

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y EVALUACIÓN
A NIVEL DE TENSIÓN PRIMARIA 10 KV HOSPITAL NACIONAL
EDGARDO REBAGLIATI MARTINS**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

RAÚL GILBERTO MATOS ACUÑA

**PROMOCIÓN
2000 - II**

**LIMA – PERÚ
2006**

**USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y EVALUACIÓN A NIVEL DE
TENSIÓN PRIMARIA 10 kV HOSPITAL NACIONAL
“EDGARDO REBAGLIATI MARTINS”**

*Dedico este trabajo a:
mis padres, que siempre me apoyaron y a
Milagros que desde el cielo junto a Dios me
iluminaron para el desarrollo de este informe.
A mis hermanos que en todo momento me
asistieron con su gratitud y apoyo moral,
y a una persona muy especial.*

SUMARIO

Hoy en día, a pesar de los extraordinarios avances tecnológicos en materia de generación y distribución de energía eléctrica, así como de contarse con modernas fuentes de alimentación; no siempre estamos en condiciones de proporcionar a los equipos eléctricos del usuario final, una electricidad limpia, confiable, eficiente y segura con una prefijada calidad de servicio; si es que previamente no se ha estudiado el problema y se han tomado luego las medidas del caso.

El presente informe de aplicación de la ingeniería eléctrica, desarrolla un diagnóstico de las instalaciones eléctricas del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, asimismo se realiza una evaluación del consumo de energía eléctrica con la finalidad de proponer alternativas para el mejoramiento de las instalaciones eléctricas y el uso eficiente del recurso eléctrico; tales como la compensación de la energía reactiva, cambio en el sistema de arranque de motores, y la protección de los equipos; obteniéndose beneficio económico y eficaz posible, tal como se muestra en los resultados de la evaluación económica, que permiten la viabilidad y que ofrecen beneficio al ejecutar el proyecto.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	
1.1. Consideraciones generales	3
1.2. Justificación del proyecto	6
1.3. Planteamiento de un modelo a ser considerado	7
CAPÍTULO II	
DESCRIPCIÓN SITUACIONAL DE LA INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA	
2.1. Información general sobre las instalaciones del hospital	9
2.2. Descripción situacional de las instalaciones eléctricas	11
2.2.1 Sub estaciones	11
2.2.2 Sistema eléctrico de emergencia	13
2.2.3 Sistemas de iluminación	17
2.2.4 Redes e instalaciones eléctricas en los servicios	18
CAPÍTULO III	
EVALUACIÓN Y ALCANCES SOBRE EL CONSUMO ENERGÉTICO	
3.1 Conceptos generales	20
3.2 Consumo de energía eléctrica	21
3.3 Parámetros del consumo eléctrico	26
3.4 Análisis del sistema de alumbrado	28
3.5 Análisis de la compensación reactiva	29
CAPÍTULO IV	
PRESTACIÓN EFICIENTE DEL SISTEMA ELÉCTRICO	
4.1 Aspectos que comprende el informe	32
4.1.1 Consideraciones <u>preliminares</u>	32

4.1.2 Determinación de las líneas de acción del informe	32
4.2 Implementación de las líneas de acción del informe	34
4.2.1 Utilización óptima del sistema tarifario	34
4.2.2 Reducción del consumo de energía por compensación reactiva	38
4.2.3 Cambio del sistema de arranque de motores eléctricos	42
4.2.4 Protección de equipos e instalaciones eléctricas	44
4.2.5 Ahorro en los sistemas de iluminación	46
4.2.6 Ampliación del sistema eléctrico de emergencia	47
4.2.7 Construcción del sistema de puesta a tierra (PAT)	47
4.2.8 Reformulación del plan de mantenimiento	58
4.2.9 Concientización sobre el uso racional de la energía eléctrica	59
CAPÍTULO V	
EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	
5.1 Objetivo	61
5.2 Valor actual neto (VAN) y TIR	61
5.3 Reducción del consumo de energía por compensación reactiva	62
5.4 Cambio del sistema de arranque de motores eléctricos	67
CAPÍTULO VI	
RESULTADOS OBTENIDOS	
6.1 Ejecución del proyecto	73
6.2 Resultados obtenidos a la fecha	73
6.2.1 Mejoras sin inversión	73
6.2.2 Mejoras con inversión	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
ANEXOS	77
BIBLIOGRAFÍA	102

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la economía en los últimos años se ha traducido en una extraordinaria expansión del consumo de la energía; en efecto entre 1 988 y 1 997, la energía creció a una tasa promedio anual de 7.2 % y la electricidad lo hizo a un ritmo de 7,8 % en el mismo periodo. De mantenerse la dinámica observada durante los últimos 15 años, los requerimientos energéticos que se desprendan de ella deberían acarrear una respuesta desde el lado de la oferta que si no tiene en consideración la protección del medio ambiente y de los recursos naturales nacionales, podría comprometer el crecimiento futuro del país.

En este contexto, el uso eficiente de la energía constituye una de las más importantes opciones tecnológicas para enfrentar los problemas señalados. De hecho, esta constatación no es nueva; a principios de los setenta la gran mayoría de los países industrializados adoptaron agresivas políticas de racionalización de la energía para enfrentar los severos aumentos de precios del crudo. Lo que ha cambiado es el contexto en el cual debe darse la expansión del sistema energético y los desafíos que este enfrenta, en los cuales aquellos ligados al medio ambiente, son cada vez mayores y más complejos. Sin embargo, se afirma que el uso eficiente de la energía no es una opción válida para los países en desarrollo, los que antes de pensar en “economía” de energía, deberían aumentar su consumo para mecanizar su actividad productiva y mejorar las condiciones de vida de la población. Esta argumentación contiene una falacia, ya que el uso eficiente de la energía no consiste en racionar o reducir los servicios que ésta presta sino en utilizarla mejor. Incluso existen evidencias de que los aumentos de productividad y la reducción de los consumos energéticos por unidad de producto constituyen facetas del mismo proceso.

El uso eficiente de la energía, bajo esta óptica consiste en: satisfacer los requerimientos energéticos de la sociedad al menor costo económico y energético posible, energizar actividades de baja productividad o que requieran de energía para realizarse, sustituir fuentes energéticas en función de sus costos sociales relativos. En consecuencia, el problema no es la cantidad de energía empleada sino la forma más económica de asegurar la

calidad térmica y ambiental de los hogares, iluminar adecuadamente las áreas productivas, de esparcimiento y domésticas, transportar personas y mercancías, proporcionar fuerza motriz a equipos y máquinas herramientas, etc.

En consideración a las recomendaciones que justifican la elaboración de un estudio con el propósito señalado, se elabora el presente proyecto como un aporte al HNERM y cuyos resultados ya están empezando a dar sus frutos.

De manera muy resumida describiremos el presente trabajo, el mismo que se presenta en seis (06) capítulos, conforme se indica a continuación:

CAPITULO I: Se ofrece una introducción esquemática a los aspectos más importantes que intervienen en el mejoramiento del sistema eléctrico, así como señalar la justificación y aspectos bajo las cuales se realiza el trabajo.

CAPITULO II: Se explica de manera descriptiva la situación de la infraestructura del HNERM incidiendo en los aspectos de instalaciones eléctricas.

CAPITULO III: Se aborda la evaluación y los alcances relativos al consumo de energía eléctrica.

CAPITULO IV: Se examina los criterios seguidos para la optimización y ejecución de acciones tendientes a la mejora en la calidad de servicio.

CAPITULO V: Evaluación económica del proyecto.

CAPITULO VI: Algunos resultados sobre mejoras obtenidas en la ejecución del proyecto.

Hago extensiva mi reconocimiento y gratitud al personal de mantenimiento del Hospital que me brindaron su apoyo, y mi gratitud a una persona muy especial que me brindo su fuerza y apoyo incondicional para finalizar el presente trabajo.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1. Consideraciones generales

Hoy en día, a pesar de los extraordinarios avances tecnológicos en materia de generación y distribución de energía eléctrica, así como de contarse con modernas fuentes de alimentación; no siempre estamos en condiciones de proporcionar a los equipos eléctricos del usuario final, una electricidad limpia, confiable y compatible con una prefijada calidad de servicio; si es que previamente no se ha estudiado el problema y se han tomado luego las medidas del caso.

Las empresas generadoras y/o aquellas que administran la energía eléctrica, tratan de suministrar la mejor electricidad disponible; pero no tienen control sobre la conmutación de las cargas inductivas (en especial motores y transformadores) a lo largo de la red de transmisión, ni sobre la acción de la naturaleza (rayos, etc.); por lo que a pesar de los esfuerzos para crear una energía estable y limpia, la energía eléctrica que llega finalmente al usuario es de naturaleza parcialmente distinta.

En estos casos, lo que normalmente hacen las empresas generadoras y/o administradoras de energía eléctrica, es proveer hasta el ingreso de las instalaciones del usuario, energía eléctrica del tipo: clase industrial; por lo tanto, los aspectos concernientes a la limpieza de la energía eléctrica corresponderán al usuario respectivo. De aquí la importancia, para que toda instalación comprendida dentro de esta categoría, cuente con el personal especializado en estas labores; permitiendo aprovechar de manera eficiente la energía eléctrica.

Conforme a las estadísticas disponibles, más del 80% de los problemas relacionados con la calidad de la energía eléctrica son generados dentro de los confines de las plantas de los usuarios (industrias, comercios, hospitales, etc.). La electricidad entra a la subestación (usuario: clase industrial), y de allí, desde el panel principal de distribución,

se alimenta a los diferentes componentes eléctricos de la instalación (cargas inductivas, resistivas y/o capacitivas conmutándose).

Existen aspectos muy importantes a considerar dentro de las instalaciones del usuario, tales como: el diseño de la estructura de las instalaciones eléctricas, el dimensionamiento de la red misma (con la distribución de cargas) y la determinación de los componentes eléctricos requeridos en cada parte de la instalación.

Un aspecto también importante dentro de una instalación eléctrica industrial; en el que normalmente existen máquinas industriales, motores generadores, compresoras, motores de aire acondicionado, ascensores, sistemas de iluminación, etc.; es aquella relativa a los transitorios que se generan y que ocasionan, de no tomarse las previsiones del caso, daños de gran magnitud.

La empresa General Electric y también la IEEE, han publicado algunos artículos sobre la magnitud y efectos de los transitorios internos, y que pueden alcanzar valores tan altos como 5 600 V, en una línea de 120 V. Sin embargo, a pesar de que la duración de los transitorios es muy corta, estos van dejando huellas, por ejemplo, en los circuitos integrados empleados comúnmente en la maquinaria electrónica, así como produciendo picaduras en el aislamiento de los motores eléctricos, entre otros; en términos generales se presenta una degradación acumulativa.

Esta degradación acumulativa produce las siguientes alteraciones:

- Breve vida útil de los sistemas de iluminación de todo tipo
- Rendimiento reducido de los motores, compresoras, transformadores y equipos complementarios.
- Fallas en los tiristores que controlan la velocidad variable y los arrancadores de motores.
- Fallas en los órganos de control basados en microprocesadores
- Fallas en las tarjetas de computadoras, pérdidas de memoria, operaciones erráticas y bloqueos inexplicables.

Se ha mencionado algunos problemas originados por los transitorios, estos problemas están costando al comercio y a la industria fuerte cantidad de dinero. Debo remarcar que los transitorios no son el único problema que enfrenta un especialista en la rama de

electricidad, tenemos también el caso de la energía reactiva como indicamos a continuación.

La mayoría de los equipos eléctricos requieren no solamente de potencia activa sino también de potencia reactiva, que por ejemplo, en el caso de los motores y transformadores, se requiere para la potencia de magnetización, y en el caso de los convertidores estáticos, como potencia de mando y conmutación.

Podemos decir, que la potencia aparente que recibe un consumidor eléctrico se descompone en potencia activa y potencia reactiva. La potencia activa es inevitablemente suministrada por la red, pero no sucede lo mismo con la potencia reactiva, ya que sería antieconómico su transporte debido a que no puede ser transformada en energía utilizable; se opta entonces por otra solución, como es el empleo de condensadores.

El uso de condensadores para compensar el factor de potencia, se ha incentivado como consecuencia de una eventual crisis energética, y también para reducir los pagos en las tarifas por consumo eléctrico; asimismo a contribuido a ello el desarrollo de nuevos y mejores dieléctricos, el avance en los diseños; y en general, el adelanto tecnológico, que ha significado condensadores de menores costos, con menores pérdidas y baja posibilidad de fallas.

Si conectamos un condensador a una red de corriente alterna, se comporta entonces como un generador de energía reactiva. Este comportamiento del condensador, se puede aprovechar para la compensación reactiva, en instalaciones con bajo factor de potencia; su empleo eficiente permite obtener ventajas tanto técnicas como económicas. Como ventajas económicas, señalamos que las compañías de distribución de energía eléctrica aplican una tarifa al consumo de energía reactiva; por tanto, el consumidor que se proporciona a sí mismo, su propia energía reactiva, puede alcanzar un importante ahorro.

Dentro de las ventajas técnicas, podemos citar, el aumento de la capacidad de línea; presentándose en el modo siguiente: al compensar la energía reactiva, se reduce la cantidad de corriente reactiva que inicialmente fluía a través de la red de distribución, con lo que se consigue descargar la línea; y en consecuencia, aumentar su capacidad para el transporte de energía activa.

Asimismo, al mejorar el factor de potencia, disminuye la componente reactiva de la intensidad que absorbe la red, y por lo tanto, disminuye la caída de tensión provocada por dicha componente; en consecuencia, mejora la tensión de la instalación; y también se logra reducir las pérdidas de potencia generadas por la componente reactiva de la intensidad.

De manera muy general, se ha mencionado algunos aspectos que intervienen para una buena operación de las redes eléctricas en instalaciones del tipo industrial; la aplicación de tales consideraciones en una institución del tipo hospitalario y la forma como ésta debe permitir un aprovechamiento eficiente del recurso eléctrico, es materia del presente informe, tal como se describe en los siguientes capítulos.

1.2. Justificación del proyecto

El Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM), es una entidad de prestación de servicios de salud, cuenta con 1 500 camas y constituye el Hospital más grande a nivel nacional; cumple un rol muy importante en la atención de pacientes asegurados del ESSALUD.

La demanda en la atención de pacientes, por parte de los diferentes servicios, muchas veces se ve incrementada; por tal razón, la dinámica que se observa en el Hospital, es tal que, continuamente se efectúan ampliaciones de servicios, remodelaciones de ambientes y traslados de éstos a otras ubicaciones; tales modificaciones implican a su vez variaciones en la demanda eléctrica, la misma que presenta tendencia al crecimiento, conforme a las estadísticas de consumo eléctrico observadas. En forma adicional a lo señalado se efectúan las labores de mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones y equipos eléctricos, así como la atención de las solicitudes de trabajo emitidas diariamente por las diferentes unidades del Hospital.

Por las consideraciones señaladas, previamente a la implementación de actividades del presente proyecto y tendientes a la utilización eficiente del recurso eléctrico; debe efectuarse el estudio pertinente, en el que se contemple la evaluación de la infraestructura existente y los aspectos de la demanda eléctrica; para luego elevarse las recomendaciones del caso.

1.3. Planteamiento de un modelo a ser considerado

Debemos de señalar previamente algunas precisiones sobre las condiciones bajo las cuales se efectúa el presente estudio, para ello fijaremos los siguientes objetivos generales a tenerse presente:

- Atender la demanda eléctrica de las diferentes instalaciones del Hospital, de manera oportuna, confiable y acorde a una calidad de servicio preestablecida.
- Conseguir que la prestación del servicio sea lo más económico y eficaz posible.

Cabe señalar que el Hospital atraviesa por algunas dificultades de orden económico; por lo que soluciones simplistas como la del reemplazo global o de la mayor parte de los equipos e instalaciones, no serían las más adecuadas en el planteamiento de una solución óptima; antes bien nos fijaremos en los condicionamientos siguientes:

- Utilización al máximo de los equipos e instalaciones eléctricas existentes.
- Considerar que la solución a proponerse abarque el mayor plazo posible.

En algunos casos, los objetivos perseguidos como las condicionantes señaladas pueden ser contradictorios; sin embargo, en tales situaciones se deberá llegar a soluciones de compromiso. En función a las limitaciones y demás consideraciones antes indicadas, se deberá dar una salida técnica aplicando el intelecto necesario de forma que se garantice el funcionamiento de los equipos e instalaciones que permitan disminuir los costos operativos y disponer de la capacidad necesaria para atender la demanda de los años siguientes.

Para atender a esta realidad y desde un punto de vista formal, señalaremos que los aspectos de optimización en la utilización de los recursos, pertenecen a la categoría de investigación operativa. Como tal, según el formalismo de la investigación operativa, requiere de la definición de un modelo que represente problemas que se planteen en la vida real.

El tratamiento del presente estudio se efectuará mediante la consideración del modelo como se indica en la Fig. 1.1.

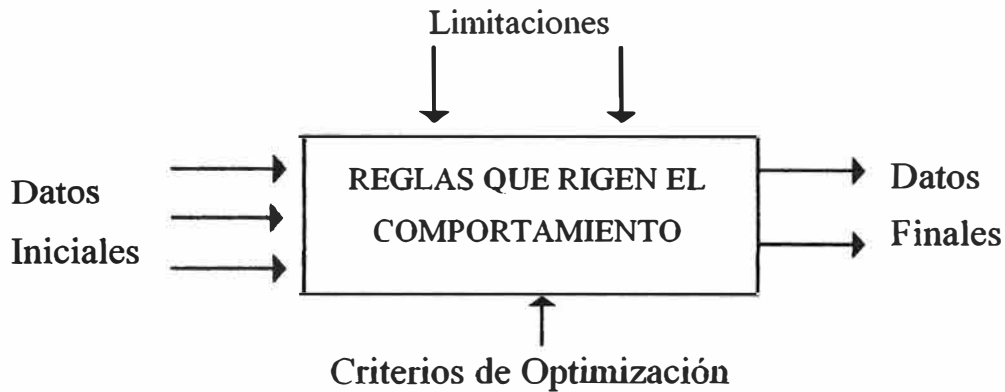


Fig. 1.1 Modelo de optimización del uso del recurso eléctrico

En este caso:

Dado un conjunto de datos iniciales, tales como, distribución de cargas eléctricas por servicios, solicitudes de nueva implementación, quejas sobre calidad de servicio, costos. Las leyes que describen el comportamiento de la red, tales como, especificaciones técnicas de los equipos y normas técnicas.

Las condiciones impuestas a la solución, como: limitaciones presupuestarias, equipo existente y grado de servicio.

El criterio de optimización, es decir, el objetivo perseguido que es el de minimizar los costos sin una mayor degradación de la calidad de servicio.

El problema consiste en obtener un conjunto de datos finales relativos a la red eficientemente constituida.

Debemos mencionar sin embargo que el desarrollo del modelo como el señalado puede darse en forma de algoritmos (matemática), o también puede ser analizado de manera cualitativa.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN SITUACIONAL DE LA INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA

2.1. Información general sobre las instalaciones del hospital

El Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins (HNERM), ex-empleado pertenece al ESSALUD, estando catalogado como de nivel IV (máximo nivel); se encuentra ubicado en el distrito de Jesús María, departamento de Lima, ocupa un área total de 151 854 m². Desde su inauguración en 1 958, el Hospital viene prestando ininterrumpidamente sus servicios.

El edificio que ocupa tiene 14 pisos, cuenta además con (02) sótanos, la distribución de los ambientes se da por sectores (A-N), y en los cuales se ubican las distintas unidades médicas, de hospitalización y administrativas, así como de servicios generales. En el plano N° EE – 02 – 001 se puede apreciar la designación de cada sector y el diagrama unificar del sistema eléctrico del Hospital.

Debemos señalar que dentro de los servicios médicos se encuentran considerados como estratégicos los siguientes servicios: Emergencia (obstétrica, pediátrica y adultos), Centro Quirúrgico (salas de operaciones) y unidades de cuidados intensivos, por la labor que desempeñan se asigna preferente atención a estos servicios, cada uno de estos servicios cuenta por ejemplo con grupos electrógenos automáticos.

Desde el punto de vista organizacional, el HNERM mantiene una estructura jerárquica, tal como se indica en el organigrama (Fig. 2.1). Dentro de la estructura señalada, se encuentra la Sub Gerencia de Ingeniería y Mantenimiento que tienen a su cargo los diferentes talleres de mantenimiento, dentro de los cuales se encuentra (01) taller de electricidad y (08) sub estaciones, estos últimos situados en diversos sectores.

ORGANIGRAMA

MACRO - ESTRUCTURA ORGANICA DEL HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS

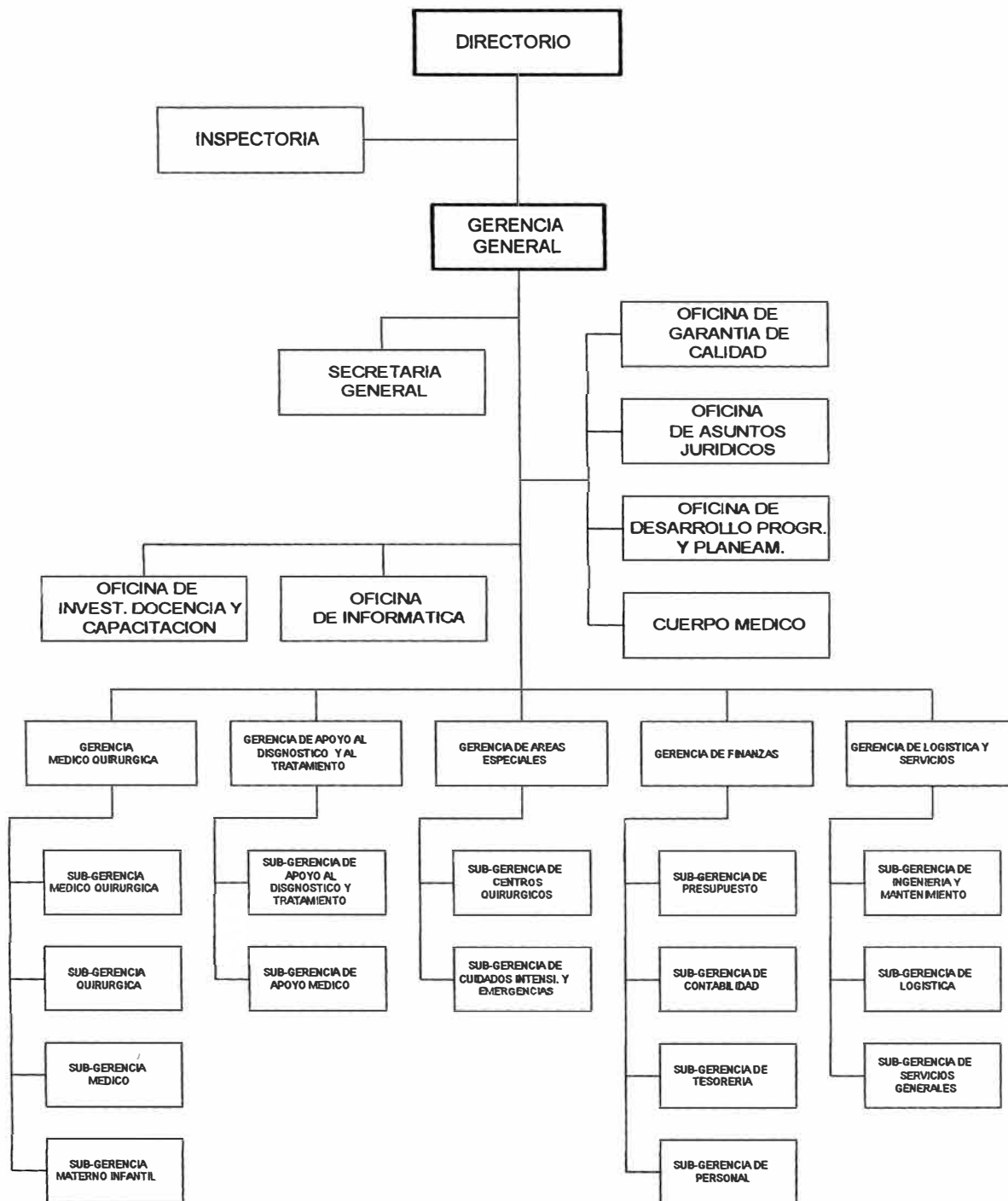


Fig. 2.1 ORGANIGRAMA DEL HNERM

2.2. Descripción situacional de las instalaciones eléctricas

La energía eléctrica del HNERM es suministrada por la empresa Luz del Sur S.A.A. a un nivel de tensión de 10 kV, la misma que es transformada y distribuida por las subestaciones. Suministro regulado, sistema tarifario MT2, potencia contratada de 1 200 kW y potencia máxima instalada de 1 250 kW.

2.2.1 Subestaciones

La potencia total de transformación del Hospital es de 4 965 kVA, distribuido a través de las (08) subestaciones siguientes, ver Tabla N° 2.1.

TABLA N° 2.1 POTENCIAS EN LAS SUBESTACIONES

SUBESTACION	POTENCIA APARENTE
Este	2600 kVA
Oeste	1000 kVA
Sector "G"	80 kVA
Sector "K"	160 kVA
Sector "L"	400 kVA
Pozos 1,2,3 y 4	125 kVA
Ascensor "A"	300 kVA
Ascensores "B" y "C"	300 kVA

Las subestaciones este y oeste son las principales, estando configuradas ambas en anillo con la subestación de la empresa Luz del Sur S.A.A.

En el plano N° EE – 02 – 001 se aprecia el esquemático y la distribución de cargas de las subestaciones correspondientes (diagrama unifilar).

♦ Subestación Este

Constituye la subestacion principal, tiene una línea de llegada desde la subestación de Luz del Sur S.A.A., y una línea auxiliar con la subestación oeste. Se dispone de (06) transformadores operativos, habiéndose previsto la instalación de un nuevo transformador próximamente. La potencia nominal de operación de los transformadores es como se indica en la Tabla N° 2.2.

TABLA N° 2.2 POTENCIA NOMINAL DE TRANSFORMADORES

TRANSF UNIDAD	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
P _{NOM} (kVA)	500	(500)*	500	100	500	500	500

* Falta conectar el transformador T₂ (para futura instalación)

El transformador T₂ esta considerado como de próxima implementación, siendo su potencia aparente nominal de 500 kVA, debiendo de funcionar en paralelo con T₁, es decir estará conectado a las barras del sistema eléctrico de emergencia y servirá para reforzar los circuitos de alimentación de esta última. El tablero de transferencia es activado por un controlador lógico programable (PLC) para efectos de la puesta en funcionamiento del grupo electrógeno de 600 kW (potencia máxima).

♦ Subestación oOeste

Esta es la segunda subestación en orden de importancia, dispone de (02) transformadores operativos y además cuenta con la línea de llegada desde la estación de Luz del Sur S.A.A., adicionalmente se ha previsto la instalación de un nuevo transformador próximamente. La potencia de operación de los transformadores de esta subestación es como se indica en la Tabla N° 2.3.

TABLA N° 2.3 POTENCIA NOMINAL DE TRANSFORMADORES

TRANSF. UNIDAD	T ₁	T ₂	T ₃
P _{NOM} (kVA)	(500)*	500	500

* Falta conectar el transformador T₁ (para futura instalación)

En esta subestación se dispone también de un sistema eléctrico de emergencia, el mismo que es alimentado por un grupo electrógeno de 160 kW (potencia máxima). El tablero de transferencia con el que cuenta es del tipo tradicional.

Respecto al transformador mencionado como T1 ($P_{\text{NOM}} = 500 \text{ kVA}$) y de próxima implementación, deberá de funcionar este en paralelo con T2, esto es, en las barras del sistema eléctrico de emergencia.

♦ **Subestación sector “G”**

Esta subestación alimenta al sector “G” y dentro de las cuales se encuentran servicios especializados como “Rayos X” y el laboratorio de banco de órganos. En dicha ubicación se encuentra (01) transformador de 80 kVA de potencia aparente nominal.

♦ **Subestación sector “K”**

Esta subestación alimenta el sector “K” cubriendo básicamente los ambientes de salud mental. Se dispone en dicha ubicación de (01) transformador de 160 kVA de potencia aparente nominal.

♦ **Subestación sector “L”**

Esta subestación alimenta al sector “L” donde se encuentran los ambientes de rehabilitación física, emergencia pediátrica y emergencia obstétrica. Se dispone en dicha ubicación de (01) transformador de 400 kVA de potencia aparente nominal. Debemos mencionar que existen otras tres (03) subestaciones, que en conjunto suministran una potencia instalada de 725 kVA (potencia aparente nominal) y que alimentan a equipos específicos.

2.2.2 Sistema eléctrico de emergencia

Como se indicó en el punto anterior, las subestaciones este y oeste son las principales, por cuanto albergan a la mayor carga que alimenta a los diferentes servicios del Hospital. Por tal razón ambas subestaciones cuentan con su propio sistema eléctrico de emergencia, las mismas que suministran energía eléctrica principalmente a áreas críticas (o estratégicas) tales como: emergencias, centro quirúrgico y unidad de cuidados intensivos.

