

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

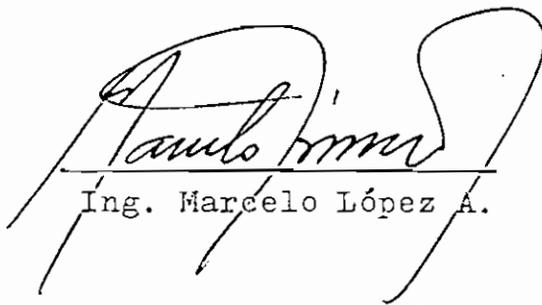
FACTOR DE DEMANDA PRACTICO  
EN INSTALACIONES ELECTRICAS DE HOSPITALES

Tesis Previa a la Obtención del Título  
de Ingeniero Eléctrico, Especialización  
Potencia.

José Gustavo Martínez Montesdeoca

NOVIEMBRE 1.980

Certifico que el presente trabajo de Tesis ha -  
sido realizado en su totalidad por el Señor José Gustavo  
Martínez Montesdeoca, bajo mi dirección.



Ing. Marcelo López A.

DEDICATORIA:

A mis Padres.

A mi Esposa.

A mi Hijo.

AGRADECIMIENTO:

A todos mis Maestros  
de la Escuela Politécnica Nacional.  
A mi Director, Ing. Marcelo López A.  
Al Ing. Carlos Velasco, Director Técnico de la HOSP.ITAL LL.E.M., quien-  
desinteresadamente me facilitó el -  
Registrador de Carga.  
Al personal de "Grandes Clientes" de  
la E.E.Q., quienes realizaron la co-  
nexión del Registrador de Carga.

# INDICE GENERAL

CAPITULO I GENERALIDADES		Pág. No.
I.1	INTRODUCCION	1
I.1.1	Objeto y Alcance	1
I.1.2	Justificación del Tema	2
I.2	ESTUDIO DE LA CARGA ELECTRICA	2
I.2.1	Consideraciones Generales	3
I.2.1.1	Conceptos Básicos	3
I.2.1.2	Densidad de Carga	6
I.2.2	Características de Carga	6
I.2.2.1	Definiciones	8
I.2.2.2	Potencia	8
I.2.2.3	Demanda	16
I.2.2.4	Demanda Máxima	18
I.2.2.5	Factor de Demanda	20
I.2.2.6	Factor de Utilización	20
I.2.2.7	Factor de Carga	21
I.2.2.8	Factor de Diversidad, Factor de Coincidencia, Carga Diversificada.	23
I.2.2.9	Demanda Diversificada	25
I.2.2.10	Factor de Pérdida	25
I.2.2.11	Factor de Potencia	26
I.2.2.12	Balaneo de Carga y Voltaje	28

	Pág. No.	
I.2.2.13	Distribución de Carga	28
I.2.3	Aplicación de las Características de la Carga Eléctrica	29
I.2.3.1	La Demanda Máxima	30
I.2.3.2	La Demanda Diversificada	30
I.2.3.3	El Factor de Diversificación	31
I.2.3.4	Evaluación de las Pérdidas	32
 CAPITULO II.		
APLICACION DEL FACTOR DE DEMANDA EN EL DISEÑO ELECTRICO DE UN HOSPITAL		
II.1	IMPORTANCIA DEL FACTOR DE DEMANDA	33
II.2	CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO ELECTRICO DE UN HOSPITAL	34
II.2.1	El Circuito Ramal. Elemento Básico de la Institución	35
II.2.2	Análisis de las Cargas Actual y Futura	39
II.2.3	Análisis y Previsión del Aumento de Cargas	47
II.2.4	Agrupación de Cargas	52
II.2.5	Normas de Diseño	57
II.3	ESTUDIO DE LA DEMANDA ELECTRICA EN UN HOSPITAL	63
II.3.1	Consideraciones Generales	63
II.3.2	Factores Determinantes de la Demanda Eléctrica en un Hospital	65

II.3.2.1	Función de los Diferentes Ambientes de un Hospital	66
II.3.2.2	Requerimientos Técnicos en los Diferentes Ambientes de un Hospital	80
II.3.3	Recomendaciones para la Estimación de la Demanda en Hospitales	104
II.4	EJEMPLO DE APLICACION	107
II.4.1	Proyecto en Estudio	107
II.4.2	Diseño Eléctrico del Hospital del "Tena"	108
CAPITULO III.		
DETERMINACION PRACTICA DEL FACTOR DE DEMANDA EN UN HOSPITAL		
III.1	DEFINICION DEL LUGAR EN ESTUDIO	114
III.2	ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEL HOSPITAL "MILITAR"	116
III.3	PARTE EXPERIMENTAL	119
III.3.1	Medición de la Carga Total Conectada en el Hospital "Militar"	119
III.3.2	Medición de la Carga Conectada en los Diferentes Sectores del Hospital "Militar"	150
III.3.3	Determinación del Factor de Demanda Práctico en el Hospital "Militar"	159
III.3.3.1	Factor de Demanda General del Hospital "Militar" -- Fdg.	159

	Pág. No.
III.3.3.2 Factor de Demanda en los Diferentes Sectores del Hospital "Militar"	160
CAPITULO IV.	
ANALISIS COMPARATIVO DEL FACTOR DE DEMANDA TEORICO Y PRACTICO	
IV.1 COMPARACION Y EVALUACION DE RESULTADOS	170
IV.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	175
CAPITULO V. PLANOS Y ANEXOS.	
ANEXO No. 1 Cargas Mínimas para el Alumbrado en Areas de Hospitales	178
ANEXO No. 2 Cargas Referenciales para los Diferentes Servicios de un Hospital	179
ANEXO No. 3 Curva de Carga del Proyecto "21 Hospitales" en el Ecuador	180
ANEXO No. 4 Curvas de Cargas Reales en Hospitales de Inglaterra	181

## CAPITULO I

## GENERALIDADES

### I.1 INTRODUCCION

#### I.1.1 Objeto y Alcance.-

El proyectista de instalaciones eléctricas, si bien tiene bases sólidas para el cálculo y diseño del sistema eléctrico de un Hospital, debe estar al tanto de las normas y recomendaciones correspondientes que se dan en los códigos eléctricos. Dentro de estas recomendaciones existen factores que no pueden ser más que estimativos, por lo que el ingeniero tiene cierta flexibilidad para imponer su criterio siempre para llegar a un fin, cual es la confiabilidad, seguridad y funcionalidad de las instalaciones. Uno de estos factores es el FACTOR DE DEMANDA.

El presente trabajo tiene el objeto de llegar a detectar cuál es en la realidad el factor de demanda que se tiene en las diferentes instalaciones eléctricas de un Hospital. Se llegará a determinar, al efectuar las mediciones correspondientes, como se comporta el factor de demanda teórico utilizado por el proyectista de acuerdo a las recomendaciones internacionales.

A esta tesis se le ha dividido en cinco capítulos y así tenemos:

#### Capítulo Primero.-

Dentro de Generalidades se dan los conceptos básicos de un sistema eléctrico de bajo voltaje y se hace un estudio de las Características de carga.

#### Capítulo Segundo.-

Aquí se dan normas y recomendaciones como también - consideraciones para el diseño y principalmente se destaca la aplicación del factor de demanda en un ejemplo de aplicación.

#### Capítulo Tercero.-

Correspondiente a la Parte experimental.

#### Capítulo Cuarto.-

Se realiza un análisis comparativo del factor de demanda teórico y práctico.

#### Capítulo Quinto.-

Aquí se presentan los planos y anexos.

#### I.1.2 Justificación del Tema.-

Por lo expuesto en el punto anterior, y con el fin de disponer de un medio de información para el proyectista de instalaciones eléctricas de Hospitales, en especial para el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, IEOS, - que a pesar de ser el planificador, diseñador y ejecutor de los Hospitales del Ministerio de Salud Pública, no tiene información alguna de valores reales al respecto, se pone a consideración el presente trabajo.

Si este trabajo es tomado como guía para el estudio y diseño de las instalaciones eléctricas de un Hospital - por estudiantes y aún profesionales de Ingeniería, habrá cumplido a cabalidad con su cometido.

#### I.2 ESTUDIO DE LA CARGA ELECTRICA

## I.2.1 Consideraciones Generales.-

### I.2.1.1 Conceptos básicos.-

El sistema eléctrico de un edificio, en donde la carga eléctrica es de considerable importancia, puede ser definido como aquel que incluye un centro de transformación, un sistema de tableros generales de distribución, un sistema de alimentadores principales, un sistema de tableros principales de distribución, un sistema de alimentadores secundarios, un sistema de tableros secundarios de distribución, y por supuesto, el sistema de circuitos-ramales.

El análisis técnico económico que debe contemplarse en todo proyecto eléctrico, depende de un gran número de factores, incluyendo aquellos tan importantes como la densidad de la carga, carga total a servir, proporción del aumento de carga, sistema de voltaje existente, etc.

El sistema eléctrico se considera alto en importancia económica y representa una inversión que hace necesario la aplicación de la mejor ingeniería, la planificación, el diseño, la construcción y la operación más adecuada. Se requiere que el ingeniero contemple la probabilidad y los factores de ingeniería con considerable análisis si se requiere conseguir el diseño de un sistema económico.

Los elementos del sistema eléctrico deben ser servicios para un período que considere aumento de demanda de energía, por lo que deben ser escogidos con una visión de futuro como también al presente. Este concepto no altera la función de las partes diferentes del sistema, pero cambia el énfasis al considerar las extensiones cuando se

planifica para el futuro.

A continuación se describen los elementos y componentes del sistema eléctrico, el mismo que se indica en la figura 1, de acuerdo a las funciones realizadas.

Centro de Transformación (CT).-

Lugar donde se monta e instala el transformador de distribución con sus respectivos elementos de protección.

Tablero General de Distribución (TG).-

Armario metálico, cercano al transformador de distribución, en el que se encuentran las barras colectoras generales que consideran las cargas del sistema normal y de emergencia, y en donde se conecta el sistema de control general de la instalación eléctrica del edificio.

Alimentadores Principales (AP).-

Cables eléctricos (de sección apreciable), que saliendo del tablero general alimentan a la carga global del edificio a través del tablero principal de distribución.

Tablero Principal (TP).-

Armario metálico, en el que se distribuye la energía hacia todos los tableros secundarios ubicados en las diferentes zonas del edificio.

Alimentadores Secundarios (AS).-

Cables eléctricos que saliendo del tablero princi -

pal, alimentan a la carga de una zona determinada a través de los tableros secundarios de distribución.

#### Tableros Secundarios (TS).-

Armario metálico, en el que se distribuye la energía a las cargas de los diferentes circuitos ramales de una zona determinada.

#### Circuitos Ramales (CR).-

Elemento básico de la instalación eléctrica ya que a partir de su diseño, se estructura en pasos sucesivos todo el sistema eléctrico.

Para el sistema eléctrico de Emergencia, los elementos y componentes, a partir del tablero general de distribución de emergencia, son los mismos que se contemplan para el sistema normal; pues, en el momento que se produzca la emergencia entrará a actuar el tablero de transferencia de carga con el grupo generador, naturalmente.

En la figura 1 se puede apreciar lo aquí expuesto:

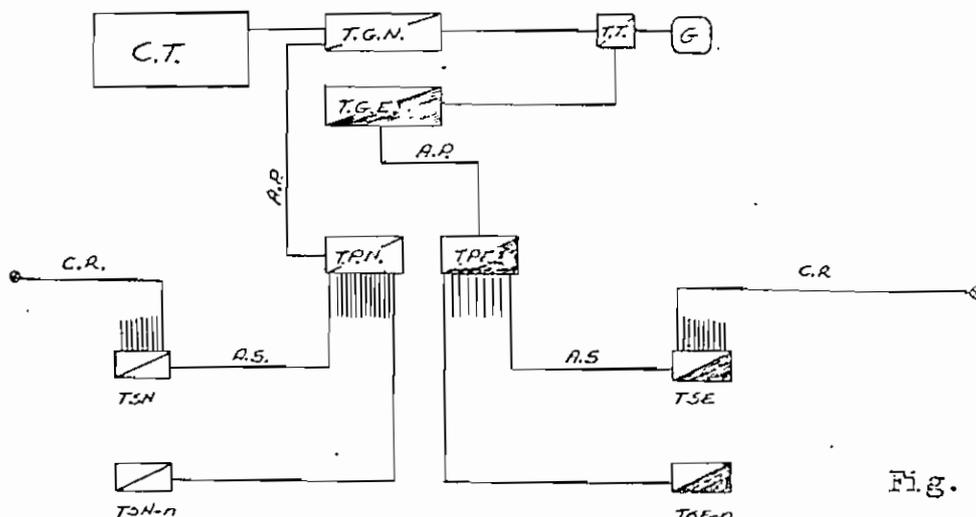


Fig. 1.

### I.2.1.2 Densidad de carga.-

La densidad de carga es una medida usada en la revisión de requerimientos eléctricos para una área. La densidad de carga puede ser medida de términos de KVA por unidad de área. El término KVA es usado usualmente en preferencia a KW porque éste representa mejor el efecto térmico de las cargas. Algunas veces el término voltio-amperio por pié cuadrado es usado en referencia a la densidad de carga. Entonces, por ejemplo, si se conoce la densidad de carga y el área del piso de un determinado ambiente la carga puede ser obtenida.

Para discusiones más profundas sobre las densidades útiles de áreas son necesarias algunas orientaciones en el significado o interpretación de carga. La carga usualmente es referida a la demanda diversificada pico. El término significa lo mismo que la demanda coincidente pico. Para expresar lo que este término significa deben ser discutidas algunas demandas en el área en estudio.

En áreas que tienen densidades bajas, un área grande puede ser cubierta para obtener una significación general de la densidad de la carga.

En áreas en que la variación de magnitudes de carga es extremadamente grande, las densidades de carga son generalmente sin importancia, pues, estas áreas son consideradas como concentraciones puntuales de carga.

### I.2.2 Características de carga.-

El propósito de un sistema de distribución es el de distribuir potencia desde la subestación o fuente a los servicios individuales o carga. Los ingenieros que plani-

fican y diseñan el sistema tienen alguna libertad en la selección de muchos de los factores que van dentro del di seño del sistema. Sin embargo, el factor que es más importante, es el único factor que no esta bajo el control del diseñador. Este factor es la característica de las muchas cargas servidas. 7 6

El personal responsable del diseño y la operación de un sistema eléctrico de distribución, debe tener algún conocimiento de las características de carga, para poder diseñar y operar inteligentemente el sistema. El primer requerimiento de un sistema, es que éste provee la calidad del servicio descrito por la Empresa de Suministro o por estándares establecidos, con lo que el sistema diseñado asegura una operación satisfactoria de todas las cargas-

Usualmente el problema involucrado en las cargas es básicamente aquel de determinar el efecto de las cargas individuales o grupos de cargas en el diseño u operación del sistema en un punto particular de éste, en una porción o en el sistema completo de una carga individual sobre la fuente de potencia.

Las características de las cargas son requeridas para un análisis inteligente del sistema de voltaje y de las cargas térmicas. Estos análisis incluyen la determinación de las condiciones existentes, condiciones proyectadas y la solución de condiciones no deseables o medidas correctivas que sean necesarias. Para poder aplicar las características de carga en forma efectiva el ingeniero debe tener un conocimiento del significado y la aplicación práctica de las características de carga. Si existe una ausencia completa de información necesaria para un a-

nálisis se debe considerar el uso de aproximaciones. Bajo estas condiciones el ingeniero debe reconocer que los resultados de ese análisis son solo aproximaciones y considerarlos solamente como guías. Los resultados de este análisis no pueden ser más confiables que los datos de características de carga usados en el análisis.

#### I.2.2.1 Definiciones.-

Los datos obtenidos de un grupo sincronizado de instrumentos que registran varias cantidades eléctricas pueden adecuadamente describir o definir una carga, así como también determinar el efecto de dicha carga en el sistema. Sin embargo, el uso directo de los registros es muy inconveniente en descripciones escritas o habladas de la carga.

Varios términos se usa en la ingeniería eléctrica - de distribución, para indicar las relaciones de las cualidades eléctricas aplicables, las cuales definen ciertos rasgos característicos de las cargas.

Estas relaciones pueden ser aplicadas a un estudio de ingeniería para determinar los efectos de las cargas - en el sistema. La definición de algunas de estas características de carga y una buena discusión de cada una de ellas, es presentada aquí. Discusiones más detalladas pueden ser encontradas en textos y en el standar americano - de definiciones de términos eléctricos.

#### I.2.2.2 Potencia.-

Es la proporción de tiempo en la cual la energía es transmitida. Para propósitos analíticos la potencia de un circuito de corriente alterna puede ser definido más profundamente de acuerdo al tipo de potencia. Estas son:

1) Potencia instantánea, 2) Potencia aparente, 3) Potencia activa, 4) Potencia reactiva, 5) Vector de Potencia, - 6) Potencia ficticia, etc. Cada una de estas están definidas en el standar americano de definiciones de términos eléctricos. Estos términos se aplican a un sistema de corriente alterna sin consideración de la forma de onda del voltaje y corriente. Mientras otras formas de onda pueden ser presentadas en un sistema de potencia, las formas de onda sinusoidales pueden ser usualmente asumidas, para aplicación hasta que datos contrarios sean considerados. - Formas de onda no sinusoidales, están lejos del alcance de esta discusión ya que 1, 2, 3, 4, y 5 son aplicables a los sistemas en los cuales la corriente y el voltaje son sinusoidales cada uno de ellos es tratado brevemente.

Potencia instantánea.-

La potencia instantánea en el punto de entrada de un circuito eléctrico, es la proporción, en la cual la energía eléctrica esta siendo transmitida por el circuito a un receptor. La potencia instantánea en un circuito monofásico y de dos alambres es el resultado del producto de la corriente instantánea a través del punto de entrada y la diferencia de potencial instantáneo entre este punto de entrada y un segundo punto de entrada que es tomado como referencia. La potencia instantánea  $p$  esta dada por:

$$p = e.i \quad (1)$$

Donde  $e$  e  $i$  son los valores instantáneos de la diferencia de potencial y corriente, respectivamente.

Para formas de ondas sinusoidales se tiene:

$$p = 1/2 E_m I_m \left[ \cos(2\omega t + \alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta) \right]$$

$$= \frac{E_m}{I_m} \left[ \cos(2\omega t + \alpha + \beta) + \cos(\alpha - \beta) \right] \quad (2)$$

Donde  $E_m$  e  $I_m$  son los valores máximos de la diferencia de potencial y corriente, respectivamente, y  $E$  e  $I$  son los correspondientes valores efectivos.

La potencia instantánea en los puntos de entrada de un circuito polifásico es igual a la suma algebraica de los productos obtenidos por la multiplicación de la corriente instantánea en cada punto de entrada y un segundo punto de referencia, el cual sirve para medir la diferencia de potencial. Como punto de referencia se toma el neutro del sistema. La potencia instantánea en un circuito trifásico en el cual la diferencia de potencialidad y corriente son sinusoidales análogamente, está dada por la expresión anterior en la que hay que considerar el concepto para las tres fases.

Potencia aparente.-

La potencia aparente en los dos puntos de entrada de un circuito monofásico y de dos alambres, es el producto escalar de la corriente efectiva en un conductor multiplicado por la diferencia de potencial efectiva entre los dos puntos de entrada. La potencia aparente  $S$  está dada por:

$$S = \frac{E}{I}$$

La potencia aparente en los puntos de un circuito polifásico no es tan simple de definir. Generalmente, la distinción se hace entre potencia aparente aritmética y potencia aparente algebraica (Cada una está definida en los estándares americanos). En un análisis común de un sistema de potencia considerando cargas y características de

carga balanceada. En este caso la potencia aritmética y la potencia algebraica son iguales y son iguales a la magnitud del fasor potencia. La potencia aparente en los puntos de entrada de un circuito trifásico bajo carga balanceada está dado por la siguiente expresión.

$$S = \sqrt{3} \cdot E / I$$

Donde E es el valor efectivo de la diferencia de potencialidad entre el conductor de fase y el neutro, e I es el valor efectivo de la corriente en cada conductor de fase. La forma más familiar en la cual la potencia aparente es un circuito trifásico balanceado esta dado por la fórmula:

$$S = \sqrt{3} \cdot V_1 / I_1 \quad (3)$$

Donde V1 e I1 son los valores efectivos de voltaje de línea y corriente de línea, respectivamente.

Potencia Activa.-

La potencia activa en los puntos de entrada de un circuito monofásico y de dos alambres está dado por el valor promedio de las potencias instantáneas cuando el promedio está tomado sobre un ciclo de corriente alterna. Generalmente la potencia activa P, está dada por:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt \quad (4)$$

Donde p(t) es la potencia instantánea como una función del tiempo, y T es el período de la corriente alterna.

Si el voltaje y la corriente son sinusoidales, en -

tonces:

$$\begin{aligned} P &= /E//I/ \cos (\alpha - B) \\ &= /E//I/ \cos \theta \end{aligned} \quad (5)$$

Donde E e I son los valores efectivos de voltaje y corriente respectivamente,  $\alpha$  y B son los ángulos de fase correspondientes, y  $\theta$  es el ángulo en el cual la corriente I dentro de la carga retrasa al voltaje E a través de la carga.

La ecuación 4 es también aplicable a un circuito polifásico. La potencia activa en un circuito polifásico de cuatro puntos (tres conductores de fase y neutro), cuando ambos el voltaje y la corriente son sinusoidales y cuando los voltajes son medidos al neutro, está dado por:

$$P = \sum_{r=1}^3 /E_r//I_r/ \cos \theta_r \quad (6)$$

Donde  $E_r$  e  $I_r$  representan los valores efectivos de voltaje al neutro y la corriente de fase, respectivamente.  $\theta_r$  es el ángulo por el cual  $I_r$  retrasa a  $E_r$ .

Si la carga de tres fases es balanceada:

$$P = \sqrt{3} /E_1//I_1/ \cos \theta \quad (7)$$

Donde  $E_1$  e  $I_1$  es el voltaje efectivo línea a línea y corriente de línea, respectivamente, y  $\theta$  es el ángulo por el cual la corriente de fase,  $I_f$ , retrasa al voltaje de fase,  $E_f$ . En un circuito balanceado de tres fases cuatro alambres, la corriente de línea  $I_1$  es la corriente de fase  $I_f$ .

En el análisis del sistema de potencia común el estudio es hecho para una base por fase, por lo tanto, para un circuito de tres fases, balanceado, la potencia activa es un tercio del valor dado por la ecuación (7) o:

$$P_f = /E_f//I_f/ \cos \theta$$

Donde  $E_f$  e  $I_f$  son los valores efectivos de voltaje de fase y corriente de fase respectivamente-

La potencia activa es la componente de energía o utilizable de potencia requerida por las cargas y debe ser aplicada desde la estación generadora o de los inductores principales.

Potencia reactiva.-

La potencia reactiva  $Q$ , en un circuito monofásico, de dos conductores, en el cual el voltaje y la corriente, son ambos sinusoidales está dada por:

$$\begin{aligned} Q &= /E//I/ \operatorname{sen} (\alpha - \beta) \\ &= /E//I/ \operatorname{Sen} \theta \end{aligned} \tag{8}$$

Donde los valores tienen el mismo significado que lo indicado en la ecuación (5).

