Otros (aproximación)				
Servicios generales	776.80	27.6%	41.61	26.5%

De donde se ha elaborado la grafica de consumo porcentual según ítems, respecto al tablero general:

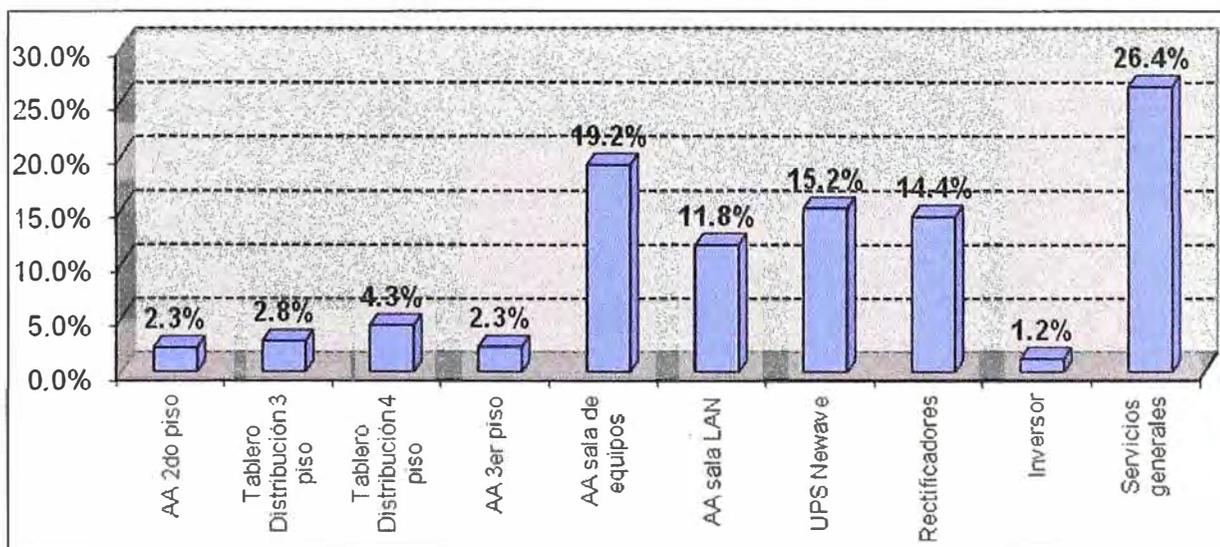


Figura 4.17 Repartición porcentual de cada tablero respecto al tablero general

Además se verificó el consumo general de Olguín con el AR5 y se hizo la comparación con los otros equipos de medición con la que se cuenta, power meter, y el medidor Elster del cual toma los registros Luz del Sur.

Se obtuvo los siguientes valores mostrados en la Figura 4.18:

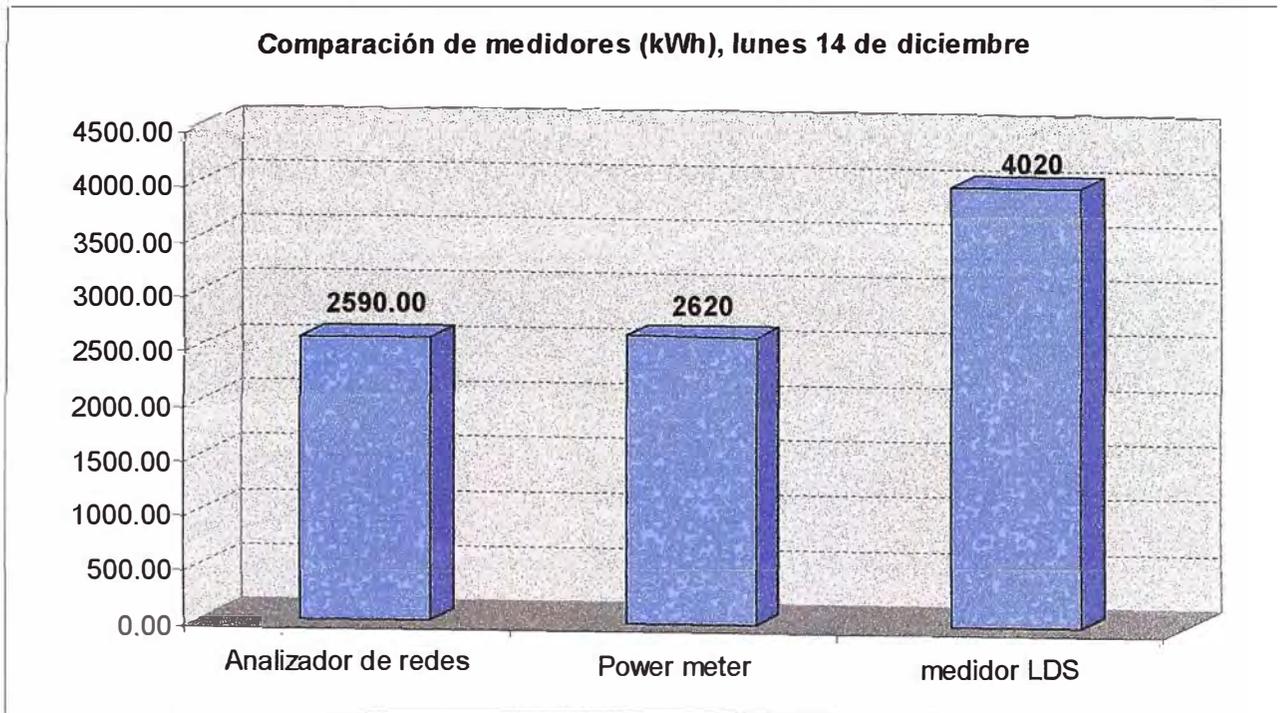


Figura 4.18 Comparación de mediciones de energía

Con lo que se obtiene la diferencia porcentual del valor del power meter respecto a los otros equipos de medición (Figura 4.19):

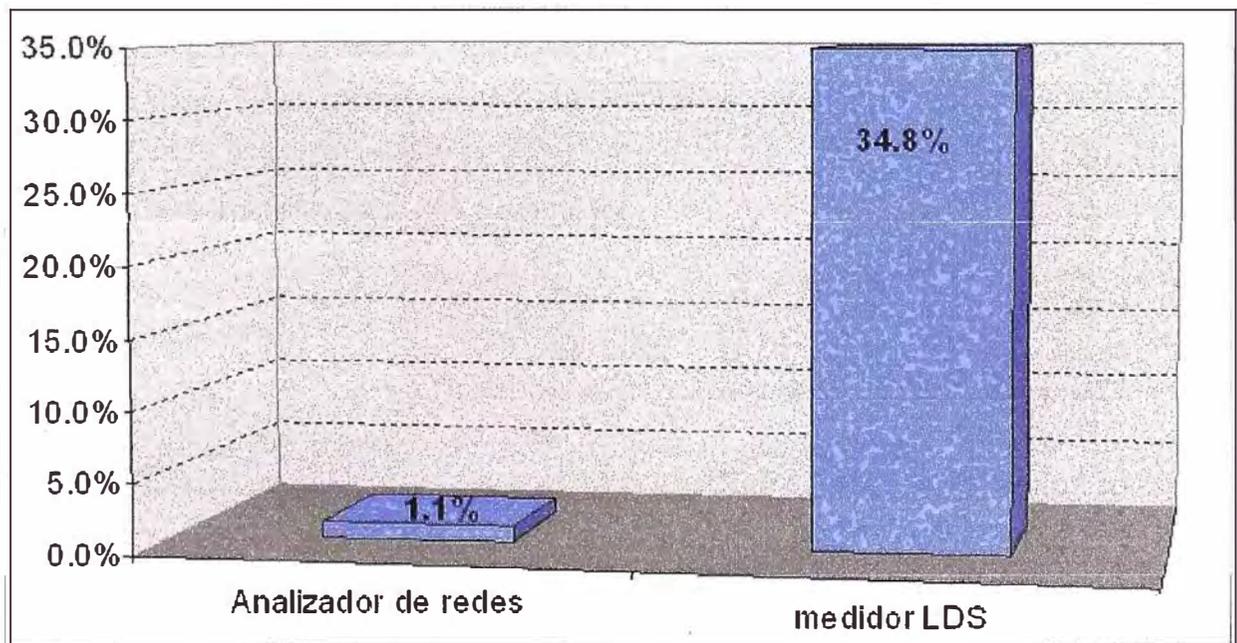


Figura 4.19 Variación porcentual

Por lo que se comprueba que la medición de energía entregada por el power meter es el correcto, lo que no implica que el medidor de Luz del sur este fallando (ver conclusiones).