♦ **Sistema de emergencia de la subestación este**

Se dispone de un (01) grupo electrógeno de marca: Ingersoll Rand cuya potencia máxima es 600 kW. Para efectos de su operación, el tablero de transferencia es activado por un controlador lógico programable (PLC), el cual permite que la

transferencia de carga se realice en cualquiera de los dos modos siguientes de operación:

- Modo Manual
- Modo Automático

Para averiguar el modo en el cual se está trabajando se debe observar en la luz indicadora correspondiente. En modo automático, la luz indicadora permanece encendida en forma constante. En el modo manual, la luz indicadora se enciende en forma intermitente.

El modo de operación del tablero se define mediante el conmutador de tres posiciones ubicado en la puerta del tablero, tal como se indica: M - Modo Manual, A - Modo Automático y O - Fuera de Servicio.

o **Modo de operación manual**

Para la operación en este modo, el selector del tablero de transferencia debe estar en la posición de manual y el del grupo electrógeno en modo automático. En esta disposición, el arranque y la parada se realizan a través de los pulsadores de arranque y parada del tablero.

Colocados en este modo de operación, basta presionar el pulsador de arranque para que el PLC inicie la secuencia de arranque, esto es independientemente si este presente la tensión eléctrica en la red o no. Si el operador desea transferir alguna carga al grupo electrógeno, primeramente debe actuar manualmente sobre el interruptor principal del grupo para después intentar efectuar la transferencia.

El PLC al sensor la entrada de la carga, verifica la apertura del interruptor de Luz del Sur S.A.A. y el cierre del interruptor principal del grupo y del seccionador de carga, si se cumplen estas condiciones, dispone que ingrese la carga elegida por el operador. Si existiese sobrecarga, el PLC desactivará la carga de menor escalón. Con el mismo pulsador con que se ha tomado la carga se puede desactivar. El PLC dispone también de la capacidad para hacer el ingreso de cargas en forma selectiva a la red de Luz del Sur S.A.A.

Si se presenta alguna falla en el grupo electrógeno mientras se encuentre éste funcionando, el PLC dispondrá de la salida de las cargas y mandará apagar el grupo, para éstos efectos activará la sirena y mostrará la señal visual en la respectiva lámpara de diagnóstico.

o **Modo de operación automático**

El PLC tiene el control para el normal funcionamiento del sistema.

La secuencia normal de funcionamiento ante una falla de la red de Luz del Sur S.A.A., es como se indica a continuación:

Verificación de caída de tensión

En el modo automático, el PLC censa constantemente el estado de la red. Si este es menor al 85% de la tensión nominal durante 30 segundos, entonces el PLC enciende el grupo electrógeno; si la tensión se recupera antes del tiempo fijado, el PLC volverá nuevamente a esperar una caída de la red.

Encendido del grupo electrógeno

Constan de (02) intentos de arranque. Si transcurren 30 segundos sin la tensión de red o si ésta es menor que el nivel señalado, actuará la entrada de aire y de combustible al grupo electrógeno; espera 3 segundos hasta que el sensor de presión de aceite se cierre. Si esto no sucede, desconecta la entrada de aire por 10 segundos y vuelve a hacer otro intento de arranque. Si en este segundo intento no llega la presión de aceite, se activa la lámpara de falla de arranque y la sirena, a la vez que desactiva las entradas de aire y combustible. Si llega la presión de aceite en cualquiera de los dos intentos, desactivará solamente la entrada de aire. Después de 5 segundos que tanto la tensión y la frecuencia del alternador del grupo electrógeno se estabilicen; se iniciará la secuencia de transferencia de carga, de la red al grupo.

Transferencia de carga

Efectúa previamente de manera automática, la verificación de desconexión del interruptor termomagnético de cada carga del sistema eléctrico de emergencia, si este no es así, activa la alarma hasta que éstas se accionen para continuar con la secuencia. Ordena luego aperturar el interruptor de la red pública, al confirmarse su apertura, se cierra el interruptor del grupo electrógeno después de 3 segundos. Al verificar su actuación, se conecta la primera carga, luego espera un tiempo promedio de 10 segundos para que entre la segunda carga, repitiendo este ciclo hasta la última carga. Si se sensa una sobrecarga, desactivará el último contador ingresado y espera un tiempo de 5 minutos para intentar nuevamente incorporar la carga. La desactivación de cargas se efectuará por prioridades.

Retorno de la tensión eléctrica en la red pública

Cuando retorna el suministro de la red pública, el PLC verifica que la tensión se encuentre en condiciones nominales por el lapso de 1 minuto, desactivando luego el total de las cargas. Se verifica si los interruptores se abrieron, y luego de 3 segundos, se activa el interruptor general de la red pública, y las cargas se conectan en forma escalonada (con un lapso de 3 segundos). A partir de la desactivación de cargas se espera 1 minuto para que el grupo electrógeno trabaje en vacío y después desactivar el ingreso de combustible al grupo.

Resulta también importante mencionar algunos aspectos relativos al sistema de refrigeración del grupo electrógeno, así como lo correspondiente a las fallas de sus componentes.

Sistema de refrigeración del grupo electrógeno

Dada la magnitud de potencia del grupo electrógeno (capacidad máxima: 600 kW) éste necesariamente requería la instalación de un sistema de refrigeración. Esto se logró resolver con un sistema de refrigeración por agua desde la pileta del patio principal del Hospital, hacia el grupo para luego ser bombeada a la pileta, produciendo un efecto decorativo y estético en dicha pileta.

El PLC también interviene en el accionamiento de la bomba de agua de refrigeración, la misma que puede accionar en cualquiera de los modos sea modo manual ó modo automático. En el modo manual el PLC activará una lámpara parpadeante cuando exista un bajo nivel de agua, pero no actuará sobre la bomba. En este caso no se encenderá la sirena.

En el modo automático, cuando ya se ha concluido la transferencia de cargas al grupo electrógeno, y existe suficiente agua, ordena activar la bomba y permanece prendida hasta después de 2 minutos de apagado el grupo. En el caso que el nivel de agua sea insuficiente, se activa la lámpara de nivel de agua, así como la sirena, ordenándose parar la bomba.

Fallas en el grupo electrógeno

Las fallas comunes que pueden presentarse son relativas sobre temperatura, sobre velocidad, presión de aceite y alteraciones en la tensión generada por el grupo electrógeno; estas fallas se empiezan a considerar después de 8 segundos de arrancado el grupo. La falla debe persistir por 5 segundos adicionales para que

luego se desactive las cargas y se detenga el grupo. En este caso, se encenderán las lámparas que permiten visualizar y diagnosticar la falla, activándose también la sirena. La sirena puede ser acallada por un silenciador de alarma, las lámparas continuarán encendidas hasta que se dé solución a la falla respectiva.

Una vez solucionada la falla, si es que la tensión en la red pública no ha retornado aún, y el tablero de transferencia está en el modo automático de operación, el PLC iniciará la secuencia de arranque del grupo.

Las fallas relativas al nivel de agua, nivel de combustible y presión de aire, serán visualizadas por las lámparas respectivas, cual fuere el modo de operación en que se encuentre, aun cuando el selector del tablero se encuentre en “0” (fuera de servicio) ó en el modo manual.

Nivel de combustible

Su verificación se realiza en todo momento, cuando este se encuentre debajo del nivel correspondiente, se enciende la lámpara respectiva. Si la anomalía persiste por 5 segundos, manda a parar el grupo y se activa la sirena.

Presión de aire

La verificación de éste parámetro se realiza de manera continua, si su valor está por debajo del nivel requerido durante 3 minutos, se encenderá la lámpara respectiva y se activará la sirena, mientras permanezca esta condición. En este caso, el PLC no actúa sobre el grupo.

♦ Sistema de emergencia de la subestacion oeste

Esta subestación cuenta con (01) grupo electrógeno de la marca: Volvo Penta, cuya potencia máxima es de 160 kW. El tablero de transferencia de carga es del tipo convencional que es accionado en modo semiautomático, por intermedio de contactores, relés e interruptores termomagnéticos. Dada las características convencionales del tablero, no nos extenderemos en explicar su funcionamiento.

2.2.3 Sistema de iluminación

Para la iluminación interior del Hospital se emplea mayormente lámparas fluorescentes y en menor medida lámparas incandescentes. Expresado en términos porcentuales, si es que consideramos solamente estos (02) tipos de

lámparas, podemos decir que el 95 % de las lámparas utilizadas son del tipo fluorescente y solamente un 5 % son del tipo incandescente. En el Tabla N° 2.4 se describe el tipo de lámpara empleado y su potencia.

TABLA N° 2.4 TIPO DE LUMINARIAS - POTENCIA

Tipo de Luminarias	Potencia (w)
Lámpara fluorescentes	22 - 40
Lámparas incandescentes	50 - 100

Dada su especial importancia, por su empleo en el centro quirúrgico, nos ocuparemos aunque de manera breve de las lámparas cialíticas. El diseño de estas lámparas tiene una concepción global constructiva y luminotécnica, cumpliendo asimismo con las altas exigencias de las modernas técnicas de operaciones actualmente empleadas.

El empleo de esta lámpara tiene por característica que la luz va dirigida desde una fuente de luz simultánea a través de una gran variedad de zonas reflectoras de un reflector polígono hacia el área de operación. Los múltiples haces de luz convergen en el campo operatorio en varios niveles luminosos provocando con ello ausencia y luz de óptima profundidad.

La fuente de luz es del tipo halógeno y con su rendimiento luminoso específico produce:

- Alta intensidad luminosa.
- Alta temperatura de color similar a la luz diurna.
- Luz fría en la zona operatoria.

Su extraordinario desplazamiento (horizontal - vertical, acercamiento - alejamiento), así como su capacidad de giro de hasta 360°, hacen que su funcionamiento sea versátil.

2.2.4 Redes é instalaciones eléctricas en los servicios

El HNERM cuenta actualmente con 41 años de existencia, y en este lapso se han efectuado construcciones de nuevos ambientes, remodelaciones y traslados de ambientes; tales variaciones han modificado también la distribución de cargas eléctricas, redes e instalaciones eléctricas interiores; en consecuencia los planos

eléctricos de las instalaciones originales en muchos casos no corresponden a la actuales, por lo que existen servicios que no cuentan actualmente con los planos de distribución eléctrica, lo cual constituye también una deficiencia.

Adicionalmente a lo indicado, se han presentado cambios en los tipos de sistemas de iluminación; así también existen cableado que deben ser renovado ya sea por su antigüedad, deterioro o por su vulnerabilidad ya que éstos se encuentran en la trayectoria de las redes de conducción de vapor, cocina central o de laboratorios.

Debemos mencionar también que en las subestaciones: este, oeste y aquellas de los sectores "L" y "G", tanto en el lado de alta tensión 10 kV, así como en el lado de baja tensión 220 V, sus sistemas de puesta a tierra están deteriorados.

Los grupos electrógenos de las subestaciones este y oeste no cuentan también con este sistema. Cabe resaltar, que es necesario y urgente se restituya y/o instale estos sistemas de puesta a tierra, por razones de seguridad al personal que manipula los equipos electrónicos, entre otros aspectos.

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN Y ALCANCES SOBRE EL CONSUMO ENERGÉTICO

3.1. Conceptos generales

Durante los últimos años el Perú ha experimentado relativamente elevadas tasas de crecimiento en relación con el PBI, el incremento se ha dado en el orden del 6,5%, 12,9%, 8,6%, 2,6% y 6,8% en 1 993, 1 994, 1 995, 1 996 y 1 997 respectivamente. Respecto a la inflación, ésta ha mostrado reducción del 56,7% en 1 992, 10,2% en 1 995, al 6,5% en 1 997. La inversión extranjera directa en el Perú se incrementó de US \$ 1 500 millones en 1 992 a US \$ 7 300 millones en 1 997. Estos logros económicos son mayormente el resultado de un programa de reforma económica implementada por el actual gobierno, el cual incluye la liberación de precios y salarios, la eliminación de restricciones en flujos de capitales y el desarrollo e implementación de un programa de privatización agresivo.

Sobre la base del proceso de privatización que ha realizado el estado, se crea la empresa Luz del Sur S.A.A. como una de las empresas de distribución eléctrica en el Perú. La obligación de esta empresa es proveer de electricidad a todos los clientes dentro de su área de cobertura, el mismo que es conformado por todo el sector sur de la ciudad de Lima y sus áreas adyacentes. La empresa opera bajo un contrato de concesión a largo plazo otorgado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM). Una de las metas de la privatización es expandir significativamente la red de distribución y mejorar la calidad de servicio. La empresa ha mejorado significativamente su eficiencia operativa al reducir las pérdidas de energía en el sistema de distribución, de los factores técnicos y los hurtos; desde un 20% aproximadamente en julio de 1 994 a un valor del 10% en promedio en agosto de 1 998, mejorando los sistemas de información, implementando los sistemas de manejo de las cuentas por pagar y facturación patentada.

Se puede deducir, que el crecimiento continuo de la demanda por servicios de electricidad en el Perú estará influenciada por el crecimiento de la economía peruana, la continua expansión de la red de distribución y la estructura tarifaria.

En referencia al uso y consumo de energía eléctrica en el HNERM, la demanda del mismo y su uso eficiente, merece de un estudio especial, parte del cual lo haremos en este capítulo.

3.2. Consumo de energía eléctrica

Para efectuar el análisis del consumo de energía eléctrica, se tomará como referencia los valores de facturación de la empresa Luz del Sur S.A.A. Tomaremos como base las facturas que van de noviembre de 1 997 a octubre de 1 998, es decir durante el lapso de (01) año. En la Tabla N° 3.1 podemos apreciar los valores de energía activa, energía reactiva y la demanda de potencia, así como el gasto que irroga dicho consumo.

TABLA N° 3.1 CONSUMO DE ENERGÍA Y DEMANDA

Mes	Año	Energía Activa (kW.h) H.P.+F.H.P.	Demanda (kW) H.P.+F.H.P.	Energía Reactiva (kVAR.h)	Consumo (S/.)
Noviembre	1 997	546 035,00	2 232,00	504 146,06	111 114,45
Diciembre	1 997	589 994,80	2 340,80	559 467,56	115 665,95
Enero	1 998	617 128,60	2 377,60	707 246,22	129 310,00
Febrero	1 998	626 093,60	2 535,20	690 753,52	132 375,95
Marzo	1 998	665 210,80	2 607,20	744 992,36	136 194,40
Abril	1 998	624 694,20	2 584,00	711 776,14	130 738,95
Mayo	1 998	614 410,60	2 507,20	688 796,42	133 219,40
Junio	1 998	580 804,40	2 435,20	773 545,48	126 684,85
Julio	1 998	601 998,00	2 312,80	777 673,80	133 487,15
Agosto	1 998	593 962,00	2 392,80	778 994,60	133 057,25
Setiembre	1 998	565 583,00	2 264,00	774 931,90	130 006,45
Octubre	1 998	613 465,20	2 422,40	833 102,04	141 286,98

Se ha efectuado también la representación gráfica de los indicados consumos, tal como puede apreciarse en los gráficos Fig. 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4. Conforme a los valores de consumo señalados, se observa que en el mes de marzo de 1 998, se produjo un pico en todos los valores (consumo de energía activa, reactiva y potencia).

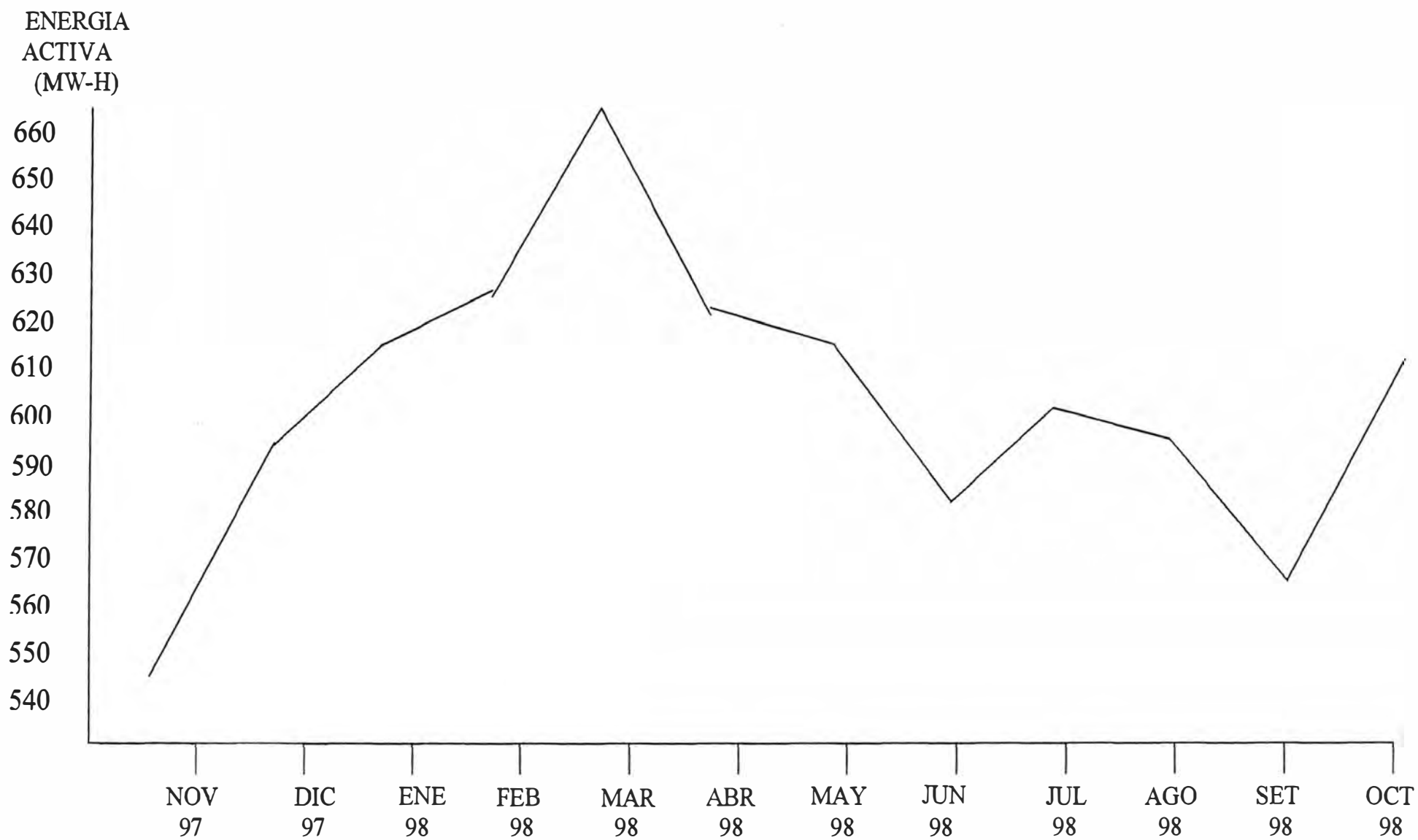


Fig. 3.1 ENERGÍA ACTIVA

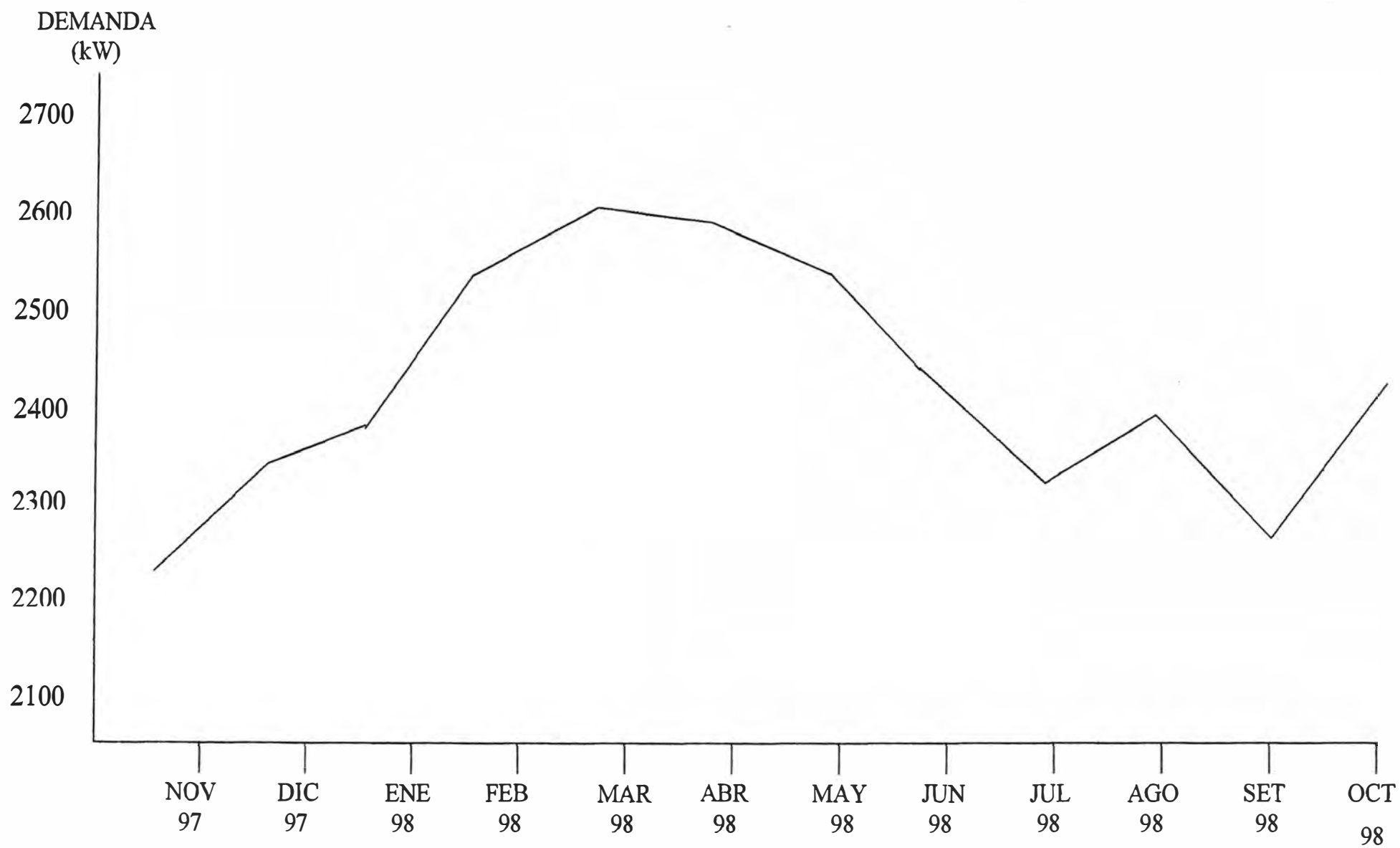


Fig. 3.2 DEMANDA DE POTENCIA

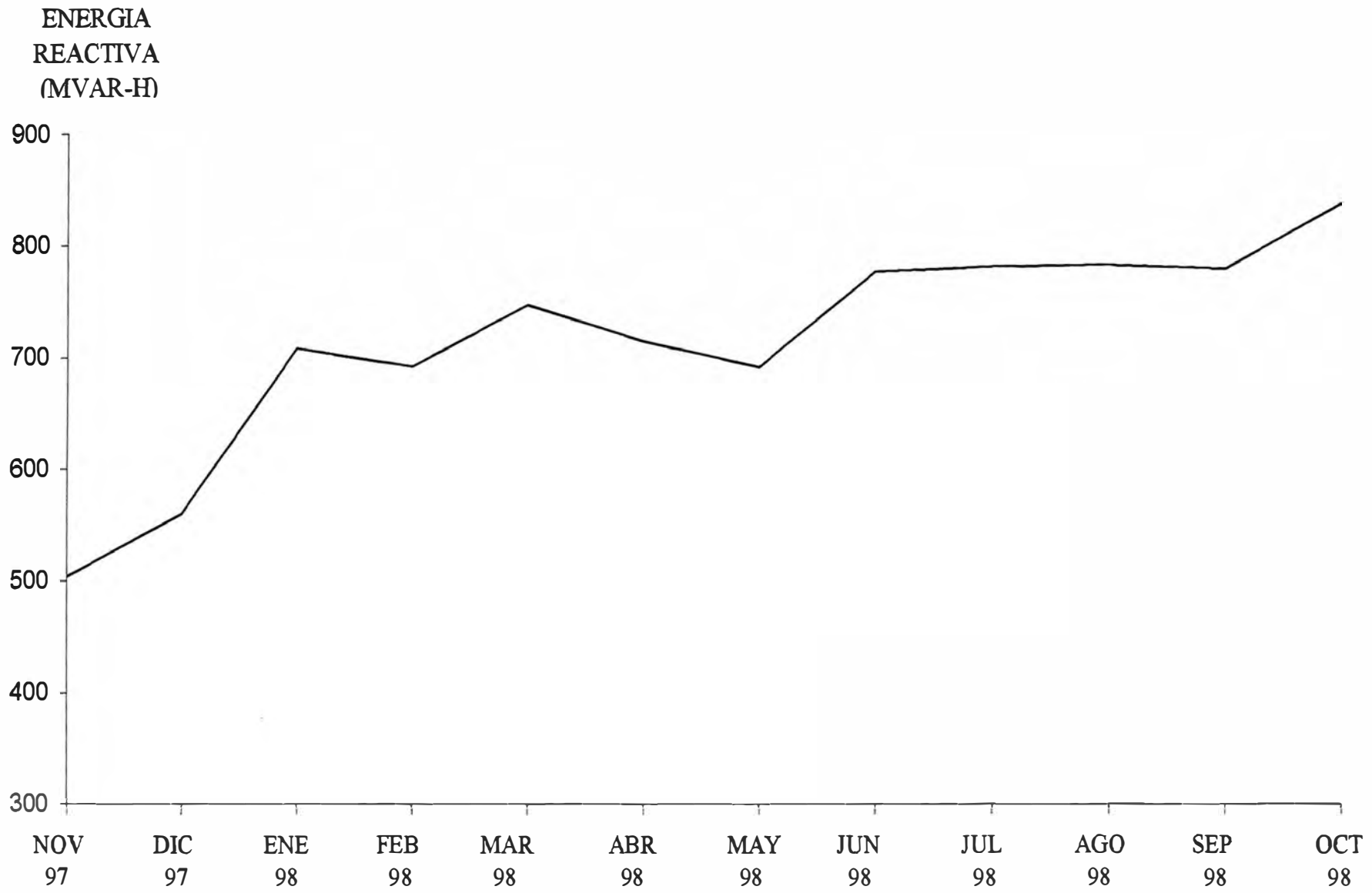


Fig. 3.3 ENERGÍA REACTIVA

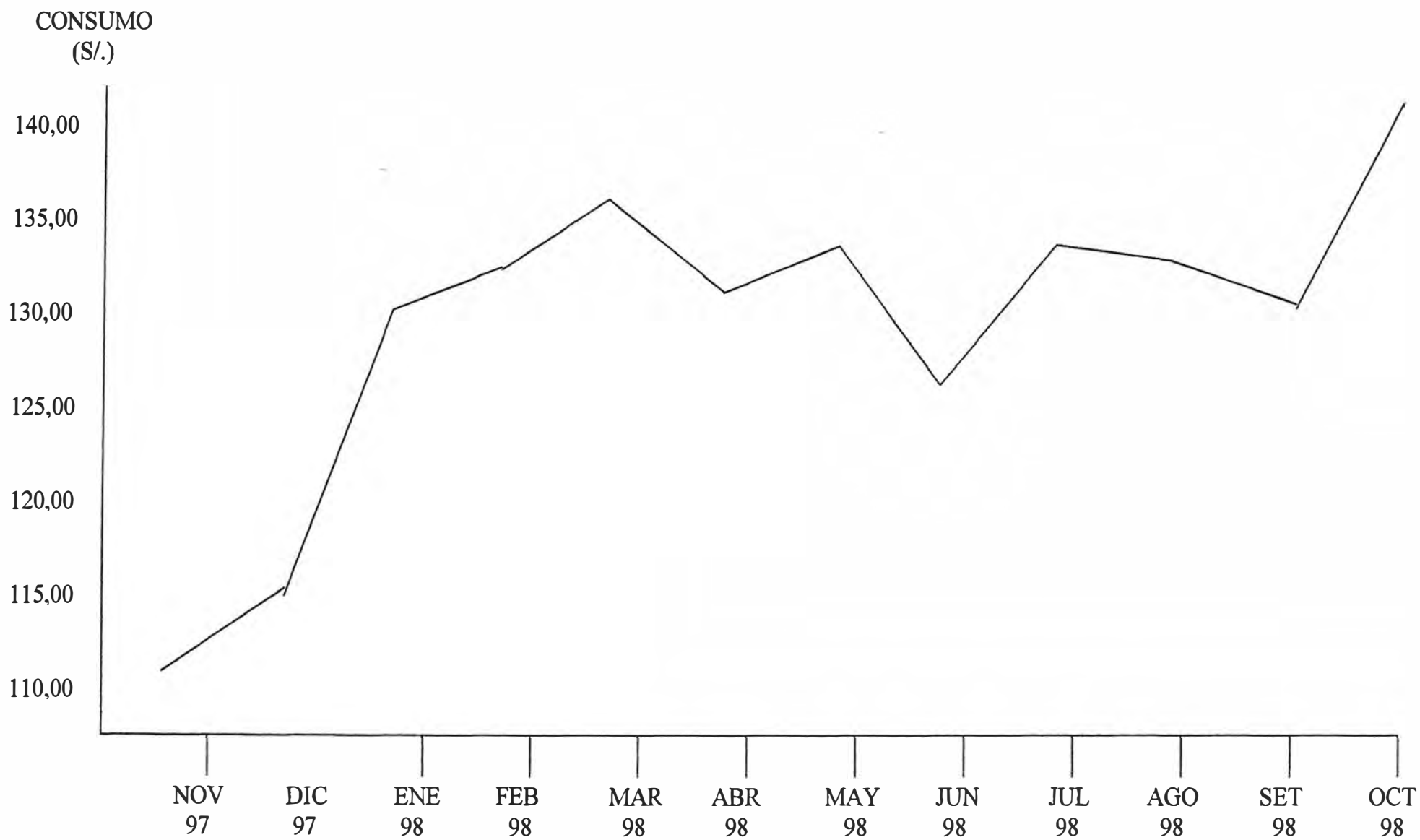


Fig. 3.4 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

3.3. Parámetros del consumo eléctrico

La Energía activa puede ser establecida como sigue:

$$\text{Energía Activa} = \text{Potencia Activa} \times \text{Tiempo} \quad (3.1)$$

Si nos referimos a la potencia activa total, tendremos:

$$P_{\text{TOTAL}} = P_{\text{ACTIVA CONSUMIDA}} + \Delta P_{\text{PERDIDAS}} \quad (3.2)$$

En esta última relación el parámetro $P_{\text{ACTIVA CONSUMIDA}}$ es la que resulta de la sumatoria de todas las potencias activas nominales de todos los artefactos y equipos eléctricos del HNERM, afectada por un factor de simultaneidad. La aplicación del concepto $P_{\text{ACTIVA CONSUMIDA}}$ toma vigencia cuando nos hemos referido al “crecimiento continuo de la demanda” (punto 3.1); debe aclararse que normalmente este parámetro no se puede alterar, debido a que el Hospital no puede dejar de brindar sus servicios al público; lo que podría plantearse en todo caso sería un racionamiento de cargas no esenciales. De todos modos un racionamiento de cargas implicaría también un freno al crecimiento de la demanda eléctrica, por lo que más adelante intentaremos clarificar aún más este concepto.