La potencia reactiva  $Q$ , en un circuito de tres fases, balanceado, en donde el voltaje y la corriente son ambos sinusoidales está dado por:

$$Q = \sqrt{3} /E_L//I_L/ \operatorname{sen} \theta \tag{9}$$

Donde los valores tienen el mismo significado que lo indicado para la ecuación (7). La potencia reactiva es también aplicada en los estudios de sistemas de base por fase. La potencia reactiva por fase correspondiente a la ecuación (10) está dada por:

$$Q_f = \frac{E_f}{I_f} \sin \theta \quad (10)$$

La potencia reactiva es la componente magnética de la potencia requerida por el circuito. Esta es la potencia necesaria para establecer el flujo magnético requerido por el circuito y es por comodidad usualmente, referido como voltamperio magnéticos o VARS magnéticos.

Fasor Potencia.-

El fasor potencia en un circuito de fase simple, de dos conductores, en el cual el voltaje y la corriente son ambos sinusoidales, está dado por:

$$\begin{aligned} V &= E \hat{I} \\ &= \frac{E}{I} (\cos \theta + j \sin \theta) \end{aligned} \quad (11)$$

Donde:

$$E = \frac{E}{I} e^{jx} = \text{fasor voltaje}$$

$$I = \frac{I}{I} e^{jB} = \text{fasor corriente}$$

$$\hat{I} = \frac{I}{I} e^{-jB} = \text{conjugada de } I$$

$$\frac{E}{I} = \text{Valor efectivo del fasor voltaje } E$$

$$\frac{I}{I} = \text{Valor efectivo del fasor corriente } I$$

$$\theta = (\alpha - \beta)$$

El fasor potencia

en magnitud es igual:

$$|V| = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (12)$$

El valor complejo del fasor potencia está dado por:

$$V = P + jQ \quad (13)$$

Las ecuaciones (12) y (13) son aplicables a un circuito polifásico cuando P y Q representan el total (suma algebraica) de las potencias activas y reactivas de todas las fases. En un circuito de tres fases, cuatro alambres, en el cual los voltajes y las corrientes son sinusoidales las potencias activas  $P_1, 2, 3$  y las potencias reactivas  $-Q_1, 2, 3$  están dadas en la forma de la ecuación (5) y (8) respectivamente.

En un circuito trifásico balanceado, las corrientes y voltajes forman series simétricas, entonces:

$$P = 3 P_1$$

$$Q = 3 Q_1$$

$$|V| = 3 \sqrt{P_1^2 + Q_1^2}$$

$$|V| = 3/E_1 // I_1/$$

Se ve que la última expresión es la potencia aparente. Por lo tanto, para un circuito trifásico balanceado, en el cual los voltajes y corrientes son sinusoidales, la magnitud del fasor potencia es igual a la potencia aparente.

Fasor de potencia promedio.-

El fasor de potencia promedio en los puntos de entrada de un circuito, cuando los intervalos de tiempo promediados, son mucho más grandes que el período de la corriente alterna, está dado por:

$$|V_a| = \sqrt{P_a^2 + Q_a^2}$$

Donde  $P_a$  y  $Q_a$  son las potencias activas y reactivas-promedio, respectivamente. Este término es usado indirectamente en el cobro de consumidores cuyos contratos contienen un factor de potencia en cláusulas específicas. La medición de servicios de estos consumidores, consiste en la medida de vatio-hora y de var-hora. La potencia activa promedio,  $P_a$ , y la potencia reactiva promedio  $Q_a$  son proporcionales a los vatio-hora y var-hora, respectivamente, registrados en la correspondiente medición.

El factor de potencia promedio,  $(f_p)_{\text{prom.}}$ , está dado por:

$$(f_p)_{\text{prom.}} = \text{Cos} \left( \tan^{-1} \frac{\text{Var-hora}}{\text{Wat-hora}} \right) \quad (14)$$

Las expresiones matemáticas expresadas se aplican para condiciones de carga fijas. En el sistema de distribución práctico, las cargas varían en el tiempo i.e., los valores del fasor de corrientes varían en valor absoluto y en ángulo de fase. Para cargas que varían en el tiempo como existen en el sistema práctico es usualmente más conveniente expresar las cargas como un promedio sobre un intervalo de tiempo específico. Esta carga promedio se refiere como demanda.

L.2.2.3 Demanda.-

"La demanda de una instalación o sistema, es la carga en los terminales de recepción promediados sobre un intervalo específico de tiempo". La carga es la mercancía - en consideración y puede ser cualquiera de los varios tipos de potencia, tales como potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, vector de potencia o corriente. Por lo tanto, la demanda es expresada en kilovatios, kilovars, kilovoltamperios, amperios o cualquiera otra unidad conocida aplicable a la carga como mercancía.

El período sobre el cual es promediada, es el intervalo de demanda. El intervalo de demanda está determinado por la aplicación particular bajo consideración, la cual puede ser gobernada por la constante térmica de tiempo - del aparato bajo consideración o la duración de la carga. Las cargas pueden ser solamente momentáneas, tales como - las cargas debidas a la resistencia de soldaduras o a las corrientes de encendido de motor. Por lo tanto, el aparato puede tener una constante térmica larga, tal como, intervalos de demanda de 15 minutos, 30 minutos, una hora, o aún mayores, pueden ser más practicables. Un estado de cuenta o de demanda puede siempre indicar el intervalo de demanda. A menos que el estado de cuentas indique el intervalo de demanda, éste no tiene significado. La variación en demandas con intervalos de demanda para una carga dada puede ser obtenida en una cinta de registro previamente preparada para que las fluctuaciones rápidas de carga, no sean registradas. La demanda impuesta por un ciclo particular de carga, es dependiente de la coincidencia de los intervalos límites de demanda y las variaciones de carga.

La demanda no debe ser confundida con la carga continua proporcional. La demanda es una carga promedio que un aparato impone a un sistema durante un intervalo.

#### I.2.2.4 Demanda máxima.-

La demanda máxima de una instalación o sistema es la más grande de las demandas que puede ocurrir durante un intervalo específico de tiempo. La demanda máxima está expresada en unidades apropiadas del tipo de carga que está siendo considerada, tales como Kw, KVA, amperios, u otras unidades citables. La carga como mercancía puede ser cualquiera de los tipos de potencia dados en 1.2.2.1. Usualmente la demanda máxima, es la de mayor interés, ya que es la más severa de las condiciones normales impuestas a un sistema en el interés de la carga térmica o que el voltaje caiga.

Así como en el caso de la demanda una exposición de la demanda máxima puede definir el intervalo de demanda. Por lo tanto, es necesario definir el período durante el cual la demanda particular fue la máxima de todas las demandas.

La demanda máxima de un sistema o parte del sistema en estudio, cambia con el intervalo de demanda. Si la carga es un variante en el tiempo, es decir no constante, el intervalo de demanda más grande resulta en la demanda máxima menor. Por lo tanto, si la carga es constante para la duración de un intervalo demanda una reducción en el intervalo de demanda, no resulta en un incremento de la demanda máxima.

Términos adicionales son aplicables para describir las demandas de las cargas relacionadas o no relacionada. Estas son la demanda diversificada o coincidente y demanda no coincidente. A pesar de que los términos han sido frecuentemente aplicados sus definiciones no han sido estandarizados.

Una demanda diversificada, es la demanda de un grupo compuesto de cargas. Esta es la demanda de un grupo como un todo sobre un intervalo particular. Es también aplicable para un grupo compuesto de otras cargas no relacionadas y es la demanda en la cual un grupo puede imponerse sobre el sistema, sobre un intervalo particular. Es la suma de las demandas impuestas por cada carga sobre el intervalo particular. Dicho en otras palabras, es la suma de las contribuciones de las demandas individuales a la demanda diversificada. La demanda máxima diversificada, es usualmente el valor que es de más interés.

La demanda no coincidente es la suma de las demandas de un grupo de cargas que no tienen restricciones de intervalo al cual esta demanda es aplicable. Con referencia a la demanda no coincidente, las demandas usualmente consideradas son las demandas máximas individuales; por lo tanto, la referencia es usualmente hecha a la demanda no coincidente máxima, ya que ésta es aplicable a un número particular de cargas, la demanda máxima no coincidente es indicativa del promedio de la demanda máxima individual.

La demanda máxima no coincidente es usualmente aplicada a cargas no relacionadas, mientras que la demanda máxima diversificada es aplicada a cargas relacionadas. La demanda máxima no coincidente también indica la demanda máxima de un grupo de cargas normalmente no relacionadas si las demandas máximas fuesen coincidentes.

Debería ser conveniente expresar la demanda máxima diversificada o coincidente y la demanda máxima no coincidente en unidades de demanda por número de cargas. La demanda máxima no coincidente es el promedio aritmético de la demanda máxima individual.

El avance o retardo de los límites del intervalo de demanda resulta en variación de la demanda indicada. Por lo tanto, la demanda indicada es dependiente del tiempo - de la carga pico relativo a los intervalos de demanda y - sus límites.

#### I.2.2.5 Factor de demanda.-

"El factor de demanda es la relación de la demanda máxima de un sistema al total de la carga conectada al sistema". Análogamente el factor de demanda de una parte del sistema puede ser definido como la relación de la demanda máxima de una parte del sistema al total conectado de carga de la parte del sistema bajo consideración.

La carga conectada es la suma de las registros continuos de carga consumidos por aparatos conectados al sistema o cualquier otra parte. La carga conectada y la demanda máxima son expresados en las mismas unidades, así como el factor de demanda, es no dimensionable. Para ser específico una exposición del factor de demanda debería indicar el intervalo de demanda y el período sobre el cual la demanda máxima se aplica. El factor de demanda es usualmente menor que la unidad. Este puede ser unidad solamente si la carga total conectada es energizada simultáneamente, para un período tan grande como el intervalo de demanda. El factor de demanda puede indicar el grado en el cual la carga total conectada es operada simultáneamente. El factor de demanda puede ser aplicado a todo el sistema así como también ser aplicable al servicio del último circuito ramal del sistema.

#### I.2.2.6 Factor de utilización.-

"El factor de utilización o de uso, es la relación-

de la demanda máxima de un sistema a la capacidad nominal del sistema". Para una parte del sistema, el concepto del factor de utilización se lo aplica análogamente. La demanda máxima y la capacidad nominal, están expresadas en las mismas unidades, así como también el factor de uso no tiene dimensión. Una exposición del factor de uso, nos indicará el intervalo de demanda y el período sobre el cual - la demanda máxima se aplica.

Mientras el factor de demanda puede indicar el grado en el cual la carga total conectada está siendo servida simultáneamente, el factor de utilización nos indica - el grado en el cual un sistema está siendo cargado durante una carga pico con respecto a su capacidad.

Mientras que la capacidad nominal de un sistema o parte de él está usualmente determinada por la capacidad térmica, la limitación de la caída de voltaje puede ser excedido debido a una carga que es menor que la capacidad térmica del sistema. La más pequeña de las capacidades térmicas o de caída de voltaje, es la base para el factor de utilización, por lo tanto, para ser específico una exposición de factor de uso, debe indicar las bases de la capacidad nominal o de régimen.

#### I.2.2.7 Factor de Carga.-

"El factor de carga es la relación de la carga promedio sobre un período determinado de tiempo a la carga pico ocurrida en ese período". Esta carga promedio está en por unidad de la carga pico. La carga pico puede ser la máxima instantánea a la máxima carga promedio sobre un intervalo determinado de tiempo (demanda máxima). La carga pico en esta definición es usualmente entendida a ser la demanda máxima, ya que en las instalaciones que envuel

ven cargas pico, ésta es tomada como la más grande de las cargas promedio (demanda) sobre un intervalo específico - que ocurre dentro de un período de tiempo dado.

La definición de factor de carga puede ser especificado en que define el intervalo de demanda, el período en el cual la demanda máxima y la carga promedio se aplica, - la manera de medida de la demanda máxima, y de la carga . envuelta.

Para una carga dada excepto en aquella en la cual, - el ciclo está compuesto por cargas de idénticos ciclos, - el período más grande usualmente resulta en unos factores de carga más pequeños. Mientras el consumo de energía está distribuido sobre un tiempo mayor, la carga es menor - para un período más largo, la cual no cambia en la demanda máxima. Esto resulta en un factor de carga menor para períodos de tiempos más largos.

El factor de carga es mayor que cero y es menor o - igual a la unidad. Una carga que es constante durante el período tendrá un factor de carga de uno por unidad o del 100%, porque la carga promedio y la carga pico serán iguales. Usualmente, el factor de carga es mucho menor que este valor.

Un reloj eléctrico tiene un factor de carga del 100 %, pero la carga es relativamente insignificante en términos de demanda máxima y kW-h consumidos. Básicamente, el factor de carga indica el grado en el cual la carga pico está sostenida durante el período. Los ciclos de carga de varias formas y de varias cargas pico pueden tener iguales factores de carga. El único requerimiento para factores de carga iguales, es que la relación de la respectiva carga promedio a la carga pico sean iguales.

#### I.2.2.8 Factor de Diversidad, Factor de coincidencia, Carga Diversificada.-

##### Factor de diversidad.-

"El factor de diversidad es la relación de la suma de las demandas máximas individuales de las varias subdivisiones de un sistema a la máxima demanda de todo el sistema". El factor de diversidad de una parte del sistema es definido de una manera análoga; éste es la unidad si las demandas máximas individuales ocurren simultáneamente o son coincidentes.

Un grupo de cargas en las cuales las demandas máximas no son coincidentes, deben tener una demanda máxima de grupo menor que la suma de las demandas individuales.- El factor de diversidad para el grupo deberá ser más grande que la unidad. Un factor que describe estas características de carga, pero que tiene un valor menor o igual que la unidad, es preferido por algunos proyectistas. El factor de coincidencia describe estas características.

##### Factor de coincidencia.-

"El factor de coincidencia es la relación de la demanda máxima coincidente total de un grupo de consumidores a la suma de las demandas máximas de las potencias de los consumidores".

Básicamente, el factor de coincidencia es el recíproco del factor de diversidad.

##### Carga Diversificada.-

"La carga diversificada es la diferencia entre la-

suma de los picos de dos o más cargas individuales y el - pico de la carga combinada". Ya que la diversidad de carga es una diferencia entre dos cantidades de unidades similares más que una relación, está expresada en las unidades de las dos demandas que están siendo comparadas. Las exposiciones del factor de coincidencia o carga diversificada, debe incluir la información requerida para el factor de diversidad.

Las tres características y la relación entre ellas pueden ser expresadas por las siguientes expresiones matemáticas.

Factor de Diversidad.  $F_D$

$$F_D = \frac{\sum_{r=1}^n Dr}{D_1 + 2 + 3 + \dots + n} \quad (15)$$

$$= \frac{1}{F_C}$$

Factor de Coincidencia.  $F_C$

$$F_C = \frac{D_1 + 2 + 3 + \dots + n}{\sum_{r=1}^n Dr} \quad (16)$$

$$= \frac{1}{F_D}$$

Carga Diversificada.  $C_D$

$$C_D = (D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D_n) - D_1 + 2 + 3 + \dots + n$$

$$= \sum_{r=1}^n D_r - D_{1+2+3+\dots+n} \quad (17)$$

Donde:

$D_1, D_2, D_3,$  y  $D_n$  = Demanda máxima de carga 1, 2, 3 y n, respectivamente.

$D_{1+2+3+\dots+n}$  = Demanda máxima del grupo de (1 + 2 + 3 + ..... + n) cargas.

Una expresión del factor de diversidad o factor de coincidencia o diversidad de carga, deberían indicar el número de cargas para el cual es apreciable. También, debería indicar la comodidad de carga (kW, KVA, etc.) que están siendo considerados, el intervalo de demanda, y el período en el cual éste es apreciable.

#### I.2.2.9 Demanda Diversificada.-

Con referencia a las demandas diversificadas o no coincidentes, el numerador de la ecuación 16 es la demanda máxima diversificada o la demanda máxima coincidente, mientras el denominador es la demanda máxima no coincidente. En aplicación a las ecuaciones 15 y 16, las demandas máximas pueden también ser expresadas en unidades de demanda por número de cargas (n), con tal que, tanto el numerador y denominador están expresados por unidad de "n" cargas.

#### I.2.2.10 Factor de pérdida.-

"Factor de pérdida es la relación del promedio de pérdida de potencia a la pérdida de potencia del pico de -



carga, durante un específico período de tiempo". El factor de pérdida no indica necesariamente la carga térmica de una pieza de un aparato. Este indica solamente el grado en el cual la pérdida de carga dentro del aparato durante el pico de carga es mantenida a través del período en el cual la pérdida de carga está siendo considerada.

Una pérdida es también una carga en el sistema; por lo tanto, el factor de pérdida puede ser considerado como el factor de carga de la pérdida. Para ser completa, la misma información se debe requerir en expresiones de factor de pérdida y factor de carga. Por lo tanto, una expresión de un factor de pérdida particular debe especificar el intervalo de demanda (pérdida de demanda), el período en el cual el factor de pérdida se aplica, y la comodidad de carga (potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, etc) que resulta en la pérdida que está siendo considerada. La inclusión de la comodidad de carga necesaria e importante, porque la segregación de las pérdidas está de acuerdo a la contribución de carga.

Si el intervalo de demanda es medible con las fluctuaciones de la carga, incrementando el intervalo de demanda de un ciclo de carga resulta en un decrecimiento en la demanda máxima y de la pérdida de carga pico (expresado como una demanda) y un correspondiente incremento en factor de pérdida.

#### I.2.2.11 Factor de Potencia.-

Mientras que el significado de factor de potencia de cargas concentradas fijas, puede ser medianamente entendido, la misma definición no puede ser del todo aplicable a las cargas variables distribuidas. Básicamente el factor de potencia es definido como la relación de la po-

tencia activa a la potencia aparente. Generalmente el factor de potencia de circuitos polifásicos puede ser encontrado como aritmético o algebraico, para indicar si es la potencia aparente aritmética o algebraica es usada en su determinación.

En circuitos polifásicos en los que el voltaje y la corriente son sinusoidales y cada uno forma series simétricas (balanceado), el circuito es analizado en una base por fase. Luego el factor de potencia es la relación de potencia activa a la potencia aparente y está dado como:

$$\begin{aligned} f_p &= \cos(\alpha - \beta) \\ &= \cos \theta \end{aligned} \quad (18)$$

Donde  $\alpha$  y  $\beta$  son los ángulos de fase de voltaje y corriente, respectivamente, y  $\theta$  es el ángulo por el cual la corriente retrasa a la caída de voltaje en la carga.

La definición anterior no es generalmente aplicable a una carga distribuida o a un grupo de cargas individuales que están continuamente cambiando. En este caso el factor de potencia debe ser aplicable a una condición particular de carga, tal como una carga de luz o una carga en tal caso, las cargas están expresadas en demanda.

El aplicar el factor de potencia de grupo a cada carga individual es esencialmente para asumir que las potencias activas y reactivas aparentes totales están distribuidas similarmente a lo largo del alimentador que esté en consideración.

Es más razonable determinar el factor de potencia promedio más que el factor de potencia en unas condiciones

nes particulares de carga. En este caso el factor de potencia es determinado por la potencia activa promedio y la potencia reactiva promedio que son proporcionales al KWh y Kvar-h, respectivamente.

#### I.2.2.12 Balanceo de Carga y Voltaje.

##### Carga Balanceada.-

"Una carga polifásica balanceada es una carga a la cual corrientes simétricas son suministradas cuando está conectada a un sistema que tiene voltajes simétricos". Un análisis del circuito que está sirviendo a estas cargas es usualmente hecho, asumiendo simétricos los voltajes de suministro. Donde la carga es generalmente desbalanceada, es conveniente tomar el método de los componentes simétricos.

Un balance razonable de las cargas entre las fases de un sistema de tres fases es usualmente posible. En general un razonable balance de las cargas de las fases de un sistema polifásico puede ser obtenido en puntos discretos del sistema.

##### Voltaje Balanceado.-

Normalmente, los voltajes generados en un sistema polifásico, son suficientemente simétricos o balanceados cuando son aplicados a una carga balanceada únicamente corrientes simétricas fluirán. Por lo tanto, los voltajes pueden ser asimétricos debido al desbalance de las corrientes o al circuito asimétrico.

#### I.2.2.13 Distribución de Carga.-

Las cargas en el sistema de distribución puede ser un grupo de cargas que están concentradas en un punto en el sistema, o un grupo de cargas distribuidas sobre una parte particular del sistema. Las cargas concentradas son más fácilmente manejables en estudios de sistemas.

Las cargas son usualmente de interés en estudios de trascendencia, tales como el cálculo de voltaje, debido a las corrientes de encendido de motor; por lo tanto, estas cargas pueden ser de interés en condiciones normales si la carga individual justifica su atención, debido a algunas características de esta magnitud. Ya que un grupo de cargas puede estar distribuida sobre una parte del sistema, ellas pueden ser consideradas como una carga concentrada en un punto particular en este sistema. Las cargas que no están concentradas pueden ser distribuidas sea uniformemente o no a lo largo del alimentador o sobre una área.

### I.2.3 Aplicación de las Características de la Carga Eléctrica.-

El determinar el efecto de las cargas individuales o el de un grupo de cargas, sobre el diseño total del sistema, sobre un punto particular del mismo, o una sección de este, generalmente es el problema que tiene relación con las cargas eléctricas.

Las características de la carga eléctrica se aplican para el diseño del sistema eléctrico, en especial para el estudio de Control de Voltaje, la evaluación de las pérdidas, y la determinación de la capacidad térmica de los materiales, aparatos y equipos.

En el estudio de sistemas eléctricos, a más de los-

valores de los componentes de carga y de los de pérdidas, los de mayor interés son los de Demanda.

#### I.2.3.1 La Demanda Máxima.-

Esta característica de carga es la de mayor utilización, ya que se la puede obtener mediante registros periódicos de la carga en un sistema eléctrico. Y además otras características se expresan en términos de la demanda Máxima.

La demanda máxima se emolea directamente en los factores de demanda, factores de carga y de diversificación. Si éstos factores son conocidos o pueden aproximarse dentro de un cierto rango de precisión, es evidente que se podrá determinar la demanda máxima con la misma precisión

#### I.2.3.2 La Demanda Diversificada.-

La falta de coincidencia entre cargas individuales, como también entre grupos de cargas generales, tiene importancia en el aspecto económico del sistema eléctrico.

La importancia de esta diversidad entre demandas, se puede apreciar si consideramos el incremento en capacidad, que se debería dar al sistema desde la unidad generadora hacia los diferentes puntos de la instalación, si las demandas máximas individuales ocurrieran simultáneamente.

La diversidad entre demandas máximas se calcula con el factor de diversificación. Este factor es utilizado para determinar la demanda máxima resultante, a partir de la combinación del grupo de cargas individuales, y a partir de la combinación de grupos de cargas generales.

La diversidad entre cargas individuales o de grupos aislados de cargas, tiende a incrementarse si difieren - las características de las cargas. Así, por ejemplo si la demanda máxima de un grupo formado por cargas individua - les ocurre por la tarde, y se las combina con un grupo i - gual de cargas, cuya demanda máxima ocurre por la mañana, el factor de diversificación será mucho más alto que si - para todas las cargas, la demanda máxima ocurriera o solo por la mañana, o solo por la tarde.