De la misma forma se hace verificación de los valores de máxima demanda registrado por el AR5 y la respectiva comparación con los otros medidores utilizados.

Cabe señalar que las máximas demandas del AR5 se aproximaron en el tiempo en

que ocurrieron con el power meter (Figura 4.20).

- El 14 de diciembre el AR5 registró su máxima demanda a las 15:00 h y el power meter a las 15:03 h.
- El 15 de diciembre al AR5 registró la máxima demanda a las 13:00 h, mientras que el power meter a las 12:55 h.

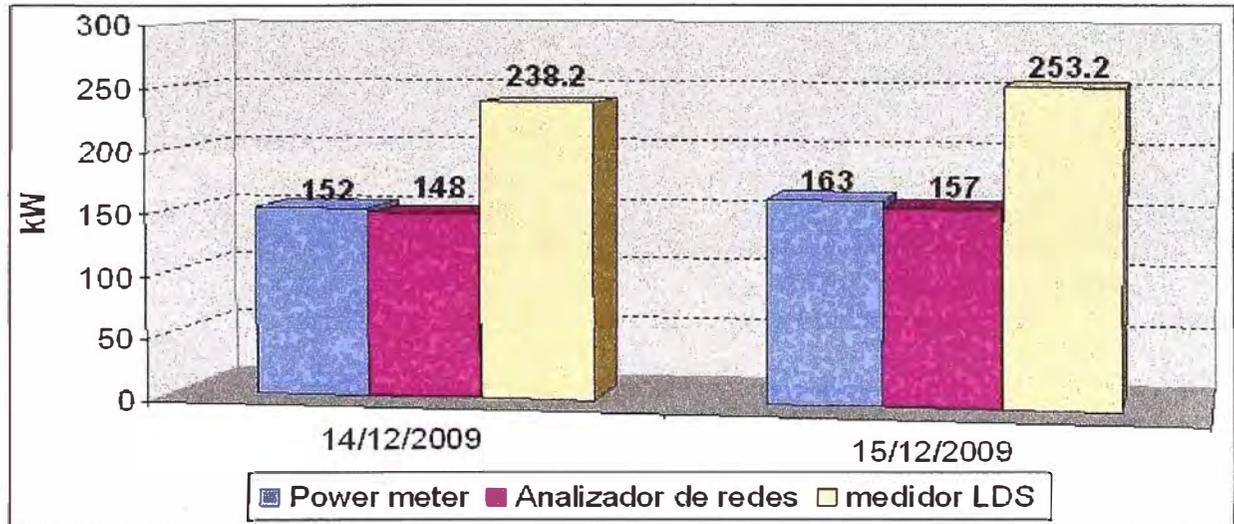


Figura 4.20 Comparación de valores de máxima demandas

Con lo que se obtiene la diferencia porcentual del valor del power meter respecto a los otros equipos de medición. (Figura 4.21)