El parámetro $\Delta P_{\text{PERDIDAS}}$ resulta de la sumatoria de todas las pérdidas de potencia activa en los artefactos y equipos eléctricos. En el caso específico de nuestro Hospital, este mantiene la siguiente relación:

$$\Delta P_{\text{PERDIDAS}} = \Delta P_{\text{TRAFOS}} + \Delta P_{\text{MOTORES}} + \Delta P_{\text{LUMINARIAS}} + \Delta P_{\text{AISLAMIENTO}} \quad (3.3)$$

Donde:

ΔP_{TRAFOS} : Pérdidas eléctricas que se producen en los transformadores, y son debidas a las pérdidas en hierro y en el cobre, las cuales pueden ser determinadas mediante el empleo de la siguiente relación:

$$\Delta P_{\text{TRAFOS}} = \frac{\Delta P_{\text{CU}} \times S^2}{S_n^2} + \Delta P_{\text{FE}} \quad (3.4)$$

Donde:

ΔP_{cu} : Pérdidas en el cobre en régimen nominal

ΔP_{fe} : Pérdidas en el hierro

S : Potencia aparente de carga promedio (en período de medición)

S_n : Potencia aparente nominal del transformador

Efectuando estas consideraciones, vamos a determinar cada uno de estos parámetros, los cuales habrán de corresponder a los transformadores ubicados en la sub estaciones que tienen sus parámetros η y c , cuyas características serán indicadas a continuación:

La eficiencia (η) de un transformador se calcula así:

$$\eta = 100\% - \frac{\Delta P_{FE} + C^2 \cdot \Delta P_{CU}}{C \cdot S_{nom} \cdot \cos \phi + \Delta P_{FE}} \times 100\% \quad (3.5)$$

Donde: $C = \frac{S_{carga}}{S_{nom}}$

También: $Scarga = \sqrt{3} \cdot V_N \cdot I_{carga} \quad (3.6)$

$$\Delta P_{TRAFO} = C^2 \cdot \Delta P_{Cu} + \Delta P_{fe} \quad (3.7)$$

$$P = VI \cos \phi \quad (3.8)$$

$$Q = VI \sen \phi \quad (3.9)$$

En el caso de los transformadores: $\cos \phi = 0,8$.

Reemplazando los valores correspondientes de cada transformador, se ha determinado un total de: $\Delta P_{TRAFOS} = 42.58$ kW, debiéndose de señalar que este valor no puede evitarse, y es una consecuencia también, de lo que hemos venido denominando como “Incremento continuo de la demanda eléctrica”.

Nos ocuparemos ahora del parámetro $\Delta P_{MOTORES}$, el cual se refiere a todas las pérdidas en los motores del Hospital. En este tipo de pérdidas si se puede intervenir para lograr reducir su valor, el mismo que será materia de estudio en el siguiente capítulo.

Sobre el parámetro $\Delta P_{LUMINARIAS}$, corresponde éste a la sumatoria de todas las pérdidas en los sistemas de iluminación del Hospital. En éste tipo de pérdidas también se puede intervenir con el propósito de reducir el valor, el cual será tratado también en el siguiente capítulo.

Respecto al parámetro $\Delta P_{\text{AISLAMIENTO}}$, mencionaremos que éstas son debidas a las corrientes de fuga a través del aislamiento del cableado. La existencia de esta pérdida puede detectarse con el megómetro; resulta de vital importancia reducir a cero este valor a un valor próximo que lo hagan despreciable, esto es en salvaguarda del personal que manipula los equipos eléctricos, e inclusive de los pacientes en tratamiento que tienen algún tipo de acceso a los mismos.

3.4. Análisis del sistema de alumbrado

Por las dimensiones del Hospital, el consumo del sistema de iluminación reviste bastante interés, por cuanto debemos analizar la eficiencia versus las oportunidades de ahorro por cada opción.

Como ya se mencionó en el capítulo II, aproximadamente el 95 % de luminarias es del tipo lámpara fluorescente; en su época representó la mejor opción frente a las lámparas incandescentes; sin embargo en la actualidad se presentan también otras alternativas de uso, vamos a considerar al menos dos opciones frente a las lámparas fluorescentes convencionales, como se indica a continuación:

Opcion 1: Encendido electrónico de lámparas fluorescentes circulares

Respecto a la lámpara fluorescente circular convencional permite prescindir del arrancador y el reactor, lográndose el encendido instantáneo al igual que una lámpara incandescente. Su empleo está limitado a las lámparas fluorescentes circulares de 34 y 24 Watts; incluidas las pérdidas por el balastro electrónico; y para los cuales debe utilizar el socket de lámpara incandescente, ver Tabla N° 3.2. Este dispositivo (ya que básicamente es un accesorio) se adecúa apropiadamente para la etapa de cambio de lámpara incandescente a fluorescente.

TABLA N° 3.2 LAMPARAS FLUORESCENTES

LAMPARA	POTENCIA EQUIVALENTE (watts)		
	FC	Balastro	P _{TOTAL}
Fluorescente convencional	22	8	30
	32	10	42
	40	10	50
Fluorescente electrónico	22	2	24
	32	2	34

Opcion 2: lámparas ahorradoras de energía

Están constituidas por lámparas fluorescentes compactas, su empleo ha sido bastante recomendado por el ahorro de energía que representa, es decir, entregan igual nivel de iluminación (en lux) con menos consumo de energía eléctrica, ver Tabla N° 3.3.

TABLA N° 3.3 LAMPARAS INCANDESCENTE Y FLUORESCENTE

LAMPARA	POTENCIA CON ILUMINACIÓN EQUIVALENTE (watts)			
	Incandescente	25	50	75
Fluorescente Ahorrador	11	13	17	22
Fluorescente Tradicional	28	30	42	50

Los beneficios funcionales que presenta esta opción son:

- Alta eficiencia lumínica
- Ahorro de energía entre el 75 % y el 80 %.
- Duración 8 veces mayor (respecto a la lámpara incandescente).
- Resistencia a los cambios bruscos de tensión.
- Reemplazo directo en el socket normal.

3.5. Análisis de la compensación reactiva

La compensación reactiva que se emplea en el HNERM es del tipo compensación centralizada, consistiendo esta en la instalación de un grupo o batería de condensadores conectados a la línea en un punto central, tal como un tablero de interruptores o un panel de distribución.

Este procedimiento es empleado comúnmente cuando se trata de corregir el factor de potencia, el cual permite también bajar el costo mensual de energía eléctrica, además de reducir la corriente en los cables alimentadores primarios que vienen desde el generador hasta el transformador, en este caso, se instalan baterías de condensadores en el tablero principal. El factor de potencia total de la planta se mejora; debemos de manifestar sin

embargo que respecto al sistema de distribución interior, éste no redundaría en beneficio alguno.

Dado que existe variación de carga a lo largo de la jornada de trabajo, la batería centralizada debe dividirse en un número de secciones que pueden conectarse y desconectarse conforme a las necesidades mediante un equipo automático de control. Esto significa que las unidades de regulación de potencia reactiva contienen además de condensadores conectables, de un regulador que mide la potencia reactiva en el punto de entrada. Si la potencia difiere del valor preestablecido, el regulador provoca la conexión de grupos de condensadores que conectan por medio de contactores. La potencia reactiva de los condensadores se elige de tal forma que el factor de potencia para todo el Hospital mantenga (en promedio) el $\cos \phi$ deseado.

Los bancos de condensadores a instalar para la compensación reactiva en el Hospital cuando tiene una demanda máxima (DM), con un factor de potencia promedio $\cos \phi_1$, mejorado hasta llegar a un factor de potencia $\cos \phi_2$, se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$Q_C = DM (\text{Tag } \phi_1 - \text{Tag } \phi_2) \quad (3.10)$$

Los cálculos a efectuarse para obtener este parámetro se desarrollarán en el subcapítulo 4.2.2, para su obtención hemos recurrido a la Tabla N° 3.4 a efectos de determinar el factor $(\text{Tag } \phi_1 - \text{Tag } \phi_2)$.

TABLA N° 3.4 FACTOR PARA CALCULAR LA POTENCIA DE UNA BATERÍA DE CONDENSADORES

La tabla nos da en función del $\cos \phi_1$ de la instalación, un factor a multiplicar por la potencia activa para encontrar la potencia de la batería de condensadores a instalar*.

		Potencia del condensador en kVAR de carga para elevar el factor de potencia $\cos \phi_1$ a $\cos \phi_2$													
tg ϕ_1	cos ϕ_2	0.80	0.86	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1	
	cos ϕ_1														
2.29	0.40	1.541	1.698	1.807	1.836	1.865	1.896	1.928	1.963	2.000	2.041	2.088	2.149	2.291	
2.22	0.41	1.475	1.631	1.740	1.769	1.799	1.829	1.862	1.896	1.933	1.974	2.022	2.082	2.225	
2.16	0.42	1.411	1.567	1.676	1.705	1.735	1.766	1.798	1.832	1.869	1.910	1.958	2.018	2.161	
2.10	0.43	1.350	1.506	1.615	1.644	1.674	1.704	1.737	1.771	1.808	1.849	1.897	1.957	2.100	
2.04	0.44	1.291	1.448	1.557	1.585	1.615	1.646	1.678	1.712	1.749	1.790	1.838	1.898	2.041	
1.98	0.45	1.235	1.391	1.500	1.529	1.559	1.589	1.622	1.656	1.693	1.734	1.781	1.842	1.985	
1.93	0.46	1.180	1.337	1.446	1.475	1.504	1.535	1.567	1.602	1.639	1.680	1.727	1.788	1.930	
1.88	0.47	1.128	1.285	1.394	1.422	1.452	1.483	1.515	1.549	1.586	1.627	1.675	1.736	1.878	
1.83	0.48	1.078	1.234	1.343	1.372	1.402	1.432	1.465	1.499	1.536	1.577	1.625	1.685	1.828	
1.78	0.49	1.029	1.186	1.295	1.323	1.353	1.384	1.416	1.450	1.487	1.528	1.576	1.637	1.779	
1.73	0.50	0.982	1.139	1.248	1.276	1.306	1.337	1.369	1.403	1.440	1.481	1.529	1.590	1.732	
1.69	0.51	0.937	1.093	1.202	1.231	1.261	1.291	1.324	1.358	1.395	1.436	1.484	1.544	1.687	
1.64	0.52	0.893	1.049	1.158	1.187	1.217	1.247	1.280	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500	1.643	
1.60	0.53	0.850	1.007	1.116	1.144	1.174	1.205	1.237	1.271	1.308	1.349	1.397	1.458	1.600	
1.56	0.54	0.809	0.965	1.074	1.103	1.133	1.163	1.196	1.230	1.267	1.308	1.356	1.416	1.559	
1.52	0.55	0.768	0.925	1.034	1.063	1.092	1.123	1.156	1.190	1.227	1.268	1.315	1.376	1.518	
1.48	0.56	0.729	0.886	0.995	1.024	1.053	1.084	1.116	1.151	1.188	1.229	1.276	1.337	1.479	
1.44	0.57	0.691	0.848	0.957	0.986	1.015	1.046	1.079	1.113	1.150	1.191	1.238	1.299	1.441	
1.40	0.58	0.655	0.811	0.920	0.949	0.969	1.009	1.042	1.076	1.113	1.154	1.201	1.262	1.405	
1.37	0.59	0.618	0.775	0.884	0.913	0.942	0.973	1.006	1.040	1.077	1.118	1.165	1.226	1.368	
1.33	0.60	0.583	0.740	0.849	0.878	0.907	0.938	0.970	1.005	1.042	1.083	1.130	1.191	1.333	
1.30	0.61	0.549	0.706	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970	1.007	1.048	1.096	1.157	1.299	
1.27	0.62	0.515	0.672	0.781	0.810	0.839	0.870	0.903	0.937	0.974	1.015	1.062	1.123	1.265	
1.23	0.63	0.483	0.639	0.748	0.777	0.807	0.837	0.873	0.904	0.941	0.982	1.030	1.090	1.233	
1.20	0.64	0.451	0.607	0.716	0.745	0.775	0.805	0.838	0.872	0.909	0.950	0.998	1.058	1.201	
1.17	0.65	0.419	0.672	0.685	0.714	0.743	0.774	0.806	0.840	0.877	0.919	0.966	1.027	1.169	
1.14	0.66	0.388	0.639	0.654	0.683	0.712	0.743	0.775	0.810	0.847	0.888	0.935	0.996	1.138	
1.11	0.67	0.358	0.607	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.816	0.857	0.905	0.966	1.108	
1.08	0.68	0.328	0.576	0.594	0.623	0.652	0.683	0.715	0.750	0.788	0.828	0.875	0.936	1.078	
1.05	0.69	0.299	0.545	0.565	0.593	0.623	0.654	0.686	0.720	0.757	0.798	0.846			
1.02	0.70	0.270	0.515	0.536	0.565	0.594	0.625	0.657	0.692	0.729	0.770	0.817			
0.99	0.71	0.242	0.485	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741	0.789			
0.96	0.72	0.214	0.456	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635	0.672	0.713	0.761			
0.94	0.73	0.186	0.427	0.452	0.481	0.510	0.541	0.573	0.608	0.645	0.686	0.733			
0.91	0.74	0.159	0.398	0.425	0.453	0.483	0.514	0.546	0.580	0.617	0.658	0.706			
0.88	0.75	0.132	0.370	0.398	0.426	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631	0.679			
0.86	0.76	0.105	0.343	0.371	0.400	0.429	0.460	0.492	0.526	0.563	0.605	0.652			
0.83	0.77	0.079	0.316	0.344	0.373	0.403	0.433	0.466	0.500	0.537	0.578	0.626			
0.80	0.78	0.052	0.289	0.318	0.347	0.376	0.407	0.439	0.474	0.511	0.552	0.599			
0.78	0.79	0.026	0.262	0.292	0.320	0.350	0.381	0.413	0.447	0.484	0.525	0.573			
0.75	0.80	-	0.235	0.266	0.294	0.324	0.355	0.387	0.421	0.458	0.499	0.547			
0.72	0.81	-	0.209	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473	0.521			
0.70	0.82	-	0.183	0.214	0.242	0.272	0.303	0.335	0.369	0.406	0.447	0.495			
0.67	0.83	-	0.157	0.188	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.380	0.421	0.469			
0.65	0.84	-	0.131	0.162	0.190	0.220	0.251	0.283	0.317	0.354	0.395	0.443			
0.62	0.85	-	0.105	0.135	0.164	0.194	0.225	0.257	0.291	0.328	0.369	0.417			
0.59	0.86	-	0.079	0.109	0.138	0.167	0.198	0.230	0.265	0.302	0.343	0.390			
0.54	0.87	-	0.053	0.082	0.111	0.141	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316	0.364			
0.51	0.88	-	0.029	0.055	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337			
0.48	0.89	-	-	0.028	0.057	0.086	0.117	0.149	0.184	0.221	0.262	0.309			
0.46	0.90	-	-	-	0.029	0.058	0.089	0.121	0.156	0.193	0.234	0.281			

Ejemplo: En una instalación de una potencia media de 500 kW con un $\cos \phi_1 = 0.75$. Para elevar el $\cos \phi_2$ a 0.93 se necesita una potencia reactiva de $Q_c = 500 \times 0,487 = 240$ kVAR., a cualquier valor nominal de tensión.

* Catálogo: corrección del factor de potencia, Tepsup 2002.

CAPÍTULO IV

PRESTACIÓN EFICIENTE DEL SISTEMA ELÉCTRICO

4.1. Aspectos que comprende el proyecto

4.1.1. Consideraciones preliminares

Tomando como referencia las consideraciones señaladas en los capítulos precedentes, de manera muy especial lo indicado en el capítulo I (punto 1.3), respecto a un modelo para la obtención de resultados; mencionaremos que en la implementación del citado modelo se empleará la siguiente data:

Datos Iniciales: estado actual de los equipos e instalaciones

Limitaciones: utilización restringida de recursos económicos

Criterios de Optimización: mínima inversión, mayor ahorro y excelente calidad.

Datos Finales: red eléctrica eficientemente constituida.

El análisis y la obtención de resultados (datos finales), en este caso, lo desarrollaremos solamente de manera cualitativa. Con este propósito se establecerán los parámetros sobre las cuales se debe llevar a cabo el programa.

4.1.2. Determinación de las líneas de acción del proyecto

Como se dijo, previamente estableceremos los parámetros, es decir los diferentes aspectos a considerar para obtener la eficiencia esperada. La implementación por cada aspecto considerado se efectuará mediante los programas o líneas de acción correspondientes.

Los parámetros a considerar son referidos a: inversiones, ahorro de energía, calidad de servicio, protección de equipos e instalaciones y garantía del servicio.

Cada parámetro o aspecto señalado tendrá determinados trabajos a ejecutar (o líneas de acción); debemos remarcar, sin embargo, que una determinada línea de acción puede ubicarse en mas de un parámetro, de ser este el caso, simplemente se confirmara su importancia para su ejecución.

A continuación por cada parámetro considerado determinaremos las líneas de acción correspondientes.

a) Inversiones

Mejoras sin inversión:

- Selección del modo correspondiente a la tarifa (Luz del Sur S.A.A.) que permita obtener ahorros. Cambio del modo tarifario de MT2 a MT1, debido a las características del consumo de energía y su nivel de tensión de suministro de 10 kV.
- Elaboración y/o culminación de los planos eléctricos de las instalaciones eléctricas faltantes.
- Elaboración de un plan de concientización para el uso racional y/o ahorro de la energía eléctrica.
- Reformular el plan de mantenimiento, con especial incidencia en el mantenimiento preventivo.

Mejoras con inversión:

- Implementación gradual de supresores de pico para la protección de los equipos e instalaciones
- Adquisición de banco de condensadores (compensación reactiva)
- Adquisición de grupo electrógeno (sistema de emergencia)
- Automatización del tablero de energía de la subestación oeste
- Construcción de sistemas de puesta a tierra para la protección de los equipos e instalaciones.
- Cambios en los sistemas de iluminación.
- Cambios en los sistemas de arranque de motores.

b) Ahorro de energía

- Empleo de la compensación reactiva.
- Cambios en los sistemas de arranque de motores.
- Cambios en los sistemas de iluminación.
- Plan de concientización para el uso racional de la energía eléctrica.

c) Calidad de servicio

- Reformulación del plan de mantenimiento, e incidencia en el mantenimiento preventivo programado.
- Construcción de sistemas de puesta a tierra.

d) Protección de equipos e instalaciones

- Implementación de supresores de pico.
- Construcción de sistemas de puesta a tierra.

e) Garantía permanente de servicio

- Automatización del tablero de energía de la subestación oeste.
- Adquisición de grupo electrógeno.

4.2. Implementación de las líneas de acción del proyecto

La implementación de las líneas de acción esta siendo llevada actualmente, la misma que es función a la disponibilidad de recursos presupuestales. Durante una primera fase se ha considerado las mejoras a efectuar sin inversión, considerando en primer término a la elección del modo tarifario y a la reformulación del programa de mantenimiento; durante una segunda fase se ha llevado a cabo la implementación de los supresores de pico en diferentes instalaciones, asimismo se están realizando las gestiones de compra para complementar el programa.

Los diferentes aspectos que comprende la implementación del programa propuesto serán indicados a continuación.

4.2.1. Utilización óptima del sistema tarifario

La empresa Luz del Sur S.A.A. a la cual esta suscrita el HNERM, basa su facturación estrictamente a las lecturas de los medidores asociados y al modo de estructura tarifaria por la que el usuario ha optado.

Conforme al tipo de suministro adoptado, se establece la tarifa correspondiente, tal como se indica a continuación.

- ◆ **Suministros no regulados:** Para clientes cuyas potencias son mayores de 1 000 kW, se tiene la siguiente Tabla N° 4.1.

TABLA N° 4.1 SUMINISTROS NO REGULADOS

TARIFA	DESCRIPCIÓN
M A T 1 Muy alta tensión	Tarifa general para suministros con alimentación a tensiones nominales desde 138 000 a 220 000 V.
A T 1 Alta tensión	Tarifa general para suministros con alimentación a tensiones nominales de 30 000 a 69 000 V.
M T 1 Media tensión	Tarifa general para suministros con alimentación a tensiones nominales de 2 300 a 29 000 V.

- ◆ **Suministros sujetos a regulación:** Para clientes cuyas potencias límites menores o igual a 1 000kW, se tiene la Tabla N° 4.2

TABLA N° 4.2 SUMINISTROS REGULADOS

TARIFA	DESCRIPCIÓN
MT2 Media tensión	Tarifa horaria con doble medición de energía y contratación o medición de las potencias: 2E, 2P.
BT2 Baja tensión	
MT3 Media tensión	Tarifa horaria con doble medición de energía y contratación o medición de una potencia: 2E, 1P.
BT3 Baja tensión	
MT4 Media tensión	Tarifa con simple medición de energía y contratación o medición de una potencia: 1E, 1P.
BT4 Baja tensión	

Para el caso específico del HNERM, le corresponde la tarifa MT1, debido a las características del consumo de energía eléctrica y su nivel de tensión de suministro (10 kV).

El sistema de facturación (tarifa MT1), mantiene los siguientes cargos:

- Cargo fijo mensual: éste cargo se aplica aún cuando el consumo sea nulo o haya corte de suministro.
- Cargo por mantenimiento
- Cargo por potencia consumida en horas punta (H.P).
- Exceso de potencia registrada en horas punta: éste exceso es triplicado en su valor para efectos de su facturación.
- Cargo por potencia registrada fuera de horas punta (F.H.P)
- Exceso de potencia registrada fuera de horas punta: éste exceso es triplicado en el valor de este rubro para su facturación correspondiente.
- Energía activa en horas punta
- Energía activa fuera de horas punta

- Energía reactiva: la facturación de este consumo se hace efectiva solo si el consumo registrado supera el 30% de su energía activa mensual.

El HNERM ha suscrito un contrato con Luz del Sur S.A.A. para el uso de la tarifa MT1, en las cláusulas del mismo se han consignado los siguientes valores para el consumo:

- Potencia Límite: 1 500 kW.
- Potencia Contratada en Horas Punta: 1 200 kW.

La tarifa MT1 nos ofrece la opción de concertar periódicamente los indicados valores, si es que la demanda de energía eléctrica se alterase.

Para estos casos se realizan reuniones entre los representantes del Hospital y los de Luz del Sur S.A.A. donde luego de deliberaciones técnicas sustentadas se concluyen en acuerdos de ambas partes.

Los valores facturados por concepto de:

- Exceso de potencia registrada en horas punta y,
- Exceso de potencia registrada fuera de horas punta,

Son obtenidas con respecto a la potencia contratada en horas punta y potencia límite respectivamente. El objetivo es evitar que se den estos excesos, por cuanto cada exceso representa el triple de su valor normal. Con este propósito, se ha efectuado un análisis bastante cuidadoso sobre la evolución de la demanda eléctrica antes de concertar los valores de las potencias límite y contratada, prueba de ello es que se ha logrado obtener ahorros en los gastos por consumo eléctrico como se indicará mas adelante.

A continuación vamos a presentar un caso práctico:

Disponemos de las facturas de Luz del Sur S.A.A. de los meses abril, mayo y junio de 1 998.

De la factura de **abril - 98**, se obtiene

	Precio Unit.	Consumo
Exceso de potencia registrada en horas punta	S/. 36,48	0,00 kW
Exceso de potencia registrada fuera de horas punta	S/. 9,12	454,80 kW

En relación al exceso (FHP) se ha obtenido de las lecturas:

Potencia registrada fuera de horas punta	:	1 401,60 kW
Potencia límite (abril 98)	:	<u>1 250,00 kW</u>
Diferencia	:	151,60 kW
Factor Triplicador	:	<u>3,00</u>
Total	:	<u>454,80 kW</u>

El monto de la facturación por este exceso corresponde:

$$454,80 \times 9,12 = S/. 4 147,77$$

Luego de la reunión de concertación con Luz del Sur S.A.A. se llegó a elevar la potencia límite a un valor de 1 500 kW.

Durante el mes de **mayo - 98**, se obtiene de las facturas:

	Precio Unit.	Consumo
Exceso de potencia registrada en horas punta	36,12	67,20 kW
Exceso de potencia registrada fuera de horas punta	9,03	0,00 kW

Se observa que en el exceso (F.H.P), no existe consumo y por lo tanto la facturación en este rubro es de S/. 0,00; significándoles relativamente al mes anterior un ahorro de S/. 4 147,77.

Con relación al exceso (H.P) este se ha obtenido respecto a las lecturas:

Potencia registrada en horas punta	:	1 222,40 kW
Potencia contratada en horas punta	:	<u>1 200,00 kW</u>
Diferencia	:	22,40 kW
Factor Triplicador	:	<u>3,00</u>
Total	:	<u>6,20 kW</u>

El monto de facturación correspondería a:

$$67,20 \times 36,12 = S/. 2 427,20.$$

Posteriormente en reuniones con Luz del Sur S.A.A. se estableció que dada la cercanía de los valores (1 222,40 kW y 1 200 kW) debería mantenerse el valor de

la potencia contratada en horas punta; y por nuestra parte comprometernos a evitar dichos excesos.

A partir del mes de **junio - 98** y los siguientes meses se obtiene de la facturación:

	Precio Unit.	Consumo
Exceso por potencia registrada en horas punta	S/. 0,00	0,00 kW
Exceso por potencia registrada fuera de horas punta	S/. 0,00	0,00 kW

Lo cual nos significa un ahorro en la facturación del orden de S/. 6 500 a S/. 7 000 en promedio al Mes.

4.2.2.Reducción del consumo de energía por compensación reactiva

Tomando como referencia las facturas se ha elaborado la Tabla: N° 4.3.