### I.2.3.3 El Factor de Diversificación.-

La demanda máxima de un grupo de cargas es una fun - ción del factor de diversificación y, de las demandas má - ximas individuales que forman parte de ese grupo. Puede - ser más conveniente expresar a la demanda máxima de un - grupo de cargas o demanda diversificada, en términos de - otras características individuales de carga; así, por ej - emplo el factor de carga o el promedio de demanda.

El factor de diversificación implícitamente dado - por el factor de coincidencia, se aplica generalmente a - un grupo de demandas máximas individuales. Para obtener - la demanda máxima total, entendiendo como la demanda máxi - ma deversificada, es necesario que el factor de coinciden - cia sea el correspondiente a ese grupo.

Una característica práctica del factor de coinciden - cia, es el promedio de ese factor como una función del nú - mero de cargas similares u homogéneas, dentro de un perío - do e intervalo pertenecientes a una carga dada; no obstan - te, la característica práctica del factor de coincidencia posee limitaciones por falta de precisión, aún en las me - jores condiciones.

Un promedio de la característica coincidente, puede desarrollarse a partir de varios factores de coincidencia obtenidos en base a la inclusión de los ciclos de carga - individuales en el grupo, en diferentes órdenes, Sin embargo, la mejor característica promedia no es exacta para grupos pequeños de cargas, puesto que la influencia de cualquier carga sobre la demanda total, será mayor que para grupos más grandes. Cuando el número de cargas homogéneas se incrementa, la contribución de cada una de ellas a la demanda total disminuye.

#### I.2.3.4 Evaluación de las Pérdidas.-

El análisis técnico económico se lo debe hacer en la selección de un equipo eléctrico (transformador, alimentador, etc), en tal sentido la consideración de la evaluación de las pérdidas adquiere su importancia.

Los valores que más se utilizan en el estudio de las pérdidas son: las pérdidas que corresponden a la demanda máxima o pico de carga, y las pérdidas medias. Además de estos valores, también es necesario considerar el cargo por demanda y el cargo por energía.

El cargo por demanda puede ser calculado a partir de la pérdida máxima; mientras que el cargo por energía puede calcularse utilizando el valor de las pérdidas medias. Por consiguiente, es necesario determinar tanto a las pérdidas de pico, como a las pérdidas medias.

## CAPITULO II

### APLICACION DEL FACTOR DE DEMANDA EN EL DISEÑO ELECTRICO DE UN HOSPITAL

#### II.1 IMPORTANCIA DEL FACTOR DE DEMANDA

Un receptor eléctrico puede trabajar a su plena potencia nominal, si bien a menudo funciona únicamente a una fracción de la misma o está desconectado. Ejemplos de esto ocurren en hornos eléctricos con varios elementos calefactores, estufas u hornos de encendido progresivo, cocinas eléctricas con hornillas, motores eléctricos para máquinas herramientas, aparatos elevadores, reguladores de iluminación (Recuperación, Cuidados intensivos), etc. A todo receptor aprovechado al máximo se atribuye un factor de demanda  $fd = 1$ . Cuanto mayor sea el número de receptores existentes, tanto menor será la probabilidad de que todos trabajen simultáneamente a su plena potencia nominal. De ello se deduce, para el dimensionamiento de las instalaciones, que el factor de demanda  $fd_2, fd_3$ . Fig 2, es cada vez más pequeño a medida que se progresa hacia la conexión de la línea de suministro eléctrico.

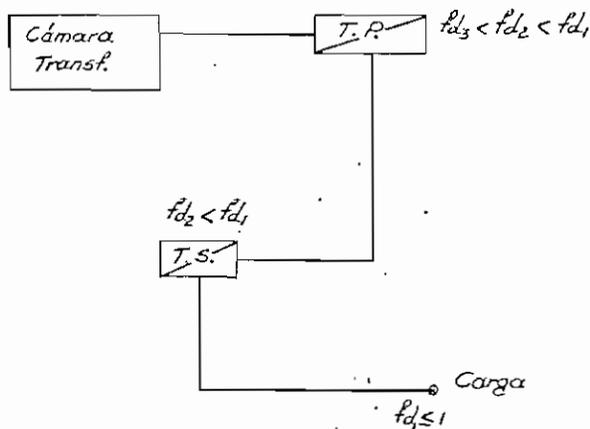


Fig. 2.

El factor de demanda de los varios tipos de cargas existentes en una instalación hospitalaria tiene importancia en el proyecto de todo el sistema eléctrico. Es de importancia decisiva para calcular la carga que se ha de esperar, y ha de determinarse partiendo de valores empíricos o medidos en las instalaciones existentes. Se lo aplica para elegir la potencia del transformador, generador de emergencia, cálculo de alimentadores, como también en la selección de los contadores de energía, por parte de la Empresa de suministro.

## II.2 CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO ELECTRICO DE UN HOSPITAL

Las ciencias médicas y de enfermería han llegado progresivamente a ser dependientes de la energía eléctrica para el cuidado y preservación de la vida de los pacientes-

Ejemplo de lo dicho, son las instalaciones y equipos usados en las operaciones del corazón, para circulación artificial de sangre o equipos de succión para la remoción de fluidos que pueden causar asfixia, iluminación de áreas determinantes a fin de permitir la realización de los procedimientos requeridos, como en la sala de operaciones o de cuidados intensivos de pacientes y fuerza para los sistemas esenciales, como conservación de sangre o tejidos en los bancos correspondientes.

Por esta razón la determinación cuidadosa de las instalaciones eléctricas para las labores del Hospital, junto con las requeridas por otras consideraciones de seguridad y de funciones mínimas, es de gran importancia para poder realizar un proyecto que cumpla correctamente con las necesidades reales de la institución en los casos

más críticos.

En este numeral, el lector encontrará conceptos, normas y recomendaciones relacionadas con el diseño de las instalaciones eléctricas en Hospitales.

## II.2.1 El Circuito Ramal Elemento Básico de la Instalación.-

Según los códigos eléctricos, el circuito ramal constituye el elemento básico de la instalación eléctrica, ya que a partir de su diseño, se estructura en pasos sucesivos todo el sistema eléctrico.

En base a los requisitos que el uso de los ambientes a ser electrificados, exige, se realiza la ubicación de las salidas que se deben alimentar, y se trazan los circuitos ramales que alimentan dichas salidas agrupando de este modo las cargas en la forma más conveniente y determinando así las necesidades que deben cumplir el sistema de alimentadores.

### Clasificación de los Circuitos Ramales:

#### 1.- Clasificación de acuerdo a la Carga Conectada.-

En general, las características de los circuitos dependen el tipo de carga conectada y resulta evidente que agrupando las cargas de acuerdo a los aspectos comunes entre ellas, es mayor el aprovechamiento que se puede hacer de las ventajas de diseñar circuitos adaptados a las necesidades de utilización.

De acuerdo a la carga conectada los circuitos pueden clasificarse en:

## a.- Circuitos para Cargas Agrupadas.-

Estos circuitos se caracterizan por alimentar un cierto número de cargas cuya suma determina las características del circuito, cargas que pueden ser de alumbrado, detomacorrientes distribuidos a lo largo del circuito.

### a.1 Circuitos de Uso General para Alumbrado.-

Estos, abastecen la carga de alumbrado del edificio de su correcto diseño dependen en gran parte las condiciones de funcionalidad de sus ambientes-

Como carga de alumbrado se considerará la constituida por los aparatos de alumbrado, tales como lámparas de techo o pared, lámparas de vigilia, lámparas ciclíticas de Quirófanos, etc.

### a.2 Circuitos de Uso General para Tomacorrientes.-

Se consideran aquellos que alimentan salidas para tomacorrientes de uso general, aún cuando en alguno de ellos se conectasen eventualmente un aparato fijo, siempre que su carga no sea la principal del circuito, En estos circuitos tenemos las cargas de pequeñas herramientas, máquinas para aseo y mantenimiento, aparatos receptores de radio o televisión o equipo de oficina.

También, se considera como carga de estos circuitos equipos portátiles como lámparas de mesa, lámparas auxiliares de quirófano y cualquier otro destinado al alumbrado pero conectado a un tomacorriente.

### a.3 Circuitos para Aparatos sin Motores.-

Estos circuitos se diseñan para alimentar cargas puramente resistivas, tales como cocinas eléctricas, calentadores, hornos, etc. y sus características dependen de la carga prevista en este tipo de circuitos.

#### a.4 Circuitos para Aparatos con Motores.-

Estos circuitos son similares a los anteriores pero tomando en cuenta que los aparatos conectados están dotados de uno o más motores para su funcionamiento, como es el caso de refrigeradoras, batidores, pela-papas, etc. en las cocinas o las herramientas portátiles de los talleres.

#### b.- Circuitos para Cargas Individuales.-

Son aquellos destinados a abastecer cargas correspondientes a artefactos fijos que por sus características requieren ser alimentados independientemente de otras cargas, como pueden ser aparatos de Rayos X, Autoclaves, bombas, calentadores, cocinas eléctricas, aparatos de aire acondicionado, etc.

Las características del circuito serán función de la carga que en este caso estará bien definida y concentrada en un solo punto o salida.

Quando la carga es un motor o motores componentes de una sola máquina, se deberá tomar en cuenta las condiciones especiales que se producen durante el arranque de un motor e incluso durante su marcha.

## 2.- Clasificación de Acuerdo a la Capacidad de Protección

Según la definición de circuito dada por las normas, resulta inmediata esta clasificación pues, se atiende el-

control de los efectos térmicos originados por la corriente en el circuito.

### 3.- Clasificación de Acuerdo al Sistema de Distribución.-

En esta clasificación fundamentalmente, los aspectos a considerar son: tensión entre fases, tensión de fase a neutro, número de fases y número de conductores.

#### Circuitos mal Diseñados.-

Un circuito se puede considerar mal diseñado, cuando no cumple con los requisitos relativos a protección, diseño y trazado.

De acuerdo al carácter del perjuicio ocasionado, los efectos se pueden agrupar en:

#### a.- Perjuicios Económicos.-

Aumento del costo anual por pérdidas de energía.

Aumento del costo de mantenimiento por deterioro de pared o totalidad del circuito.

Aumento del costo inicial por exceso de materiales a causa de recorridos excesivos o sobredimensionamiento de los conductores.

Un mayor costo en caso de ampliaciones futuras de la carga a causa de la falta de reserva suficiente en los circuitos.

Acortamiento en la vida de los aparatos de alumbrado por tensiones insuficientes o fluctuaciones.

b.- Mal funcionamiento de los Sistemas Instalados.-

Bajo rendimiento del equipo por exceso de caída de tensión en los circuitos.

Menor seguridad en la continuidad del servicio

Molestias visuales por parpadeo de las luces.

Dificultades en el uso de los ambientes por mala ubicación de puntos de control y salidas de alumbrado o tomacorrientes.

Limitaciones para el uso de cualquier artefacto no previsto en el proyecto original.

Peligro de incendio por recalentamiento y cortocircuito.

II.2.2 Analisis de las Cargas Actual y Futura.-

Las cargas que existen en un sistema de alimentación de energía eléctrica del tipo que se estudia, de acuerdo a sus características, pueden clasificarse en forma bastante definida. Para estudiar las características, generales de cada uno de estos grupos, debe hacerse considerando los aspectos de crecimiento de cargas y reservas, la agrupación de cargas y las normas y recomendaciones sobre cargas por circuito límites de operación, etc.

Características Generales de los Diferentes Tipos de Carga.-

Carga de Alumbrado.-

La carga conectada de aparatos de alumbrado en magnitud regularmente varía entre un 25% y 60% del total de la carga conectada.

Para la determinación de esta carga, en base a datos estadísticos, los manuales especializados publican tablas de carga por unidad de área, como se puede ver en el anexo No. 1. Estos datos son útiles solo para efectos de estimación de cargas, con lo cual se obtiene una idea aproximada de su magnitud. Una determinación precisa de esta carga, requiere la elaboración del proyecto de alumbrado.

El factor de demanda que presenta esta carga para los circuitos ramales, varía entre un 80% y 100% tomándose, sin embargo éste último valor como el de diseño, salvo en casos muy especiales y previo análisis cuidadoso, ya que una falsa apreciación podría colocar el circuito en situación de posible sobrecarga con las consecuencias anotadas anteriormente.

El factor de potencia de esta carga, depende de los equipos utilizados. A continuación se dan datos referenciales al respecto.

Equipos incandescentes	100%
Equipos fluorescentes con balastos de alto factor de potencia	95%
Equipos de descarga	90%
Equipos de luz mixta	90%

Carga de Fuerza.-

En este grupo tenemos las cargas que representan los diferentes equipos de la institución, cuya función es di-

ferente a la producción de luz.

Para un mejor análisis se puede tratar este grupo - bajo dos clasificaciones diferentes: desde el punto de - vista de los circuitos ramales, la carga se divide en:

- a) Carga de tomacorrientes para uso general
- b) Carga de equipos con alimentación individual

De acuerdo a las características de la carga:

- c) Carga de aire acondicionado
- d) Carga de equipos auxiliares
- e) Carga de equipos de refrigeración
- f) Carga de instalaciones de cocina
- g) Carga de instalaciones de lavandería
- h) Carga de equipos de transporte
- i) Cargas varias.

#### a.- Carga de Tomacorrientes para Uso General.-

En esta carga se considera el consumo de los arte - factos que se pueden conectar en los tomacorrientes de - uso general proyectados. La carga admitida por estos toma - corrientes puede tener una magnitud que representa de un - 20% a un 40% del total de las instalaciones.

De igual modo que en el caso de cargas de alumbrado pero naturalmente en forma menos exacta debido a la natu - raleza menos definida de la carga, en el anexo No. 2 se puede consultar datos estimativos de carga al respecto.

La demanda que representa esta carga para los cir - cuitos ramales, varía dependiendo de factores tales como - usos de ambientes servidos, situación geográfica, etc. El

factor de potencia es función de los elementos que se alimentan de dichos tomacorrientes. Un valor que se acepta - como promedio es 0.80

b.- Carga de Equipos con Alimentación Individual.-

Debido a las necesidades y características, existen equipos que requieren ser alimentados por circuitos individuales, tales como los equipos de Quirófanos, Equipos de esterilización, equipos de cocina, calentadores, motores, equipos de rayos X; equipos de talleres, equipos de servicio, etc.

El porcentaje restante de la carga total corresponde a estos equipos. Su magnitud aunque puede también ser estimada en base a los valores unitarios, requiere conocer la lista de equipos con sus características eléctricas completas para una determinación precisa.

La demanda en los circuitos que alimentan cargas individuales, es el total de la carga conectada, excepto en los casos de equipos con varias unidades y en los cuales es necesario tener en cuenta el régimen de funcionamiento de cada una.

c.- Carga de Aire Acondicionado.-

Esta carga constituye un porcentaje bastante importante, pudiendo llegar su valor a 40% del total de la carga conectada. Se puede asumir que una tonelada de refrigeración requiere una potencia de 1 HP, lo cual representa aproximadamente 1 KVA de carga.

A fin de tener en cuenta en la estimación de carga los equipos auxiliares, se aplican factores de corrección

que varían entre 1.6 y 2.0; los resultados obtenidos se consideran una buena aproximación de la carga esperada.

d.- Carga de Equipos Auxiliares.-

Las cargas eléctricas que representan a este grupo, son todos los equipos que realizan funciones secundarias o auxiliares en los diferentes sistemas. Los equipos auxiliares que son más frecuentes y de magnitudes mayores son equipos de extracción y ventilación; bombas para los sistemas de alimentación y circulación de agua de caldera, tratamiento de agua, refrigeración, bombas para incendio y sistemas de aguas blancas y negras; compresores de aire y equipos de servicios; equipos de control, etc.

Su magnitud puede variar entre 5% y 10% del total de la carga conectada. En instalaciones de grandes hospitales, los equipos de bombas y ventiladores, pueden tener cargas significativas, lo cual hace necesario el conocimiento preciso de su magnitud, características, localización y uso a fin de diseñar su alimentación, control y protección en la forma más conveniente.

Factor de demanda

Los equipos auxiliares de calderas, tratamiento de agua y refrigeración, tiene bombas que funcionan con potencias del orden de 1 a 10 HP; en algunos casos existen unidades por duplicado para funcionar con exclusión simultáneamente, según las necesidades, por lo tanto para la previsión de la demanda es necesario conocer la operación del sistema completo.

Los equipos para compresores de aire, funcionan en su mayoría con motores fraccionarios, y la carga puede llegar hasta 2 HP en determinados casos. Dentro de este orden también se encuentran las herramientas, prensas,

compresores para sistemas neumáticos, etc.

e.- Carga de Equipos de Refrigeración.-

Dentro de este grupo está todo el equipo para producción de frío, aparte del de aire acondicionado. La magnitud total de este tipo de carga, es variable dependiendo de características del ambiente y de las exigencias del sistema.

En instalaciones de hospitales, el porcentaje que esta carga representa es tan pequeño que para efectos de estimaciones previas puede despreciarse.

Generalmente se asume 0.370 KVA por metro cúbico a refrigerar. En estas cargas debe garantizarse un suministro regular de energía por lo cual deben pertenecer a la carga que pueden ser alimentada por el sistema de emergencia del hospital. Estas cargas se refieren específicamente a las cámaras frigoríficas, como son la de alimentos - y por otro lado la de cadáveres.

f.- Carga de Instalaciones de Cocina.-

En instituciones hospitalarias la carga eléctrica es sumamente importante, por lo que es indispensable una investigación particular a fin de determinar la magnitud de la misma. En el caso que los equipos de cocina sean de gas, los equipos auxiliares tales como equipos de calefacción de comida, equipo de refrigeración, peladoras de vegetales, mezcladora, sierras para carnicería, dispensadores de infusiones, etc., representan aún una carga que no puede ser subestimada y que requiere una apreciación cuidadosa.

En cocinas grandes, los equipos de extracción de humos, así como los de ventilación del local pueden ser grandes, por lo que también requieren ser estudiados.

En cuanto a la demanda máxima probable puede ser asumida en el orden de un 40% y que ocurre en horas que varían de acuerdo a la organización y horarios del hospital siendo más común que ocurra en el comienzo de la mañana y final de la tarde-

g.- Carga para Instalaciones de Lavandería.-

La carga en esta área es de menor magnitud que la carga de cocina, sin embargo la carga que representan los equipos eléctricos de una instalación completa de lavandería, es importante por lo que debe tenerse cuidado en su apreciación y luego obtener una definición completa de la misma al contar con el proyecto de las instalaciones.

En cuanto a los aparatos de secado, planchado, aspiración, compresores, etc., su potencia está dentro del orden de los motores fraccionarios y su carga varía, dependiendo del número de operaciones que se necesiten realizar.

h.- Carga de Equipos de Transporte.-

En este grupo está la carga de los sistemas de transporte vertical, ascensores y montacargas.

Las características de la carga se determinan mediante el diseño de dichos sistemas, pues son las necesidades y modo de operación los factores que determinan el equipo que se va a utilizar.

*Demanda?*

## i.- Cargas Varias.-

Dentro de este grupo están el resto de equipos, que aún no han sido mencionados, los cuales tienen como común característica una incertidumbre alta en cuanto a sus ciclos de trabajo, características y ubicación y por lo tanto, su comportamiento como carga. Sólo un estudio de cada caso en particular daría una idea aproximada, no siempre útil debido al gran número de imponderables que influyen en ellas.

En gran parte estos equipos son móviles y se alimentan de tomacorrientes de uso general como ocurre con los equipos receptores de radio y televisión, equipos de oficina (máquinas de escribir, calculadoras), proyectores de diapositivas, lámparas, etc., estos equipos no crean fluctuaciones de tensión apreciable.

Existen cargas móviles como equipos de rayos X portátiles, equipos portátiles de esterilización, equipos portátiles de calor conservación de temperatura de alimentos preparados, herramientas, etc., que pueden debido a su magnitud de carga, afectar el sistema y exigir una calidad mayor en tensión, por lo que se debe dar una consideración especial para proyectar sistemas de alimentación exclusivos y apropiados.

Hay equipos fijos de consumos muy diferentes, algunos incluso pueden llegar a necesitar corrientes grandes que hagan necesario el diseño o la asignación de circuitos individuales. Dentro de estos equipos se tiene: Equipos médicos (máquinas para electrocardiogramas y encefalogramas, equipo de radioterapia, diatermia, fisioterapia, calentadores, y cocinillas), equipos de laboratorio (equipos de demostración y experimentación, refrigeradores y -

cuartos fríos, compresores de aire y bombas de vacío, centrifuga hornos y calentadores, etc) equipos de comunicación, sonido y señales, equipos para revelado, copia y secado de material de Rayos X, etc.

#### Cargas Esenciales.-

Se considerarán así, las cargas de alumbrado y fuerzas que son indispensables para la seguridad de vidas o propiedades o cuya falta de funcionamiento introduzca graves riesgos o inconvenientes que es necesario evitar.

Posteriormente se indicarán las cargas que deben ser agrupadas como tales en instalaciones para hospitales y se darán las normas correspondientes y se analizarán las soluciones más comunes para la alimentación de dichas cargas. -

Las características de estas cargas, son las mismas dadas para los diferentes tipos en los numerales anteriores; sin embargo es necesario como criterio de seguridad, establecer una condiciones adicionales conducentes a garantizar el correcto funcionamiento de las cargas alimentadas.

#### II.2.3 Análisis y Previsión del Aumento de Cargas.-

Para la realización de un buen proyecto de instalaciones eléctricas, del tipo que se estudia, es de gran importancia la consideración del probable aumento de las cargas y de los medios para proveer esta en forma económica.

Aunque sólo el análisis de la situación particular permite la apreciación de muchos de los factores que de -

terminan este aumento, se analizan aquí los aspectos generales del problema, los principales factores determinantes de aumentos en la demanda de energía eléctrica, las soluciones generales normalmente usadas y recomendaciones generales.

#### Necesidades de Previsión de Cargas Futuras.-

Existen varios factores, por los que se hace imprescindible el efectuar estimaciones de carga futura para proyectar sistemas que permitan crecimientos en forma económica y funcional, éstos factores son: el continuo aumento de equipos eléctricos, la tendencia de proyectar sistemas de alumbrado con mayores niveles de iluminación, y posibles aumentos en las necesidades de un sistema por causas varias. La falta de estas previsiones, hacen que muchas instituciones que tienen sus sistemas eléctricos saturados o muy cerca de la saturación, e incluso hasta funcionan en condiciones de sobrecarga con los siguientes riesgos, no sean aptos para cualquier modernización del sistema eléctrico y por consiguiente de la institución misma o que esto solo pueda lograr mediante soluciones que implican gastos elevados, lo cual dificulta dicha modernización.

#### Factores Determinantes del Aumento de Cargas.-

A fin de obtener una idea del posible aumento de cargas, existen numerosos factores que se deben considerar. Estos son:

- Aumento en los requisitos de iluminación.
- Aumento de equipos que se alimentan en tomacorrientes de uso general.
- Aumento de potencia o número de equipos de servi -

cios.

Aumento de la población en la institución.

Aumento de la capacidad de servicio por mejoras en la organización.

Existencia de espacio disponible para nuevas construcciones.

Variaciones de los equipos proyectados o instalados.

Condiciones climáticas

Instalaciones no previstas.