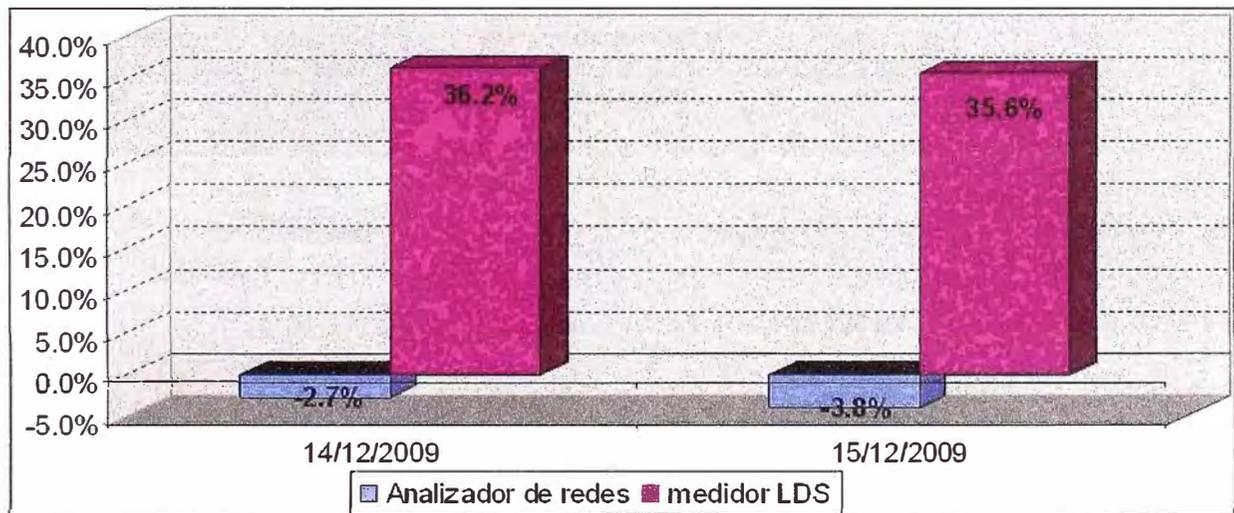


Figura 4.21 Variación porcentual de demanda.

Además con el AR5 se ha podido observar el consumo de energía en hora punta (18:00 h a 23:00 h) y fuera de hora punta. (Tabla 4.2 y figura 4.22)

Tabla 4.2 Consumo según tipo de horario en kWh

Hora punta	Tablero general	AA 3er piso	AA 2do piso	AA LAN	AA sala equipos	TD 3	TD 4
SI	528.00	12.63	3.05	78.30	111.99	19.45	31.36
NO	2284.80	52.69	60.30	253.74	428.52	60.67	90.73

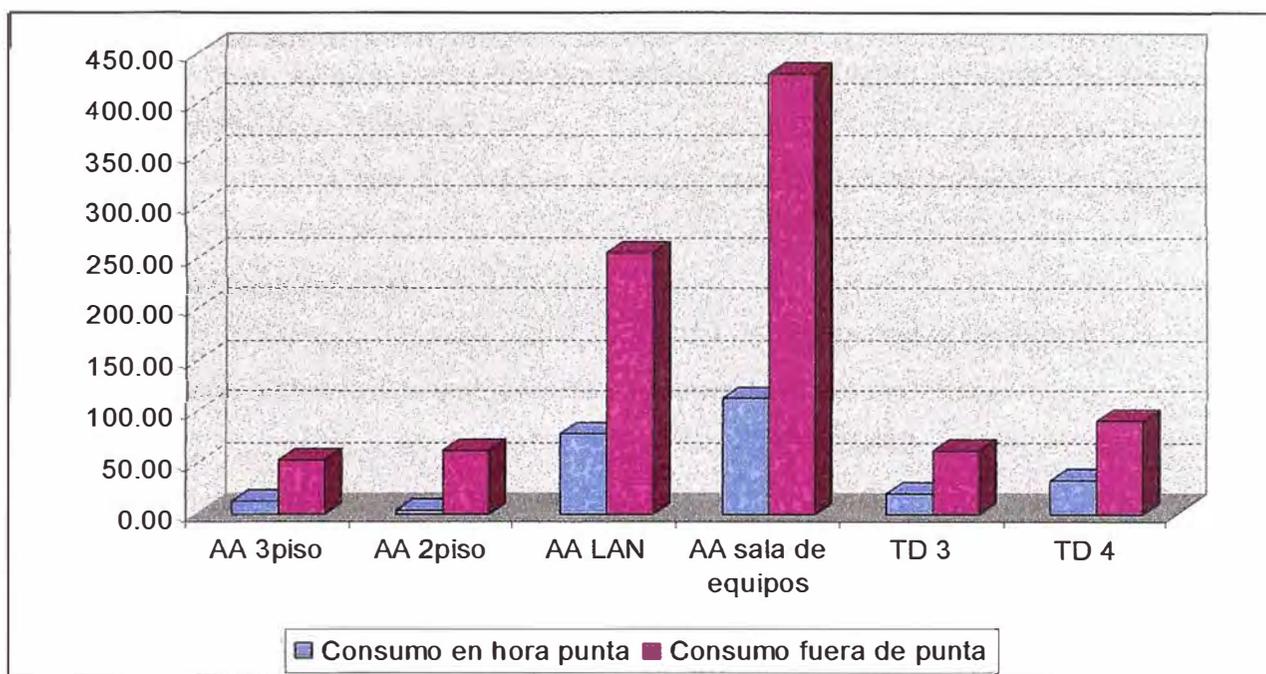


Figura 4.22 Consumo según hora.

La zona punteada de la Figura 4.23 representa el recorrido donde se estaría generando la pérdida de energía.