TABLA N° 4.3 CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA

Mes (1998)	ENERGIA REACTIVA		
	Precio Unit.	Consumo (> 30% E.A) kVAR-h	Monto
Enero	0,0317	261 083,62	8 276,36
Febrero	0,0321	251 462,72	8 071,95
Marzo	0,0321	272 714,56	8 754,13
Abril	0,0321	262 183,94	8 416,10
Mayo	0,0322	252 236,62	8 122,01
Junio	0,0322	299 652,08	9 648,79
Julio	0,0333	298 537,20	9 941,28
Agosto	0,0334	300 403,00	10 033,46
Setiembre	0,0334	302 628,50	10 107,79
Octubre	0,0349	324 531,24	11 326,14

Como puede apreciarse tenemos valores crecientes, el precio unitario es controlado por Luz del Sur S.A.A. y se da en función a sus costos operativos (generación, distribución, etc.).

El consumo de energía reactiva (en kVAR-H), si es posible ser controlado por el Hospital y será motivo de estudio en el presente capítulo, debiendo de manifestarse su importancia, por cuanto es posible obtener ahorros económicos.

En el punto 3.5 se manifestó que la compensación reactiva en el HNERM es del tipo Centralizada. La potencia reactiva total a instalar, para efectos de los cálculos correspondientes, debe ser la diferencia entre la demanda de energía reactiva en el momento de la carga máxima, y la energía reactiva que puede consumirse sin pagar tarifa extra a la empresa suministradora de energía eléctrica. Una instalación que consume potencia activa P, al ser compensada para mejorar el factor de potencia de $\cos \phi_1$ y $\cos \phi_2$, necesita una batería de condensadores cuya potencia mantiene la siguiente relación:

$$Q_C = P (\text{tag } \phi_1 - \text{tag } \phi_2) \quad (4.1)$$

Para el cálculo del factor de potencia del Hospital ($\cos \phi_1$), recurrimos a los recibos mensuales de Luz del Sur S.A.A. por un período de 10 meses. En dichos documentos se encuentran los siguientes parámetros:

Demanda Máxima : DM (kW)

Energía Activa : EA (kW - H)

Energía Reactiva : ER (kVAR - H)

Con estos datos determinaremos lo siguiente:

$$P = DM \text{ (kW)}$$

$$\text{tag } \phi_1 = \frac{ER}{EA} \quad (4.2)$$

Haciendo uso de la Tabla N° 3.4, tenemos $\cos \phi_1$ y también el factor de ($\text{tag } \phi_1 - \text{tag } \phi_2$); con lo cual determinaremos Q_C .

En la Tabla N° 4.4 se aprecia la determinación de estos valores.

TABLA N° 4.4 CÁLCULO DE “tag ϕ_1 ”

MES (98)	DEMANDA MAXIMA (kW)	ENERGIA ACTIVA (kW)	ENERGIA REACTIVA (kVAR -H)	tag ϕ_1 (ER / EA)
Enero	1 313,60	616 928,60	446 162,40	0,72
Febrero	1 392,80	626 093,60	439 290,80	0,70
Marzo	1 428,80	665 210,80	472 277,80	0,71
Abril	1 401,60	624 694,20	449 592,20	0,72
Mayo	1 284,80	614 410,60	436 559,80	0,71
Junio	1 332,00	580 804,40	473 893,40	0,82
Julio	1 318,80	601 998,00	479 136,60	0,80
Agosto	1 312,80	593 962,00	478 591,60	0,81
Setiembre	1 192,80	565 583,00	472 303,40	0,84
Octubre	1 255,20	613 465,20	508 570,80	0,83

A modo de ejemplo, calculamos la potencia reactiva consumida en octubre - 98:

Con un tag $\phi_1 = 0,85$, vamos a la Tabla N° 3.4, de donde obtenemos que, $\cos \phi_1 = 0,76$ el cual debemos mejorarlo a $\cos \phi_2 = 0,96$, obteniéndose (tag $\phi_1 - \text{tag } \phi_2$) = 0,564.

Tendremos por lo tanto:

$$Q_C = DM (\text{tag } \phi_1 - \text{tag } \phi_2) \quad (4.3)$$

$$Q_C = 1\ 255,20 \times 0,564$$

$$Q_C = 707,93 \text{ kVAR}$$

$$Q_C \approx 710 \text{ kVAR}$$

De conformidad al flujo de corriente de carga en la operación de los actuales transformadores, efectuaremos la distribución de la batería de condensadores en el modo siguiente:

Subestación este

- Banco automático de condensadores de 225 kVAR conectado a la barra del transformador T1.
- Condensador 125 kVAR conectado a la barra del transformador T3.
- Banco automático de condensadores de 125 kVAR conectado a la barra del transformador T5.

- En cada una de las (04) electrobombas de agua dura y blanda pueden ser instalados, condensadores de 20 kVAR sumando un total de 80 kVAR.

Subestación oeste

- Condensador de 75 kVAR en las barras del transformador T2.
- Banco automático de condensadores de 100 kVAR conectado a la barra del transformador T3.

Efectuando la suma de la potencia reactiva de los condensadores a ser instalados este nos dará un total de: $Q_C = 730 \text{ kVAR}$.

En la figura N° 4.1 se muestran los esquemas de conexión propuestos para las subestaciones este y oeste.

Mención aparte, haremos respecto a los motores que accionan los ascensores “A” y “B – C”; puesto que debido a la naturaleza aleatoria de la carga (cantidad de personas) que ha de desplazar se han presentado los (02) siguientes problemas: Arranques y paradas constantes, que originan una corriente de carga que va desde 50 A hasta 350 A, con una corriente de arranque: $I_{ARRANQUE} = 5I_{CARGA}$ aproximadamente. Este tema con mayor detenimiento es tratado en un punto aparte.

Como consecuencia de lo indicado (arranques y paradas), los contactores son dañados en la soldadura de sus contactos, provocando continuos reemplazos de los mismos.

Al efectuar las pruebas correspondientes que determinarán la compensación reactiva en los motores de los ascensores, se ha registrado una corriente reactiva del orden de 6 A como mínimo y 60 A como máximo. Los cálculos efectuados hacen ver la necesidad de conexión de un condensador de 50 kVAR adicionalmente en cada sub estación este y oeste, lo cual nos da un agregado de 100 kVAR.

El valor de Q_C se incrementaría, y se tendrá que: $Q_C = 830 \text{ kVAR}$.

Este último resultado es también válido ya que tenemos como potencia límite: 1 500 kW. Si aplicamos los factores anteriormente determinadas $\cos \phi_1 = 0,76$ y $\cos \phi_2 = 0,96$, tendremos:

$$Q_C = 1\,500 \times (0,654)$$

$$Q_C = 846 \text{ kVAR}$$

La implementación de los condensadores para los ascensores “A” y “B – C”, requiere salvar previamente el inconveniente de la soldadura de los contactos.

4.2.3. Cambio del sistema de arranque de motores eléctricos

Esta opción consiste en la implementación de interruptores de estado sólido, se emplea reemplazando a los actualmente utilizados, ha sido previsto para los motores eléctricos de los ascensores y para las electrobombas; se pretende con ello obtener las siguientes ventajas:

- Arranque suave, con reducción de la corriente de arranque y protección de las partes mecánicas del motor.
- Se anulan las caídas de tensión.
- Permite prolongar la vida de los motores y equipos asociados.
- Se obtiene sencillez de operación, economía de espacio y de peso.
- Dependiendo del número de arranques y el índice de carga de los motores, se obtiene un menor consumo de energía activa.

Las ventajas señaladas frente a los sistemas convencionales de arranque justifican su implementación.

En el HNERM los motores que deben contar con este dispositivo son aquellos correspondientes a las electrobombas (04 en total) de agua dura y blanda, así como a los ascensores de los sectores “A” y “B – C” (12 en total).

Debemos manifestar sin embargo que en la actualidad sé esta completando la instalación de los interruptores de estado sólido en los ascensores antes señalados, quedando aún pendiente su instalación en las electrobombas.

El funcionamiento de un control del sistema de arranque que emplea dispositivos de estado sólido (tiristores), se basa mediante el principio de control de fase. En la Fig. 4.1 se aprecia un esquema de control de la variación de la tensión estatórica mediante tiristores empleado para estos efectos.

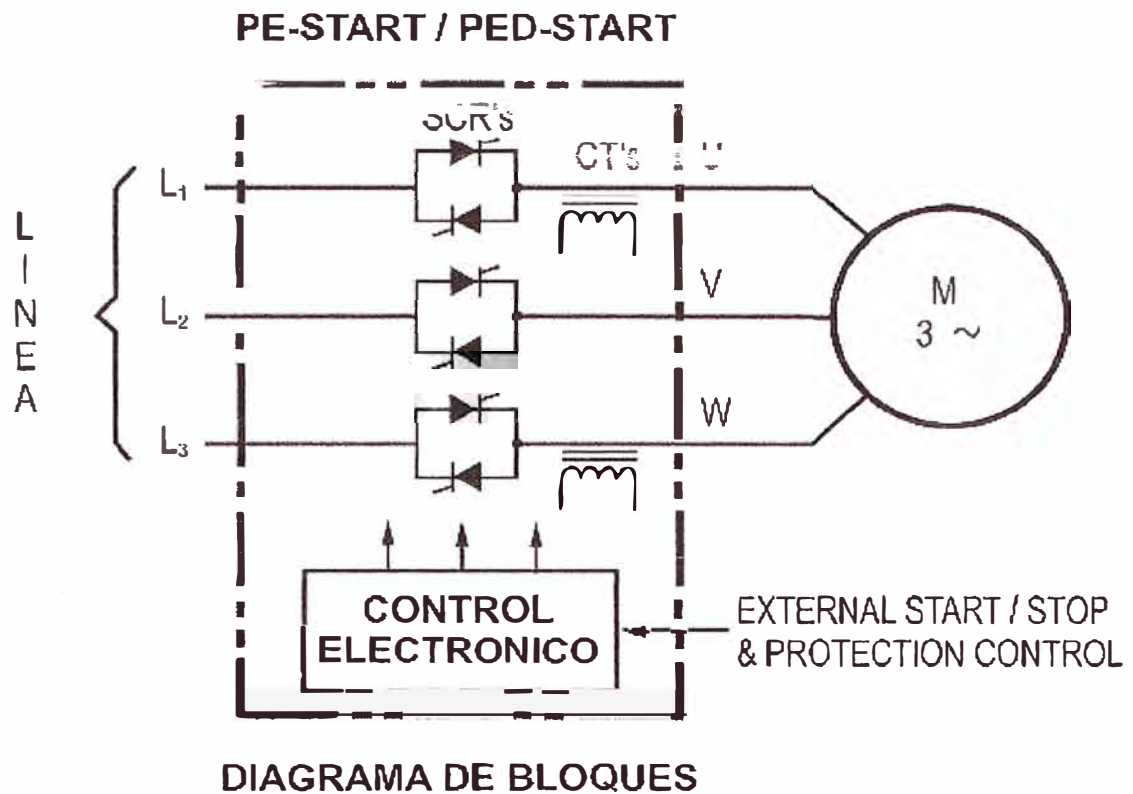


Fig. 4.1 Control de la variación de la tensión estática

El arrancador estático tiene (02) sub sistemas, uno de potencia y otro de control. El sub sistema de potencia consta de (02) tiristores en antiparalelo en serie con cada fase, aplicando una excitación permanente a la puerta de los tiristores estos no oponen resistencia al paso de la corriente estática y la tensión aplicada al motor es de la red de alimentación el valor la pequeña caída de tensión en los tiristores de 1 V a 2 V. En cada semi período, la corriente cambia de sentido y pasa por uno de los 2 tiristores de fase alternativamente. En cualquier instante existen 3 tiristores en conducción, uno por fase, dos en un sentido y uno en el otro, de forma que la suma de las corrientes instantáneas que llegan al motor es nula. Aplicando estos principios, el dispositivo puede considerarse como un interruptor estático, aunque en situación de bloqueo siempre circularán por los devanados las pequeñas corrientes de fugas de los tiristores, insuficientes para mover el motor, pero no para producir descargas indeseables si se tocan los terminales del mismo.

La variación de la tensión estatórica se realiza a través de las puertas de los tiristores mediante el disparo secuencial de pulsos emitidos por el órgano de control y con un retardo de ángulo “ α ”. Eliminando la excitación de las puertas de los tiristores estos se bloquean al primer paso por cero subsiguiente de las corrientes de fase, quedando el motor desconectado de la red.

4.2.4. Protección de equipos e instalaciones eléctricas

En el HNERM desde hace algunos años atrás han venido presentándose problemas derivados de las variaciones bruscas de tensión y dados principalmente por los transitorios picos, los cuales a su vez son producidos por la conmutación de cargas inductivas de equipos eléctricos, sistemas de iluminación, inducción entre líneas, etc.; tales problemas han afectado a nuestros equipos e instalaciones de diversas maneras.

Citaremos algunos de los casos ocurridos debido a los transitorios de tensión y que han afectado a nuestros equipos, tales como: equipo de transferencia automática del sistema eléctrico de emergencia de la subestación este, el equipo esterilizador de chatas de emergencia, la central telefónica, etc. Los montos desembolsados harán la reparación de estos equipos fue relativamente alta.

Habiéndose estudiado este problema se ha determinado la urgente necesidad de su implementación, por razones de proteger la inversión de los equipos e instalaciones del Hospital; a manera de ilustración mencionaremos que el Hospital posee aproximadamente 2 000 equipos médicos, dentro de los cuales existen equipos de alto costo y de alta sensibilidad parte de ellos están instalados en áreas estratégicas y con atención a pacientes en estado crítico (emergencias, UCI y centro quirúrgico); debemos indicar también que la tendencia en equipos médicos es a emplear cada vez mas equipos controlados por microprocesador los cuales son altamente sensibles.

Se ha efectuado la adquisición de estos dispositivos de protección y su instalación es muy sencilla, y además se viene efectuando de acuerdo a la prioridad asignada de los equipos e instalaciones y conforme al siguiente orden:

- Subestaciones principales
- Tableros principales

- Equipos estratégicos y/o de alto costo

◆ **Subestación este:** Se ha instalado el supresor marca: THE PROTECTOR, modelo: ORN 240 NN trifásico, el cual soporta picos de tensión de una magnitud de hasta 20 000 V y 10 000 A. Este modelo cumple con la primera etapa de protección y ha sido aplicado a cada una de las cinco barras independientes que funcionan con alimentación trifásica a 220 V, siendo su colocación después de la llave principal.

◆ **Subestación oeste:** De manera similar a la subestación este se ha instalado el protector THE PROTECTOR, modelo: ORN 240 NN aplicándose a cada una de las (03) barras de alimentación trifásica de esta subestación.

Luego de proteger contra los transitorios picos de tensión externo con la instalación de un total de (08) unidades de protección en ambas subestaciones, se procedió a proteger el siguiente nivel importante de distribución. En este caso nos referimos a la protección de los tableros de distribución interna, esta protección está dirigida a eliminar los transitorios picos de tensión de origen interno producidos de tablero a tablero.

Los transitorios de origen interno son de menor magnitud en volt que la de los externos, pero provocan más daños y paralizaciones de trabajo en el equipo eléctrico o electrónico, debido a la degradación “acumulativa” de sus componentes internos.

Se ha efectuado también la instalación de estos dispositivos de protección en los tableros de alimentación a los siguientes servicios:

◆ **Centro quirúrgico:** cuenta con (03) tableros de 220 V y (01) de 110 V; en los tableros de 220 V se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo: P240 NN trifásico; en el tablero de 110 V se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo: P120 NN trifásico.

◆ **Unidades de cuidados intensivos:** existen (05) UCI, estando ubicados en los ambientes: 2C, 11B, 7B, 11B y 13B; en cada uno de estos ambientes se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo: P240 NN trifásico.

◆ **Emergencia:** existen (02) tableros, a los cuales se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo: P240 NN trifásico en cada uno de ellos.

Asimismo, en los servicios que se indican a continuación se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo P240 NN trifásico: en medicina transfusional (en 03 tableros), laboratorio de emergencia, bioquímica, hemodiálisis, hemocultivo, banco de órganos e histocompatibilidad.

Adicionalmente en medicina transfusional, por poseer también un tablero de 110 V, se instaló el supresor THE PROTECTOR, modelo P120 NN trifásico.

4.2.5. Ahorro en los sistemas de iluminación

En el capítulo III (punto 3.4), se efectuó el análisis de (02) opciones adicionales a los sistemas de alumbrado existentes en el HNERM; tomando en consideración, los requerimientos de iluminación, el ahorro de energía y el confort, para el uso del personal médico técnico y por los pacientes del Hospital; y luego de su estudio correspondiente se ha optado por el empleo de los siguientes tipos de lámpara.

- Lámparas fluorescentes convencionales circulares y rectas.
- Lámparas fluorescentes circulares con encendido electrónico.
- Lámparas incandescentes solo en casos muy especiales.

Por el momento, no se instalarán lámparas ahorradoras de energía, por no contarse a la fecha con las seguridades del caso frente a las sustracciones de que pudieran ser objeto. Debido a que en el Hospital tiene acceso el público en general, personal de trabajo temporal, entre otros, se han dado casos anteriores de sustracciones con lámparas de menos costo.

Respecto a las acciones que permitirán el ahorro por consumo de energía eléctrica, se ha considerado a las siguientes:

- Mantenimiento periódico de luminarias, lámparas y accesorios de encendido, que permitirá una adecuada operación de los equipos de iluminación y con el nivel de iluminación deseado, hasta cumplir su tiempo de vida útil.
- Concientización al personal, acerca del uso racional de los sistemas de iluminación, en las áreas donde el nivel de luz natural es alto o supere los niveles de visibilidad. Para efectos de su cumplimiento se ha solicitado la intervención de los jefes de servicios respectivos; así como de implementar una campaña con este propósito.

- Implementación de un programa para reemplazo de lámparas incandescentes por las lámparas fluorescentes circulares con encendido electrónico.

4.2.6. Ampliación del sistema eléctrico de emergencia

Como se informa en el capítulo II (punto 2.2.2), el Hospital cuenta actualmente con (02) Grupos Electrónicos, los cuales en las situaciones de emergencia operan cercanamente a su capacidad plena.

Debido a las ampliaciones de servicios que vienen ejecutándose actualmente en el Hospital (emergencia pediátrica, emergencia obstétrica, hemodiálisis y rehabilitación) y que pertenecen a servicios críticos, se hace necesario y urgente la ampliación del sistema eléctrico de emergencia, el cual debe disponer también de la capacidad para atender en los circuitos de emergencia a otros servicios críticos que sean ampliados en el futuro.

En tal sentido, se ha efectuado las gestiones para la adquisición de un grupo electrónico adicional; como resultado de estas gestiones se ha adquirido un grupo electrónico de 400 kW, marca: MODASA, modelo: MLS 400, su instalación va a ser efectuada próximamente.

Como complemento y para reforzar el sistema eléctrico de emergencia se ha previsto también la puesta en paralelo del transformador de potencia de reserva de 500 kVA, 10 / 0,22 kV de la subestación este a las barras del sistema eléctrico de emergencia.

Para efectos de asignar una mayor confiabilidad a la entrada en funcionamiento de los grupos electrónicos en la subestación oeste, esta prevista la automatización del tablero de transferencia automática con un controlador lógico programable. De esta forma se completaría la automatización de todo el sistema de emergencia.

4.2.7. Construcción de sistemas puesta a tierra

Para efectos de brindar las seguridades al personal que manipula los equipos eléctricos y electrónicos contra las descargas eléctricas, así como evitar el deterioro progresivo de dichos equipos, y también de disminuir las posibilidades

de corto circuito en las instalaciones eléctricas que dejarían con cortes de fluido a tales ambientes, se ha elaborado el proyecto del sistema puesta a tierra siguiente:

- Restitución del sistema puesta a tierra en las sub estaciones este, oeste, sector “L” y sector “G”, en el lado de 10 kV y 220 V
- Construcción del sistema puesta a tierra para los grupos electrógenos de las sub estaciones este y oeste
- Construcción del sistema puesta a tierra para el lado de baja tensión en 220 V en las sub estaciones este, oeste, sector “G”.

A continuación se presenta un resumen técnico-económico del proyecto de construcción del sistema de puesta a tierra en el Hospital.

◆ **Descripción del sistema de puesta a tierra**

a) En la subestación este se realizará lo siguiente:

a1. En el lado de alta tensión en 10 kV.

- Construcción de dos pozos de tierra.
- Instalación de una línea a tierra entre los dos pozos derivándose de estos puntos a:
 - los 07 transformadores de potencia
 - la celda de un seccionador de potencia.
 - la estructura de 2 botellas terminales.
 - la estructura de los portafusibles (7 juegos)
 - los transformadores de tensión de medida
 - la estructura de las celdas de transformación.

a2. En el lado de baja tensión en 220 V.

- Construcción de dos pozos de tierra.
- Instalación de la línea a tierra entre los pozos.
- Aterramiento del tablero principal.
- Cableado desde la línea principal a dos cajas de pase en la misma subestación.
- Instalación de una platina o conductor de cobre soldada y/o empernada a la tubería galvanizado, que servirá como conductor de tierra a los sub tableros del Hospital.

- Cableado de la línea a tierra desde los pozos hasta la estructura del tablero en galería baja B - C.

a3. Para el grupo electrógeno Ingersoll Rand.

- Construcción de un pozo de tierra
- Instalación de la línea a tierra desde el pozo hasta el grupo electrógeno.
- Aterramiento de los tableros de mando.

b) En la subestación oeste se realizará:

b1. En el lado de alta tensión en 10 kV.

- Construcción de 1 pozo de tierra
- Instalación de la línea a tierra desde el pozo a:
 - los 3 transformadores de potencia.
 - la celda de un seccionador de potencia
 - la estructura de las 2 botellas terminales
 - la estructura de los protafusibles (3 juegos)
 - la estructura de las celdas de transformación.

b2. En el lado de baja tensión de 220 V.

- Construcción de 2 pozos de tierra
- Aterramiento del tablero principal
- Instalación de platina o conductor de cobre soldada y/o emperrada a la tubería conduit galvanizada (sera tierra).

b3. Para el grupo electrógeno volvo.

- Construcción de un pozo de tierra
- Instalación de la línea a tierra desde el pozo hasta el grupo electrógeno volvo
- Aterramiento de la cabina de protección del grupo.

c) En la subestación del sector "G"- rayos x (sótano)

c1. En el lado de alta tensión 10 kV.

- Construcción de un pozo de tierra

- Instalación de la línea a tierra desde el pozo a:
 - un transformador de potencia
 - la celda de un seccionador de potencia
 - la estructura de la celda de transformación.
- c2.** En el lado de baja tensión en 220 V.
 - Construcción de un pozo a tierra
 - Instalación de la línea a tierra desde el pozo hasta el tablero de baja tensión.
 - Cableado de la línea a tierra desde el tablero hasta los 2 sub tableros, en rayos “x”.
- d)** En la subestación del sector “L” (emergencia pediátrica-obstetricia y rehabilitación)
 - d1.** En el lado de alta tensión en 10 kV.
 - Construcción de 1 pozo de tierra
 - Instalación de la línea a tierra desde el pozo a:
 - 1 transformador de potencia
 - la celda de un seccionador de potencia
 - la estructura de la celda de transformación.
 - d2.** En el lado de baja tensión 220 V.
 - Construcción de un pozo de tierra
 - Instalación de la línea a tierra desde el pozo hasta el tablero de baja tensión.
- ◆ **Especificaciones técnicas**
 - a) Obras civiles.**
 - a1. Pozo de puesta a tierra:**

Para la construcción de cada pozo se realizará los siguientes trabajos:

 - Rotura del piso de concreto armado de aproximadamente 0,40 m de espesor por un diámetro de 0,80 m.
 - Excavación de pozo de 2,80 m de profundidad.

- Resane del piso de concreto armado con parrilla de fierro corrugado de 1/2", en donde se dejará una abertura de 0,30 x 0,30 m para una tapa de concreto que servirá para inspecciones y mantenimiento de dichos pozos.
- Traslado de la tierra de cultivo desde la parte exterior del recinto (bajo nuevo puente), hasta los pozos de la subestaciones.
- Relleno de pozo con tierra de cultivo.
- Traslado del desmonte de tierra y piedra a la parte exterior del edificio (bajo el nuevo puente), y de ahí el transporte de dicho desmonte a la parte exterior del edificio.
- Construcción de tapas de concreto armado y fierro de 0,30 x 0,30 m.

a2. Metrado y presupuesto:

a. Subestación este:

Construcción de 5 pozos: 2 para el lado de alta tensión; 2 para el lado de baja tensión y 1 para el grupo electrógeno.

a1. 5 pozos rotura y resane de piso, excavación y relleno de pozo, traslado de tierra de cultivo a la subestación, construcción de tapa.

a2. 11 m³ de tierra de cultivo

a3. 10 bolsas cemento gris

a4. 20 bolsas arena gruesa

a5. 10 bolsas piedra chancada

a6. 4 varillas fierro corrugado de 1/2"

a7. 11 m³ traslado del desmonte al exterior del Hospital.

b. Subestación oeste:

Construcción de 4 pozos: 1 para el lado de alta tensión, 2 para el lado de baja tensión y 1 para el grupo electrógeno.

b1. 4 pozos rotura y resane de piso, excavación y relleno de pozo, traslado de tierra de cultivo a la subestación, construcción de tapas.

b2. 9 m³ tierra de cultivo

- b3. 8 bolsas de cemento gris
 - b4. 16 bolsas de arena gruesa
 - b5. 8 bolsas de piedra chancada
 - b6. 3 varillas de fierro corrugado de 1/2"
 - b7. 9 m³ traslado del desmonte al exterior del Hospital.
- c. Subestación sector "G":**
- Construcción de 2 pozos: 1 para el lado de alta tensión y 1 para el lado de baja tensión.
- c1. 2 pozos rotura y resane de piso, excavación y relleno de pozo, construcción de tapa, traslado de tierra de cultivo a la subestación.
 - c2. 4,4 m³ tierra de cultivo
 - c3. 4 bolsas de cemento gris
 - c4. 8 bolsas de arena gruesa
 - c5. 4 bolsas piedra chancada
 - c6. 2 varillas fierro corrugado de 1/2"
 - c7. 4,4 m³ traslado del desmonte al exterior del Hospital.
- d. Subestación sector "L":**
- Construcción de dos pozos: uno para el lado de alta tensión y otro para el lado de baja tensión.
- d1. 2 pozos rotura y resane de piso, excavación y relleno de pozo, construcción de tapa, traslado de tierra de cultivo a la subestación.
 - d2. 4,4 m³ tierra de cultivo
 - d3. 4 bolsas de cemento gris
 - d4. 8 bolsas de arena gruesa
 - d5. 4 bolsas piedra chancada
 - d6. 2 varillas fierro corrugado de 1/2"
 - d7. 4,4 m³ traslado del desmonte al exterior del Hospital.

b) Obras eléctricas

b1. Pozo de puesta a tierra y tratamiento químico:

Luego del relleno de tierra de cultivo se instalará un electrodo de Cooperweld de 3/4" de diámetro por 2,50 m de longitud, con un espiral de cobre desnudo de 70 mm² a todo el largo del electrodo, tanto en la parte superior e inferior se instalará un conector de bronce de 3/4", para sujetar el espiral y la línea a tierra, posteriormente se realizará el tratamiento químico con dos dosis electrolíticas e higroscópicas de THOR-GEL de 5 kG, sin provocar la corrosión del electrodo.

b2. Medrado y presupuesto:

a. Subestación este: (para 5 pozos)

a1. 10 kit completo, compuesto por electrodo de 3/4" x 2,5 m, conector de bronce y caja de tratamiento químico.

a2. 75 m de cobre desnudo 70 mm².

b. Subestación oeste: (para 4 pozos)

b1. 08 kit THOR-GEL compuesto por electrodo de 3/4" x 2,5 m, conector de bronce y caja de tratamiento químico.

b2. 60 m de cobre desnudo de 70 mm².

c. Subestación sector "G": (para 2 pozos)

c1. 4 kit THOR-GEL compuesto por electrodo de 3/4" x 2.5 m, conector de bronce y caja de tratamiento químico.

c2. 30 m de cobre desnudo de 70 mm².

d. Subestación sector "L": Para 2 pozos

d1. 4 kit THOR-GEL compuesto por electrodo de 3/4" x 2,5 m, conector de bronce y caja de tratamiento químico.

d2. 30 m de cobre desnudo de 70 mm².

c) Obras electromecánicas

c1. Línea a tierra

La línea principal entre pozos y las derivaciones a los transformadores, estructuras, etc.; se usará cobre desnudo de 120 mm² AWG ó el equivalente a 250 MCM AWG. También se usará cobre desnudo de 70 mm² ó el equivalente a 2/0 AWG como

derivación a las estructuras de Tableros, cajas de pase, etc., para baja tensión. Para los tableros de baja tensión que se encuentran en galería baja A y B - C, se usará como línea a tierra el cable TW N° 2/0 AWG Indeco ó Pirelli. La línea a tierra para los sub tableros de baja tensión en rayos “x” será con cable TW N° 6 AWG Indeco ó Pirelli.