Previsiones de tipo General.-

a.- Circuitos ramales

Para el diseño de circuitos ramales se recomienda - considerar una carga del 50% de su capacidad nominal, con lo que se garantiza un porcentaje de en dicho circuito.

b.- Tableros de distribución de circuitos ramales

En el diseño de tableros de distribución de circuitos ramales, además de los circuitos existentes, debe estimarse según las posibilidades del área correspondiente un cierto número de circuitos de reserva (un circuito por cada cinco circuitos activos). Cualquier número de circuitos destinados a futura instalación de equipos ya previstos y determinados en forma general, no se consideran como reserva o parte de ésta.

c.- Alimentadores de tableros de distribución de circuitos ramales.

Hay que tener en cuenta que en la carga total que se computa para un tablero, los circuitos para alumbrado-

y tomacorrientes han sido cargados sólo en un 50% de su capacidad nominal, y por lo tanto, el código permite aún un aumento de carga en dichos circuitos de un 30% de su capacidad nominal.

En áreas específicas, dependiendo de las características de la carga servida, puede esperarse que la capacidad del tablero sea copada completamente y queda ser colocado otro tablero o reemplazado el existente por uno de mayor capacidad; en tal caso, además de las provisiones de espacio debe tenerse en cuenta esto para el diseño del sistema de alimentación-

Además para el caso imprevisto de aumento en la carga debe considerarse cierta reserva.

La práctica ha demostrado que una reserva de 30% a 50% de la carga conectada es en general suficiente para satisfacer la proyección de la demanda.

*fuente*

A continuación se dan algunas soluciones a seguir para el caso de proveer reserva en un sistema de alimentación.

Instalación de ductos mayores que permitan la reposición o aumento de conductores.

Instalación de ductos de reserva.

Colocación de equipos de forma que sea posible aumentar el número de alimentadores con un gasto mínimo.

Instalación de alimentadores con secciones mayores.

La alternativa a elegir está de acuerdo, al estudio-

del costo inicial, espacio disponible, magnitud de la carga, configuración del sistema general de alimentadores, - etc.

d.- Tableros de Distribución de Alimentadores.-

Mediante la diversificación de la suma que representan las demandas de los alimentadores correspondientes, - se considera la demanda para el diseño del tablero. Las - reservas que en los alimentadores existen, deben ser contempladas en la reserva del tablero, previa diversificación en igual forma que la demanda.

De las alternativas usadas para dar reserva a los - alimentadores; de futuras ampliaciones de la institución - que podrían ser alimentados desde el tablero considerado de la situación del tablero, etc., depende la reserva a - considerar en el tablero.

e.- Cámaras de Transformación.-

Las posibilidades de aumento de capacidad de la Cámara de Transformación, siempre deben estar en perfecta - coordinación con las reservas de toda la instalación ya - sea en espacio suficiente para nuevas unidades o en el es cogitamiento de unidades mayores, todo según las conveniencias técnicas y económicas.

La capacidad de la subestación, viene dada por un - estudio prolijo del caso particular, por esta razón se - presta a muy pocas recomendaciones.

f.- Acometidas.-

En la previsión de reserva para la acometida de ser

vicio, se pueden aplicar los criterios que se expusieron para los alimentadores.

#### g.- Recomendaciones Generales.-

En general la previsión de reserva debe coordinarse en todos los campos relacionados o que tengan influencia en el proyecto eléctrico.

El ingeniero eléctrico debe participar desde la planificación del edificio, pues, el proyectista de electricidad contribuirá con sus criterios en las etapas de coordinación del proyecto o durante la elaboración del anteproyecto. Es común en un proyecto, los cambios que con frecuencia se hacen sobre la marcha, por lo que es recomendable escoger los sitios menos sujetos a variaciones, para los sistemas eléctricos y que una vez éstos definidos, se evite en lo posible cualquier reducción de espacio o interferencia por distribuciones de arquitectura.

### II.2.4 Agrupación de Cargas.-

#### 1.- Agrupación de Circuitos Remales.-

De acuerdo a la ubicación de los tableros, y en base a las recomendaciones que se dan al respecto, es necesario agrupar los diferentes salidas por medio de circuitos. Trazado los circuitos y agrupados en los tableros, correspondientes ya sean éstos de alumbrado o de fuerza, se computa la carga para cada tablero.

Para la determinación de la carga en los tableros, a continuación se dan algunos criterios a considerar.

1) Para cada circuito de alumbrado general, se debe compu

tar la carga alimentada. Si se ha cargado el circuito al 50% de su capacidad, de acuerdo a las recomendaciones la carga medida en voltamperios será el producto de la tensión en voltios por la capacidad del circuito y dividido por dos.

2) Para cada circuito de tomacorrientes de uso general, se asume un consumo por tomacorriente de 200W. si el circuito se ha cargado al 50% de su capacidad, de acuerdo a las recomendaciones, la carga en voltamperios se calcula como en el prescrito anterior.

3) En circuitos que existan lámparas de gran potencia, se computará por cada circuito la carga total conectada. Estas lámparas usualmente se las encuentra en los ambientes de quirófanos.

4) En el circuito que alimente aparatos para alumbrado local o especial, se computará la carga del equipo.

5) En cada circuito ramal individual, para un equipo fijo se debe computar una carga igual a la nominal del equipo.

6) Para circuitos de tomacorrientes de cocinas eléctricas debe computarse la carga de acuerdo a las características de los equipos.

7) Para circuitos que alimentan motores, debe computarse una carga de 1.25 veces la determinada por su corriente a plena carga.

8) Para circuitos que alimentan más de un motor, la carga a computarse será: 1.25 veces la corriente a plena carga del motor mayor más la suma de las corrientes a plena carga de los demás.

9) Por cada circuito de reserva previsto en el tablero, - se debén computar cargas iguales a la dadas para los circuitos de alumbrado general, o para los del tipo de carga que sea dominante.

## 2.- Agrupaciones de Tableros.-

En las zonas importantes de un hospital, donde el servicio eléctrico debe ser estrictamente ininterrumpido, se recomienda que cada tablero tenga un alimentador independiente. En zonas de menor importancia puede darse el caso que un alimentador suministre energía a determinado número de tableros, en tal caso, para establecer la carga de diseño del alimentador es necesario, además de los datos referentes a la carga de cada tablero, la diversificación que estos tableros pueden presentar.

Los factores de diversidad a ser aplicados, quedan hallarse bien en función del número de tableros alimentados o por el tipo de carga que comprenda.

## 3.- Agrupación de Alimentadores y Tableros Principales.-

Luego de agruparse los tableros por sus correspondientes alimentadores, hay que determinar la magnitud de la carga, demanda, reserva y demás características, que el conjunto de alimentadores representa para los tableros generales o principales y para las subestaciones tomando como base los datos de carga de los tableros.

## 4.- Agrupación de Cargas Esenciales.-

En las instalaciones eléctricas de instituciones hospitalarias, existen cargas que requieren una continuidad de servicio total o que deben ser puestas en funciona

miento durante los períodos de ausencia del suministro normal, por esta razón es necesario su agrupación de acuerdo a las necesidades de su alimentación.

Las cargas esenciales, y sus requisitos en cuanto a continuidad de suministro han sido estudiadas en forma cuidadosa por varios organismos de normalización, por considerar esta clasificación de bastante interés para el proyectista.

Dependiendo del horario de funcionamiento se pueden tener las siguientes cargas esenciales que deben ser agrupadas en forma apropiada según el criterio escogido para su alimentación.

Alumbrado esencial de pasillos, escaleras, vías de acceso salidas de emergencia, etc.

Suministro a los sistemas de señales existentes en la institución.

Suministro de avisos iluminados que indican salidas puertas o salidas de emergencia, mangueras de incendio, etc.

En general, debe diseñarse el sistema de modo que permita tener un sistema de emergencia cuando se haga necesario.

El suministro de agua, conservación de alimentos, o actividades importantes para el funcionamiento de la institución pueden tener equipos eléctricos que sea necesario o considerar para ser alimentados en caso de emergencia.

La agrupación de estas cargas, se hará siguiendo -

los principios expuestos en los numerales referentes a - circuitos ramales y tableros.

El sistema de emergencia para hospitales, comprende el sistema capaz de alimentar una parte de la carga de alumbrado y fuerza considerado como esencial para la seguridad de vidas y protección de la propiedad durante el tiempo en el cual el servicio de suministro normal de energía eléctrica se interrumpe por alguna razón.

Estas cargas deberán ser agrupadas en un sistema eléctrico el cual, en caso de falla del suministro normal de energía pasará a actuar automáticamente.

El sistema eléctrico de emergencia abarca los siguientes tipos de carga.

- Alumbrado de las salas de recuperación de cirugía u obstetricia.
- Alumbrado y tomacorrientes de áreas de cuidados intensivos.
- Alumbrado y tomacorrientes de infantes.
- Alumbrado de áreas de preparación de medicinas.
- Alumbrado y tomacorrientes en farmacia.
- Alumbrado para las áreas de trabajo en puestos de enfermería.
- Alumbrado y tomacorrientes en salas de tratamiento de emergencia y áreas semejantes, como salas de fracturas, etc
- Alumbrado y tomacorrientes en áreas de banco de sangre.
- Alumbrado de los servicios de comunicaciones, central telefónica, sonido, señales, etc.
- Salidas para bombas de sumidero y aparatos requeridos para la seguridad de operación de equipos mayores incluyendo control y sistema de alarma.
- Alimentación, alumbrado y tomacorrientes de sala de es-

censores.

- Alumbrado de vías de acceso y salidas.
- Alumbrado de los ambientes destinados a los equipos del suministro de emergencia.
- Cualquier otra carga necesario en áreas juzgadas por las autoridades del hospital como esenciales para su funcionamiento, etc.

Capacidad del Sistema de Emergencia.-

El estudio de la agrupación de cargas permite llegar a los datos totales de carga conectada, demandas estimadas y reserva para la carga esencial. Cuando la porción de carga del sistema auxiliar es pequeña en relación al total, el factor de demanda recomendable es 100%

Las normas exigen usar un factor de demanda de 100% para las cargas consideradas críticas.

Con estos datos se deben dimensionar cuidadosamente los equipos del sistema que alimenta tales cargas.

## II.2.5 Normas de Diseño

Consideraciones Generales.-

En el diseño de los circuitos ramales, del mismo modo que los demás sistemas eléctricos, las consideraciones básicas que deben ser tenidas en cuenta son:

Seguridad.-

Las normas al respecto, tienden a disminuir los riesgos de incendio en la instalación eléctrica y deben ser tomados como requisitos mínimos; además, un buen diseño -

requiere el estudio de cada sistema a fin de tomar las medidas de seguridad adicionales que se crean convenientes.

#### Capacidad.-

La capacidad adecuada debe ser una de las principales características que debe poseer un sistema eléctrico, ésto se obtiene con una correcta previsión de salidas, reserva y capacidad de cables y canalización.

#### Flexibilidad.-

La instalación requiere tener una cierta flexibilidad que permita asimilar en forma económica y fácil las modificaciones futuras.

#### Accesibilidad.-

La comodidad y hasta la seguridad de un sistema son función directa de esta cualidad que solo el buen criterio del proyectista puede valorar.

#### Confiabilidad.-

Existen elementos que requieren un servicio continuo de energía, por lo cual hay que diseñar circuitos o sistemas que den esa seguridad.

#### Regulación de Tensión.-

Debe existir la correcta capacidad de potencia a plena tensión en cada toma o salida de un circuito, para lo cual debe diseñarse en forma cuidadosa teniendo en cuenta todos los factores que ocasionan caídas de tensión. Además, se recomienda como norma general de diseño, a gru

par en circuitos diferentes el alumbrado general, los equipos automáticos, equipos fijos y tomacorrientes de uso general.

Simplicidad.-

Tanto los circuitos como los sistemas a diseñar deben ser lo más simples que se pueda a fin de lograr una fácil operación y mantenimiento.

Circuitos de Alumbrado y Tomacorrientes.-

Según las normas, los puntos básicos que reglamentan su capacidad son: clasificación, tensión, requisitos de los conductores, máxima carga, carga permisible.

Basándose en las disposiciones anteriores, consideraciones prácticas y experiencia en instalaciones de este tipo; para el diseño de los circuitos ramales destinados a alumbrado y tomacorrientes, se dan las recomendaciones siguientes:

1.- Los circuitos ramales con más de una salida, no se deben cargar más del 50% de su capacidad nominal.

2.- Para circuitos de alumbrado y de tomacorrientes se recomienda usar como calibre mínimo de conductor el No. 12- AWG y No. 10 AWG, respectivamente.

3.- La distancia máxima de separación de una derivación de alumbrado no deberá ser nunca mayor de 30m. a menos que la carga sea tan pequeña que se pueda garantizar una caída de tensión no mayor del 3% desde el tablero hasta el punto más alejado del circuito.

4.- La distancia desde un tablero a la primera derivación de un circuito de tomacorrientes de uso general, no deber ser mayor de 30m.

5.- La caída de tensión máxima permisible hasta el punto más alejado de un circuito ramal de alumbrado o tomacorrientes es de 3% con tal que, en alimentadores y circuitos no exceda del 5% en total.

6.- Los elementos de derivación de los circuitos, portálámparas, tomacorrientes, deben cumplir las siguientes normas: Los portálámparas deben tener una capacidad no menor a la carga que van a alimentar.

Los tomacorrientes deben tener una capacidad no menor a la carga que van a alimentar.

7.- Los conductores para derivaciones individuales, pueden ser de menor capacidad que el circuito; pero, se recomienda usar en todo el circuito igual calibre de conductor.

#### Circuitos para Cargas Individuales.-

En el caso de motores o cargas de otro tipo, se deberán observar las siguientes reglas:

1.- En circuitos que alimentan cargas individuales (no motores), la reserva considerada para el diseño será en capacidad del 20% de la carga nominal.

2.- Los circuitos que alimentan motores deben cumplir la siguiente norma: Capacidad de corriente no inferior a 125 % de la nominal a plena carga del mayor más la suma de los demás.

3.- Calibre mínimo de conductor No. 10 AWG.

4.- La caída de tensión máxima permisible en circuitos ramales, para cargas individuales será la misma que la establecida para circuitos de alumbrado y tomacorrientes.

#### Circuitos para Cargas Esenciales.-

Los circuitos ramales que alimentan cargas esenciales en Hospitales, deberán ser diseñados de acuerdo con las recomendaciones siguientes:

1.- Los circuitos ramales que alimentan cargas del sistema de emergencia deben ser diseñados de acuerdo a las mismas normas que los códigos dan para los circuitos ramales normales.

2.- Los códigos exigen que los circuitos ramales del sistema independiente para zona de cirugía y obstetricia, se an canalizados en forma totalmente independiente de todo otro sistema o equipo.

3.- En las zonas de anestesia, todos los circuitos destinados a tomacorrientes, salidas especiales y alumbrado deben cumplir con los requisitos siguientes:

a.- En las zonas peligrosas, los circuitos deben ser instalados en tubería metálica (rígida, pesada) y los equipos y dispositivos deberán ir totalmente encerrados para impedir que las chispas o partículas calientes que puedan producirse caigan en dichas zonas.

b.- Todos los circuitos excepto los que se indican en el siguiente literal, situados dentro de áreas de anestesia, deben estar conectados a un sistema aislado de tierra, el

cual también debe estar aislado del resto de la instalación.

c.- Se pueden exceptuar de pertenecer al sistema aislado de tierra aquellos que alimentan solamente aparatos de alumbrado fijos y no ajustables colocados sobre la zona peligrosa, y diferentes de los aparatos de alumbrado quirúrgico, o equipos de Rayos X.

d.- Los códigos exigen usar un transformador de aislación para cada uno de los quirófanos o salas de partos.

#### Circuitos Aislados de Tierra.-

El proyectista debe tener conocimiento sobre las razones que motivan las previsiones tomadas en la instalación eléctrica de las áreas de anestesia y hacer resaltar la importancia de estas.

En general las recomendaciones para circuitos aislados en áreas de anestesia son:

1.- Colocar un transformador de aislación para cada sala de operaciones, lo más cercano posible a la misma.

2.- En circuitos ramales de alumbrado y tomacorrientes de uso general, no se debe exceder de una potencia de 10 KVA recomendándose un límite de 5 KVA como la mejor solución.

3.- Se recomienda que la longitud de conductor total para cada sistema aislado no sea mayor de 100 m.

4.- En equipos de Rayos X, los cuales normalmente exigen una capacidad del orden de 25 KVA o más se deberán usar transformadores separados para los circuitos que alimenten -

tan estos equipos.

5.- A fin de eliminar los disturbios que pueden causar - las lámparas fluorescentes del alumbrado general, se re - comienda alimentar a éstas por circuitos no pertenecien - tes al sistema aislado.

## II.3 ESTUDIO DE LA DEMANDA ELÉCTRICA EN UN HOSPITAL

### II.3.1 Consideraciones Generales.-

Estamos viviendo una época de grandes transformaciones sociales, en la cual el hombre está llegando a un me - jor concepto de sus aspiraciones básicas y está más con - ciente de sus derechos. En este proceso, los pueblos han - mostrado evidente interés en el goce total de la salud lo que ha inducido a sus dirigentes a dar mayor prioridad a - los programas de Salud.

El Ingeniero de Instalaciones, debe realizar sus - proyectos a fin de crear servicios estrictamente de acuerdo con la demanda al más bajo costo, desde luego sin olvidar la técnica, en el plazo más breve y oportuno. El Hos - pital, como componente primordial de los servicios de a - tención médica, debe establecerse bajo estas condiciones - rigurosas.

Un Hospital, es una organización resultante de com - plejos planes, estudios y políticas que requieren del con - curso de innumerables disciplinas científicas, todas ten - dientes a la consecución óptima del aspecto fundamental - del hombre: la salud.

El futuro es el elemento básico del proyecto; en este sentido, el Ingeniero de Instalaciones crea los elementos

tos necesarios para darle vida a la Institución, prevee - los sistemas eléctricos para accionar los sistemas y equipos necesarios en las actividades normales del Hospital, - sin olvidar que todos ellos están sujetos a modificaciones con el avance de la técnica.

Un Hospital así proyectado resolvería los problemas más serios (tiempo de construcción y modificaciones futuras) y facilitaría los servicios de mantenimiento.

Debido al aumento de la densidad de energía en los grandes Hospitales modernos y para vigilar y manipular -- las variadas instalaciones eléctricas, la técnica de estas instalaciones tiene que adaptarse de forma flexible a este desarrollo en el sector de la construcción, que va - ligado a una creciente demanda de energía, para ofrecer - en cada caso la mejor solución desde el punto de vista - técnico y económico.

El crecimiento de la utilización de la electricidad resultante del desarrollo de nuevos equipos, una mejor apreciación del valor de los altos niveles de iluminación, y el uso prácticamente universal de motores para el accionamiento de máquinas, son tan rápidos, que un sistema de instalación proyectado tan solo para la carga estudiada - inicialmente se transformará en una instalación inadecuada dentro de breves años.

En general la demanda es fuerte cuando el número de empleados de la Institución es elevado, e inversamente viene también afectado en gran parte por la importancia de - la luz natural de que se dispone.

Por otro lado la demanda simultánea de todo el conjunto de cargas no es tan grande como la suma de las de -

mandas individuales. Este hecho justifica económicamente, en gran parte, el elegir el centro de generación o el de transformación de baja capacidad, en relación a la carga total instalada.

El diagrama diario de carga de un sistema eléctrico de un Hospital se halla compuesto por las demandas que proceden de las distintas clases de ambiente de cada cual con su determinado equipo eléctrico correspondiente. Los sectores de gran carga presentan su más fuerte demanda por la mañana y por la tarde, y una parte considerable del consumo desaparecido antes de llegar la carga para alumbrado en las últimas horas de la tarde. Este hecho puede ser visualizado en el anexo No. 3, correspondiente a un Hospital de 15 camas del Ministerio de Salud Pública.

#### Sectores Componentes de un Hospital

En un Hospital, fundamentalmente se pueden distinguir nueve sectores:

- 1.- Dirección y administración
- 2.- Servicios técnicos
- 3.- Consulta externa
- 4.- Servicios de Emergencia
- 5.- Hospitalización
- 6.- Servicios de diagnóstico y tratamiento
- 7.- Abastecimiento y Procesamiento
- 8.- Servicios Generales y Alojamiento
- 9.- Mantenimiento.

#### II.3.2 Factores <sup>que determinan</sup> Determinantes de la Demanda Eléctrica en un Hospital

Básicamente el estudio de la demanda eléctrica de -

pende del uso y de la actividad del área servida, de la -  
utilización de los diferentes equipos que contempla la -  
instalación y desde luego del horario de funcionamiento -  
de los diferentes ambientes.

#### II.3.2.1 Función de los Diferentes Ambientes del Hospital

Para tener una visión de la función que desempeña -  
cada uno de los diferentes ambientes, el lector, a conti-  
nuación encontrará una descripción de los sectores que -  
conforman una Institución Hospitalaria. Cuadro No. 1.