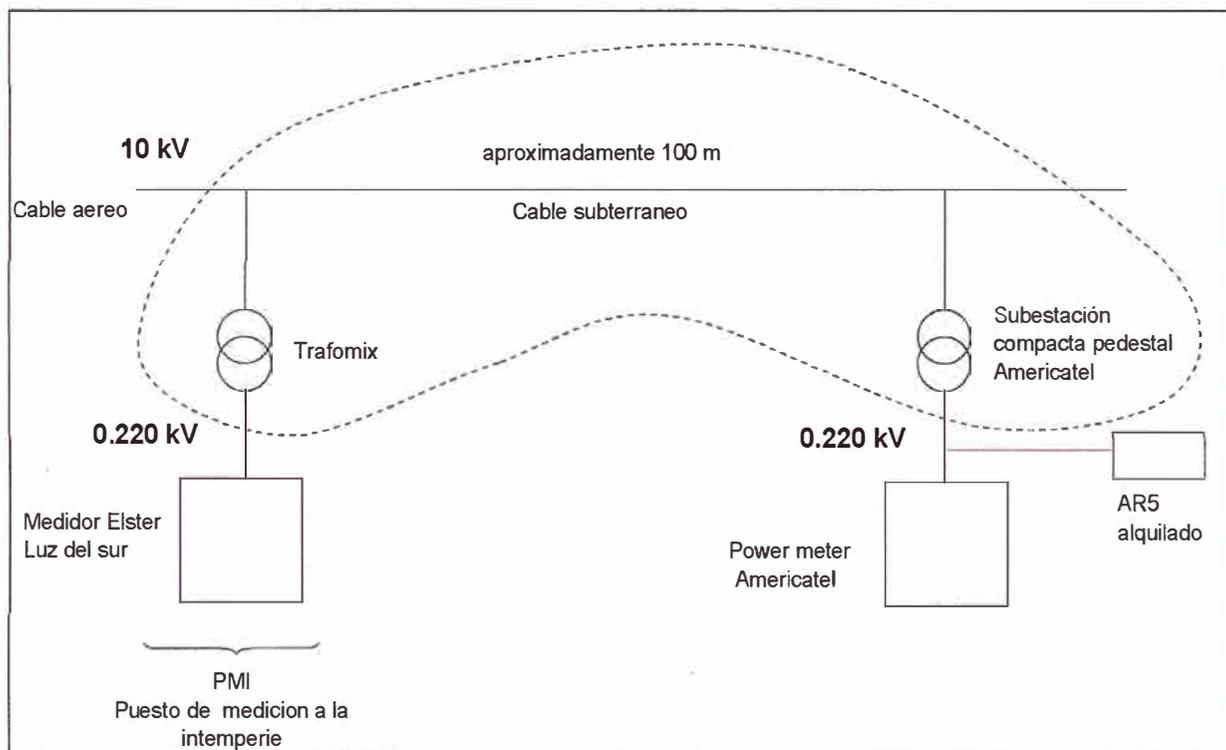


Figura 4.23 Zona de pérdida de energía

4.4 Acciones finales

Luego del nuevo análisis se procedió según se indica a continuación:

-15 de febrero se solicitó a Luz del Sur contrastación del trafomix, debido a que mediciones de máxima demanda y consumo de energía que facturan no coincide con los valores registrados en nuestros equipos. Periodo de reclamo de diciembre 2008 a enero

2009.

- 23 de febrero Luz del Sur indica que las empresas que pueden contrastar el trafomix son CEA, CAM PERU ó TECSUR.
- 3 de marzo, debido a que CEA es la empresa que fabricó el trafomix y TECSUR pertenece al mismo conglomerado empresarial de Luz del Sur, se optó por que CAM PERU realice la contrastación.
- 10 de marzo Luz del Sur comunica que CAM PERU no puede realizar la contrastación.
- 24 de marzo se solicitó que la contrastación sea realizado por la empresa CEA.
- 26 de marzo Luz del Sur emite resolución SGSC-CHC-101042 donde indica que el procedimiento de reclamo será suspendido conforme al numeral 2.12 de la Directiva “Procedimiento Administrativo de reclamos De Los Usuarios de De Los Servicios Públicos de Electricidad y Gas Natural” hasta que se obtenga los resultados de la prueba de contraste en los laboratorios de la Empresa CEA. Hasta esta fecha habían pasado 27 días hábiles del procedimiento de atención de reclamos.
- 6 de abril se envía carta a Luz del Sur para hacer las coordinaciones del retiro del trafomix
- 13 de abril, mediante carta, se coordina con Luz del Sur que el retiro del trafomix se realice el 17 de abril
- 17 de abril se realiza el retiro del trafomix
- 22 de abril se realiza la contrastación en los laboratorios de CEA, encontrándose una falla en el funcionamiento del trafomix, “devanado de transformador de tensión abierto”. La contrastación estuvo presente personal de Luz del Sur y de Americatel.