Así mismo en los tableros de baja tensión se usará una platina o conductor de cobre de sección de 25 x 3 mm, a todo lo largo de la estructura del tablero de donde se soldará y/o empernará a las tuberías conduit galvanizada, de tal manera que estas sean la línea a tierra hasta los sub tableros ubicados en los diferentes sectores del Hospital.

c2. Medrado y presupuesto:

a. Subestación este:

- a1. 130 m cobre desnudo de 120 mm² (250 AWG)
- a2. 115 m cobre desnudo de 70 mm² (2/0 AWG).
- a3. 80 m cable TW N° 2/0 AWG.
- a4. 25 m platina de cobre de 25 x 3 mm.

b. Subestación oeste :

- b1. 85 m cobre desnudo de 120mm² (250 AWG)
- b2. 15 m cobre desnudo de 70 mm² (2/0 AWG).
- b3. 95 m cable TW N° 2/0 AWG.
- b4. 15 m platina de cobre de 25 x 3 mm.

c. Subestación sector “L”:

- c1. 50 m cobre desnudo de 120 mm² (250 AWG)
- c2. 10 m platina de cobre de 25 x 3 mm.

d. Subestación sector “G”

- d1. 10 m cobre desnudo de 120 mm² (250 AWG)
- d2. 10 m platina de cobre de 25 x 3 mm
- d3. 50 m cable TW N° 6 AWG.

c3. Empalmes y conexiones

Para empalmes de la línea principal con las derivaciones se usará split bolt de cobre de 240 mm², 120 mm² y de 70 mm². Para las

conexiones de la línea a los transformadores, estructuras, etc., se usarán terminales de cobre de 120 mm², 70 mm² con pernos niquelados de 1/2" x 1/2", con tuerca, anillo plano y de presión.

c4. Metrado y presupuesto

a. Subestación este

- a1. 6 split bolt de 240 mm²
- a2. 22 split bolt de 120 mm²
- a3. 8 split bolt de 70 mm²
- a4. 40 terminales de cobre de 120 mm²
- a5. 30 terminales de cobre de 70 mm²
- a6. 70 pernos niquelado de 1/2" x 1 1/2"; con tuerca, anillo plano y de presión.

b. Subestación oeste

- b1. 4 split bolt de 240 mm²
- b2. 35 terminales de cobre de 70 mm²
- b3. 8 split bolt de 120 mm²
- b4. 50 pernos niquelado de 1/2" x 1 1/2"; con tuerca, anillo plano y de presión.

c. Subestación sector "L"

- c1. 5 terminales de cobre de 120 mm²
- c2. 6 pernos niquelados de 1/2" x 1 1/2".

d. Subestación sector "G"

- d1. 5 terminales de cobre de 120 mm²
- d2. 2 terminales de cobre de 70 mm²
- d3. 8 pernos niquelado de 1/2" x 1 1/2" con tuerca
- d4. 4 terminales de cobre de 16 mm².

c5. Soportes

En todo momento la línea a tierra será sujeta el piso, pared y/o estructura con abrazaderas pesadas galvanizadas de 3/4", con anclaje HILTI HDI Universal con rosca interior de 1/4", con pernos niquelados de 1/4"x 1" con anillos plano y de presión.

c6. Medrado y presupuesto**a. Subestación este**

- a1. 90 abrazaderas pesadas galvanizadas de 3/4"
- a2. 70 anclaje HILTI HDI 1/4"
- a3. 100 pernos niquelados de 1/4"x 1" con tuerca, anillo plano y de presión.

b. Subestación oeste

- b1. 50 abrazaderas pesadas galvanizadas de 3/4"
- b2. 50 anclaje HILTI HDI 1/4"
- b3. 80 pernos niquelados de 1/4"x 1" con tuerca, anillo plano y de presión.

c. Subestación sector "G"

- c1. 5 abrazaderas pesadas galvanizadas de 3/4"
- c2. 5 anclaje HILTI HDI 1/4"
- c3. 5 pernos niquelados de 1/4"x 1" con tuerca, anillo plano y de presión.

d. Subestación sector "L"

- d1. 10 abrazaderas pesadas galvanizadas de 3/4"
- d2. 10 anclaje HILTI HDI 1/4"
- d3. 10 pernos niquelados de 1/4" x 1" con tuerca, anillo plano y de presión.

d) Obras mecánicas**d1. Pintura**

La línea principal, derivaciones y platina y/o conductores que se usarán como conductor de tierra se lo aplicará 2 capas de pintura esmalte color amarillo, tanto para el lado de alta como el de baja tensión, de acuerdo al código nacional de electricidad (CNE).

Medrado y presupuesto

- a. 2 galones de pintura esmalte color amarillo
- b. 4 galones de thinner acrílico.

d2. Soldadura

Soldadura o conductor de cobre de sección de 25 x 3 mm que se instalará en la parte inferior de la estructura del tablero de baja tensión en las subestaciones este y oeste, se soldará a las tuberías conduit galvanizada de tal manera que estas sean a línea a tierra hasta los sub tableros que se encuentran ubicados en los diferentes sectores del Hospital.

Metrado y presupuesto

a. Subestación este. (lado alta tensión)

Por el soldado de 25 m de platina de cobre a tuberías conduit galvanizada con soldadura de bronce.

b. Subestación oeste. (lado baja tensión)

Por el soldado de 15 m de platina de cobre a tuberías conduit galvanizada con soldadura de bronce.

◆ Presupuesto total del sistema de puesta a tierra.

Se tiene un resumen de dicho presupuesto, ver Tabla N° 4.5.

TABLA N° 4.5 INVERSIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

	N° POZO	OBRAS CIVILES	OBRAS ELÉCTRICAS	OBRAS MECÁNICAS	COSTOS TOTALES
SUBESTACIÓN ESTE	5	10 890	24 660	970	36 520
SUBESTACIÓN OESTE	4	8 760	15 695	870	25 325
SUBESTACIÓN SECTOR "G"	2	4 364	3 823	70	8 257
SUBESTACIÓN SECTOR "L"	2	4 364	5 570	70	10 004
TOTAL S/.					80 106

4.2.8.Reformulación del plan de mantenimiento

Con el propósito de lograr una mejor utilización de los recursos, se ha elaborado los instrumentos para el plan y gestión del mantenimiento; el mismo que tiene como característica el empleo de la computadora y de programas preparados especialmente, y con lo cual se dispondrá la información de manera oportuna facilitando la toma de decisiones para una gestión eficaz.

Por lo extenso de su contenido, no efectuaremos una exposición pormenorizada del contenido de programas; remarcaremos en los conceptos generales tomados en cuenta, los tipos de formatos, y lo que abarca cada formato. Los conceptos básicos considerados, mantienen las siguientes definiciones:

- Tipo de equipamiento:

Electrico: equipos que brindan servicios complementarios para el buen funcionamiento de los servicios hospitalarios

- Importancia del equipamiento:

Indispensable: es aquel equipo absolutamente necesario para garantizar la continuidad de funcionamiento y que, de encontrarse inoperativo; pone en riesgo la salud del asegurado o genera pérdidas económicas.

Necesario: es aquel equipo necesario para el funcionamiento de algún servicio, pero que puede ser parcial o totalmente reemplazado.

Proposito General: es aquel equipo que encontrándose inoperativo no afecta el normal funcionamiento del servicio y es fácil de reemplazar.

- Estado del equipamiento:

Bueno: cuando conservan una óptima operatividad

Regular: equipo que solamente requiere de calibraciones para su óptimo funcionamiento.

Malo: equipo operativo funcionando deficientemente y que requiere reparación.

Inoperativo: equipo que no desempeña ninguna función operativa.

- Disponibilidad del equipamiento (d):

$$D = \frac{\text{equipos bueos} + \text{equipos regulares}}{\text{total de equipos}} \quad (4.4)$$

- Mantenimiento preventivo: comprende las tareas periódicas programadas, desarrollando principalmente la comprobación operativa, inspecciones, lubricación, ajustes y/o cambio de repuestos.
- Mantenimiento correctivo: comprende tareas programadas y otras no programadas, desarrollando operaciones livianas, medianas e integrales.
- Orden trabajo de mantenimiento (otm): herramienta para formalizar el requerimiento específico e informar del mantenimiento por equipo.
- Inventario técnico: herramienta destinada a establecer e informar sobre la cantidad y variedad de equipos, su ubicación, el estado y disponibilidad del equipamiento y sus componentes.
- Ficha técnica (ft): herramienta destinada a registrar las características técnicas del equipamiento.
- Registro histórico (rh): herramienta para almacenar las actividades de mantenimiento y reparación por equipo.

Con relación a los formatos y reportes de actividades de mantenimiento mencionaremos a los principales:

- Reporte de ejecución de actividades diarias (mano de obra)
- Reporte de ejecución de actividades diarias (utilización de repuestos y materiales provisionados)
- Reporte de análisis de fallas frecuentes en equipos.
- Requerimiento programado de repuestos y materiales (mensual, bimestral)
- Requerimientos de repuestos y materiales no programado.

El nuevo ordenamiento en la gestión del mantenimiento permitirá, entre otros, el aprovisionamiento oportuno de repuestos y acortar los tiempos de reparación de los equipos e instalaciones. Debemos remarcar que se dará especial atención al mantenimiento preventivo programado.

4.2.9. Concientización sobre el uso racional de la energía eléctrica

Esta actividad tiene que ver con las campañas de concientización destinadas al personal médico, técnico y administrativo el Hospital, a fin de que orientadas adecuadamente contribuyan al uso racional y eficiente de equipos e instalaciones eléctricas, evitando en todo momento el desperdicio de la energía eléctrica;

empleando para ello diversos medios de difusión como son el sistemas de alto parlantes, afiches en vitrinas y revistas de la institución; mediante memorándums se cursará comunicación para que bajo responsabilidad los jefes de servicio u oficinas controlen su cumplimiento; así también la oficina de seguridad y vigilancia del Hospital será también encargado de esta función.

El programa de concientización estará destinado a lograr:

- Reducir drásticamente el uso de calentadores y cafeteras eléctricas en oficinas.
- Reducir drásticamente el empleo de receptores de radio en las oficinas
- Apagado de luces en pasadizos con visibilidad o luz natural
- Apagado de luces en ambientes que no hay personal
- Empleo de receptores de televisión en sala de espera, solamente cuando hay personal.

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

5.1. Objetivo

El presente capítulo tiene por objeto realizar la evaluación económica del proyecto para el uso eficiente del recurso eléctrico en las instalaciones del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins.

Para tal efecto aplicaremos algunos métodos de análisis económico, que nos sirvan para determinar la viabilidad y el ahorro económico según el enfoque del proyecto.

5.2. Valor actual neto (VAN)

El método del valor actual neto (VAN), para la evaluación de proyectos, es muy importante; porque futuros gastos o ingresos son transformados en dinero equivalente hoy. Es decir, todos los flujos de caja futuros, asociados con un proyecto, son convertidos a valores de dinero presente.

Por lo tanto, el proyecto será posible, sí:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FC_{(t)}}{(1+r)^t} > 0 \quad (5.1)$$

Donde:

$FC_{(t)}$ = es el flujo de caja que corresponde al período t.

r = es la tasa de descuento.

n = es la vida útil del proyecto.

Relacion beneficio/costo (B/C)

La relación B/C es un indicador que relaciona el valor actual de los beneficios (VAB) del proyecto, con el del valor actual de los costos del mismo (VAC); mas la inversión inicial (INV). De ésta forma:

$$B/C = \frac{VAB}{VAC + INV} \quad (5.2)$$

La regla de decisión vinculada con ésta relación, recomendaría hacer el proyecto, si el B/C es mayor que 1.

Tasa interna de retorno (TIR)

Se define como la tasa de descuento o tipo de interés que iguala el VAN a cero. De ésta forma:

$$TIR = -A + \sum_{t=0}^n \frac{FC(t)}{(1+r)^t} = 0 \quad (5.3)$$

Donde:

A = es el flujo inicial.

FC(t) = es el flujo de caja que corresponde al período t.

r = es la tasa de descuento.

n = es la vida útil del proyecto.

Si $TIR >$ tasa de descuento (r): el proyecto es aceptable.

Si $TIR <$ tasa de descuento (r): el proyecto no es aceptable.

5.3. Reducción del consumo de energía por compesación reactiva

En concordancia con el acápite 4.2.2 (pag. 38, 39, 40, 41, 42 del presente proyecto); se ha tomado la siguiente acción:

Por la adquisición de condensadores, banco de condensadores y condensadores estáticos; se efectuó un gasto de: \$50 000

$$\text{Inversión} = \$ 50\,000$$

Tipo de cambio = S/ 3,3 por \$ (año 1 999)

entonces: $INV = S/. 165\,000$

De la Tabla N° 4.1; se promedió los montos pagados por consumo de energía reactiva.

Monto pagado por mes: **(R) = S/. 9 269,801**

Con $r = 6\%$ anual $\Rightarrow r_{\text{mensual}} = \frac{6\%}{12} = 0,5\%$ mensual

Tenemos por lo tanto, el siguiente flujo de carga, ver Fig. 5.1.

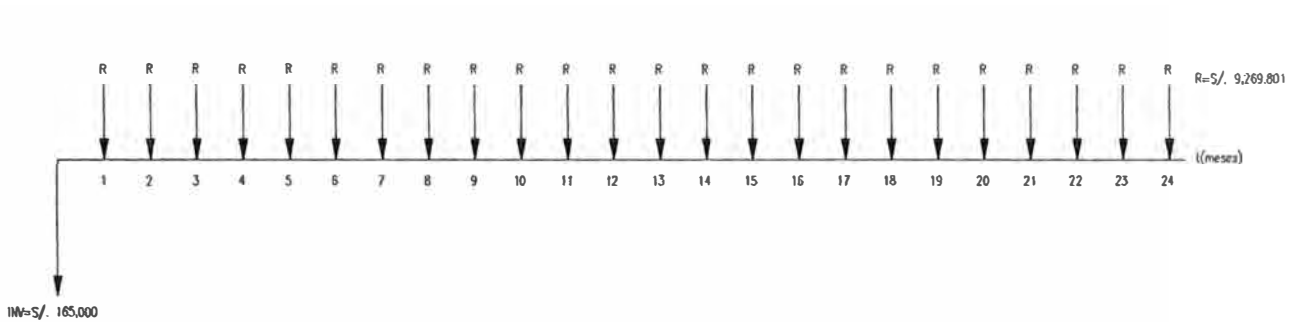


Fig. 5.1 Flujo de carga del consumo de energía reactiva

Aplicando los conceptos de VAN obtenemos la Tabla N° 5.1, que representa el VAN de la compensación reactiva mensual.

Tabulando,

TABLA N° 5.1 VAN DE LA ENERGÍA REACTIVA

t (meses)	VAN de R (R = S/ 9 269,801)	VAN Acumulado de R
01	9 223,68	9 223,68
02	9 177,79	18 401,47
03	9 132,13	27 533,60
04	9 086,70	36 620,30
05	9 041,49	45 661,79
06	8 996,51	54 658,30
07	8 951,75	63 610,05
08	8 907,21	72 517,26
09	8 862,90	81 380,16
10	8 818,81	90 198,97
11	8 774,93	98 973,90
12	8 731,27	107 705,17
13	8 687,84	116 393,01
14	8 644,61	125 037,62
15	8 601,60	133 639,22
16	8 558,81	142 198,03
17	8 516,23	150 714,26
18	8 473,86	159 188,12
19	8 431,70	167 619,82
20	8 389,75	176 009,57
21	8 348,01	184 357,58
22	8 306,48	192 664,06
23	8 265,15	200 929,21
24	8 224,03	209 153,24

De la Tabla N° 5.1, se puede ver que la inversión (S/. 165 000) es recuperada en 19 meses (que es aproximadamente un año y medio), considerando un ahorro constante de $R = S/. 9\,269,801$ mensual.

La relación B/C (para 24 meses = 2 años) es de:

$$B/C = \frac{209\,153,24}{6 + 165\,000} = 1,2676 > 1$$

Es decir, en solo dos (02) años, obtenemos un $B/C = 1,26 > 1$; lo cual nos indica que la rentabilidad de la inversión para este tiempo, corresponde a un 26,76 %.

Si consideramos el tiempo de vida útil de los condensadores como mínimo 20 años; es obvio que la relación B/C es mucho mayor que 1. Para ello determinamos el VAN en 20 años, ver Tabla N° 5.2.

TABLA N° 5.2 VAN DE LA COMPENSACIÓN REACTIVA

T Años	R_A = S/. 114 348,10 (anual) VAN de R_A
01	107 875,56
02	101 769,39
03	96 008,86
04	90 574,39
05	85 447,54
06	80 610,89
07	76 048,01
08	71 743,40
09	67 682,45
10	63 851,37
11	60 237,14
12	56 827,49
13	53 610,84
14	50 576,26
15	47 713,46
16	45 012,69
17	42 464,81
18	40 061,14
19	37 793,52
20	35 654,27
	1 311 563,10

Luego tendremos:

$$B/C = \frac{1\,311\,563,10}{0+165\,000} = 7,9489 > 1 \quad (\text{en 20 años})$$

Luego: $VAN = S/ 1\,311\,563,10 - S/. 165\,000 = S/ 1\,146\,563,10$

Cabe resaltar que se han instalado condensadores descentralizados que en conjunto suman 800 kVAR; lográndose valores de factor de potencia que van desde 0,96 hasta 0,99 respectivamente.

Adicionalmente, podemos mencionar que los costos se reparten del siguiente modo:

- \$ 20 000 (= S/. 66 000) en la adquisición de condensadores del tipo convencional; cuyas capacidades suman: 623 kVAR.
- \$ 30 000 (= S/. 99 000) en la adquisición e implementación de (02) bancos de condensadores estáticos de 88,5 kVAR cada uno; cuyas capacidades suman: 177 kVAR.

Estos condensadores estáticos fueron instalados en los ascensores “A” y “B-C”. Dadas las características aleatorias de operación de los ascensores que ocurrían switcher con mucha frecuencia se optó por éste tipo de condensadores estáticos que es gobernado por un programador que requirió de filtros para eliminar los armónicos generados por el switcher electrónicos.

5.4. Cambio del sistema de arranque de motores eléctricos

Para enfrentar éste problema; se ha efectuado el reemplazo de 4 Arrancadores de estado sólido; con un costo total de S/. 100 000; para 4 electrobombas de 40 HP cada uno.

Para cada arrancador se han invertido: $INV = S/. 25\,000$

Las características y bondades del arranque electrónico se han expuesto en el acápite 4.2.3.

Se muestra en la figura Fig. 5.2, las características de los arranques:

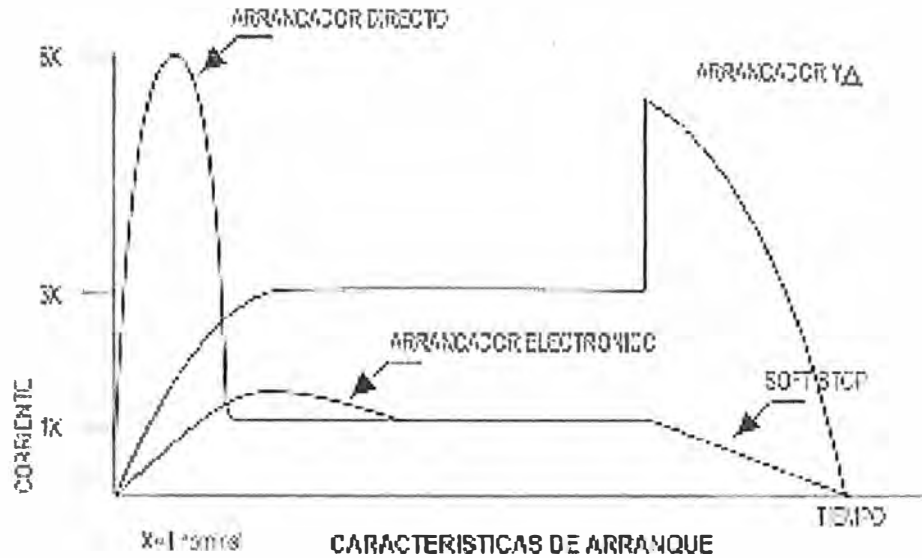


Fig. 5.2 Arranques en motores eléctricos

Es de resaltar, el ahorro que se consigue en cuanto a Mantenimiento mecánico; puesto que:

- Sin arranque electrónico; se realizan por lo menos 2 mantenimientos mecánicos (preventivo y/o correctivo) al año; con un costo anual de S/. 10 000 en promedio.
- Con arranque electrónico; se disminuyen los costos de operación y mantenimiento, lo cual se reduce un preventivo anual, cuyo costo es de alrededor de S/. 2 500 aproximadamente.

Es claro que hay un ahorro de $R = S/. 7 500$ anuales.

Tenemos por lo tanto, el siguiente flujo de carga (ver Fig. 5.3) por cada arrancador electrónico.

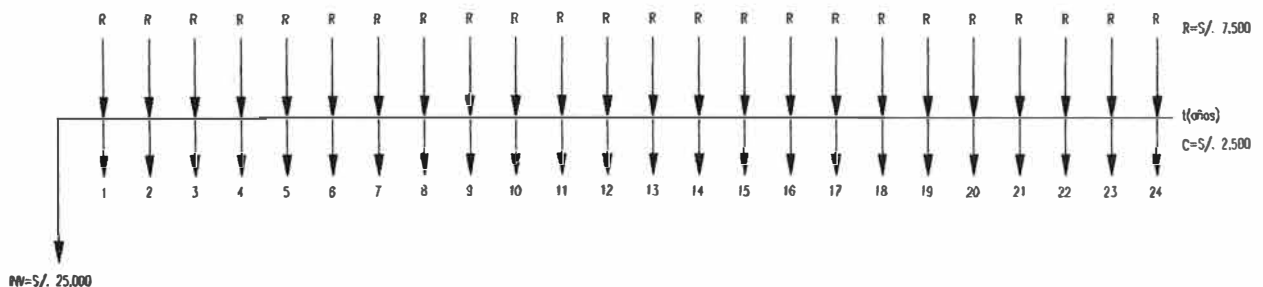


Fig. 5.3 Flujo de carga de cada arrancador electrónico

TABLA N° 5.3 VAN DEL ARRANCADOR ELECTRÓNICO

t años	R = S/ 7 500 VAN de R	VAN Acumulado	C = S/ 2 500 VAN de C
01	7 075,47	7 075,47	2 358,49
02	6 674,97	13 750,44	2 224,99
03	6 297,14	20 047,58	2 099,05
04	5 940,70	25 988,28	1 980,23
05	5 604,44	31 592,72	1 868,15
06	5 287,20	36 879,92	1 762,40
07	4 987,93	41 867,85	1 662,64
08	4 705,59	46 573,44	1 568,53
09	4 439,24	51 012,68	1 479,75
10	4 187,96	55 200,64	1 395,99
11	3 950,91	59 151,55	1 316,97
12	3 727,27	62 878,82	1 242,42
13	3 516,29	66 395,11	1 172,10
14	3 317,26	69 712,37	1 105,75
15	3 129,49	72 841,86	1 043,16
16	2 952,35	75 794,21	984,12
17	2 785,23	78 579,44	928,41
18	2 627,58	81 207,02	875,86
19	2 478,85	83 685,87	826,28
20	2 338,53	86 024,40	779,51
			27 774,80

De la Tabla N° 5.3, se puede ver que la inversión S/. 25 000 es recuperada en 4 años; considerando un ahorro constante de $R = S/ 7 500$ anual; esto es, por cada arrancador electrónico.

Por los 4 arrancadores se tiene un ahorro total de:

$$4 \times (S/ 86,024.40) = S/. 244 097,60 \text{ en un lapso de 20 años.}$$

La relación B/C, por cada arrancador electrónico es:

$$B/C = \frac{86\,024,40}{27\,774,80 + 25\,000} = 1,63 > 1 \Rightarrow 63\%$$

Al determinar el VAN y la relación B/C de nuestro proyecto en conjunto; haremos uso de las tablas 5.1 y 5.2, ilustrando además con el flujo de caja siguiente, ver Tabla N° 5.4. Para $I = 6\%$ anual.

**TABLA N° 5.4 VAN DEL ARRANCADOR ELECTRÓNICO Y DE LA
COMPENSACIÓN REACTIVA**

t (años)	R= S/. 7 500 VAN de R	R_A=S/. 114 348,10 VAN de R_A	C=S/. 2 500 VAN de C
01	7 075,47	107 875,56	2 358,49
02	6 674,97	101 769,39	2 224,99
03	6 297,14	96 008,86	2 099,05
04	5 940,70	90 574,39	1 980,23
05	5 604,44	85 447,54	1 868,15
06	5 287,20	80 610,89	1 762,40
07	4 987,93	76 048,01	1 662,64
08	4 705,59	71 743,40	1 568,53
09	4 439,24	67 682,45	1 479,75
10	4 187,96	63 851,37	1 395,99
11	3 950,91	60 237,14	1 316,97
12	3 727,27	56 827,49	1 242,42
13	3 516,29	53 610,84	1 172,10
14	3 317,26	50 576,26	1 105,75
15	3 129,49	47 713,46	1 043,16
16	2 952,35	45 012,69	984,12
17	2 785,23	42 464,81	928,41
18	2 627,58	40 061,14	875,86
19	2 478,85	37 793,52	826,28
20	2 338,53	35 654,27	779,51
	S/. 86 024,40	S/. 1 311 563,10	S/. 28 674,80

$$\text{INV TOTAL} = 165\,000 + 4 \times 25\,000 = \text{S/}.\,265\,000$$

$$\text{VAN TOTAL} = -265\,000 - 4 \times 28\,674,80 + 4 \times 86\,024,40 + 1\,311\,563,10$$

$$\text{VAN TOTAL} = 1\,275\,961,50$$

$$B/C = \frac{4 \times 86\,024,40 + 1\,311\,563,10}{4 \times 28\,674,80 + 265\,000} = 4.3605 > 1$$

Por los resultados obtenidos del VAN y B/C; se puede apreciar que estos justifican la viabilidad del proyecto.

De igual manera, calculamos el TIR:

Inversión S/. 265 000,00

Flujo de caja anual : S/. 144 348,10

Vida útil (en años) : 20

Tasa de descuento (r) : 12 %

$$\text{TIR} = 54,46 \% > 12 \%$$

Del resultado obtenido del TIR, se deduce que el proyecto es aceptable.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS OBTENIDOS

6.1. Ejecución del proyecto

Debemos mencionar que las instalaciones del Hospital cuentan con 41 años; existen en él, equipos y componentes eléctricos (motores, transformadores) que han sobrepasado su tiempo de vida útil, los cuales por razones presupuestarias, en su mayor parte no pueden ser renovados; en este sentido y como parte del presente proyecto se ha reformulado el plan de mantenimiento, con especial incidencia en el mantenimiento preventivo, a esta clase de equipos.

Las acciones a obtener un uso eficiente del recurso eléctrico en el Hospital y que es materia del presente proyecto en algunos casos han finalizado y en los otros se encuentran en plena ejecución, la fecha de finalización de todas las actividades propuestas no podemos aún señalarla por cuanto es dependiente de los recursos presupuestarios.

Conforme a la evaluación de resultados, merece destacar los ahorros obtenidos en el consumo de energía activa del orden 3 % y de 30 % en el consumo de energía reactiva; lo cual significa que el Hospital va a dejar de pagar un 33 % de sus gastos a costos actuales por concepto de facturación de la energía eléctrica.

6.2. Resultados obtenidos a la fecha

6.2.1. Mejoras sin inversión

1. Selección del modo y parámetro de tarifa de Luz del Sur S.A.A. (ejecutado)
2. Elaboración de planos eléctricos de las instalaciones faltantes. (en ejecución)
3. Plan de concientización para uso racional de energía eléctrica. (en ejecución)
4. Reformulación del plan de mantenimiento. (ejecutado)
5. Puesta en paralelo del transformador T_2 con T_1 , en la subestación este. (no ejecutado)

6. Puesta en paralelo del transformador T_1 con T_2 , en la subestación oeste. (no ejecutado)

6.2.2. Mejoras con inversión

1. Implementación de supresores de pico. (ejecutado)
2. Adquisición de banco de condensadores. (en proceso de adquisición)
3. Adquisición de Grupo Electrónico. (en proceso de adquisición)
4. Automatización del tablero de energía de la subestación oeste. (no ejecutado)
5. Cambio en los sistemas de arranque de motores. (en ejecución)
6. Cambios en los sistemas de iluminación. (en ejecución)
7. Construcción de sistemas de puesta a tierra. (no ejecutado)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Se debe realizar campañas continuas de concientización a todo el personal para el uso racional de la energía eléctrica.
2. El proyecto establece el uso eficiente de la energía eléctrica y esto se logra si se consigue los recursos presupuestarios para asegurar la conclusión del presente proyecto.
3. Se debe evaluar periódicamente los valores de consumo de energía, para efectos de concertar con Luz del Sur S.A.A. los parámetros de potencia límite y potencia controlada en horas punta
4. Según la evaluación técnica – económica respecto al consumo de energía reactiva, se obtiene un ahorro del 30 %.
5. Se concluye que el proyecto es viable técnica y económicamente, esto es presentado (con el VAN y el TIR) tanto en la corrección del factor de potencia, como en el cambio del sistema de arranque de motores.
6. Se tiene que implementar la construcción del sistema de puesta a tierra, que permitirá garantizar la operación normal de los equipos y la seguridad de las personas ante corrientes anormales.