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
<b>I. DIRECCION Y ADMINISTRACION</b>		
1. Dirección.	Dirección	Sala de enfermeras- Se
Es el sector destinado a la con-	Jefe de enfermeras	cretaría.
ducción de las actividades del-	Sala de reuniones-	Servicios Sanitarios -
establecimiento.	Biblioteca	Personal.
Se relaciona fundamentalmente -		
con Administración, acceso al -		
núblico y con todos los secto -		
res del establecimiento para la		
fácil concurrencia del personal.		
<b>2. Administración.</b>		
Es el sector destinado a la rea-	Administración	Sala de enfermeras- Se
lización de las actividades re-	Contabilidad	cretaría.
ferentes a la administración y-		Servicios Sanitarios.
el registro contable y de patri-		
monio del establecimiento.		
Se relaciona con la Dirección,-		
acceso de núblico, y con todos-		
los sectores del establecimien-		
to, para la fácil concurrencia-		

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
del personal. Están consideradas de uso común con la Dirección		
II. SERVICIOS TECNICOS		
Es la unidad administrativa responsable de la recolección, registro, elaboración y publicación de prestaciones realizadas en los distintos sectores del establecimiento y del manejo, custodia y archivo de la documentación clínica del paciente.	1. Estadística Admisión Caja Archivo activo Procesamiento y publicación de datos. Sala de lectura	Admisión de pacientes sectorizada en: Información Central telefónica Depósito efectos Servicios sanitarios
Se relaciona con:	2. Servicio Social Servicio Social	Servicios sanitarios de personal.
Acceso del público a través de las oficinas de inscripción y administración. Consultorios externos, servicios auxiliares de diagnóstico	3. Departamento de actividades pro	

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
<p>y tratamiento e internación, desde y hacia los cuales se en- vían las historia clínicas e in- formación requerida.</p> <p>. Control de abastecimiento y - procesamiento, desde donde se - realiza el abastecimiento de e- lementos.</p>	<p>gramadas para el área de promoción y protección - de la salud.</p> <p>. Oficina del promotor sa- nitario.</p> <p>. Enfermería sanitaria</p> <p>. Planificación familiar.</p>	<p>. Sala de espera</p> <p>. Servicios sanitarios - del público</p>
<p>III. CONSULTA EXTERNA</p> <p>Es el sector destinado a satis- facer la demanda de atención mé- dica del paciente ambulatorio, - cumpliendo actividades de recu- peración, promoción, y protec- ción de la salud.</p> <p>Se relaciona fundamentalmente - con acceso del público, estadís- tica y control de abastecimien- to y procesamiento.</p>	<p>. Consultorios indiferen- ciados</p> <p>. Consultorios de especia- lidades (Odontología, O- torrinolaringología, Of- talmología).</p> <p>. Tratamiento de enferme- ría</p>	<p>. Area de enfermería</p> <p>. Sala de espera - Públi- co</p> <p>. Control - recepción</p> <p>. Servicios sanitarios - personal</p> <p>. Servicios sanitarios - público</p>

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
IV. SERVICIO DE EMERGENCIA		
Es el sector destinado a atender en forma permanente la demanda de pacientes que concurren al establecimiento y que por su estado requieren atención médica inmediata. Deberá contar con acceso directo desde el exterior, para pacientes externos y trasladados en ambulancia. Se relaciona fundamentalmente con: Centro Quirúrgico - Obstétrico, Cuidados Intensivos Internación y Central de abastecimiento y procesamiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Sala de tratamiento</li> <li>. Sala de hidratación</li> <li>. Sala de cirugía menor</li> <li>. Sala de observación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Información y recuperación</li> <li>. Espera</li> <li>. Sanitarios personal - vestidor</li> <li>. Area de enfermería</li> </ul>
V. HOSPITALIZACION		
En el sector de recuperación que brinda atención médica integral según el sistema de cuidado progresivo del paciente, utilizando	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Neonatología</li> <li>. Local con camas e incubadoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Area de enfermería</li> <li>. Vestidor personal</li> <li>. Cocinas de leche</li> </ul>

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
lizando el recurso cama.		
Los niveles de atención son: - 2. Cuidados intermedios		
Cuidados intensivos, cuidados - y autocuidados:		
intermedios y cuidados mínimos-	Ginecología y Obste-	Estación de enfermería
o autocuidados.	tricia.	Utilería limpia
	Habitaciones con de-	Utilería usada
	terminado número de-	Lavachatas
	camas.	Sala de exámen y trata
		miento
		Estación de dietas
		Útiles de aseo
		Servicios sanitarios -
		de personal
		Servicios sanitarios -
		de pacientes.
	Medicina y Cirugía -	Estación de enfermería
	menor.	Utilería limpia
	Habitaciones con de-	Utilería usada
	terminado número de-	Lavachatas
	camas	Sala de examen y trata

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
		miento
		. Distribución de alimentos
		. Utiles de aseo
		. Servicios sanitarios - de personal
		. Servicios sanitarios - de pacientes.
	Pediatría	
	Habitaciones con determinado número de camas.	. Son comunes a la dotación por piso con: Medicina y Cirugía Menor
	Cuidados Mínimos o Autocuidados.	
	Habitaciones con determinado número de camas.	. Estación de enfermería
		. Estar - comedor
		. Servicios sanitarios - de pacientes

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
	. Medicina y Cirugía de Hombres.	
	Habitaciones con de - terminado número de camas.	. Estación de enfermería . Utilería limpia . Utilería sucia
VI. SERVICIOS DE DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO		
Es el conjunto de servicios que concurren a apoyar las actividades asistenciales del médico en el diagnóstico y tratamiento de los pacientes ambulatorios e internados	1. Centro Quirúrgico . Quirófano . Laboratorios . Yesos y ferulas	. Rayos X (portátil) . Laboratorios de histopatología y banco de sangre. . Anestesiología . Recepción - control . Coordinador Centro Quirúrgico - Obstetricia. . Oficina - estar médicos. . Depósito de material estéril. . Utiles de aseo

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
		<ul style="list-style-type: none"> <li>. Vestidores de médicos</li> <li>. Vestidores de enfermeras.</li> <li>. Transferencia de vaci- entes.</li> </ul>
	2. Centro Obstetrico	
	. Zona restringida	
	. Sala de partos	
	. Recerción e identi- ficación del niño.	
	. Laboratorios.	
	3. Laboratorios y Hemo- terapia.	
	. Laboratorio	. Jefatura de servicio
	. Toma de muestras	. Lavado esterilizado - del material.
		. Depósito de materiales
		. Recepción
		. Sala de esnora

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
		. Servicios sanitarios - de público.
4. Radiología	. Sala de Rayos X	. Preparación paciente
	. Sala de comando	. Vestidor
		. Servicio sanitario
		. Jefatura de servicio
		. Cámara oscura
		. Sala de interpretación
		. Recención
		. Archivo
		. Sala de espera
		. Servicios sanitarios - del público.
5. Medicina Física y Rehabilitación	Sala de autopsias	. Servicio sanitario per sonal
		. Cámaras frigoríficas

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
		<ul style="list-style-type: none"> <li>. Museo de piezas y archivo de datos</li> <li>. Recepción</li> <li>. Sala de espera público</li> </ul>
VII. ABASTECIMIENTO Y PROCESAMIENTO		
Es el sector destinado a la centralización de las funciones de almacenamiento, procesamiento y distribución de todos los materiales y suministros utilizados en el establecimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Servicio de Abastecimiento. Bodega</li> <li>2. Servicio de procesamiento.</li> <li>2.1 Esterilización Central. Depósito</li> </ul>	
Dicha centralización facilita la distribución y los controles de existencia y producción.	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Recepción clasificación y lavado de material no esterilizados.</li> <li>. Preparación paquetes y depósito para esterilizar.</li> <li>. Esterilización</li> <li>. Depósito de material</li> </ul>	

CUADRO No. 1

DESCRIPCION DE LOS SECTORES DE UN HOSPITAL

11 de 13

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
	esterilizado	
2.2 Lavandería		
	: Recepción, clasificación y pesado de ropa usada.	
	. Lavandería	
	. Costura, depósito y entrega.	
2.3 Alimentación y Dietética o dietoterapia.		
	. Recepción, lavado, pesaje.	
	. Cámaras Frigoríficas	
	. Bodega de: Frescos Secos	
	. Diarios	
	. Cocina central	
	. Oficina dietista	
	. Estacionamiento carros	

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
2.4 Farmacia Depósito.		
VIII. SERVICIOS GENERALES Y ALOJAMIENTO		
	1. Vestidores	
	. Vestidor médicos	. Control personal
	. Vestidor enfermeras	
	. Vestidor auxiliares hombres.	
	. Vestidor auxiliares mujeres.	
	2. Comedor	
	. Corredor personal (- autoservicio).	
	Alojamiento:	
	1. Residencia de Médicos	
	. Habitaciones con deter- minado número de camas.	. Sala de estar . Servicios Sanitarios

SECTOR/ACTIVIDAD	UNIDADES FUNCIONALES	AREAS COMPLEMENTARIAS
	2. Residencia de enferme- ras.	
	· Habitaciones con de -	· Sala de estar
	terminado número de -	· Servicios sanitarios
	camas.	
	3. Residencia de religio- sas.	
	· Habitaciones con de -	· Sala de estar
	terminado número de -	· Oratorio
	camas.	· Servicios sanitarios
	4. Guardia	
	· Habitación con servi- cio sanitario.	
IX. MANTENIMIENTO	1. Taller de Mantenimien- to y casa de fuerza	· Jefe de mantenimiento
	· Taller	· Depósito de materiales
	· Casa de fuerza.	· Servicios sanitarios

### II.3.2.2 Requerimientos Técnicos en los Diferentes Ambientes de un Hospital.

Las instalaciones eléctricas de un Hospital no consideran únicamente las necesarias para la provisión de la iluminación artificial de los diferentes ambientes existentes como para el funcionamiento correcto de todo el equipamiento médico y paramédico que considera una Institución Hospitalaria sino que, existen instalaciones complementarias que coadyuvan a una mejor convalecencia del paciente y de un mejor trabajo eficaz del personal que labora en la Institución. Estas instalaciones complementarias son las de Aire acondicionado y ventilación. Las primeras de gran importancia en Hospitales asentados en lugares - tanto de la Sierra y de la Costa puesto que en determinados ambientes (Quirófanos, Cuidados Intensivos, etc.) es vital para fines médicos.

El proveer de aire acondicionado a todos los ambientes de un hospital representa económicamente un gran rubro, por lo que únicamente se suministra de este servicio a los ambientes considerados críticos de la Institución. Se complementa a este sistema (un Hospital de la Costa) - con la ayuda de la ventilación con lo que se facilita el arduo trabajo que significa la labor del Personal Hospitalario-

A continuación en el cuadro No. 2 se pueden apreciar datos referentes a requerimientos técnicos de los distintos ambientes de un Hospital. Dichos datos han sido tomados de información del Ministerio de Salud y de Estadísticas, basados en códigos eléctricos que tratan al respecto.

Estas bases de información son:

- Climatización en Hospitales: Normas NFPA.
- Niveles de Iluminación: Normas del Instituto Mexicano - de Seguridad Social.
- Porcentaje de Iluminación de Emergencia: Normas del Instituto Mexicano de Seguridad Social.
- Equipamiento: Equipamiento de Hospitales del Ministerio de Salud.
- Horario de funcionamiento de los ambientes: Estadísti - ca en los Hospitales del País.

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 1 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION			F U E R Z A			HORARIO DE TRABAJO
	NIVEL (LUX)	EMERGENCIA %	AIRE ACONDICIONADO	VENTILACION	EQUIPAMIENTO		
<u>CONSULTA EXTERNA</u>							
Vestíbulo	150	30	Si	No		08-12;14-18	
Información	150	50	Si	No	Consola Telefónica	" "	
Depósito-efectos	200	30	Si	No		" "	
Vestuario	100(I)	50	Si	No		" "	
Servicios Higié- nicos	100(I)	0	Si	No		Por razones necesarias. (Prn)	
Central Telefónica	180	50	Si	No		08-20	
Corredor blanco	80	50	Si	No	Autoclave	08-12;14-18	
Espera	150	30	Si	No		" "	
Control Consulta							
Externa.	250	100	Si	No		" "	
Consultorio	250	50	Si	No	Lámpara cue- llo de ganso.. Negatoscopio	" "	

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 2 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO
	NIVEL EMERGENCIA (LUX)	% ACONDICIONADO	AIRE VENTILACION	EQUIPAMIENTO DE TRABAJO	
Laboratorio 0-dontológico	300	50	Si	No	Electrocoagula - dor. Motor baja Velo- 08-12;14-18 cidad. Horno Cocineta
Consultorio 0-dontológico	300	50	Si	No	Sistema modular. Negatoscopio Esterilizador Rayos X nortá- til.
Cámara silente	250	30	Si	No	" "
Cámara oscura	100(I)	100	Si	Si	" "
Consultorio 0-torrino y Of-talmología.	300	50	Si	No	Lámpara cuello de ganso

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 3 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO DE TRABAJO
	NIVEL (LUX)	% EMERGENCIA	AIRE ACONDICIONADO	VENTILACION	
Post - Consulta	180	30	Si	No	Negatoscopio Aspirador suc - ción. Electrocoagula- dor. 08-12;14-18
Enfermería	250	50	Si	No	Lámpara cuello- de ganso. Refrigeradora Negatoscopio
Orientación	250	30	Si	No	" "
Planificación -					
Familiar	250	30	Si	No	" "
Depósito	200	30	Si	No	" "
<u>Laboratorio</u>					
Toma de muestras	300	30	Si	No	Lámpara cuello- de ganso. 08-12



CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 5 de 19

ILUMINACION F U E R Z A HORARIO  
 SECTOR/AMBIENTE NIVEL EMERGENCIA AIRE VENTILACION EQUIPAMIENTO DE TRABAJO  
 (LUX) % ACONDICIONADO

Lavado y esterilizado.	300	50	Si	No	Auto clave Destilador agua.	08-12;14-18
<u>Emergencia</u>					Calculadora	
Cirugía.	1.000	100	Si	No	Lámpara cielítica. Lámpara auxiliar Aspirador portátil. Electrocoagulador. Negatoscopio.	Permanente
Hidratación	200	100	--	--		Permanente
Lavado	300	50				Permanente
Sala de Examen y tratamiento	300	50	Si	No	Lámpara cuello-de-ganso.	"

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 6 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO DE TRABAJO
	NIVEL EMERGENCIA (LUX)	%	AIRE ACONDICIONADO	VENTILACION	
Trabajo-Enfermería.	300	50	Si	No	Permanente
Observación	200	30	Si	No	"
Control recepción.	160	100	Si	No	"
Utilería limpia	100(I)	0	Si	No	"
Utilería sucia	100(I)	0	Si	No	(Prn.)
Negatoscopio					
Electrocoagulador.					
Cocineta					
Cocineta					
Cocineta					
(Prn.)					
Sala de Rayos X					
Interpretación	250	30	Si	No	08-12;14-18
Archivo	200	0	Si	No	"
Sala de rayos X	200	30	Si	No	"
Equipo de rayos X.					
Comando	1.100	0	Si	No	"
Preparación	200	0	Si	No	"
Mezclador de					

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL

7 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO
	NIVEL EMERGENCIA (LUX)	% ACONDICIONADO	AIRE VENTILACION	EQUIPAMIENTO	
Barrio					
<u>Anatomía Patoló</u>					
<u>gica.</u>					
Antecámara	150	30	Si	No	08-12; 14-18
Museo	300	0	Si	No	Indetermina do.
Sala de autopsias.	1.000	50	Si	No	Sierra para autopsias.
Cámara frigorífica.	100	30	No	Si	Cámara frigorífica Permanente ca.
<u>Alimentación y Dietética.</u>					
Comedor	120	30	Si	No	11-14; 18-20
Autoservicio	150	30	No	Si	Dispensador de infusiones.
Cocina	200	50	No	Si	Cocina a parrilla 06-18

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 8 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO DE TRABAJO
	NIVEL (LUX)	% ACONDICIONADO	ENERGENCIA	VENTILACION EQUIPAMIENTO	
					Cocina freidora.
					Tren de lavado - losa.
					Cepillo eléctrico.
					Sierra sinfin.
					Ablandador de carnes.
					Máquina peladora de papas.
					Cortadora - rebanadora.
					Máquina univer-sal
Cocina	200	50	No	Si	Extractor de jugos. Tostadora.

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 9 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO DE TRABAJO
	NIVEL (LUX)	EMERGENCIA (%)	AIRE ACONDICIONADO	VENTILACION EQUIPAMIENTO	
Bodega	120	0	No	Si	06-16
Viveres secos	150	0	No	Si	06-12
Viveres frescos	150	0	No	Si	"
Recepción lavado Pesaje.	250	30	No	Si	"

Licuadora tipo industrial.	Licuadora tipo industrial.
Máquina de hacer hielo.	Máquina de hacer hielo.
Refrigeradora tipo industrial.	Refrigeradora tipo industrial.
Banda transportadora.	Banda transportadora.
Carros calientes	Carros calientes
Dispensador de infusiones.	Dispensador de infusiones.
Cara para platos	Cara para platos
Refrigeradora tipo industrial.	Refrigeradora tipo industrial.

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 10 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO
	NIVEL (LUX)	% EMERGENCIA	AIRE VENTILACION	EQUIPAMIENTO DE TRABAJO	
Cámaras frías	100	30	No	Si	Permanete
Antecámara - sala frías.	150	30	No	Si	"
Estación de carros.	120	30	--	--	Carros thermo 06-09;11-13 16-18.
<u>Lavandería</u>					
Recepción, clasificación, lavado y planchado	300	50	No	Si	08-12;14-18 o 08-16
Lavado, secado y planchado	300	50	No	Si	Lavadoras tipo industrial
Lavado, secado y planchado	300	50	No	Si	Secadoras tipo industrial. Planchas de rodillo. (calandrias) Compresor de aire.

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 11 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO DE TRABAJO
	NEVEL (LUX)	% EMERGENCIA	AIRE ACONDICIONADO	VENTILACION EQUIPAMIENTO	
Costura	300	50	No	Si	Planchas de mano Máquinas de co - 08-12;14-18 ser. o 08-16 Planchas de mano
<u>Vestuario</u>					
Control personal	250	30	Si	No	08-12;14-18
Vestuarios	100	50	Si	No	" "
Escalera	120	100	--	--	Permanente
Camillas	150	30	No	Si	(Prn)
Aseo	180	0	No	No	" "
					Aspirador tipo industrial. Abrillantadora.
<u>Farmacia</u>					
Bodega - farmacia.	200	50	Si	No	Refrigeradora tipo industrial 08-12;14-18
Despacho farmacia.	300	50	Si	No	" "

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 12 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		AIRE		F U E R Z A		HORARIO DE TRABAJO
	NEVEL (LUX)	EMERGENCIA %	ACONDICIONADO	VENTILACION	EQUIPAMIENTO		
<u>Administración</u>							
Biblioteca	300	50	Si	No			08-12;14-18 (Prn)
Sala de confe - rencias.	300	50	Si	No			
Jefe de enferme - ras.	200	50	Si	No			08-12;14-18
Contabilidad	300	50	Si	No	Calculadora eléctrica.		" "
Administrador	300	50	Si	No	Calculadora - eléctrica. Máquina de escri - bir.		" "
Director	300	30	Si	No			" "
Secretaría	300	30	Si	No	Máquina de escri - bir.		" "
Archivo pasivo	120	0	Si	No			" "
Procesamiento - datos.	300	30	Si	No			" "

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL

13 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO
	NIVEL (LUX)	% EMERGENCIA	VENTILACION	EQUIPAMIENTO DE TRABAJO	
		ACONDICIONADO	AIRE		
Lectura	300	30	Si	No	08-12;14-18
Servicio social	300	50	Si	No	" "
Caja	300	50	Si	No	" "
Admisión	150	30	Si	No	" "
<u>Mantenimiento</u>					
Talleres	300	50	No	Si	" " o 08-16
Casa de fuerza	200	50	--	--	Permanente
Guardianía	120	50	No	Si	"
Incinerador	120	50	--	--	Incinerador ti- po industrial (Prn)
Grupo electróge no.	120	50	--	--	"
Cámara de trans formación.	120	50	--	--	"



CUADRO No. 2 REQUÉRIMIENTOS TÉCNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 15 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO DE TRABAJO
	NIVEL EMERGENCIA (LUX)	% ACONDICIONADO	AIRE VENTILACION	EQUIPAMIENTO	
teriales limpios					
Lavabos quirúrgico.	250	100	Si	No	Permanente
Recepción - control.	200	100	Si	No	"
Estar médicos	150	50	Si	No	"
Aseo	180	0	No	--	(Prn)
Sala de labor	200	50	Si	No	Permanente
Sala de partos	1.000	100	Si	No	"
Sala de partos	1.000	100	Si	No	"

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 16 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO
	NIVEL EMERGENCIA (LUX)	% ACONDICIONADO	AIRE	VENTILACION EQUIPAMIENTO DE TRABAJO	
Recepción e identificación.	180	50	Si	No	Permanente
Preparación vacuetales.	300	100	Si	No	Máquina para cortar. (Prn)
<u>Esterilización</u>					Incubadora. Esterilizador.
Esterilización	300	50	Si	No	Autoclave (1-KW) 06-18
Recepción	300	50	Si	No	08-12;14-18
<u>Central de Biobehones</u>					
Preparación lagartario.	300	50	Si	No	Cocineta eléctrica. " "
Preparación lagartario.	300	50	Si	No	Dispensador mezclador. " " Autoclave Refrigeradora

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 17 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO
	NIVEL (LUX)	EMERGENCIA %	AIRE ACONDICIONADO	VENTILACION	
Filtro	200	50	Si	No	Baño de María 08-12; 14-18
<u>Hospitalización</u>					
<u>Ginecología y -</u>					
<u>Obstetricia.</u>					
Hospitalización	120	30	Si	No	18-00
Prematuros	200	100	Si	NO	Incubadoras Lámpara para lu- minoterapia.
Uterina limpia	120(I)	0	Si	No	Cocineta eléctri- ca.
Recién nacido	120	100	Si	No	Incubadoras
Lavachatas	100	0	Si	No	(Prn)
Estación de die- tas	300	50	No	Si	Refrigeradora 07-09; 11-13 Cocineta eléctri- ca. o 16-18

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 18 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO DE TRABAJO
	NIVEL EMERGENCIA (LUX)	% ACONDICIONADO	AIRE VENTILACION	EQUIPAMIENTO	
<u>Cuidados Míminos</u>					
Estar comedor	150	30	Si	No	11-13; 16-18
Control	150	30	Si	No	Permanente
<u>Pediatría Lac - tantes</u>					
Hospitalización lactantes	120	100	Si	No	"
<u>Médecina y Ciru gía</u>					
Utilería limpia	120	0	Si	No	Cocineta eléc - trica.
Utilería usada	100	0	Si	No	(Prn)
Sala de exámen y tratamiento	300	50	Si	No	Lámpara cuello - de ganso. Negatoscopio
Hospitalización	120	30	Si	No	18-00

CUADRO No. 2 REQUERIMIENTOS TECNICOS DE LOS AMBIENTES DE UN HOSPITAL 19 de 19

SECTOR/AMBIENTE	ILUMINACION		F U E R Z A		HORARIO
	NIVEL EMERGENCIA (LUX)	% ACCONDITIONADO!	AIRE VENTILACION	EQUIPAMIENTO DE TRABAJO	
Estación de dietas	300	50	Si	No	Refrigeradora 07-09;11-13 Cocina eléctrica 0 16-18 ca.
<u>Residencia Personal</u>					
Dormitorios	120	30	Si	No	18-00
Sala médicos	150	30	Si	No	Televisor 08-12:14-00 Refrigeradora Dispensador de infusiones
<u>Hospitalización</u>					
<u>Medicina</u>					
Transferencia	200	30	Si	No	(Prn)
<u>Residencia Enfermeras</u>					
Sala enfermeras	120	30	Si	No	Igual 08-12;14-00
Sala de máquinas de Ascensores.	120	30	No	No	Permanente

## Cargas de Fuerza al Sistema de Emergencia.-

En una Institución Hospitalaria, la continuidad del servicio de energía es de vital importancia en determinados ambientes (Quirófanos, Cuidados Intensivos, Recuperación, etc.) ya que la preservación de la vida del paciente, por un lado, y la necesidad de tener algunos equipos funcionando correctamente, por otro, hacen que la determinación de los diferentes lugares en donde sea necesario disponer de energía de emergencia, se lo haga con un criterio de necesidad misma de acuerdo a la función del ambiente, de manera que las labores del Hospital no se vean afectadas en su grado.

En el cuadro No. 3 se indica de una forma cuantitativa el servicio de emergencia para cada uno de los sectores y ambientes. Desde luego las salidas de fuerza de los demás ambientes de un Hospital que no se mencionan, lógicamente pertenecen al sistema eléctrico normal.

Estos datos se tomaron de las Normas del Instituto Mexicano de Seguridad Social.

## AMBIENTE

## TOMACORRIENTES QUE SE CONECTAN A EMERGENCIA

Quirófanos	Todos los tomacorrientes
Sala de Recuperación	Todos los tomacorrientes
Consultorios	Un toma corriente monofásico
Estaciones de enfermería	El 50% de tomacorrientes
Laboratorio	Se conectarán a emergencia los tomacorrientes que sirven a: refrigeradoras, estufas de cultivo, cen trifugas, y a cierto equipo especial de laboratorio
Autopsias	Se conectará a emergencia el equipo de refrigeración de cadáveres.
Bodegas de abasto	Se conectará a emergencia los tomacorrientes que den servicio a refrigeradoras
Esterilización central	Se conectarán a emergencia, todos los autoclaves
Farmacia	Se conectarán a emergencia los tomacorrientes que den servicio a refrigeradoras y aquellos situados cerca de la zona de preparación.
Talleres	Se conectará a emergencia el 30% de los tomacorrientes instalados.
Cocina	Irán conectados a emergencia los tomacorrientes de frigoríficos, máquinas para hacer hielo y refrigeradoras.