En esta etapa se da solución técnica al incremento del consumo de energía que se había detectado, por lo que se concluye que el equipo que generaba el error era el trafomix retirado, como fue observado por la Contrastadora CEA.

Posteriormente a este evento se continúa el proceso administrativo de reclamo.

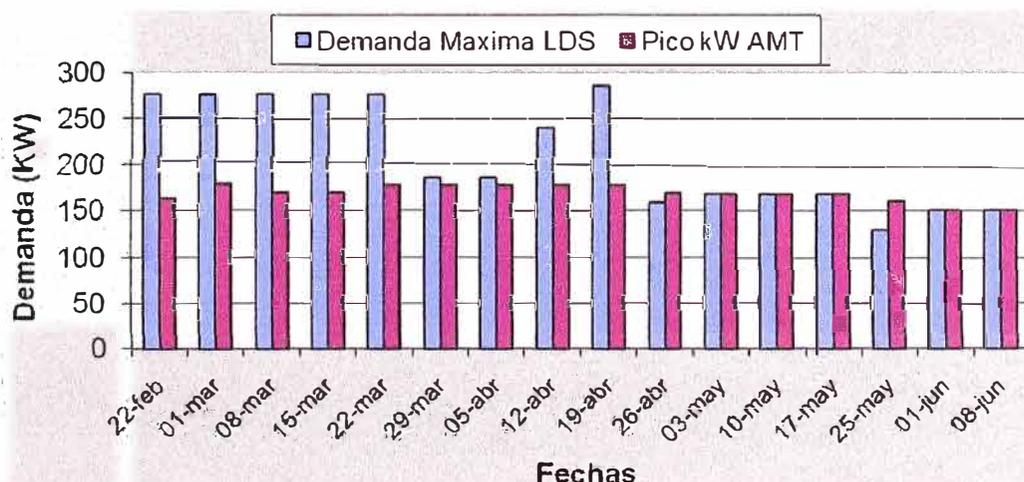


Figura 4.24 Comparativo demanda máxima LDS AMT

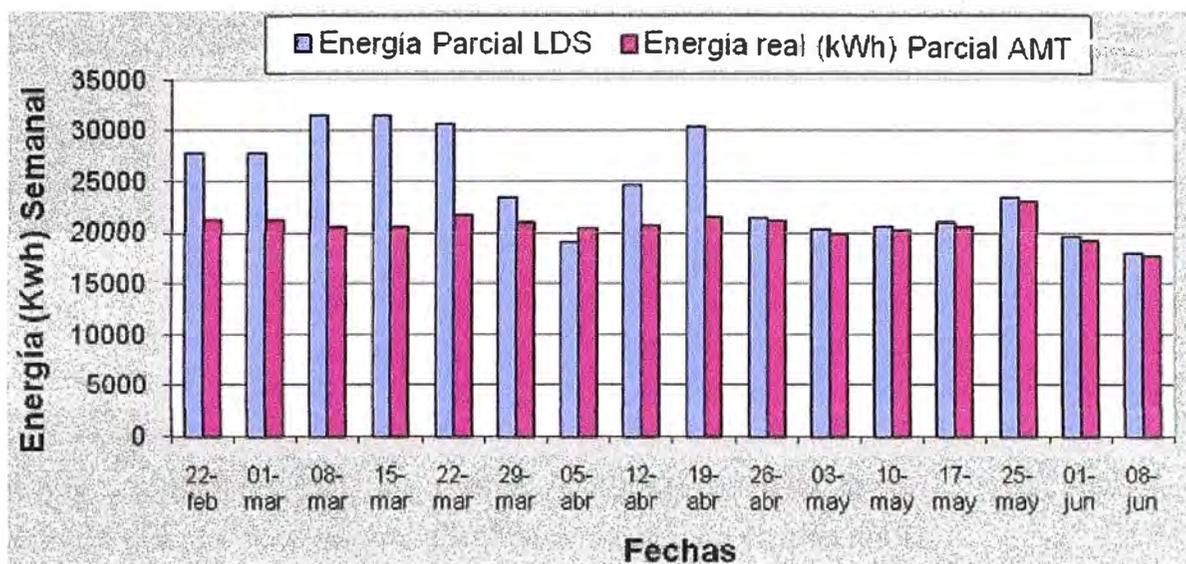


Figura 4.25 Comparativo consumo energía LDS AMT

Según se puede observar en las Figuras 4.24 y 4.25, se puede concluir que el error estuvo en el trafomix.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Al constatar que los valores registrados por el equipo alquilado (AR5) coincidían con el equipo de medición con que cuenta Americatel en baja tensión (Power meter), se concluyó que el equipo de Americatel está registrando valores reales.
2. Se ha corroborado que el medidor de Luz del Sur (Elster) se encontraba registrando los mismos valores que el equipo anterior (ABB) el cual fue contrastado, por lo que se infiere que dichos medidores están registrando valores reales.
3. Las pérdidas de energía desde el punto de suministro en media tensión de Luz del Sur hasta el punto de de baja tensión del transformador en Americatel debería estar entre el rango de 3 al 6%
4. La diferencia porcentual (34.8%), entre el power meter y el medidor de luz del sur estaba excediendo el rango aproximado de pérdida por lo que dicha perdida estaba entre el recorrido del medidor de luz del sur hasta el power meter.
5. Se verificó que la falla se encontraba en el transformador de corriente y tensión (trafomix), debido a que se corroboró que los consumos registrados por el power meter y el medidor de luz del sur están promediando en 1 al 3 % después del cambio de este.

Recomendaciones

1. El proceso administrativo de reclamos debe continuar para poder solicitar el reintegro por los cobros en exceso debido a las medidas erradas registradas por el medidor electrónico instalado en el PMI, ocasionados por la avería del trafomix.
2. Se debe especificar el numeral 5.1 Causales de reintegro En concordancia con el Artículo 92º de la LCE, son causales de Reintegro, siempre que hayan implicado el cobro de montos mayores a los que efectivamente correspondían, los siguientes casos: a) Error en el Proceso de Facturación; b) Error en el Sistema de Medición; y, c) Error en la Instalación del Sistema de Medición.