RECOMENDACIONES

Aspectos de gestión:

1. Desarrollar programas de capacitación y de actualización al personal técnico
2. Motivar, estimular y compensar las iniciativas y nuevas ideas que permitan mejorar la gestión y el aprovechamiento del recurso eléctrico
3. Implementar círculos de calidad, desarrollando niveles progresivos de especialización y calidad conforme a las normas técnicas establecidas

4. Perfeccionar e implementar procedimiento o métodos de trabajo empleando sistemas mecanizados de información.

Aspectos de prevención de riesgos:

El personal técnico que labora en una instalación hospitalaria mantiene una serie de riesgos que ponen en peligro su salud y por ende su vida, lo cual debe llevarnos a la reflexión para tomar las medidas preventivas necesarias a este fin.

Entre los principales riesgos citamos:

- Riesgos por contaminación biológica que pueden obtenerse en salas de Rx, radioterapia, UCIS y SOP.
- Riesgos físicos, debidas a descargas eléctricas, incendios
- Riesgos químicos, debido a líquidos y gases utilizados en salas de operaciones, laboratorios: microbiología, bioquímica, banco de sangre, anatomía patológica.

Dentro de los principales agentes infecciosos pueden mencionarse a los siguientes:

BACTERIAS (Streptococos Neumoniae, Hemophilus Influenzae, Salmonella), VIRUS (Familias de las Herpes: Efestein Barr, Herpes Varicella), HONGOS (candida), PARASITOS (Toxoplasma Gondü, Neumaytis Carioni).

Estos agentes tienen varias formas de llegar. El riesgo aumenta si el sistema inmunológico del individuo esta deprimido bien sea a factores físicos; o factores psicológicos como el stress o cansancio.

Las siguientes recomendaciones se podrían calificar como las medidas de seguridad básica que deben tomarse en cuenta en todo ambiente hospitalario (estas recomendaciones se adecúan al personal de mantenimiento que por razones de trabajo debe acudir a los servicios):

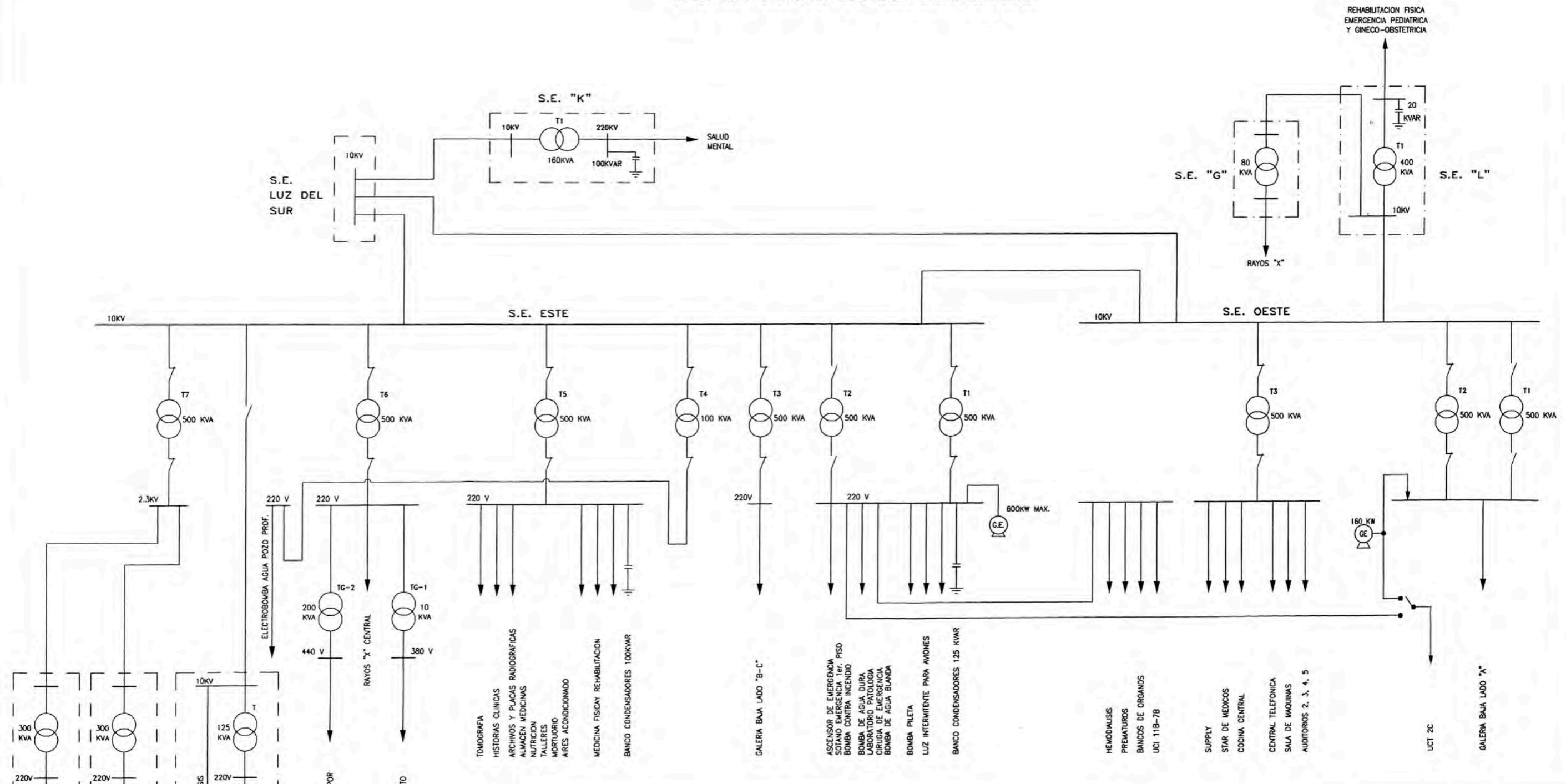
1. HIGIENE PERSONAL: Lavado y secado de manos antes y después de manipular aparatos y accesorios en salas con mayores posibilidades de contraer “infección nosocomial”
2. VACUNACION OPORTUNA: la vacunación contra la hepatitis bajo control médico
3. USO DE GUANTES: Las salas de alta contaminación
4. DESINFECCION DE HERRAMIENTAS: En el caso de que hayan sido utilizadas en salas de alta contaminación.

ANEXO A

Plano EE – 02 – 001: Diagrama Unificar del HNERM

Plano EE – 02 – 002: Compensación de las Subestaciones

HOSPITAL NACIONAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS
 DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO



- TOMOGRAFIA
- HISTORIAS CLINICAS
- ARCHIVOS Y PLACAS RADIOGRAFICAS
- ALMACEN MEDICINAS
- NUTRICION
- TALLERES
- MORTUORIO
- AIRES ACONDICIONADO
- MEDICINA FISICA Y REHABILITACION
- BANCO CONDENSADORES 100KVAR
- GALERIA BAJA LADO "B-C"
- ASCENSOR DE EMERGENCIA
- SOTANO EMERGENCIA 1er. PISO
- BOMBA CONTRA INCENDIO
- BOMBA DE AGUA DURA
- LABORATORIO PATOLOGIA
- CIRUGIA DE EMERGENCIA
- BOMBA DE AGUA BLANDA
- BOMBA PILETA
- LUZ INTERMITENTE PARA AVIONES
- BANCO CONDENSADORES 125 KVAR
- HEMODIALISIS
- PREMATUROS
- BANCOS DE ORGANOS
- UCI 11B-7B
- SUPPLY
- STAR DE MEDICOS
- COCINA CENTRAL
- CENTRAL TELEFONICA
- SALA DE MAQUINAS
- AUDITORIOS 2, 3, 4, 5
- UCT 2C
- GALERIA BAJA LADO "A"

REV.	DESCRIPCION	FECHA	FIRMA
0	EMISION ORIGINAL	OCT. 2005	



UNI - FIEE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

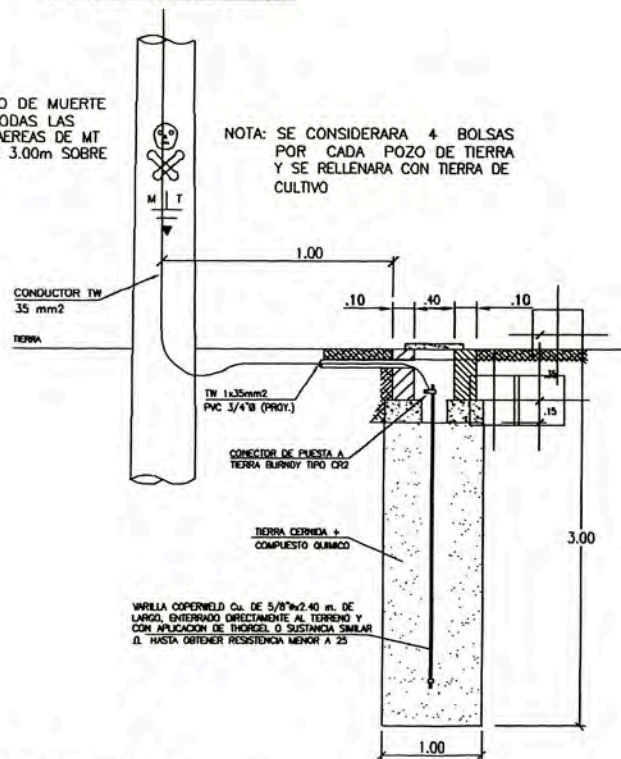
USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA Y
 EVALUACION A NIVEL DE TENSION PRIMARIA 10 kv
 HOSPITAL NACIONAL
 EDGARDO REBAGLIATI MARTINS

PLANO N°:	EE-02-001
DIS.	R. MATOS
DIB.	R. MATOS
REV.	T. PALMA
V.B.	O. YAURI
FECHA:	OCT.'04
ESCALA:	S/E

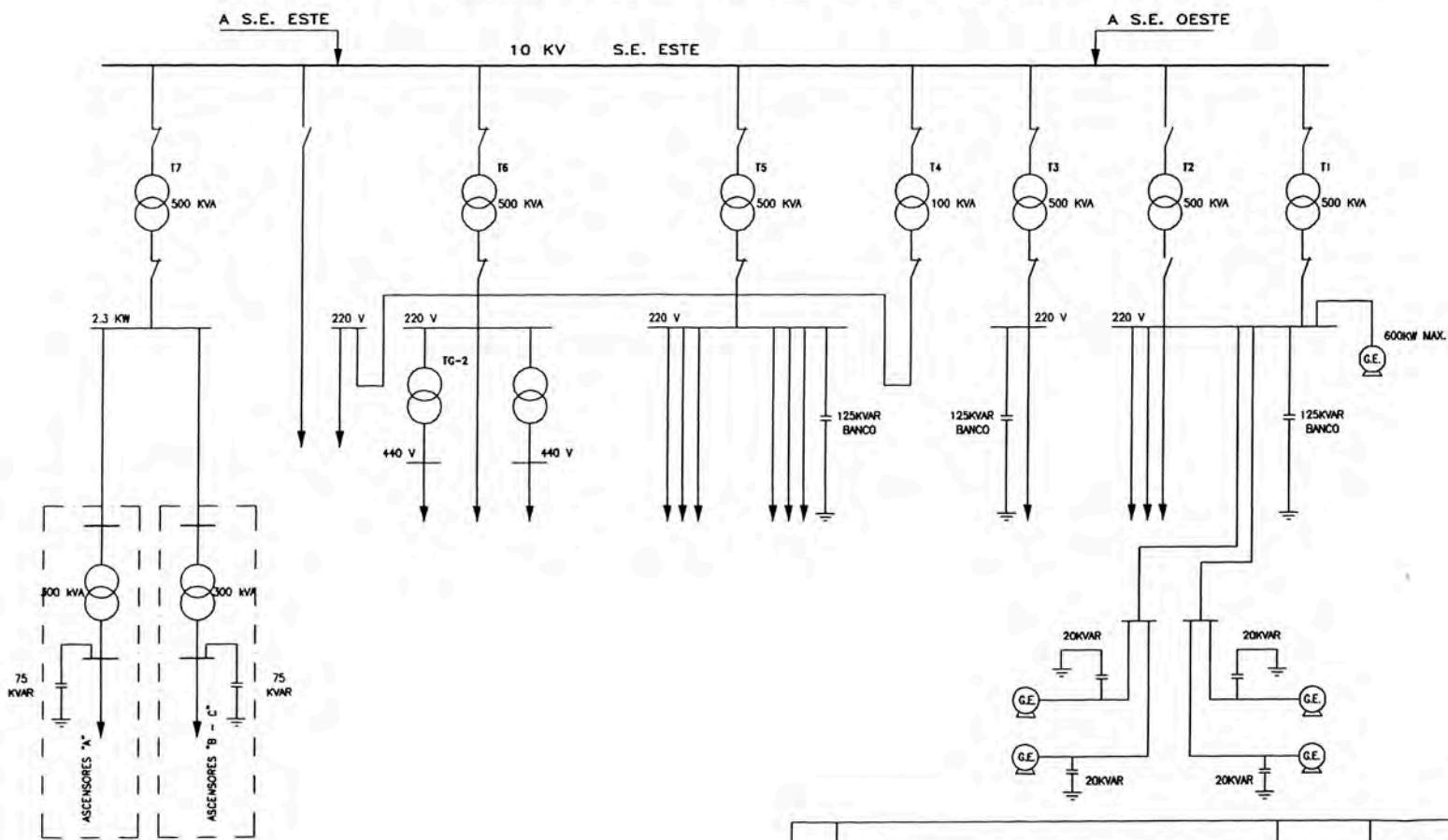
DETALLE DE POZO DE PUESTA A TIERRA

NOTA:
EL LETRERO DE PELIGRO DE MUERTE DEBERA PINTARSE EN TODAS LAS ESTRUCTURAS DE REDES AEREAS DE MT A UNA ALTURA APROX. DE 3.00m SOBRE EL NIVEL DEL PISO

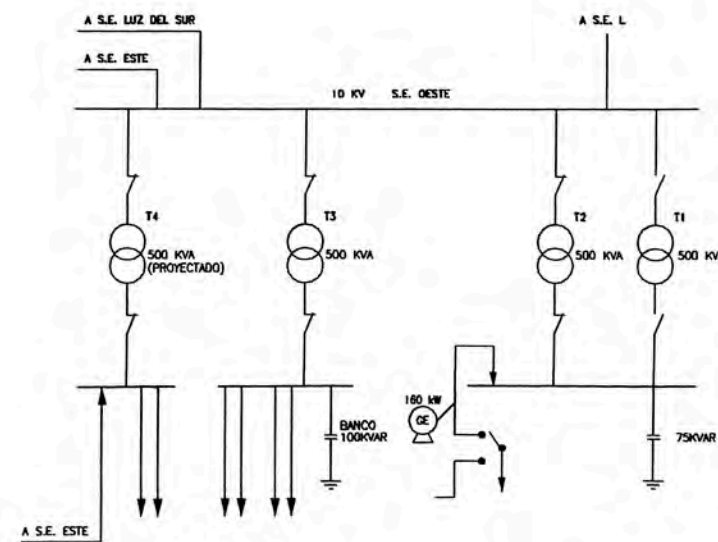
NOTA: SE CONSIDERARA 4 BOLSAS POR CADA POZO DE TIERRA Y SE RELLENARA CON TIERRA DE CULTIVO



ESQUEMA ELECTRICO COMPENSADO SUB ESTACION ESTE



ESQUEMA ELECTRICO COMPENSADO SUB ESTACION OESTE



REV.	DESCRIPCION	FECHA	FIRMA
0	EMISION ORIGINAL	OCT. 2005	



UNI - FIEE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

USO EFICIENTE DE LA ENERGIA ELECTRICA Y
EVALUACION A NIVEL DE TENSION PRIMARIA 10 KV
HOSPITAL NACIONAL
EDGARDO REBAGLIATI MARTINS

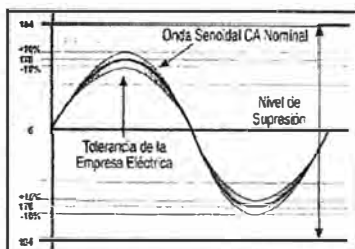
PLANO N°:	EE-02-002
DIS. R. MATOS	
DIB. R. MATOS	
REV. T. PALMA	
V.B. O. YAURI	
FECHA: OCT.04 ESCALA: S/E	

ANEXO B
CATÁLOGO DE SUPRESORES DE TRANSITORIOS

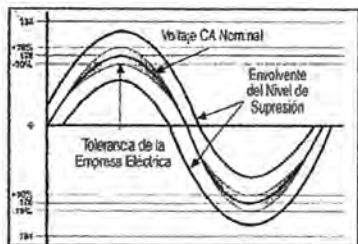
La Ventaja del Protector®

Características innovadoras que ofrecen protección de alta calidad

Curva de Rendimiento del TSN



Opciones innovadoras diseñadas para satisfacer sus necesidades específicas



Curva de Rendimiento del ATN

S.M.A.R.T.™ - Suppression Monitoring And Recording Technology™

Monitoreo completo de funciones críticas del sistema. Información audible y visual en tiempo real del estado de la unidad, de pérdida de fase y de protección, y de eventos transitorios (alarma con reposición y silenciador). Esta opción tiene garantía de 10 años aparte de la del SPD.

CARACTERÍSTICAS ESTÁNDAR

Tecnología Avanzada de Encapsulación
Prolonga la vida de los componentes y evita efectos adversos de factores ambientales.

- ◆ Mantiene un rendimiento uniforme a largo plazo
- ◆ Ofrece protección contra elementos ambientales extremos
- ◆ Ofrece protección contra vibración y movimiento
 - alta resistencia a la tensión
- ◆ Alta rigidez dieléctrica
- ◆ Favorable al medio ambiente

Diagnóstico

LEDs verdes y contactos secos de relé monitorean el estado del supresor.

Threshold Suppression Network™ (TSN)

La mejor supresión de impulsos transitorios de alta energía y el mayor rango de aplicaciones compatibles. Se usan varistores de metal-óxido de gran diámetro para mitigar impulsos de alta energía.

Filtrado de IEM/IRF

Suprime el ruido eléctrico disruptivo y los transitorios de bajo nivel. (Circuito de filtro IEM/IRF, listado UL1283. Estándar en modelos PTX).

Configuración en Paralelo

Ofrece máxima eficiencia y capacidad de Supresión de Transitorios de Sobrevoltaje en Circuitos Múltiples (MCTVSS®) en una sola unidad.

CARACTERÍSTICAS OPCIONALES

Active Tracking Network (ATN®)



El circuito híbrido multietapa ATN ofrece la mejor supresión de transitorios oscilatorios generados por conmutación y de impulsos transitorios de alta energía. Máximo nivel de protección para cargas críticas y sensibles. Rendimiento de voltaje límite medido del circuito ATN probado y verificado independientemente. Filtro IEM/IRF, listado UL1283. Estándar en modelos PTE.



Seccionador Integral

Permite sacar de línea la unidad con mínimo impacto en las operaciones. Incluye fusibles internos listados con capacidad para picos de 200 kAIC, permitiendo instalar la unidad sin interruptor externo para máxima flexibilidad de aplicación.



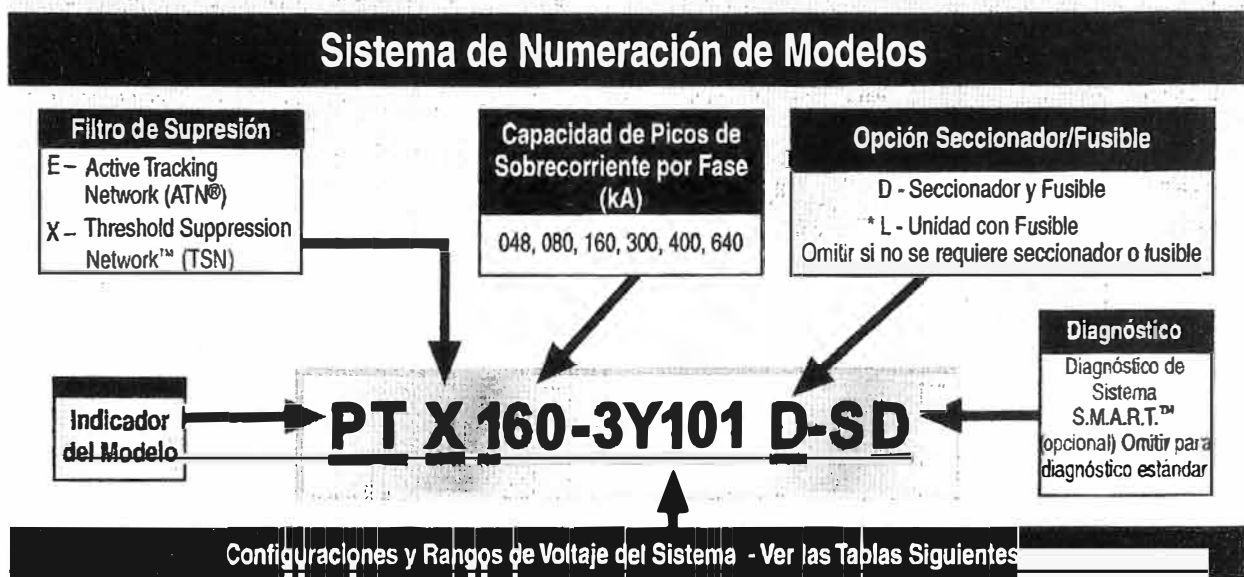
Selección de Modelos

Las aplicaciones comerciales e industriales de los supresores de transitorios cubren un amplio rango. Por ello, Innovative Technology® ofrece una vasta gama de modelos del I.T. Protector® para energía CA, datos y telecomunicaciones.

En la selección del SPD correcto influyen factores directamente relacionados al tamaño y complejidad de las instalaciones, con variaciones específicas según el nivel de exposición y la categoría ANSI/IEEE de la ubicación y los

requisitos de misión crítica o de uso general de la carga. Es importante considerar la disposición del sistema eléctrico, el sitio de la instalación y su proximidad a otras instalaciones.

Su distribuidor local de I.T. entrenado en fábrica puede hacer un reconocimiento del sistema y un análisis del riesgo de la carga, que le brindará la información necesaria para seleccionar los modelos y determinar la mejor protección System Shield® para sus instalaciones completas (ver página 5).



Modelos PTE/PTX	
Configuraciones del Sistema 1φ (1P) φ Div. (1S) 3φ Estr. (3Y)	Rangos de Voltaje Nominal del Sistema (VCA)
1P101*	100, 110, 120, 127
1P201**	200, 208, 220, 230, 240
1S101**	100/200, 110/220, 120/240, 127/254
3Y101	100/180, 110/190, 120/208, 127/220
3Y201	220/380, 230/400, 240/415, 277/480
3Y300	305/525, 347/600
3φ Delta & 3φ Delta NN	Rangos de Voltaje Nominal del Sistema
3D101	120/240 High-Leg Delta
NN201	200, 208, 220, 230, 240
NN400	380, 400, 415, 440, 480
NN501	525, 600

* No disponible en PTE/PTX 300, 400 y 640

** No disponible en PTE/PTX 640

Modelos PTE/PTX 048 y 080



Aplicaciones:

- ◆ Paneles de distribución y secundarios
- ◆ Centros de carga crítica
- ◆ Computadoras y equipo basado en microprocesador
- ◆ PLCs, VFDs/VSDs
- ◆ Cargas sensibles y de misión crítica
- ◆ Gabinetes de control de procesos
- ◆ Sistemas automatizados de manufactura
- ◆ Robótica

Opcional:

- ◆ S.M.A.R.T.™ Tecnología Inteligente de Registro y Monitoreo de la Supresión
- ◆ Fusible interno integral de 200 kAIC (sufijo L)
- ◆ Seccionador y fusible integral (sufijo D)
- ◆ Módulo de Alarma Remota (ARM-3)



Modelos PTE/PTX 048 y 080

Configuraciones del Sistema 1φ(1P) φDiv. (1S) 3φ Estr. (3Y)	Rangos de Voltaje Nominal del Sistema (VCA)
1P101	100, 110, 120, 127
1P201	200, 208, 220, 230, 240
1S101	100/200, 110/220, 120/240, 127/254
3Y101	100/180, 110/190, 120/208, 127/220
3Y201	220/380, 230/400, 240/415, 277/480
3Y300	305/525, 347/600
3φ Delta & 3φ Delta NN	Rangos de Voltaje Nominal del Sistema
3D101	120/240 High-Leg Delta
NN201	200, 208, 220, 230, 240
NN400	380, 400, 415, 440, 480
NN501	525, 600

Características Estándar:

- ◆ PTE/PTX048: pico de sobrecorriente por fase, 48 kA
- ◆ PTE/PTX080: pico de sobrecorriente por fase, 80 kA
- ◆ PTE únicamente: Filtro híbrido multietapa Active Tracking Network (ATN®)
- ◆ Diseño Transient Control System™ (TCS)
- ◆ Threshold Suppression Network™ (TSN)
- ◆ All Mode Protection™
- ◆ Contactos secos de relé (sin voltaje) Forma C para monitoreo remoto del estado
- ◆ Listado UL 1449 2a. Edición
- ◆ UL 1283 (Filtro IEM/IRF)
- ◆ Advanced Surge Path Technology™
- ◆ Tamaño compacto
- ◆ PTE/PTX048 - Duración Estimada Mínima: 15.000 impulsos Cat. C1/B3
- ◆ PTE/PTX080 - Duración Estimada Mínima: 15.000 impulsos Cat. C3

I.T.® 20 YEAR

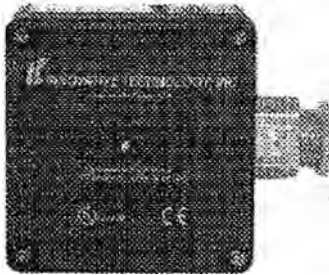


Ejemplos de Números de Modelo

Modelo Básico	ATN® (E) o TSN (X)	Pico de Sobrecorriente por Fase	Configuración del Sistema 1φ (1P), φ Div. (1S), 3φ Estr. (3Y), 3φ (3D), 3φ NN (3D NN)	Seccionador (D) (opcional) o con Fusible (L)	Diagnóstico de Sistema S.M.A.R.T. (opcional)
PT	E	048	-1P101	D	-SD
PT	X	080	-3D101	D	-SD

Surge Protective Devices
PROTECTOR

XT-40 Models



GENERAL SPECIFICATIONS

Description: Parallel configured, hard wire connected, Transient Voltage Surge Suppression device providing 40 kA per phase peak surge current

Application: Location Categories A and B – Medium and low exposure level AC power distribution panels, branch panels and/or individual equipment disconnects feeding all types of loads

Warranty: Ten Year Free Replacement

Unit Listings: Recognized components under UL1449 SECOND EDITION & cUL, UL1283 filter

Manufacturer Qualifications: ISO 9001:1994 Quality System Certification BSI FM 30833

MECHANICAL SPECIFICATIONS

Enclosure: Aluminum, NEMA 4 (IP66) weatherproof enclosure (meets and exceeds NEMA 12, 13 and 3R) mounted with internally threaded conduit fitting &/or multipoint mounting feet (2 or 4 feet optional), flush-mount faceplate available separately.

Connection: #10 stranded wire

Weight: ≈ 3 lbs (1.3 kg)

Operating Temperature: -40°F (-40°C) to +140°F (+60°C)

ELECTRICAL PERFORMANCE SPECIFICATIONS

Circuit Design: Bi-directional, parallel configured, Threshold Response circuitry utilizing advanced component encapsulation technology

Input Power Frequency: 50/420 Hz (60 Hz typical)

Response Time: ≤1 nanosecond

EMI/RFI Attenuation: Up to 41 dB normal mode, up to 40 dB common mode

Protection: All mode: L-N, L-L (normal mode), N-G, L-G (common mode)

Circuit Diagnostics: LED indicators, 1 per phase, normally on

Circuit Interrupt: Reference installation instructions for details

Short Circuit Current Rating: 200 kAIC with 30 Amp Class R fuse

OPTIONS AVAILABLE

Flush Mount Plate – (ZPLATE-10)

©2002 Specifications subject to change



(XT 40s.doc 11/26/02 ZM02-375)

INNOVATIVE TECHNOLOGY, INC.