Y

---

**AMBIENTE**


---

**TOMACORRIENTES QUE SE CONECTAN A EMERGENCIA**


---

Sala de encamados	Se debe conectar a emergencia un tomacorriente normal cada 2 camas
Sala de rnsiones	Considerar un tomacorriente a emergencia
Neonatólogía	Todos los tomacorrientes que servirán a termocunas se conectarán a emergencia.
Sector de emergencia	Se conectará el 30% de los tomacorrientes existentes al servicio de emergencia.
Rayos X	En Quirófanos se conectará a emergencia una salida especial destinada a Rayos X portátil.
Casa de máquinas	Se conectará el 100% de las salidas eléctricas a emergencia.
Banco de sangre	El 50% de salidas eléctricas se conectará a emergencia.
Preparación	Se conectará el 50% de salidas eléctricas a emergencia.
Sala de labor	Se conectará el 50% de salidas eléctricas a emergencia.
Sala de máquinas de ascensores	Se conectarán a emergencia las salidas eléctricas para motores de los elevadores.

### II.3.3 Recomendaciones para la Estimación de la Demanda - en Hospitales.

Según el tamaño del Hospital (el número de camas - puede tomarse como base) y la importancia de las instalaciones eléctricas, varía también la potencia necesaria. A mayor número de camas, disminuye la potencia necesaria específica por cama. La relación entre el número de camas y la potencia necesaria se indica en la figura 3, la cual - es el resultado de una estadística de Hospitales con climatización e instalaciones eléctricas parciales.

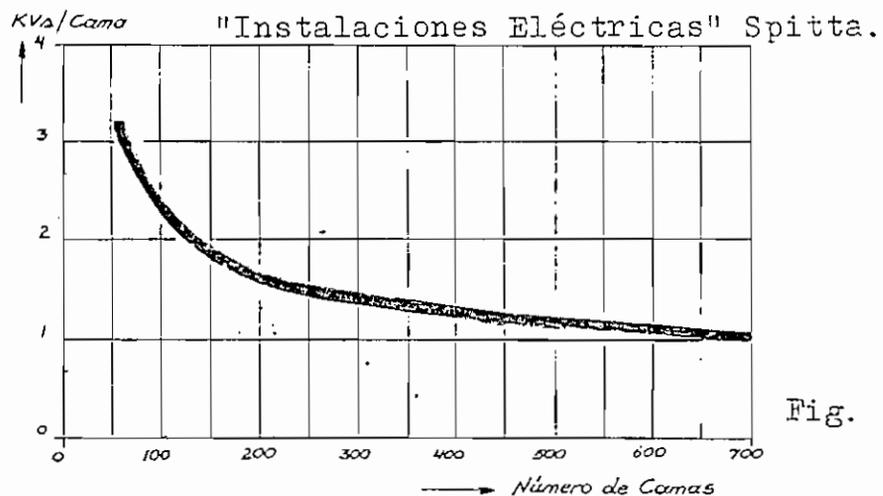


Fig. 3.

La potencia necesaria del transformador se puede deducir aproximadamente multiplicando el número de camas - por la potencia específica. Según el grado de electrificación (por ejemplo, cocina complementa electrificada, instalaciones de esterilización) han de aumentarse los valores dados, entre un 15 y un 30 por ciento. Debido a que - la utilización de aparatos electrodomésticos aumenta constantemente, deben preverse en la planificación de un Hospital, reservas para el suministro de energía (o por lo - menos lugares para ampliar las instalaciones eléctricas).

Entre las consideraciones sobre la potencia neces-

ria, ha de contarse con la probabilidad de que puedan haber varias instalaciones eléctricas simultáneamente en servicio.

#### Factores de Demanda.

La simultaneidad del funcionamiento del equipo existe en una instalación hospitalaria a nivel de circuito ramal, a nivel de tableros secundarios y a nivel del tablero principal, es el factor primordial para la determinación del factor de demanda. El factor de demanda en un Hospital es variable y se considera que este es mayor cuando se tiene en funcionamiento las cargas fuertes de la institución como son las de cocina, Casa de Máquinas, Rayos X, Ascensores, Lavandería, etc.

El factor de demanda se obtiene de la relación de demanda máxima efectiva a la carga total instalada. Si suponemos que en algún momento todos los equipos funcionan simultáneamente y que consumen toda su potencia nominal, únicamente en este caso el factor de demanda sería igual a la unidad; pero, este caso es difícil ya que no siempre van ha estar trabajando simultáneamente todas las cargas planificadas y además algunos aparatos de gran potencia casi nunca funcionan al 100% de su carga nominal. Razón por la que el factor de demanda será generalmente menor que la unidad.

Para la aplicación del factor de demanda en Hospitales el proyectista de instalaciones eléctricas analiza las cargas conectadas a los diferentes circuitos ramales en relación directa a la actividad del ambiente y horario de funcionamiento de este y del equipo, entonces aplica los factores recomendados por organizaciones internacionales que tratan al respecto.

A continuación se presentan tablas de Factores de Demanda recomendados para instalaciones eléctricas de Hospitales.

Tabla 1. Código Eléctrico Americano (NEC).

Carga de iluminación a la cual se aplica (w)	Factor de Demanda (%)
Primeros 50.000	40
Excedentes sobre 50.000	20

Tabla 2. Código Eléctrico Venezolano.

Carga	Factor de Demanda (%)
Equipos fijos (incluyendo equipos de cocina)	60 - 100
Motores	75 - 100
Motores individuales	125
Alumbrado, tomacorrientes y salidas especiales	50 - 100

Tabla 3. Instituto Mexicano del Seguro Social.

- Elemento	Factor de Demanda (%)
Alimentador a subtablero de alumbrado y fuerza	60
Equipo de Rayos X	60
Tablero de aislamiento a tierra	60
Fuerza en general, aire acondicionado e instalaciones hidráulicas.	30

Estos Factores de Demanda dados por el Instituto Mexicano del Seguro Social, son recomendados para el cálculo de alimentadores siempre y cuando se haya considerado para los circuitos ramales de alumbrado y fuerza, así como los alimentadores de cargas individuales, un Factor de Demanda igual a la unidad.

Tabla 4. Siemens. Albert Spitta.

Grupo Funcional del Hospital	Factor de Demanda
Alumbrado	0.9
Climatización parcial	1.0
Cocina parcialmente eléctricada	0.6
Esterilización parcialmente eléctricada	0.4
Lavandería parcialmente eléctricada	0.6
Ascensores	1.0
Instalaciones médicas y otros receptores	0.6

## II.4 EJEMPLO DE APLICACION.

### II.4.1 Proyecto en Estudio.

El Ministerio de Salud Pública por intermedio del Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, se encuentra planificando y construyendo Establecimientos de Salud en las distintas provincias del territorio nacional.

El Hospital del "Tena" es uno de los proyectos en referencia. Del cual tomaremos el proyecto eléctrico para realizar el estudio de sus instalaciones en lo que se refiere básicamente a la aplicación de los factores de de -

manda recomendados por los códigos eléctricos que tratan al respecto.

Cabe indicar que el mencionado proyecto eléctrico pertenece al autor del presente trabajo.

#### II.4.2 Diseño Eléctrico del Hospital del "Tena".

##### Planos Eléctricos.-

En el capítulo quinto correspondiente a Planos y Anexos, se muestran los planos respectivos al diseño eléctrico del Hospital del "Tena".

##### Dimensionamiento de las Instalaciones Eléctricas.-

##### Circuitos Ramales y sus Protecciones.

Para el dimensionamiento de los circuitos ramales tanto del calibre del conductor como de su protección, la carga considerada es el 100% de la conectada.

En todo caso la protección será menor que la capacidad nominal del conductor calculado.

##### Alimentadores y Tableros de Distribución.

Para la estimación de la demanda que servirá para el cálculo de los alimentadores nos basaremos en los factores de demanda dados en la Tabla 3. De igual forma esta tabla la utilizaremos para la selección de la capacidad de las barras colectoras de los tableros de distribución.

##### Transformador de Distribución-

Para el cálculo de la capacidad del transformador - se sumarán todas las demandas estimadas de los diferentes tableros de distribución tanto del sistema normal como - del sistema de emergencia, más un factor de reserva que - debe considerarse para el caso de futuras ampliaciones; - usualmente, esta reserva de antemano se la considera a ni vel de tableros de distribución.

Generador de Emergencia.

De manera similar que para el transformador, aquí - se suman todas las demandas estimadas en los diferentes - tableros de distribución de emergencia.

Demanda Eléctrica del Hospital del "Fena".

En el cuadro No. 4 se indica el computo de la carga instalada así como la demanda estimada en los diferentes tableros eléctricos del proyecto en estudio. En el cálculo de la demanda hemos utilizado la tabla 3. porque

razon

PISO -SECTOR	TABLERO	CARGA INSTALADA (W)	<i>factor de demanda</i> DEMANDA ESTIMADA (W)
Planta Baja.			
-Casa de			
Máquinas	TO-CF	18,290	14.632
	TEO-CF	27.700	22.160
-Emergencia,			
Laboratorios	TO-1	52.072	31.243
	TEO-1	15.790	9.474
-Alimentación,			
Dietética.	TO-2	56.956	45.564
	TEO-2	36.260	29.008
-Lavandería	TO-3	47.264	37.811
	TEO-3	12.864	10.291
-Administra- ción.	TO-4	9.748	5.848
	TEO-4	2.780	1.668
-Consulta			
Externa.	TO-5	23.188	13.912
	TEO-5	9.960	5.976
-Bodega,			
Morgue.	TO-6	3.680	2.208
	TEO-6	6.104	3.662
-Emergencia	TAF-1	4.250	3.400
-Guardiana, Iluminación			
Exterior	TA	4.875	4,875
	TE	600	420

CUADRO No. 4 CUADRO GENERAL DE CARGA  
DEL HOSPITAL DEL "TENA".

2 de 2

PI SO -SECTOR	TABLERO	CARGA INSTALADA (W)	DEMANDA ESTIMADA (W)
Primer Piso			
-Centro			
Quirúrgico	T1-1	49.472	29.683
	TE1-1	48.101	28.860
	TAT-2-3-4-5	4.250	3.400
-Hospitali- zación			
	T1-2	43.258	25.954
	TE1-2	23.147	13.888
Segundo Piso			
-Hospitali- zación.			
	T2-1	15.546	9.327
	TE2-1	6.464	3.878
	T2-2	6.036	3.621
	TE2-2	806	483
Tercer Piso			
-Hospitali- zación.			
	T3-1	17.042	10.225
	TE3-1	7.670	4.602
	T3-2	7.514	4.508
	TE3-2	1.524	914
Cuarto Piso			
-Residencias			
	T4-1	9.632	5.779
	TE4-1	4.268	2.560
-Casa de Máquinas de ascensores			
	TE4-CM	20.000	20.000

Del cuadro No. 4:

Capacidad del Transformador de Distribución.

Realizando el sumatorio de las demandas estimadas - en los diferentes tableros del sistema normal y de emergencia contemplados en el proyecto, tenemos:

$$P = 403,034 \text{ Kw.}$$

597120 carga instalada.  
179136 demanda  
al 30%.

Considerando un factor de potencia de 0,85, tendremos

$$S = 474,157 \text{ Kva.}$$

En la decisión de la capacidad del transformador - escogeremos de los valores aproximados que existen en el mercado.

Entonces, Capacidad del Transformador de Distribución para el Hospital del "Tena":

$$S = 500 \text{ Kva.}$$

Capacidad del Generador de Emergencia.

Aquí sumaremos las demandas estimadas en los tableros de emergencia, lo cual nos da:

$$P = 150,624 \text{ Kw.}$$

Considerando el factor de potencia 0,85, tendremos

$$S = 177,204 \text{ Kva.}$$

De igual manera que en la decisión de la capacidad-

del transformador, aquí escogeremos la capacidad del Generador de Emergencia de los valores aproximados que existen en el mercado. *superior o inferior*

Entonces, Capacidad del Generador de Emergencia para el Hospital del "fena":

$$S = 200 \text{ Kva.}$$

Transformador para Equipos de Rayos X.

La capacidad de este transformador, depende de las características de los equipos de Rayos "X" a instalarse. Generalmente el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias utiliza para el efecto, la capacidad de 75 Kva.

?

## CAPITULO III.

### DETERMINACION PRACTICA DEL FACTOR DE DEMANDA EN UN HOSPITAL.

#### III.1 DEFINICION DEL LUGAR EN ESTUDIO

En nuestro medio, el Hospital General de las Fuerzas Armadas asentado en la Ciudad de Quito, es una de las pocas instituciones hospitalarias que cumplen con las condiciones básicas de un hospital moderno. En donde se contemplan todos los sectores determinantes de un establecimiento de salud de una manera planificada. Y que en lo concerniente al equipamiento eléctrico, dispone de todo a quel indispensable para el funcionamiento eficaz del Hospital.

En lo referente al sistema eléctrico, este se ha mantenido de acuerdo al diseño eléctrico original es decir, no ha sufrido aumento alguno en lo que se refiere a carga eléctrica (lo cual hubiese afectado al sistema eléctrico en general)

Por lo expuesto, se justifica la elección del mencionado establecimiento de salud para realizar la parte experimental del presente trabajo.

Características Generales del Hospital "Militar".

Capacidad 300 camas.

Los diferentes servicios del Hospital "militar" están distribuidos en los distintos pisos, de la siguiente manera:

Planta Baja:

Emergencia, Mantenimiento, Bodegas, Casa de Fuerza,  
Casa de Máquinas, Cocina, Lavandería.

Primer Piso:

Consulta Externa, Administración, Medicina Nuclear,  
Alimentación y Dietética.

Segundo Piso:

Laboratorios, Banco de Sangre, Nefrología, Endocri-  
nología, Neumología, Capilla.

Tercer Piso:

Quirófanos, Partos, Post Operatorios.

Cuarto Piso:

Cardiología, Cuidados Intensivos.

Quinto Piso:

Neurología, Siquiatría, Oncología, Psicología.

Sexto Piso:

Medicina Interna.

Séptimo Piso:

Traumatología.

Octavo Piso:

Cirugía General.

Noveno Piso:

Urología, Otorrino.

Décimo Piso:

Gastroenterología.

Undécimo Piso:

Pediatría.

Duodécimo Piso:

Ginecología, Obstetricia.

Décimo Tercer Piso:

Casa de Máquinas de Ascensores.

### III.2 ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEL HOSPITAL "MILITAR".

El sistema eléctrico general del edificio se encuentra servido por un transformador de distribución de 800 - KVA. La distribución de energía se la realiza a través de un tablero general para el sistema normal y de un tablero general para el sistema de emergencia hacia los diferentes pisos del hospital, en donde se alimentan los distintos equipos eléctricos por medio de los tableros secundarios de distribución tanto para el sistema normal como para

ra el sistema de emergencia.

En el esquema que se muestra en la página siguiente, se ve la distribución de los diferentes tableros eléctricos que dispone el Hospital y los nombres de los sectores, a los cuales hacen el suministro de la energía eléctrica.

## Distribución de Tableros Eléctricos del Hospital "Militar"

Décimo Tercer Piso: Casa de Máquinas de Ascensores.

TEB-1

TEB-1

Undécimo y Duodécimo Piso: Ginecología, Obstetricia, Pe - diatría.

TEU-1 TEU-2

TEU-1

Noveno y Décimo Piso: Gastroenterología, Urología, Oto - rrino.

TEV-1 TEV-2

TEV-1

Séptimo y Octavo Piso: Cirugía General, Traumatología.

TEW-1 TEW-2

TEW-1

Quinto y Sexto Piso: Medicina Interna, Neurología, Siquia - tría, Oncología, Psicología.

TES-1 TES-2

TES-1

Cuarto Piso: Cardiología, Cuidados Intensivos.

TEY-1 TEY-2

TEY-1 TEY-2

Tercer Piso: Quirófanos, Partos, Post Operatorios.

TEZ-1 TEZ-2

Segundo Piso: Laboratorios, Neurología, Endocrinología, - Neumología, Comedor - Bar.

TEA-1

TEA-1

Primer Piso: Consulta Externa, Administración, Medicina - Nuclear.

TEB-1 TEB-2

TEB-1 TEB-2

Planta Baja: Cocina, Lavandería, Emergencia, Casa de Má - quinas, Bodegas, Vestuarios, Iluminación Ex - terior.

TEO-2   
TEO-3 TEO-4



TPN



TPE

TEO-1 TEO-3 TEO-5   
TEO-2 TEO-4 TEO-6



TC-1

T.A.A.

Carga Eléctrica Instalada en el Hospital "Militar".

En el cuadro No. 5 se indica la carga eléctrica ins - talada en los diferentes pisos del Hospital.

Cuadro No. 5 Carga Instalada en el Hospital "Militar".

Planta	Iluminación (W)	Fuerza (W)	Total (W)
Subsuelo	960	3.350	4.310
Planta Baja	50.920	279.172	330.092
Primer Piso	35.600	50.600	86.200
Segundo Piso	29.500	61.300	90.800
Tercer Piso	18.080	69.000	87.080
Cuarto Piso	8.300	21.200	29.500
Quinto Piso	8.800	21.800	20.600
Sexto Piso	8.300	20.300	28.600
Séptimo Piso	8.700	24.500	33.200
Octavo Piso	8.400	17.300	25.700
Noveno Piso	8.300	17.600	25.900
Décimo Piso	9.880	20.000	29.880
Undécimo Piso	5.800	15.680	21.480
Duodécimo Piso	10.040	26.952	36.992
Décimo Tercer Piso	400	212.364	212.364
Aire Acondicionado		39.000	39.000

---

Carga Total Instalada = 1'111.698(W)

### III.3 PARTE EXPERIMENTAL.

#### III.3.1 Medición de la Carga Total Conectada en el Hospital "Militar".

Las normas de la Empresa Eléctrica "Quito" S.A. establecen que solamente tienen acceso a una cámara de transformación de grandes clientes su personal calificado. De tal manera que el personal del departamento de "Grandes Clientes" de dicha Empresa realizó la conexión de un-

Registrador de carga en los transformadores de corriente- que se encuentran en el lado de alta tensión del transformador de distribución.

Para poder interpretar la gráfica obtenida mediante el grafizador de carga, es preciso conocer las características de los aparatos y equipos que intervinieron directa o indirectamente en la obtención de la curva de carga:

- Transformador de Distribución.-

Potencia: 800 KVA.

Tensión: 6.300/220/127 V.

Factor de Potencia: 0.8

- Transformadores de Corriente.-

Relación: 100:5 A.

- Registrador de Carga.-

Máxima Escala para Corriente: 6 A.

Voltaje de Alimentación: 120/220 V.

Escala del papel de Registro: 1 hora: 72 mm.

En las siguientes figuras se muestra el registro correspondiente a la carga total conectada en las tres fases del sistema eléctrico general del Hospital "Militar".

Gráfica de la Carga conectada en la fase "R". Fig. No.4

Fecha: Jueves 08, Mayo, 1980

Hora de Conexión: 09,19 A.M.

Hora de Desconexión: 09,19 A.M. (9/V/80)

Gráfica de la Carga conectada en la fase "S". Fig. No. 5

Fecha: Jueves 22, Mayo, 1980

Hora de Conexión: 09.19 A.M.

Hora de Desconexión: 09,19 A.M. (23/V/80)

Gráfica de la Carga conectada en la fase "T". Fig. No. 6

Fecha: Jueves 12, Junio, 1980

Hora de Conexión: 09,19 A.M.

Hora de Desconexión: 09,19 A.M. (13/VI/80)

Fig. 4 Carga conectada en la Fase "R".

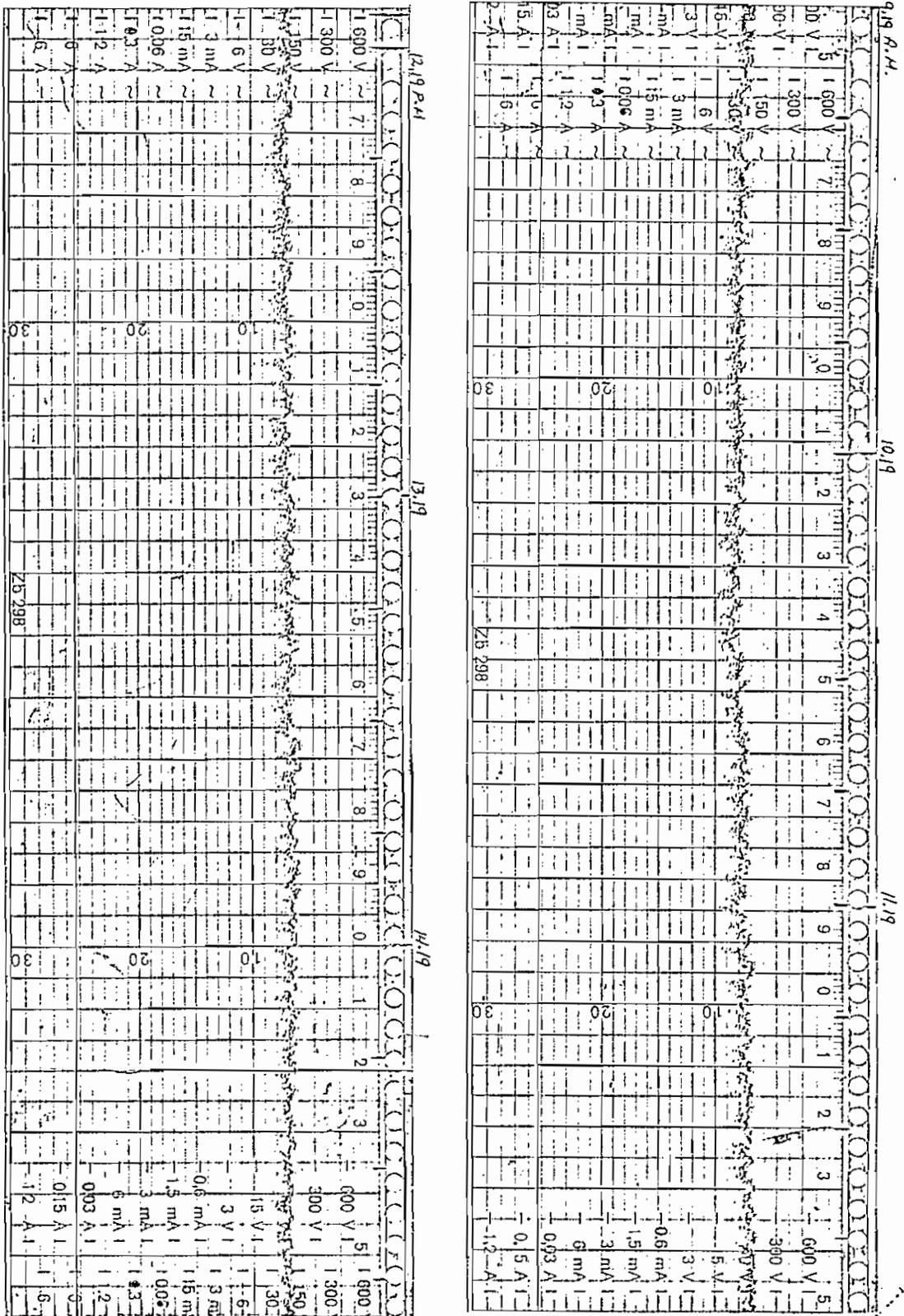


Fig. 4 Carga conectada en la Fase "R".