3. Es importante estar en comunicación con el ente Supervisor de la energía OSINERGMIN, para tener conocimiento del procedimiento de la apelación si la resolución de Luz del Sur no es favorable a la empresa
4. Se debe continuar realizando las mediciones semanales en ambos medidores, de

media y baja tensión, para poder corroborar alguna deficiencia si se presentara.

5. Entre las políticas de energía se debe continuar con la instalación de sensores de movimiento para el encendido de luminarias en más ambientes del Data Center.

6. Los procesos de mantenimientos preventivos deben continuar según los procedimientos elaborados para poder obtener confiabilidad de la operatividad de los sistemas

7. Se debe realizar anualmente análisis termográficos a los tableros para detectar zonas de contactos calientes

ANEXOS

ANEXO A GLOSARIO DE TÉRMINOS

AA :	Aire acondicionado
AMT:	Americatel
CEA:	Compañía electro andina
GE :	Grupo electrógeno
LDS :	Luz del Sur
NOC :	Network Operation Center
OSINERGMIN:	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
PMI:	Puesto de medición a la intemperie
VAC:	voltaje en corriente alterna
VDC:	voltaje en corriente continua
UPS:	Dispositivo de alimentación eléctrica ininterrumpida

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Normas Técnicas de la Calidad del Servicio Eléctrico
- [2] Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001
- [3] Procedimiento administrativo de reclamos de los usuarios de los servicios públicos de electricidad y Gas natural - Resolución OSINERGMIN N° 671-2007-OS/CD
- [4] Norma DGE "Contraste del Sistema de medición de Energía Eléctrica". Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad.
- [5] Norma DGE "Reintegros y recuperos de Energía Eléctrica". Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Electricidad
- [6] Recomendación de operación y mantenimiento de los fabricantes de equipos.
- [7] Ley de Concesiones Eléctricas D.L. 25844
- [8] Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas D.S 009-93-EM
- [9] TIA 942 Telecommunication Infrastructure Standard for Data Centers