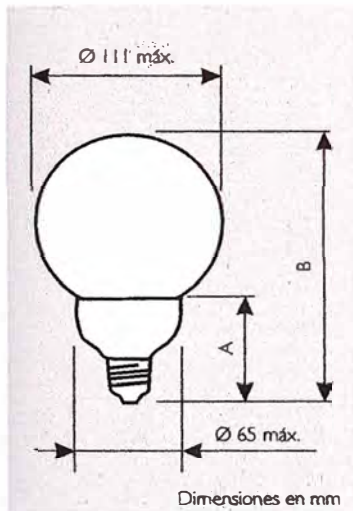
Page 1 of 2

15470 Flight Path Drive, Brooksville, Florida 34604 USA
 www.itvss.com - 800-647-8877 - 352-799-0713

ANEXO C
CATÁLOGO DE LUMINARIAS

Lámparas fluorescentes compactas integradas

Línea *Residencial*



Tipo	A		B		(B-A)	
	nom.	máx.	nom.	máx.	nom.	máx.
Base E27						
15W	66	67	167	169	101	102
20W	66	67	167	169	101	102

Definición

La línea Residencial Deco - Globo de lámparas electrónicas forma parte de la familia de fluorescentes compactas integradas de bajo consumo y el bajo costo.

Estas lámparas tienen una cubierta protectora decorativa y ofrecen una atractiva alternativa de bajo costo para la economía de energía en el cambio de lámparas incandescentes comunes.

Descripción

Las lámparas Deco Globo están disponibles en las versiones 15W y 20W y son equivalentes las lámparas incandescentes 60W y 75W en 127V y 75W y 100W en 220V. Tienen encendido instantáneo (encienden en menos de 0,1 segundos) y consumen 80% menos energía que su equivalente incandescente común. Su vida útil está durando mucho tiempo en el promedio 8 años con un encendido diario de 3 horas.

Buena reproducción de colores IRC 82 (luz calida) e IRC 78 (luz blanca).

Posición de funcionamiento universal.

Están disponibles en dos versiones

de temperatura de color: Luz Blanca (6.500K) e Luz Calida (2.700K).

Variación de Tensión

HV: 220-240V

LV: 110-127V

Las lámparas HV pueden operar bajo una tensión entre 170 a 240V. Las lámparas LV pueden operar bajo tensión entre 103 a 132V.

Los datos técnicos especificados son para las condiciones normales de funcionamiento (HV 220-240V y LV 110-127V).

Aplicaciones

Ideales para la substitución de lámparas incandescentes equivalentes para un inmenso rango de luminarias y lustres en aplicaciones residenciales donde se requiere iluminación de tiempo más prolongados.

Los costos iniciales bajos hacen de la línea Ecotone Residencial la mejor opción para estimular el "primero el cambio" de lámparas incandescentes compactas en aplicaciones residenciales.

Temperatura mínima para el encendido 0°C.

Uso exterior solamente en luminarias cerradas.



PHILIPS

Lámparas fluorescentes compactas integradas

Línea *Residencial*

85
Deco Globo

Descripción general

Tipo	Color	Potencia W	Base	Voltaje/ Frecuencia V/Hz	Flujo luminoso lm	Eficacia luminosa lm/W	IRC Ra	Peso (máx.) g	FP	Tc	Potencia Real	Corriente de la lampara mA	Vida horas
Deco Globo SLED15W230	luz calida	15	E27	220-240V/50-60Hz	800	53	82	160	0,60	50	13,5	95	8000
Deco Globo SLED20W230	luz calida	20	E27	220-240V/50-60Hz	1100	55	82	160	0,60	50	17,5	145	8000
Deco Globo SLED15W127	luz calida	15	E27	110-127V/50-60Hz	800	53	82	160	0,55	50	12,5	180	8000
Deco Globo SLED20W127	luz calida	20	E27	110-127V/50-60Hz	1100	50	82	160	0,55	50	16,0	240	8000
Deco Globo SLED15W230	luz blanca	15	E27	220-240V/50-60Hz	720	48	78	160	0,60	50	13,5	95	8000
Deco Globo SLED20W230	luz blanca	20	E27	220-240V/50-60Hz	1000	50	78	160	0,60	50	17,5	145	8000
Deco Globo SLED15W127	luz blanca	15	E27	110-127V/50-60Hz	720	48	78	160	0,55	50	12,5	180	8000
Deco Globo SLED20W127	luz blanca	20	E27	110-127V/50-60Hz	900	45	78	160	0,55	50	16,0	240	8000

Visite: www.luz.philips.com

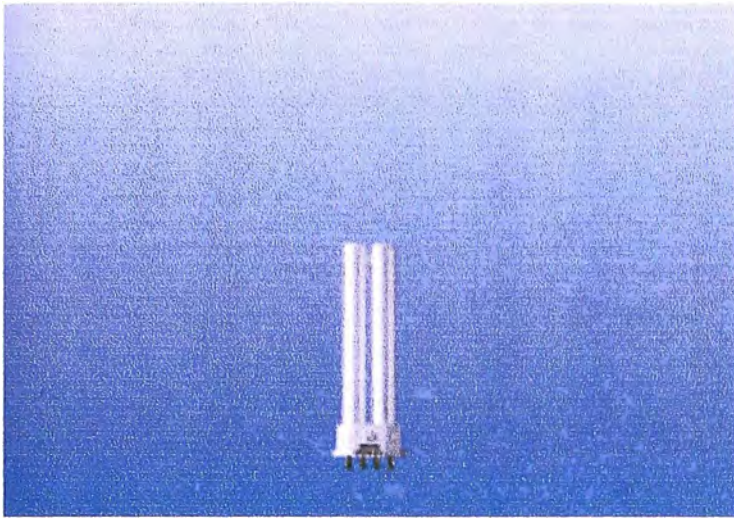
Especificaciones técnicas sujetas a cambio sin previo aviso

Philips
Lighting



PHILIPS

Let's make things better.



La serie de lámparas PL-S/4p forma parte de la familia de lámparas fluorescentes compactas no integradas.

Son lámparas de arco alargado y de descarga de mercurio a baja presión con una envoltura de vidrio claro que consiste de dos delgados tubos paralelos soldados en la base.

Tienen una base con cuatro pines sin ignitor y capacitor. Están equipadas con dos electrodos de tungsteno precalentados y llenadas con una mezcla saturada de vapor de mercurio y de un gas inerte.

Esta lámpara está adaptada para ser utilizada en conjunto con un balasto electrónico, ofreciendo la posibilidad de control del flujo de luz, operación en alta frecuencia e independiente del sistema de

alimentación.

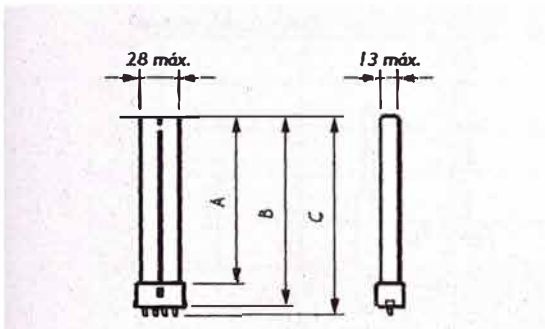
Ofrece la posibilidad de ser utilizada con alimentación de CA y CC en una gran gama de tensiones.

Es posible la dimerización. Las características de la lámpara son influenciadas por las condiciones de funcionamiento y por el balasto utilizado.

El rendimiento de la lámpara es fuertemente influenciado por la temperatura del punto más frío la cual a su vez es también influenciada por la posición de la misma.

Aplicaciones

- Hoteles, restaurantes, residencias y teatros.
- Señalización, corredores, iluminación de emergencia y de orientación.



Dimensiones en mm

Tipo	A máx.	B máx.	C máx.
PL-S/4p 5W	66	83	90
PL-S/4p 7W	96	113	120
PL-S/4p 9W	128	145	152
PL-S/4p 11W	196	214	220

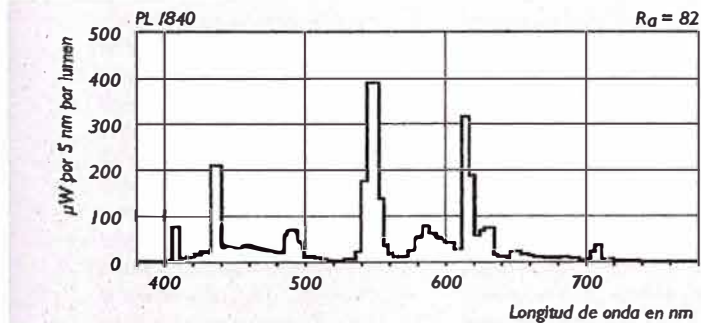
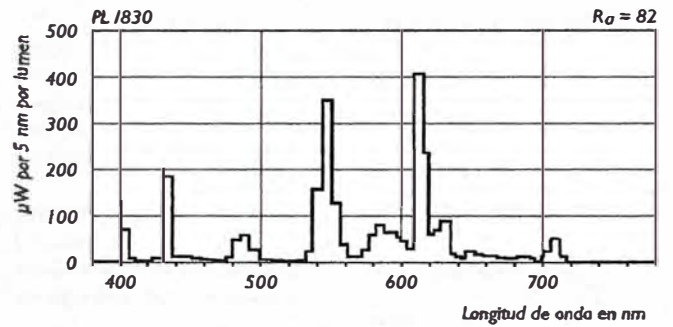
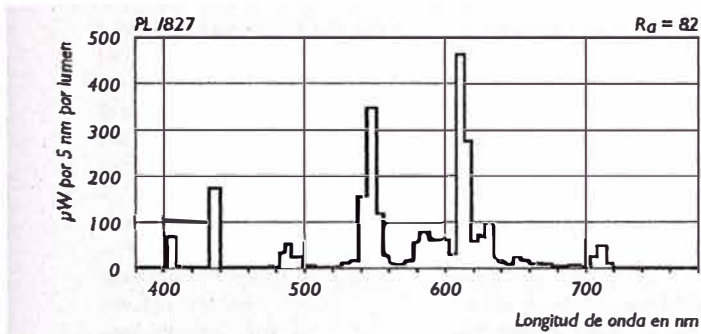


Lámparas fluorescentes compactas no integradas

87
PL-S/4p

Tipo	Base lámpara	Tensión de la lámpara V	Potencia de la lámpara W	Corriente de la lámpara A	Flujo luminoso lm	Eficiencia lm/W	Temperatura de color correlacionada K	Coordenada cromática x	Coordenada cromática y	Designación de color	Mant. del flujo 2000hrs. %	Mant. del flujo 5000hrs. %	Peso líquido g	Código de pedido
1827														
PL-S/4P 5W	2G7	27	5.0	0.19	250	50	2700	455	417	BLANCO CÁLIDO	85	75	27	*
PL-S/4P 7W	2G7	37	6.5	0.175	400	61	2700	455	417	BLANCO CÁLIDO	90	80	35	*
PL-S/4P 9W	2G7	48	8.0	0.17	600	75	2700	455	417	BLANCO CÁLIDO	90	85	41	*
PL-S/4P 11W	2G7	75	11.0	0.15	900	82	2700	455	417	BLANCO CÁLIDO	95	90	58	*
1830														
PL-S/4P 7W	2G7	37	6.5	0.175	400	61	3000	436	401	BLANCO NEUTRO	90	80	35	*
PL-S/4P 9W	2G7	48	8.0	0.17	600	75	3000	436	401	BLANCO NEUTRO	90	85	41	*
PL-S/4P 11W	2G7	75	11.0	0.15	900	82	3000	436	401	BLANCO NEUTRO	95	90	58	*
1840														
PL-S/4P 5W	2G7	27	5.0	0.19	250	50	4000	381	379	BLANCO FRÍO	85	75	27	*
PL-S/4P 7W	2G7	37	6.5	0.175	400	61	4000	381	379	BLANCO FRÍO	90	80	35	*
PL-S/4P 9W	2G7	48	8.0	0.17	600	75	4000	381	379	BLANCO FRÍO	90	85	41	*
PL-S/4P 11W	2G7	75	11.0	0.15	900	82	4000	381	379	BLANCO FRÍO	95	90	58	*

* Consulte a Philips de su país para informaciones sobre disponibilidad de producto y código de pedido.



Distribución espectral de la energía

Visite: www.luz.philips.com

Especificaciones técnicas sujetas a cambio sin previo aviso

Philips
Lighting



PHILIPS

Let's make things better.



Características

Luminaria empotrable TBS 133 para cuatro tubos fluorescentes TLD 18W.

Esta luminaria ha sido diseñada para ser empotrada en falsos techos basada en módulos de 2' x 2' mediante el uso de ganchos de suspensión o cadenas. La luminaria TBS 133 puede ser equipada con diferentes sistemas ópticos. Cada sistema tiene características de iluminación diferente de acuerdo con las distintas exigencias en términos de brillo, desde áreas con tareas visuales simples hasta áreas con intenso uso de computadoras.

Es una luminaria funcional, ya que permite el reemplazo del sistema óptico y balastos, y así adaptarse a las diferentes necesidades de iluminación en la modernización progresiva y en el desarrollo de edificios comerciales y/o oficinas. La carcasa tiene un diseño que asegura una mínima pérdida del rendimiento luminoso y facilita la instalación.

El equipo eléctrico se encuentra ubicado en la parte interna de la carcasa para protegerlo del polvo y la suciedad. Fácilmente accesible con sólo retirar el sistema óptico, el cual cuenta con 4 clips de fijación.

Descripción Técnica

- Lámpara: 4 tubos fluorescentes TLD 18W.
- Carcasa: en planchas de acero galvanizado de 0.4 mm de espesor con acabado en pintura electrostática en color blanco.
- Cableado: cables de 18 AVVG resistentes a 105° de temperatura de operación.
- Sistema Óptico: fijado con 4 clips de acero inoxidable.
- Equipo: instalado dentro de la luminaria y debidamente fijado para evitar cualquier falso contacto eléctrico accesible después de remover el sistema óptico.
- Instalación: en falso techo para módulos de 2' x 2'.
- Clase I: conexión a tierra necesaria.

Especificaciones

Luminaria TBS 133/418 para empotrar, para 4 lámparas TLD de 18W, con sistema óptico (M5 o M2) de espejos en aluminio mate anodizado y (MPL) en plancha metálica con acabado en pintura electrostática de color blanco. Carcasa en planchas de acero galvanizado de 0.4 mm de espesor acabado en pintura electrostática en color blanco.

Cableado interior resistentes a 105°C de temperatura de trabajo, debidamente fijados a la carcasa y prensa cables para asegurar la alimentación principal. Sockets con sistema antivibratorio.

Sistema Óptico

La luminaria TBS 133 puede ser suministrada con cualquiera de los siguientes sistemas ópticos:

M5

Sistema óptico parabólico de aluminio anodizado mate de alta calidad (99.9% de pureza). Adecuado para áreas en las cuales se requiere confort visual como en oficinas ejecutivas, oficinas de diseño, salas de teleconferencias o salas con intenso uso de computadoras. El espejo fue construido para evitar los incómodos reflejos de las pantallas. El aluminio mate tiene excelentes propiedades de reflexión, además de no mostrar las huellas digitales impresas durante el mantenimiento, o la acumulación de polvo.

M2

Sistema óptico semiparabólico de alta calidad de aluminio anodizado, espejos laterales en aluminio mate. Adecuado en áreas con demanda visual media, sin uso intensivo de computadoras como en oficinas en general y salas de reunión. El aluminio mate permite la no acumulación de polvo.

MPL

Sistema óptico semiparabólico en plancha metálica con acabado en pintura electrostática de color blanco. Adecuado en áreas con demanda visual media sin uso intensivo de computadoras, como aulas, salones de espera, áreas de uso múltiples, pasillos, etc.

Aplicaciones

Oficinas, bancos, salas de conferencias, tiendas, hoteles, etc.

Let's make things better.

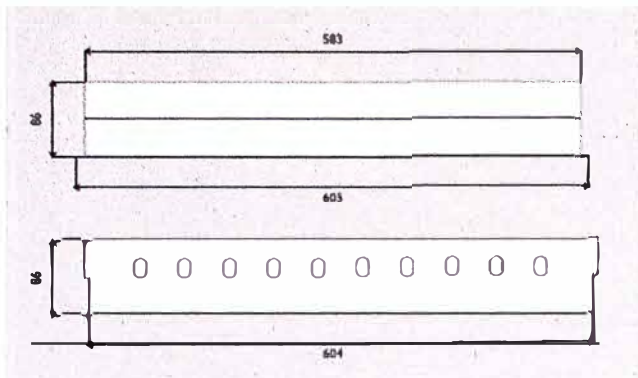


PHILIPS

Luminarias

TBS 133/418

DIMENSIONES



Todas las dimensiones están en mm

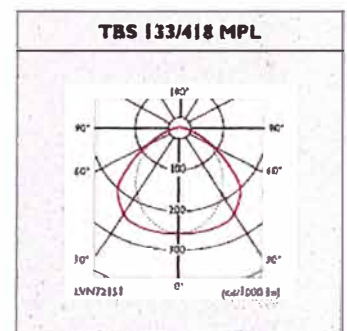
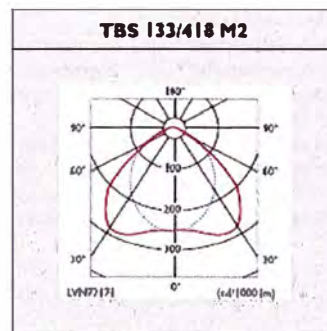
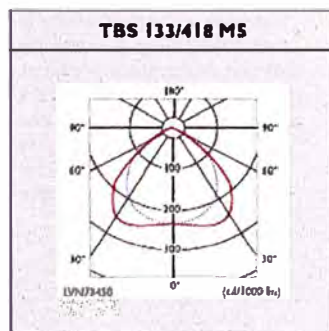
DATOS DE PEDIDO

Modelo	Sistema Optico	Lámpara	Balastos
TBS 133/4.18	M5, M2 y MPL	4 x TL'D 18W	Electromagnético
TBS 133/4.18 HF	M5, M2 y MPL	4 x TL'D 18W	Electrónico (se indica: HF)
TBS 133/4.18 HFR	M5, M2 y MPL	4 x TL'D 18W	Electrónico regulable (se indica: HFR)

DATOS TECNICOS

Modelo Luminaria	Balasto	Tensión (Volt)	Corriente (Amp)	Frecuencia (Hz)	Factor de potencia	Pérdidas (Vatios)	Peso (Kg)
TBS 133/4.18	Convencional Electromagnético	220	0.84	60	0.95	17.8	4.7
TBS 133/4.18 HF/HFR	Electrónico Básico (HF) Regulable (HFR)	220	0.32	50/60	0.96	8.00	4.2

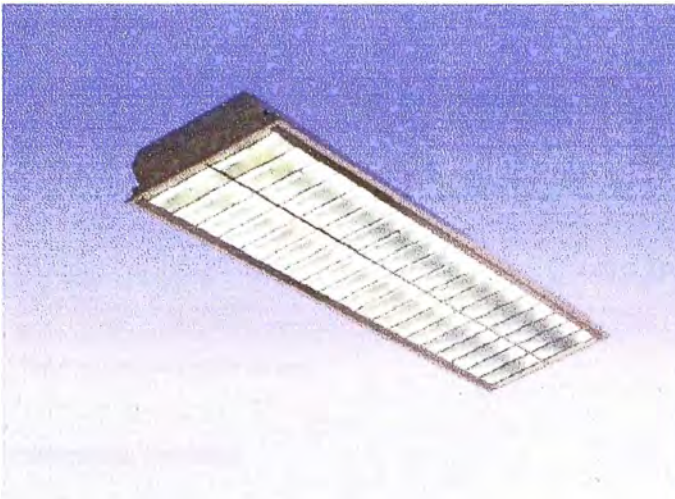
CURVAS DE INTENSIDAD LUMINICA



Let's make things better.



PHILIPS



Características Generales

Luminaria empotrable TBS 300 para 2 tubos fluorescentes TLD 36W.

La TBS 300 ha sido diseñada para empotrar en falsos techos basada en módulos de 305 mm mediante el uso de ganchos de suspensión o cadenas.

La luminaria TBS 300 puede ser equipada con diferentes sistemas ópticos, cada sistema tiene características de iluminación diferente de acuerdo con las distintas exigencias en términos de brillo desde áreas con tareas visuales simples hasta áreas con intenso uso de computadoras. Debido a su diseño, la TBS 300 de PHILIPS permite el reemplazo del sistema óptico y balastos, para así adaptarse a las diferentes necesidades de iluminación en la modernización progresiva y en el desarrollo de edificios comerciales y/o oficinas.

La carcasa ha sido cuidadosamente diseñada de manera que asegure mínima pérdida del rendimiento luminoso y facilita la instalación. El equipo eléctrico se encuentra ubicado en la parte interna de la carcasa para protegerlo del polvo y la suciedad. Fácilmente accesible con solo retirar el sistema óptico, el cual cuenta con clips de suspensión para facilitar su mantenimiento.

Descripción Técnica

- Lámparas: Dos tubos fluorescentes TLD 36W.

- Carcasa: En planchas de acero galvanizado de 0.5 mm de espesor, con acabado en pintura al horno en color blanco.

- Cableado: Cables 18 AWG resistentes a 105°C de temperatura de operación.

- Sistema óptico: Fijado con 4 clips de acero inoxidable. Durante el mantenimiento el sistema óptico se suspende mediante 2 de los clips.

- Equipo: Instalado dentro de la luminaria y debidamente fijado para evitar cualquier falso contacto eléctrico accesible después de remover el sistema óptico.-

- Fijación: Empotrar en falso cielo con modulación de 305 mm IP20

- Clase I: Conexión a tierra necesaria

Como especificar el producto:

Luminaria TBS 300 / 236 para empotrar, para dos lámparas TLD 36W, con sistema óptico (M5 o M2) de espejos en aluminio mate anodizado.

Carcasa en planchas de acero galvanizado de 0.6 mm de espesor, acabado en pintura al horno en color blanco.

Cableado interior con cables resistentes a 105°C de temperatura de trabajo, debidamente fijados a la carcasa y

presacables para asegurar la alimentación principal. Sockets con sistema antivibratorio.

Sistema Óptico

La luminaria TBS 300 puede ser suministrada con cualquiera de los siguientes sistemas ópticos:

M5:

Sistema óptico doble parabólico de aluminio anodizado mate de alta calidad (99.9% de pureza). Adecuado para áreas en las cuales se requiere confort visual como en oficinas ejecutivas, oficinas de diseño, salas de teleconferencias o salas con intenso uso de computadoras.

El espejo está diseñado para evitar los incómodos reflejos en las pantallas. El aluminio mate tiene excelentes propiedades de reflexión, además de no impregnar las huellas digitales durante el mantenimiento, o la acumulación de polvo.

M2:

Sistema óptico semiparabólico de alta calidad de aluminio anodizado, espejos laterales en aluminio mate. Adecuado en áreas con demanda visual media, con uso moderado de computadoras, como en oficinas en general y salas de reunión.

El aluminio mate tiene excelentes propiedades de reflexión, además de no mostrar las huellas digitales

impresas durante el mantenimiento o la acumulación de polvo.

MPL:

Sistema óptico semi parabólico en plancha metálica con acabado en pintura al horno de color blanco. Adecuado en áreas con demanda visual media sin uso intensivo de computadoras, como aulas, salones de espera, áreas de usos múltiples, pasillos, etc.

Aplicaciones

Oficinas, bancos, salas de conferencias, tiendas, entradas de salones y hoteles, etc.

Let's make things better.

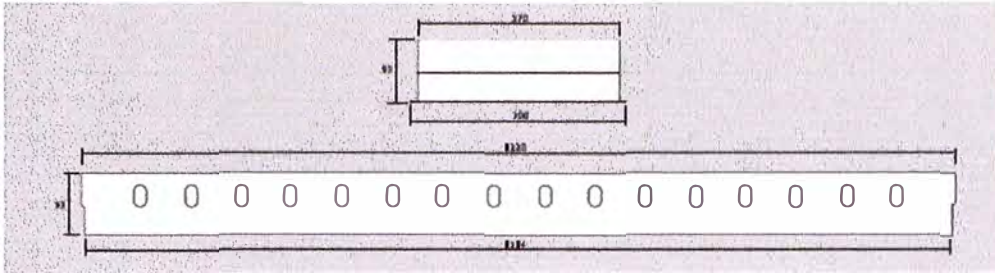


PHILIPS

Luminarias

TBS 300 / 2.36

DIMENSIONES



Todas las medidas están en mm

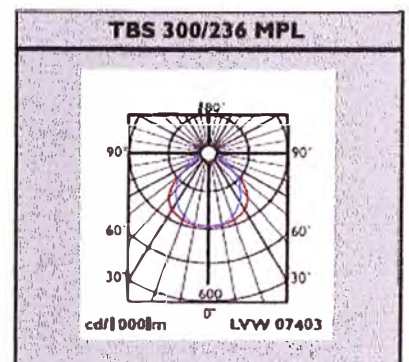
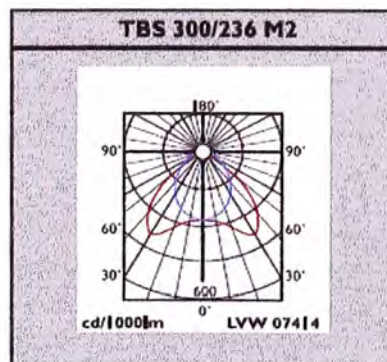
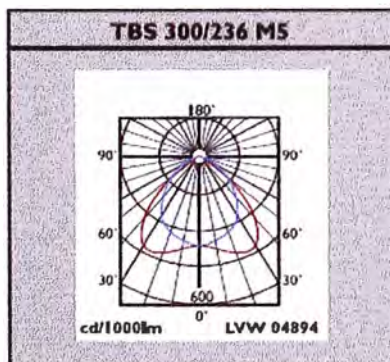
DATOS DE PEDIDO

Modelo	Sistema óptico	Lámpara	Balasto
TBS 300 / 2.36	M5, M2 o MPL	2 x TL'D 36 W	Electromagnético
TBS 300 / 2.36 HF	M5, M2 o MPL	2 x TL'D 36 W	Electrónico (se indica: HF)
TBS 300 / 2.36 HFR	M5, M2 o MPL	2 x TL'D 36 W	Electrónico regulable (se indica: HFR)

DATOS TECNICOS

Tipo Luminaria	Balasto	Tensión (Volt)	Corriente (Amp)	Frecuencia (Hz)	Factor de potencia	Pérdidas (Wattios)	Peso (gr.)
TBS 300 / 2.36	Convencional Electromagnético	220	0.84	60	0.95	17.8	4700
TBS 300 / 2.36 HF / HFR	Electrónico Básico (HF) Regulable (HFR)	220	0.32	50/60	>0.96	8.00	4200

CURVAS DE INTENSIDAD



Let's make things better.



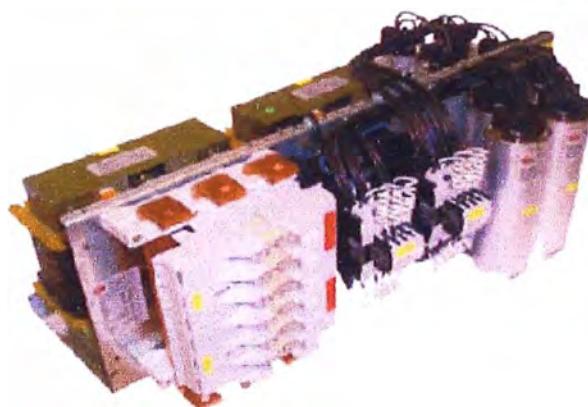
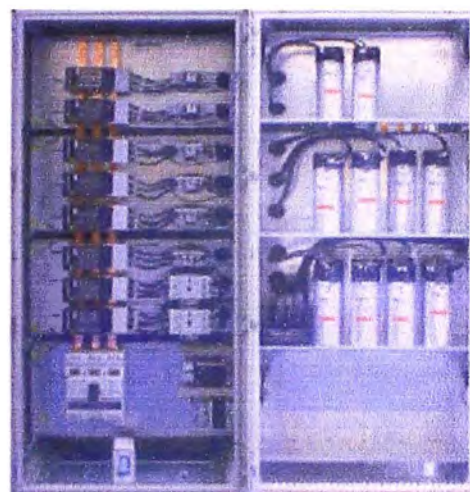
PHILIPS

ANEXO D
CATÁLOGO DE CONDENSADORES

BANCO DE CONDENSADORES

¿Por qué corregir el factor de potencia?

La corriente reactiva que circula entre el generador de la compañía de servicios y el consumidor convierte la energía eléctrica en calor en el sistema de distribución de potencia, y existe una carga adicional en los generadores transformadores, cables y interruptor. Se incurre en pérdidas de energía y las caídas de voltaje. Si existe una alta proporción de corriente reactiva, la secciones transversales de los conductores no pueden ser utilizadas totalmente para transmitir la potencia útil, o debe ser sobredimensionada apropiadamente. Desde el punto de distribución de la compañía de servicios, un factor de potencia pobre incrementa la inversión y los costos de mantenimiento para el sistema de distribución de potencia, y esos costos adicionales se trasladan a aquellos responsables, por ejemplo, aquellos consumidores de potencia con factores de potencia pobres. Por lo tanto se instala un medidor de energía reactiva adicionalmente al de energía activa.