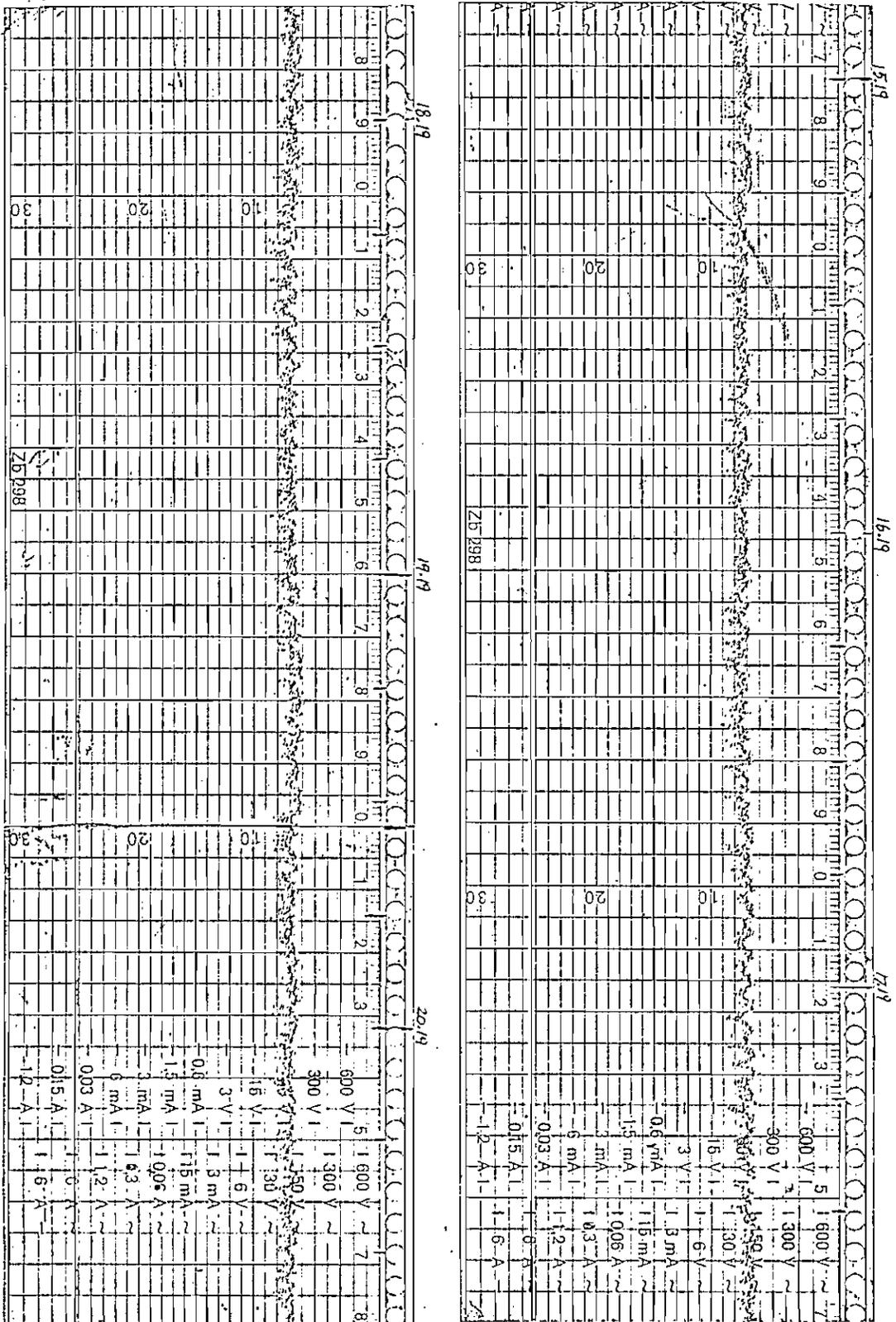






Fig. 4 Carga conectada en la Fase "R".

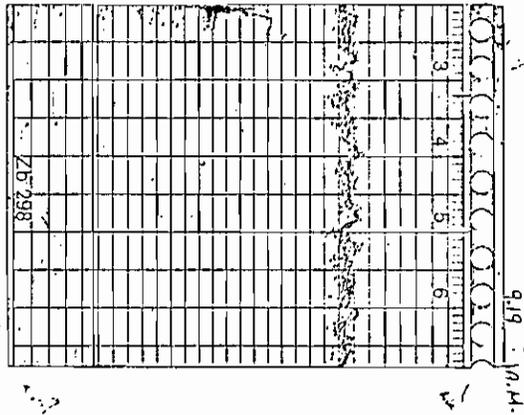


Fig. 5 Carga conectada en la Fase "S".

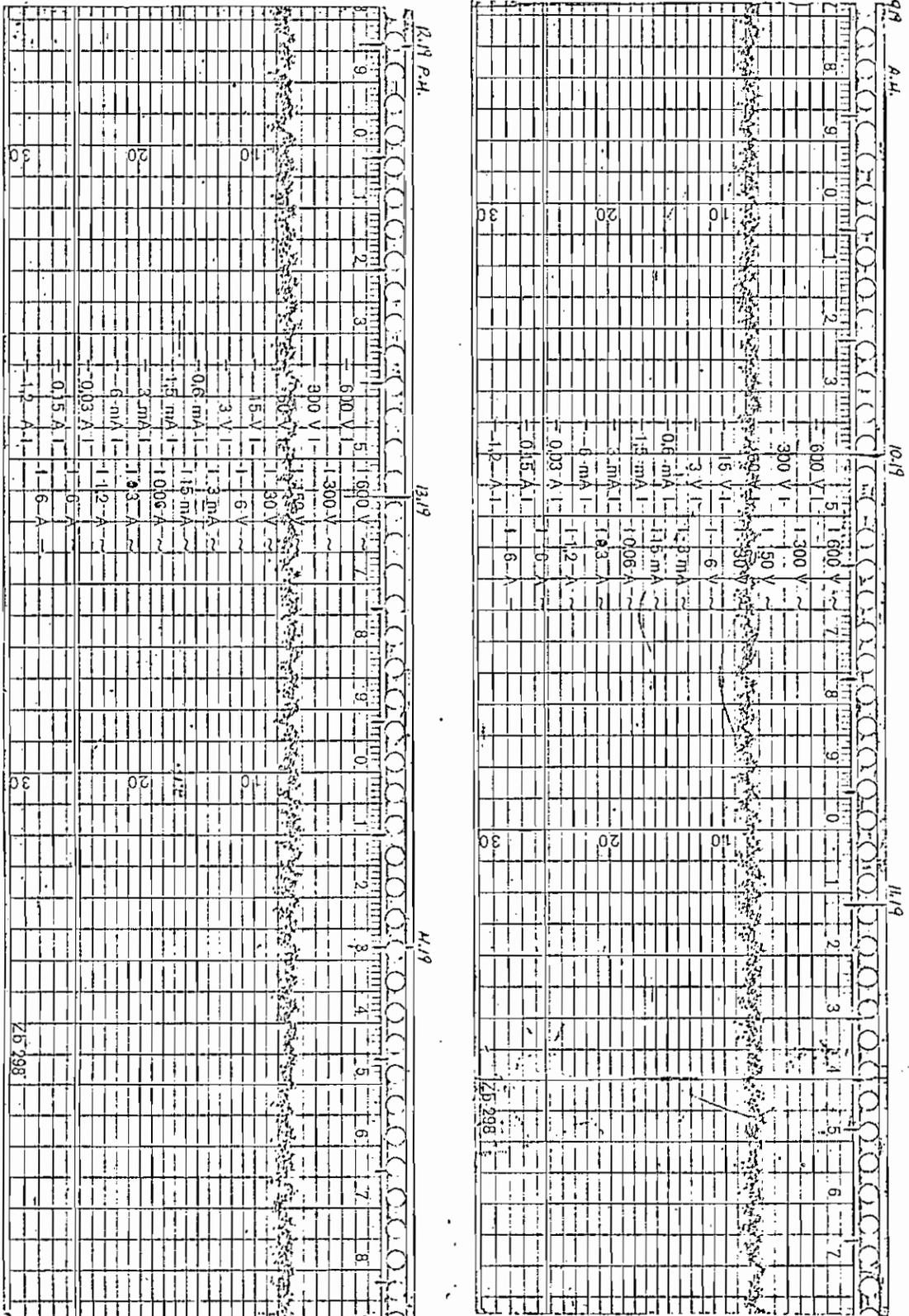


Fig. 5 Carga conectada en la Fase "S".

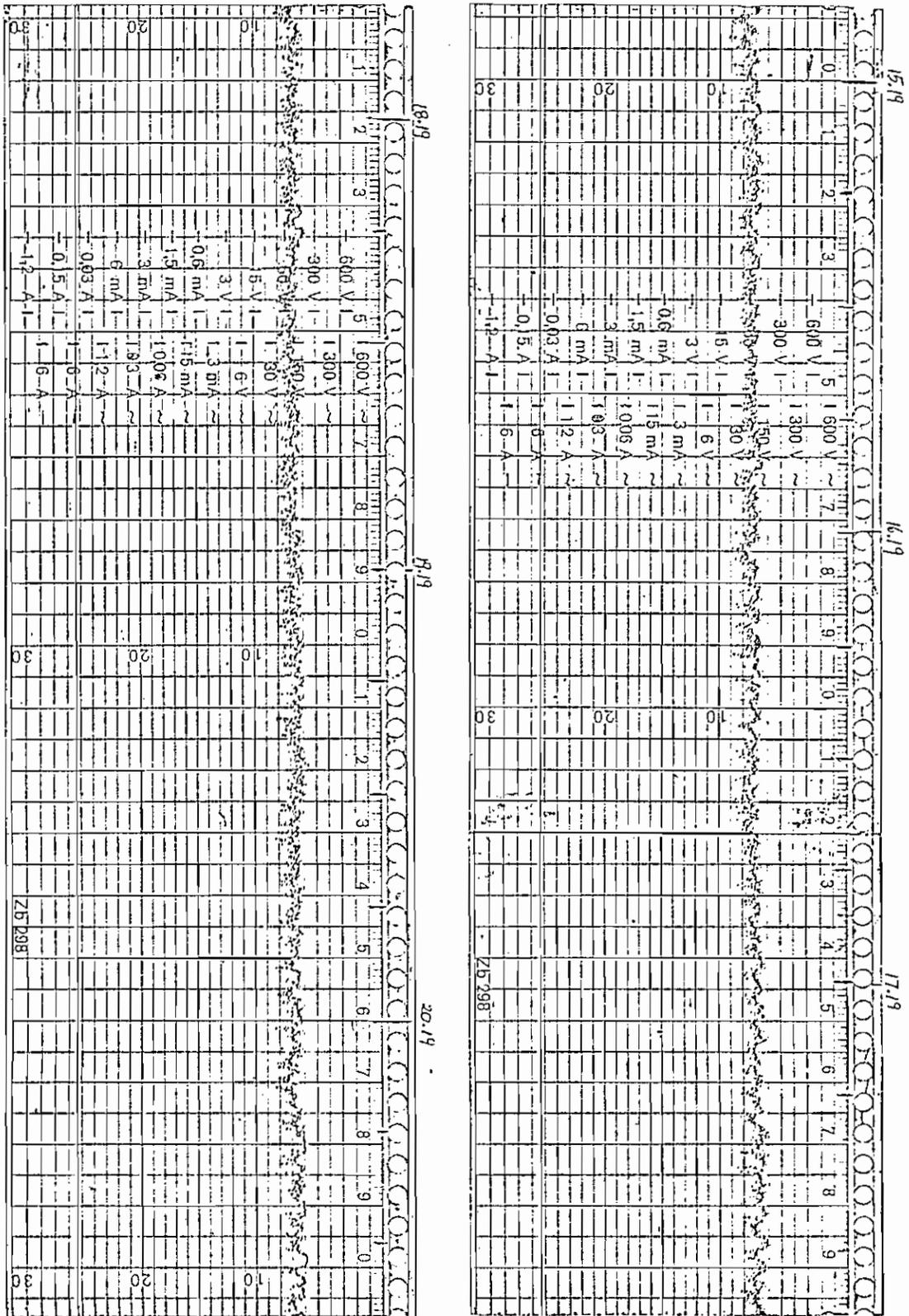


Fig. 5 Carga conectada en la Fase "S"

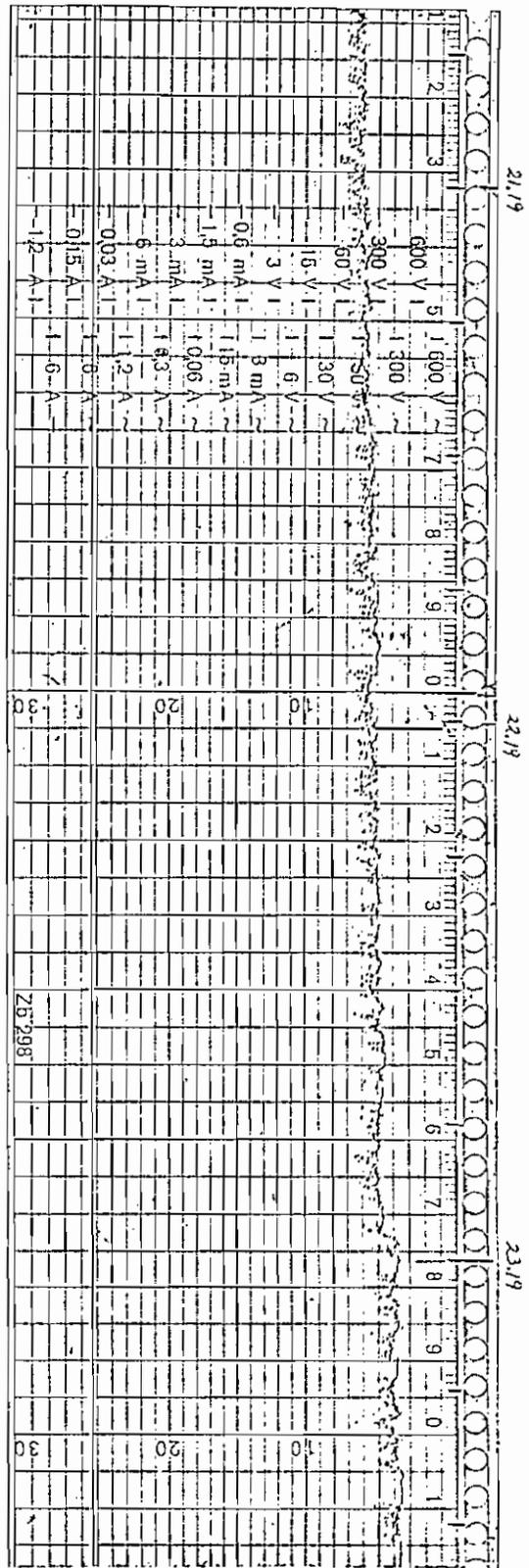
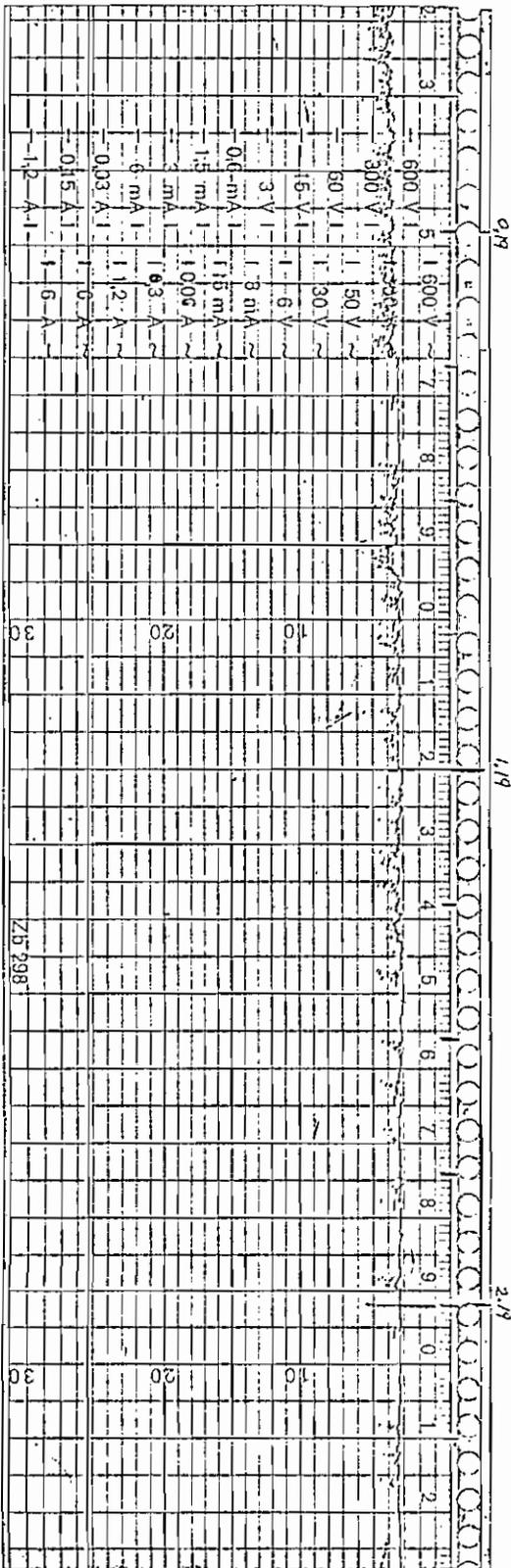


Fig. 5 Carga conectada en la Fase "S".

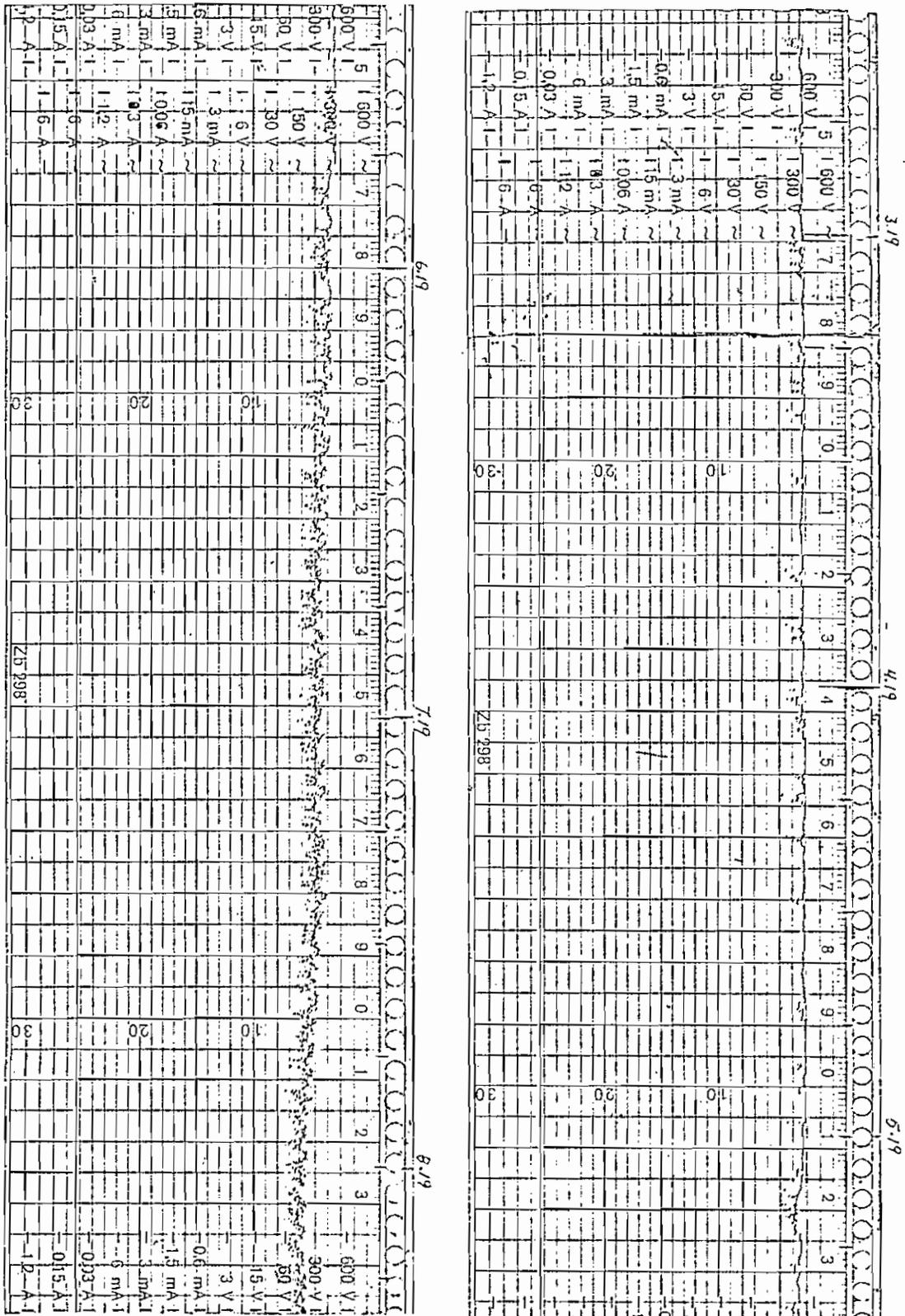
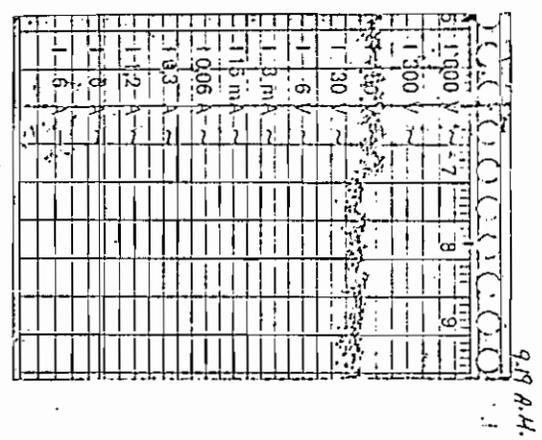


Fig. 5 Carga conectada en la Fase "S".



919 A.H.

5



Fig. 6 Carga conectada en la Fase "F".