Aplicación

Los capacitores FRAKO permiten que las instalaciones de correccion del factor de potencia se construyan para cualquier requerimiento y acorde con las regulaciones VDE 0560 parte 41, EN 6083-1 y IEC 831-1 y 2. FRAKO posee el certificado de administración de sistemas ISO 9001 y el certificado de administración de sistemas ambientales ISO 14001.

Expectativa de vida

La extrema pureza del material utilizado previene un deterioro del factor de pérdida por lo tanto una reducción de la rigidez dieléctrica y la capacidad de carga de corriente. La muy baja cantidad de fallas en campo demuestra una excepcional expectativa de vida alta. Los reportes en campo recibidos en los últimos 10 años apuntan a una tasa de fallas de menos de 1% en 15 años de operación.

Capacidad de sobrecarga de voltaje

Los capacitores de potencia FRAKO tienen una capacidad de carga acorde con VDE 0560, parte 41.

Rango de Voltaje	440 VAC	460 VAC	525 VAC	610 VAC
8 horas diarias	484 VAC	528 VAC	578 VAC	671 VAC
30 minutos diarios	506 VAC	552 VAC	604 VAC	702 VAC
5 minutos	528 VAC	576 VAC	630 VAC	732 VAC
1 minuto	572 VAC	624 VAC	683 VAC	793 VAC

Figura: Potencia activa y reactiva en el sistema de distribución de potencia: sin compensación

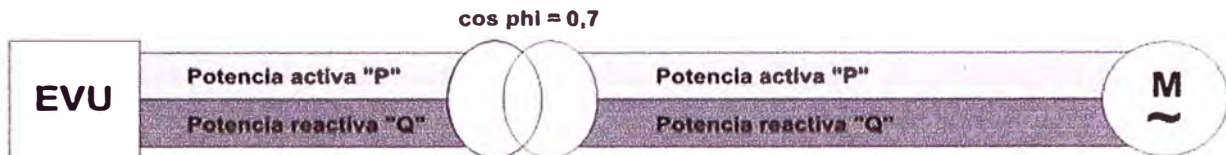
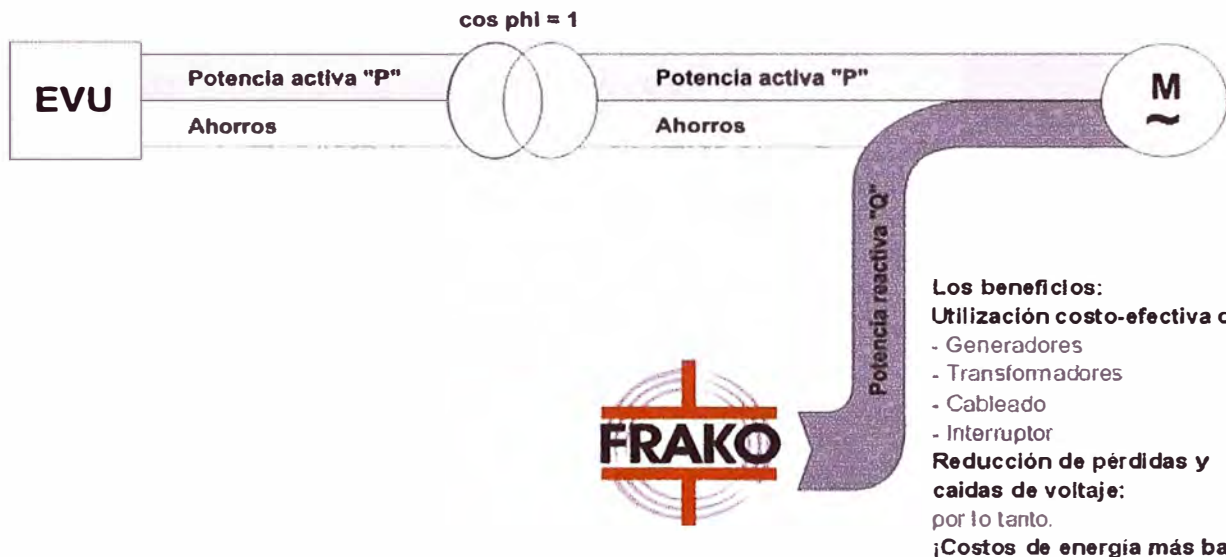


Figura 2: Potencia activa y reactiva en el sistema de distribución de potencia: con corrección



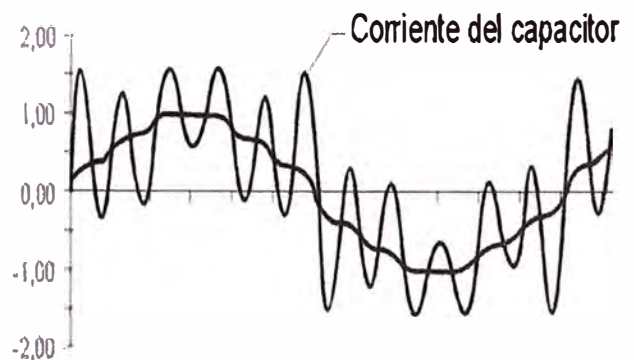
Capacidad de sobrecarga de corriente

En redes contaminadas con armónicos se pueden esperar sobrevoltajes y en particular una carga de corriente RMS alta cuando ocurre resonancia.

Si, por ejemplo, ocurre aproximadamente 7% de la armónica 11^o, entonces el voltaje se eleva en 7%; sin embargo, el valor real de la corriente del capacitor es 1.33 veces el rango de corriente. Por esta razón una alta capacidad de carga de corriente es aún más importante que la capacidad de carga del voltaje.

A un voltaje de la red de suministro de 400 VAC FRAKO utiliza solamente la potencia del capacitor rated a 440 VAC. La capacidad de carga de corriente permisible es de:

- El doble del rango de corriente a 400 VAC / 50 Hz permanentemente.
- 350 veces el rango de corriente a 400 VAC / 50 Hz durante picos de corriente cortos.



CONDENSADORES DE POTENCIA FORMA TUBULAR

DESCRIPCIÓN:

Condensador P/F. Potencia tubular 12 kVAR, 230 V.

MARCA : LIFASA
 MODELO : POLIMET
 PRECIO : \$ 95



CARACTERÍSTICAS:

Condensador de polipropileno auto-regenerante c/dieléctrico de polipropileno metalizado, de bajas pérdidas. Potencia 12 kVAR, 230 V, 60 Hz, tensión d/aislamiento: 3 kV, sobretensión: 1.1 VN, pérdidas totales menor a 0.4 W/kVAR, temperatura.: - 40/+ 50 °C, perno roscado M12. 90x270 mm.

DESCRIPCIÓN:

Condensador P/F. Potencia tubular 26.20 kVAR, 460 V.

MARCA : LIFASA
 MODELO : POLIMET
 PRECIO : \$ 100



CARACTERÍSTICAS:

Condensador de polipropileno auto-regenerante c/dieléctrico de polipropileno metalizado, de bajas pérdidas. Potencia 26.20 kVAR, 460 V, 60 Hz, tensión d/aislamiento: 3 kV, sobretensión: 1.1 VN, pérdidas totales menor a 0.4 W/kVAR, temperatura.: - 40/+ 50 °C, perno roscado M12. 90x270 mm.

DESCRIPCIÓN:

Condensador P/F. Potencia tubular 12.5 kVAR, 440 V.

MARCA : SIEMENS
 MODELO : B25667- A4177 -A375
 PRECIO : \$ 82



CARACTERÍSTICAS:

Condensador trifásico de 12.5 kVAR, Tensión 440 VAC,-60 Hz, pérdidas extremadamente bajas, soporta altos pulsos de corriente, libre de efecto corona, diseño tipo seco, desconector por sobrepresión, no inflamable y no contaminante. viene con perno de sujeción.

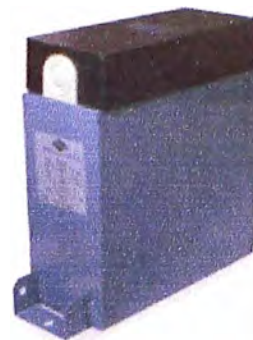
CONDENSADORES DE POTENCIA FORMA DE CAJA

DESCRIPCIÓN:

Condensador P/F. Potencia en caja 20 kVAR, 230 V.

MARCA : LIFASA
 MODELO : FIMETAL
 PRECIO : \$ 210

CARACTERÍSTICAS: Condensador de polipropileno auto-regenerante montado en caja de chapa de acero. C/resistencia de descarga. Potencia 20 kVAR, 230 V, 50–60 Hz, sobrecorriente: 1.3 IN, pérdida menor a 0.5 W/kVAR, temperatura.: - 40/+ 50 °C, posee perno roscado M10. 280x190x117 mm.

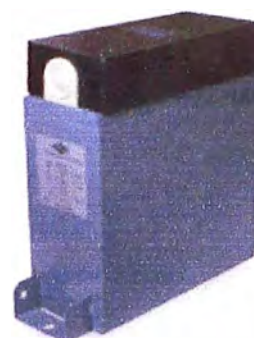


DESCRIPCIÓN:

Condensador P/F. Potencia en caja 30 kVAR, 230 V.

MARCA : LIFASA
 MODELO : FILMETAL
 PRECIO : \$ 265

CARACTERÍSTICAS: Condensador de polipropileno auto-regenerante montado en caja de chapa de acero. C/resistencia de descarga. Potencia 30 kVAR, 230 V, 50–60 Hz, sobrecorriente: 1.3 IN, sobretención 1.1 VN, pérdida menor a 0.5 W/kVAR, temperatura.: - 40/+ 50 °C, posee perno roscado M10. 280x290x117 mm.



DESCRIPCIÓN:

Condensador P/F. Potencia en caja 40 kVAR, 380 V.

MARCA : LIFASA
 MODELO : FILMETAL
 PRECIO : \$ 250

CARACTERÍSTICAS: Condensador de polipropileno auto-regenerante montado en caja de chapa de acero. C/resistencia de descarga. Potencia 40 kVAR, 380 V, 50–60 Hz, sobrecorriente: 1.3 IN, sobretención 1.1 VN, pérdida menor a 0.5 W/kVAR, temperatura.: - 40/+ 50 °C, posee perno roscado M10. 280x330x117 mm.



DESCRIPCIÓN:

Condensador P/F. Potencia en caja 50 kVAR, 380 V.

MARCA : LIFASA
 MODELO : FILMETAL
 PRECIO : \$ 291

CARACTERÍSTICAS: Condensador de polipropileno auto-regenerante montado en caja de chapa de acero. C/resistencia de descarga. Potencia 50 kVAR, 380 V, 50–60 Hz, sobrecorriente: 1.3 IN, sobretención 1.1 VN, pérdida menor a 0.5 W/kVAR, temperatura.: - 40/+ 50 °C, posee perno roscado M10. 280x360x117 mm.



ANEXO E
CATÁLOGO DE ARRANCADOR ELECTRÓNICO ESTÁTICO

ARRANCADOR ELECTRÓNICO ESTÁTICO

Modelos

- PE Start
- PED Start
- PEDX - 2100

Ventajas

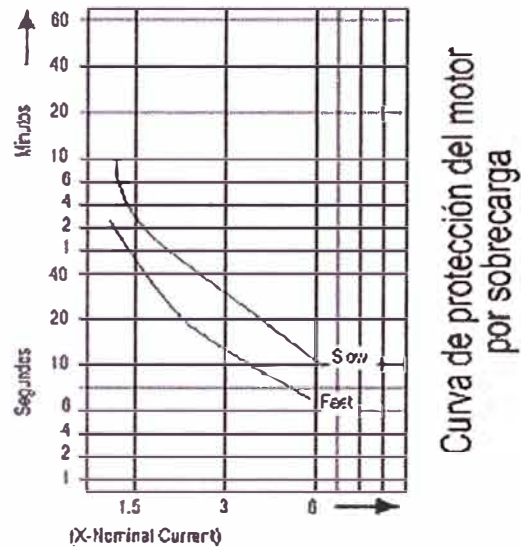
- Línea completa 8-1200A, 220, 380-460-575
- Diseño de rango total, Heavy duty
- Construcción robusta
- Características superiores de arranque & parada
- Paquete de protección de motor
- Amigable para el usuario
- Temperatura ambiental máxima: 50°C
- Las características opcionales únicas:
 - Probador de aislamiento del motor
 - Comunicaciones RS 485 Modbus / Profibus / TCP-IP
 - Entrada para termistor / salida análoga

Arranque & parada

- Arranque suave y parada suave
- Límite de corriente
- Programa de control de bombas
- Control de corriente y torque para un proceso de arranque & parada optimizado
- Ajustes duales - Dos características de arranque & parada
- Baja velocidad con reversa electrónica o Pulse start (PED-START)
- Aceleración lineal (realimentación de taco) (PED-START)
- Ahorro de energía debido a un factor de potencia mejorado

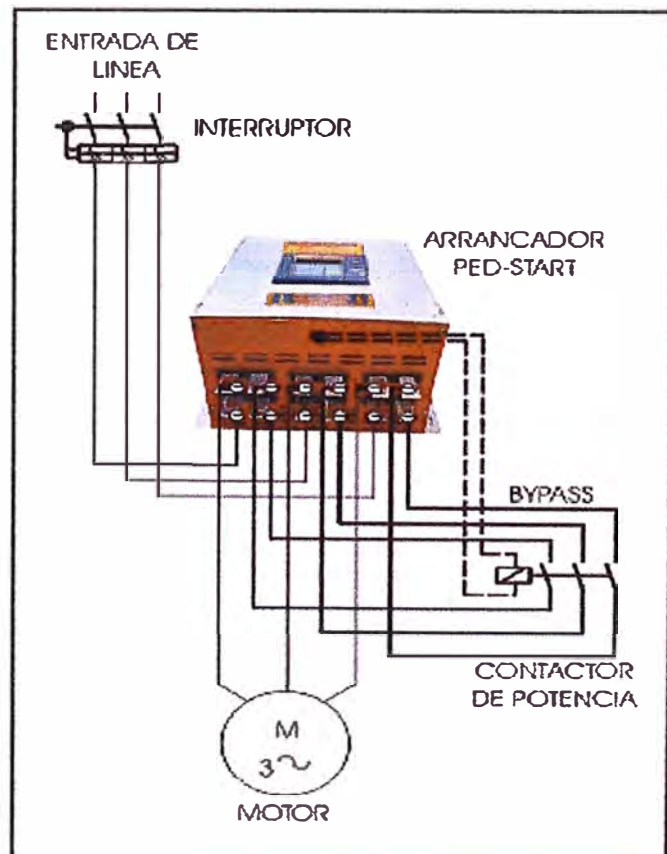
Protección de motor & arrancador

- Muchos arranques
- Tiempo de arranque largo (Stall)
- Corriente shear-pin
- Sobrecarga electrónica con curvas seleccionables
- Baja carga con demoras ajustables
- Pérdida de fase & secuencia de fase
- Voltaje alto, bajo & no voltaje
 - Pérdida de carga (motor no conectado)
- SCR en corto circuito



Opción comunicación

- MODBUS RTU - permite programación, control & supervisión
- TCP/IP - MODBUS/TCP por medio de conector de redes de computadoras RJ 45



CARACTERISTICAS

Las características de los arrancadores estáticos son:

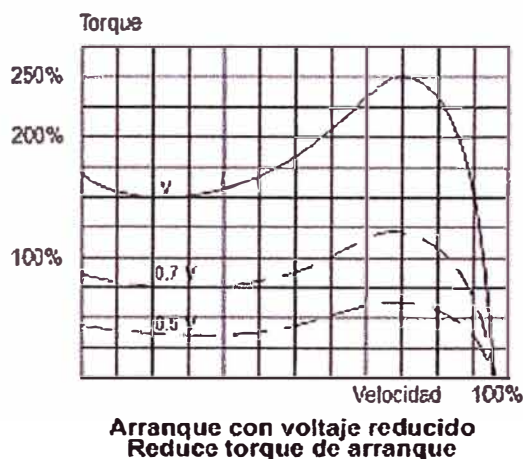
Torque de arranque	: 0 a 80%
Tiempo de Torque de arranque	: 0 a 10 Seg.
Rampa de aceleracion	: 2 a 15 Seg.
Rampa de desaceleracion	: 2 a 45 Seg.
Limite de corriente	: 100 a 500% x In.
	: 400 x In = 60Seg.
	: 500 x In = 30 Seg.
	: 1000 x In = 1 ciclo
Sobre Carga	: 0,8 a 1,2 x In
Tiempo de Sobre Carga	: Rapido a lento (clase 5 a clase 20)
Temperatura de Operacion	: -10 a + 50°C
Altitud de Operacion	: 4500 msnm
Voltaje de Fuerza	: 220 , 380, 460, 575 VAC

Potencia	: 5 a 1000 Hp
Voltaje de Control	: 110 o 220 VAC
Frecuencia de Operacion	: 43 - 63 Hz
Tipo de SCR	: Semipack (dual SCR) marca EUPEC alemania
Salida de Relé	: instantaneo (Start) retardo (fin de Start) fallas
Indicadores LED	: LED amarillo LISTO LED verde RUN LED rojo FALLA LED amarillo SOBRECARGA ACTIVA
Mandos	: Start, Stop, 2do Start, Reset local y Remoto.

PE-Start SE UTILIZA DONDE SE REQUIEREN ARRANQUES Y PARADAS SUAVES, ASIMISMO CUANDO SE REQUIERA PROTECCIÓN COMPLETA DEL MOTOR

El PE-Start es un arrancador suave de características completas a un bajo costo que proporciona un arranque controlado, así como también funciones de parada controladas. Sensa la corriente y es capaz de proporcionar control adicional sobre el arrancador suave básico.

- Arranque y parada controlados por corriente.
- Protector electrónico de sobrecarga de motor.
- "Shear-pin" electrónico.
- Matriz grande de indicadores LED (6) y ajuste manual de parámetros C7 Potenciómetros.
- Una sola tarjeta electrónica de control para todos los niveles de potencia.
- No se requieren ajustes cuando se haga intercambio de tarjetas electrónicas entre arrancadores.



PED-Start ES UNA UNIDAD DE MICROPROCESADOR QUE PROPORCIONA SUAVIDAD, CONTROL COMPLETO Y PROTECCIÓN CON CARACTERÍSTICAS ADICIONADAS.

El PED-Start es una unidad basada en microprocesador que proporciona las funciones de un arrancador suave de características completas así como también otras características que el uso de un microprocesador es capaz de proporcionar.

- Arranque y parada controlados por corriente
- Protección electrónica de sobrecarga del motor
- "Shear-pin" electrónico
- Una sola tarjeta electrónica de control para todos los niveles de potencia
- Todos los ajustes se realizan a través de un teclado / display LCD 2x16 caracteres
- Idioma seleccionable, ingles-español
- Tres "LED" de indicador de corriente de la línea de potencia
- Modo test incorporado (BIT)
- Memoria de tres últimas fallas
- Contactos relay para contactores bypass, indicadores de falla, "run" de motor
- Curva "pump" especial para parada y arranque

- Comportamiento dinámico sofisticado con red sensible (motor/generador)
- Afronta la inestabilidad de corriente debido a cargas regenerativas.

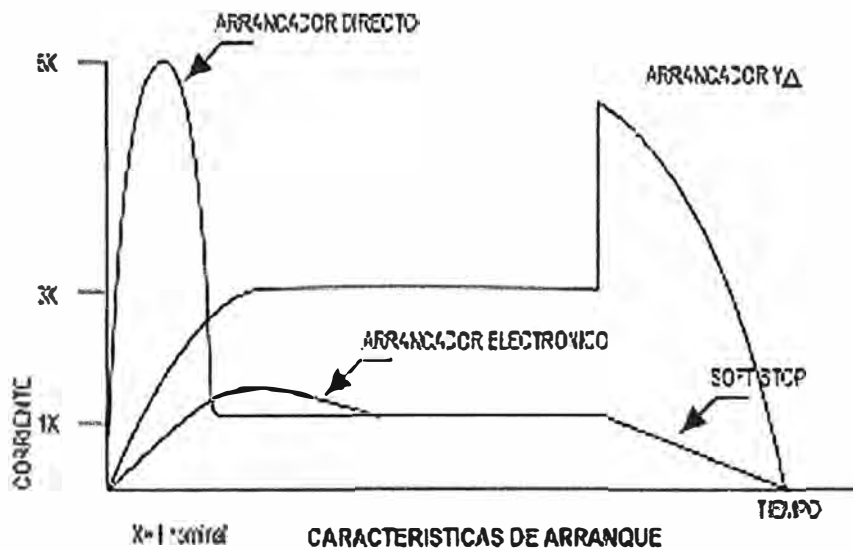
OTRAS VENTAJAS QUE SE OBTIENE CON UN ARRANCADOR SUAVE

El PE-Start y el PED-Start son capaces de manejar equipo con necesidades especiales. Una bomba es un ejemplo del tipo de carga que tiene variaciones en el arranque y en la parada.

En las bombas se necesita parada controlada para prevenir "hammer" del fluido, y en transportadores, para prevenir desplazamiento de material con una parada abrupta.

Se necesita control de torque para prevenir una elevación de corriente cuando ocurren atascos, como en bombas de tornillo y otros dispositivos de desplazamiento positivo.

Esos arrancadores suaves pueden funcionar como "shear pins" y como relays de sobrecarga.



REDUCCIÓN DE ELEVADAS CORRIENTE DE ARRANQUE

Un motor puede consumir hasta 6 veces la corriente nominal durante un arranque directo normal con línea. La corriente de arranque puede ser reducida a menos de la mitad (2.5 a 3 veces normalmente) con el uso de un arrancador suave. Esto significa cargas reducidas para la demanda pico, menos parpadeo de luz, menor efecto para el equipo sensible a la reducción de voltaje. Esto puede significar una reducción en el calentamiento de los motores cuando la operación de arranques múltiples es parte del sistema. Con cargas de alta inercia, esto puede significar reducción de apertura de relays de sobrecarga durante el arranque. Puesto que los efectos de la corriente se cuadruplica con el doble de corriente, las ganancias, en la mayoría de los casos, son más de 4 veces o los efectos $\frac{1}{4}$ menos severos.

Cuando se arrancan motores de máquinas/generadores, esta reducción de corriente puede hacer la diferencia entre el éxito y la falla.

IMPACTOS DE TORQUE REDUCIDOS EN EL ARRANQUE

Uno de los beneficios del uso de un arrancador suave es la reducción de elevaciones de torque durante el arranque del motor y el daño potencial que este torque puede ocasionar en cajas de engranajes, fajas, juntas universales, y acoplamientos.

Usando un arrancador suave, el torque nunca llegará a ser más alto que el nivel óptimo. Como consecuencia se pueden utilizar cajas de engranaje "duty", juntas universales, etc. Ya no es necesario utilizar acoplamientos hidráulicos.

APLICACIONES

Los arrancadores suaves controlan el torque de arranque de un motor y lo acelera en una forma continua y controlada hasta la velocidad de trabajo

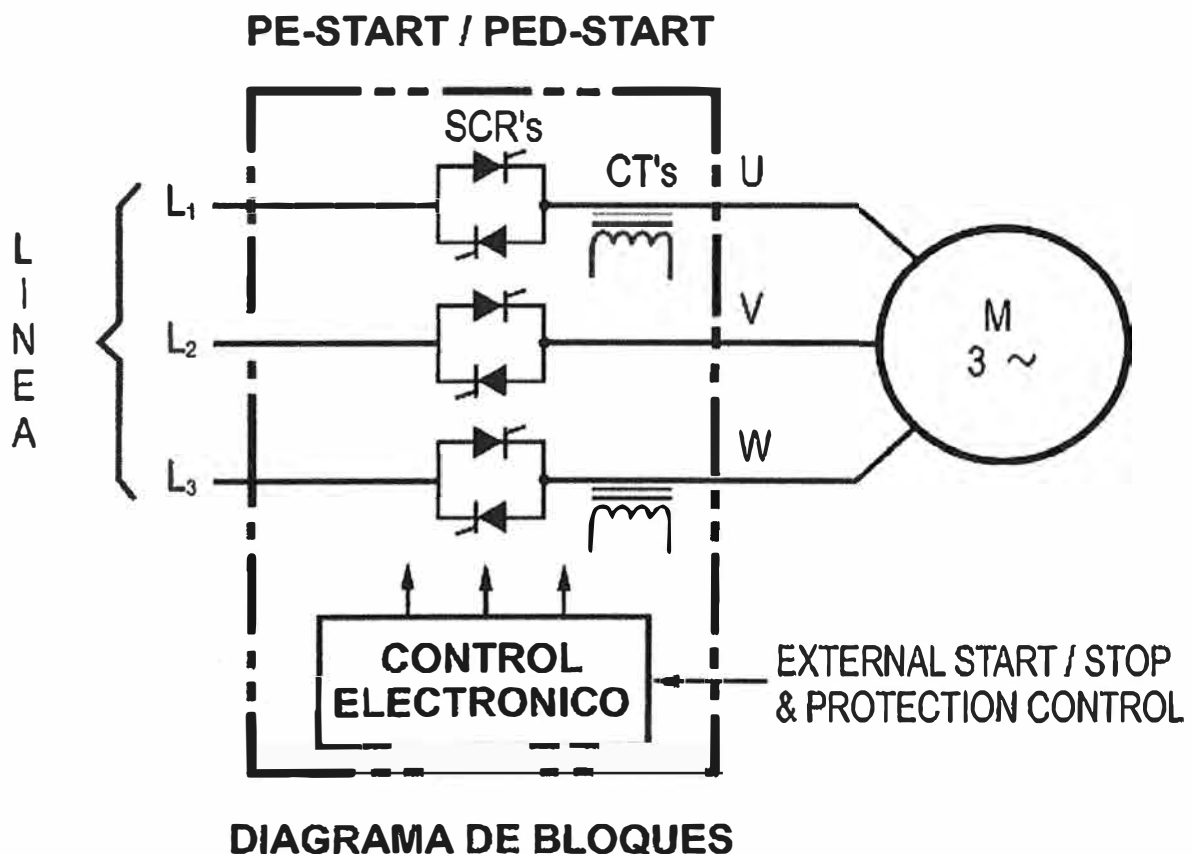
Las aplicaciones típicas son:

- Grúas giratorias, grúas fijas y sistemas de transportadores
- Herramientas, mezcladoras, maquinarias textiles y plásticas
- Maquinas manejadas por sistemas de transmisión, engranajes, cadenas, fajas, etc.
- Instalaciones en las cuales está limitada la fuente de potencia: líneas largas o generadores
- Máquinas en las que la carga varía de arranque a arranque
- Bombas, ventiladores, compresores

IMPACTOS DE TORQUE REDUCIDOS EN EL ARRANQUE

Uno de los beneficios del uso de un arrancador suave es la reducción de elevaciones de torque durante el arranque del motor y el daño potencial que este torque puede ocasionar en cajas de engranajes, fajas, juntas universales, y acoplamientos.

Usando un arrancador suave, el torque nunca llegará a ser más alto que el nivel óptimo. Como consecuencia se pueden utilizar cajas de engranaje "duty", juntas universales, etc. Ya no es necesario utilizar acoplamientos hidráulicos.



BIBLIOGRAFÍA

1. Código Nacional de Electricidad (CNE), Sistema de Utilización – tomo V, Ministerio de Energía y Minas (MEM) – Perú, enero 2006.
2. Comisión de Tarifas de Energía (CTE), Situación Tarifaria en el sector eléctrico peruano, Dirección General de Electricidad (DGE – MEM), Lima-Perú, marzo 1998.
3. Christopher K. Duffey, and Ray P. Stratford, “Update of Harmonic Standard IEEE- 519: IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems”, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 25, N° 6, EEUU, 1989.
4. Procobre – Perú, Conductores Eléctricos, Programa de investigaciones en energía (PRIEN) Universidad de Chile – Chile, 1999.
5. Procobre – Perú, Eficiencia de la Energía Eléctrica, Procobre – Perú, 1999.
6. Procobre – Perú, Calidad de Energía en las Instalaciones Eléctricas, Procobre – Perú, 2001
7. Norma Técnica Peruana, NTP 370, 052-056 Seguridad Eléctrica, Indecopi – Perú, 1999.
8. Código Nacional de Electricidad (CNE), Sistema de Puesta a Tierra, Procobre – Perú, 1999.
9. Ramírez, William., Problemas con Armónicas, Revista Electricidad, Año 3, Número 11. ANIEA, SJ, Costa Rica, 1997.
10. Redl, Richard; Tenti, Paolo; y Van Wyk, J.Daan, Power Electronics' Polluting Effects, Revista Spectrum, Volumen 34, Número 5. IEEE, Nueva York, Estados Unidos de América, Mayo 1997.