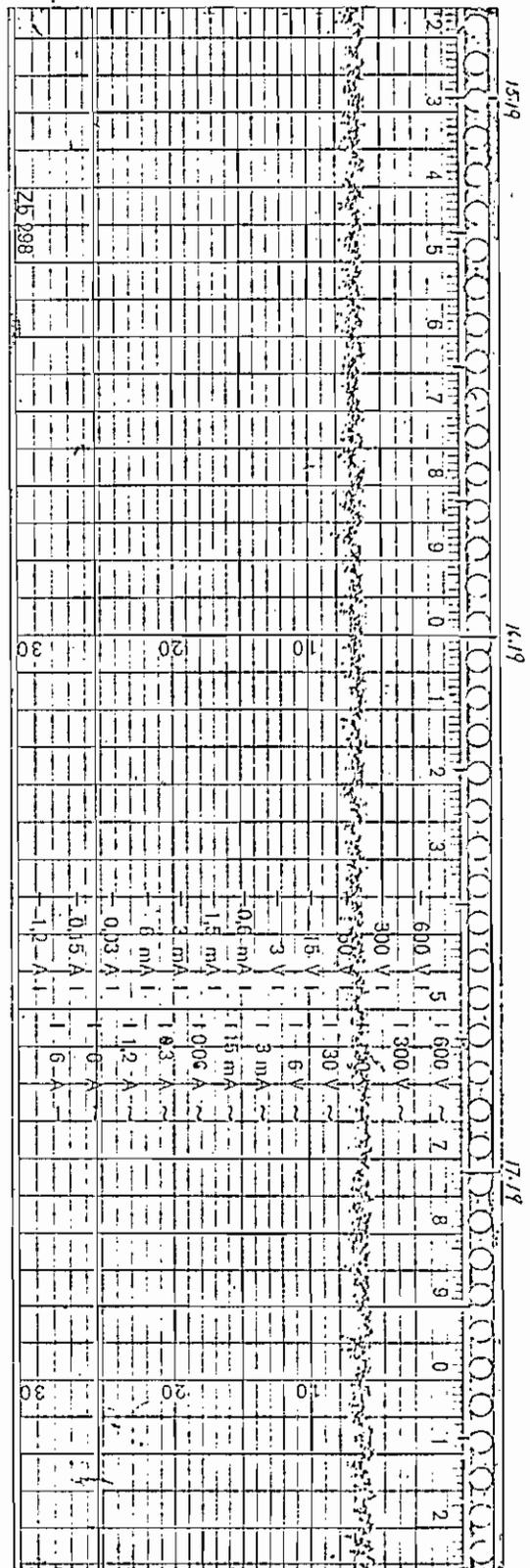
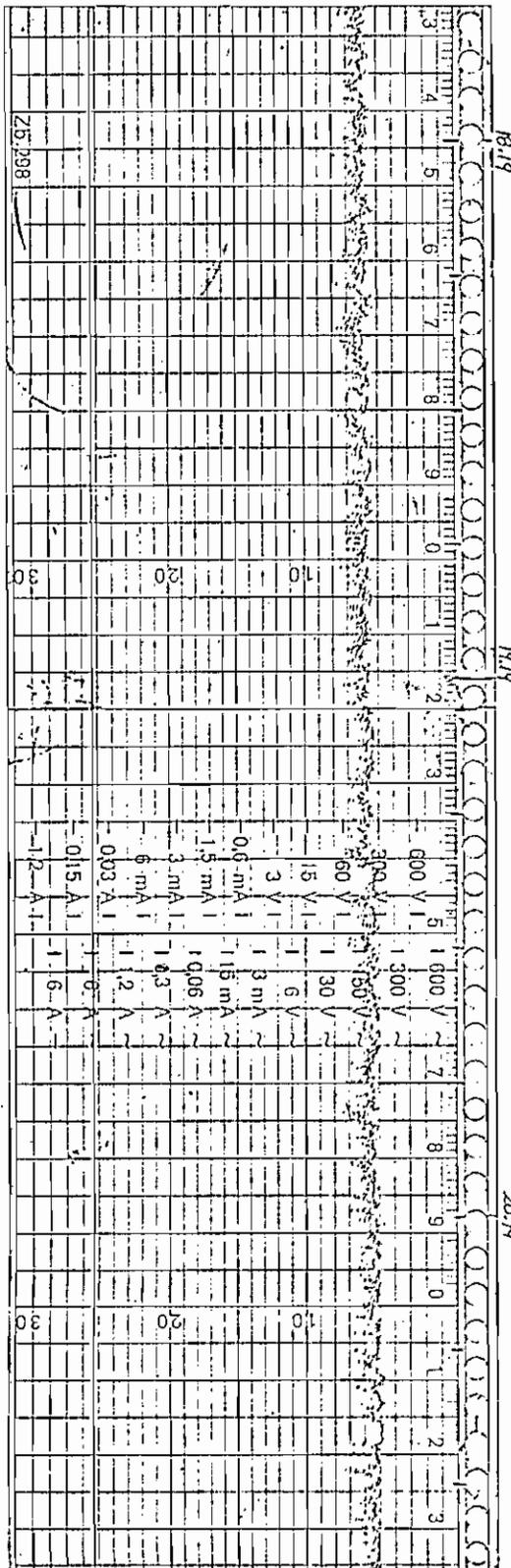


Fig. 6 Carga conectada en la Fase "T".

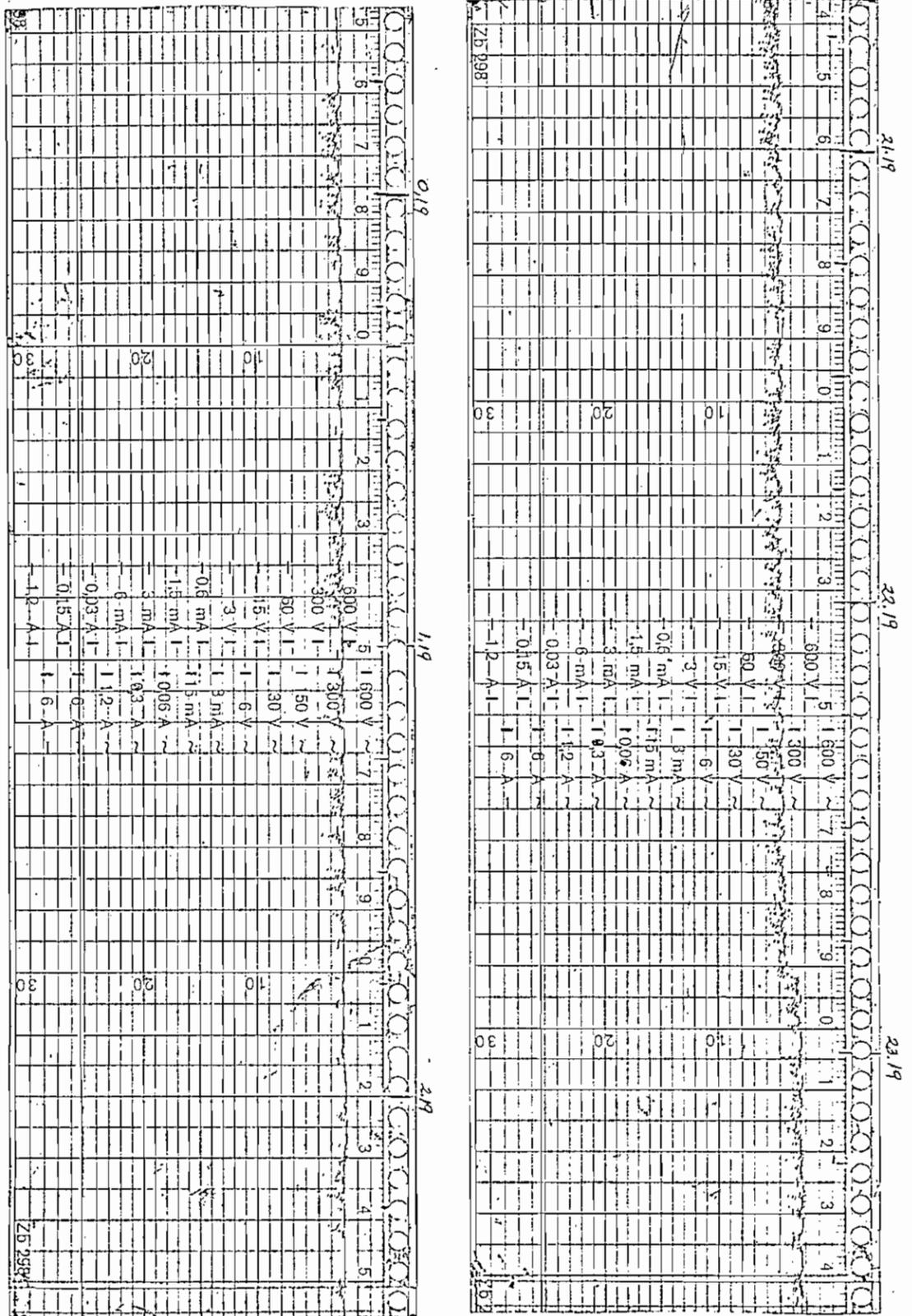
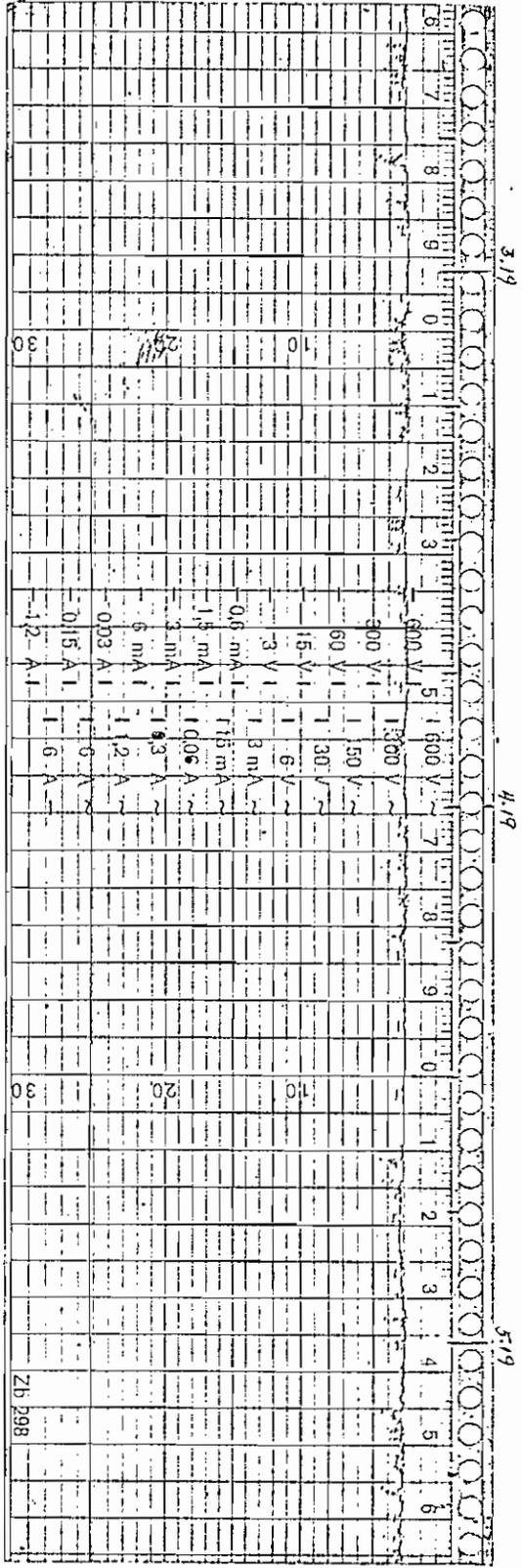
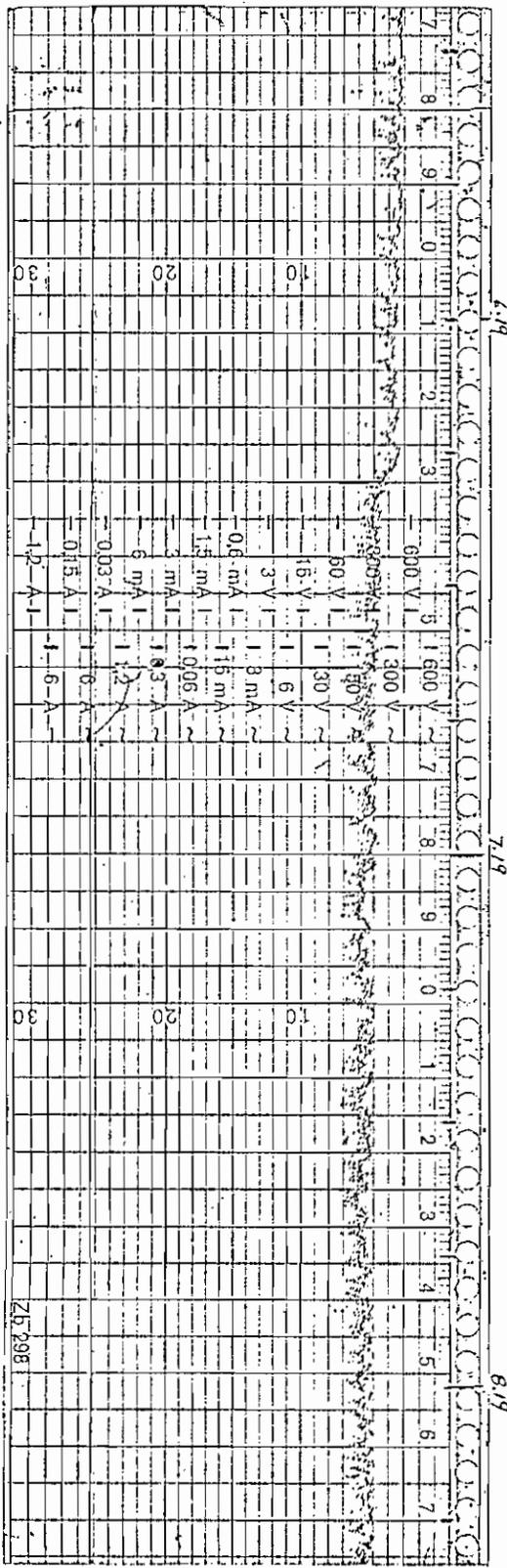
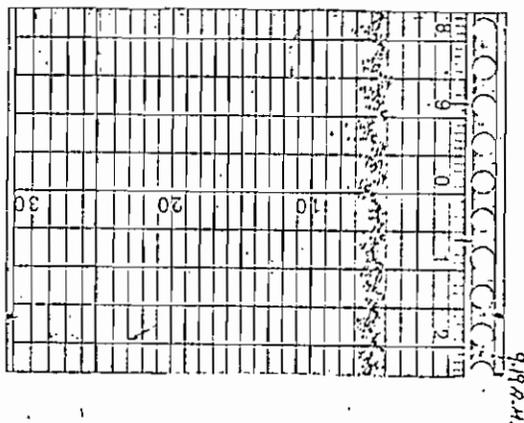


Fig. 6 Carga conectada en la Fase "I"





## Interpretación de las gráficas.

De los gráficos obtenidos mediante el grafizador de carga podemos deducir los siguientes datos que corresponden a los valores de máxima demanda en intervalos de demanda de 15 minutos.

Los valores de Corriente de carga que se dan, corresponden al lado de Baja Tensión del transformador de distribución. Encontrados en base a la relación de transformación  $E1: E2; I2: I1$ .

Donde:

E1: Tensión primaria del transformador 6.000 V (dato)

E2: Tensión secundaria del transformador 210 V (dato)

I1: Corriente de carga en el primario del transformador - (valor de la corriente dado en el registro y aplicado la relación del transformador de corriente)

I2: Corriente de carga en el secundario del transformador (incógnita)

Valores de Carga Conectada en la Fase "R". (Fig. 4)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora	Hora	Hora	Amperios
9,19	9,34	9,34	1.057
9,34	9,49	9,37	1.074
9,49	10,04	9,50	1.109
10,04	10,19	10,11	1.086
10,19	10,34	10,27	1.126
10,34	10,49	10,37	1.114
10,49	11,04	10,50	1.171
11,04	11,19	11,15	1.086

Valores de Carga Conectada en la Fase "R". (Fig. 4)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora	Hora	Hora	Amperios
11,19	11,34	11,19	1.097
11,34	11,49	11,45	1.000
11,49	12,04	11,54	1.011
12,04	12,19	12,06	971
12,19	12,34	12,34	983
12,34	12,49	12,35	1.017
12,49	13,04	13,01	1.114
13,04	13,19	13,14	966
13,19	13,34	13,31	1.000
13,34	13,49	13,34	1.029
13,49	14,04	13,50	914
14,04	14,19	14,06	914
14,19	14,34	14,26	931
14,34	14,49	14,41	943
14,49	15,04	14,52	971
15,04	15,19	15,11	966
15,19	15,34	15,28	971
15,34	15,49	15,42	1.011
15,49	16,04	15,51	1.046
16,04	16,19	16,07	989
16,19	16,34	16,29	1.000
16,34	16,49	16,44	1.046
16,49	17,04	16,50	1.011
17,04	17,19	17,13	914
17,19	17,34	17,22	989
17,34	17,49	17,35	983
17,49	18,04	17,55	960
18,04	18,19	18,15	920
18,19	18,34	18,32	1.037
18,34	18,49	18,34	989

Valores de Carga Conectada en la Fase "R". (Fig. 4)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora	Hora	Hora	Amperios
18,49	19,04	19,05	920
19,04	19,19	19,15	989
19,19	19,34	19,22	1.000
19,34	19,49	19,47	987
19,49	20,04	19,51	954
20,04	20,19	20,17	966
20,19	20,34	20,20	1.017
20,34	20,49	20,41	971
20,49	21,04	20,59	1.040
21,04	21,19	21,04	989
21,19	21,34	21,22	909
21,34	21,49	21,38	886
21,49	22,04	21,53	891
22,04	22,19	22,19	840
22,19	22,34	22,22	840
22,34	22,49	22,34	797
22,49	23,04	23,03	749
23,04	23,19	23,095	611
23,19	23,34	23,265	640
23,34	23,49	23,35	640
23,49	24,04	23,50	606
24,04	24,19	24,07	594
24,19	24,34	24,26	531
24,34	24,49	24,40	611
24,49	01,04	01,035	549
01,04	01,19	01,045	514
01,19	01,34	01,265	554
01,34	01,49	01,355	594
01,49	02,04	01,505	554
02,04	02,19	02,05	537

Valores de Carga Conectada en la Fase "R". (Fig. 4)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora	Hora	Hora	Amperios
02,19	02,34	02,195	514
02,34	02,49	02,43	400
02,49	03,04	03,02	400
03,04	03,19	03,13	514
03,19	03,34	03,335	491
03,34	03,49	03,345	480
03,49	04,04	03,565	377
04,04	04,19	04,17	469
04,19	04,34	04,29	377
04,34	04,49	04,395	469
04,49	05,04	04,50	457
05,04	05,19	05,04	446
05,19	05,34	05,305	497
05,34	05,49	05,355	520
05,49	06,04	06,005	554
06,04	06,19	06,175	571
06,19	06,34	06,32	1.674
06,34	06,49	06,485	886
06,49	07,04	06,57	829
07,04	07,19	07,12	797
07,19	07,34	07,26	840
07,34	07,49	07,48	874
07,49	08,04	07,51	954
08,04	08,19	08,145	1.011
08,19	08,34	08,325	1.137
08,34	08,49	08,49	1.000
08,49	09,04	09,04	1.046
09,04	09,19	09,14	1.029

Valores de Carga Conectada en la Fase "S" (Fig. 5)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora	Hora	Hora	Amperios
9,19	9,34	9,28	999
9,34	9,49	9,435	1.074
9,49	10,04	9,56	1.029
10,04	10,19	10,14	1.017
10,19	10,34	10,305	1.000
10,34	10,49	10,485	1.046
10,49	11,04	11,02	1.046
11,04	11,19	11,055	1.126
11,19	11,34	11,315	1.011
11,34	11,49	11,345	1.040
11,49	12,04	11,53	1.057
12,04	12,19	12,05	1.017
12,19	12,34	12,325	1.000
12,34	12,49	12,39	966
12,49	13,04	12,59	966
13,04	13,19	13,45	914
13,19	13,34	13,27	989
13,34	13,49	13,485	943
13,49	14,04	13,035	926
14,04	14,19	14,13	954
14,19	14,34	14,25	971
14,34	14,49	14,40	983
14,49	15,04	14,565	1.229
15,04	15,19	15,12	1.040
15,19	15,34	15,275	1.017
15,34	15,49	15,415	1.029
15,49	16,04	15,015	1.000
16,04	16,19	16,115	931
16,19	16,34	16,21	1.017
16,34	16,49	16,355	1.017

Valores de Carga Conectada en la Fase "S". (Fig. 5)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora	Hora	Hora	Amperios
16,49	17,04	16,54	977
17,04	17,19	17,07	914
17,19	17,34	17,335	926
17,34	17,49	17,435	971
17,49	18,04	18,005	937
18,04	18,19	18,05	937
18,19	18,34	18,22	983
18,34	18,49	18,44	937
18,49	19,04	18,53	949
19,04	19,19	19,07	971
19,19	19,34	19,255	914
19,34	19,49	19,39	926
19,49	20,04	19,545	943
20,04	20,19	20,115	943
20,19	20,34	20,27	943
20,34	20,49	20,40	943
20,49	21,04	20,57	914
21,04	21,19	21,115	897
21,19	21,34	21,255	857
21,34	21,49	21,465	840
21,49	22,04	21,565	817
22,04	22,19	22,13	789
22,19	22,34	22,265	743
22,34	22,49	22,425	703
22,49	23,04	22,515	743
23,04	23,19	23,065	743
23,19	23,34	23,27	629
23,34	23,49	23,37	743
23,49	24,04	23,595	629
24,04	24,19	24,165	680

Valores de Carga Conectada en la Fase "S". (Fig. 5)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora	Hora	Hora	Amperios
24,19	24,34	24,27	566
24,34	24,49	24,445	514
24,49	01,04	24,55	560
01,04	01,19	01,115	629
01,19	01,34	01,32	549
01,34	01,49	01,415	554
01,49	02,04	01,54	514
02,04	02,19	02,16	543
02,19	02,34	02,325	531
02,34	02,49	02,39	520
02,49	03,04	02,525	514
03,04	03,19	03,045	514
03,19	03,34	03,20	560
03,34	03,49	03,415	509
03,49	04,04	04,035	514
04,04	04,19	04,105	514
04,19	04,34	04,33	560
04,34	04,49	04,385	514
04,49	05,04	05,015	566
05,04	05,19	05,165	509
05,19	05,34	05,265	571
05,34	05,49	05,415	514
05,49	06,04	05,55	583
06,04	06,19	06,10	629
06,19	06,34	06,265	640
06,34	06,49	06,40	743
06,49	07,04	07,02	691
07,04	07,19	07,065	709
07,19	07,34	07,20	709
07,34	07,49	07,40	691

Valores de Carga Conectada en la Fase "S". (Fig, 5)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora	Hora	Hora	Amperios
07,49	08,04	07,51	823
08,04	08,19	08,09	846
08,19	08,34	08,295	880
08,34	08,49	08,44	880
08,49	09,04	08,59	1.029
09,04	09,19	09,15	1.000

Valores de Carga Conectada en la Fase "I". (Fig. 6)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora		Hora	Amperios
09,19	09,34	09,20	799
09,34	09,49	09,42	846
09,49	10,04	09,49	829
10,04	10,19	10,165	886
10,19	10,34	10,33	829
10,34	10,49	10,395	1.023
10,49	11,04	10,54	1.069
11,04	11,19	11,06	1.046
11,19	11,34	11,27	1.017
11,34	11,49	11,48	1.086
11,49	12,04	11,515	994
12,04	12,19	12,12	966
12,19	12,34	12,27	966
12,34	12,49	12,385	914
12,49	13,04	12,52	914
13,04	13,19	13,125	857
13,19	13,34	13,215	903
13,34	13,49	13,345	869
13,49	14,04	14,00	857
14,04	14,19	14,12	903
14,19	14,34	14,24	874
14,34	14,49	14,39	897
14,49	15,04	14,50	869
15,04	15,19	15,11	960
15,19	15,34	15,31	903
15,34	15,49	15,44	851
15,49	16,04	16,025	931
16,04	16,19	16,07	949
16,19	16,34	16,28	880
16,34	16,49	16,365	903

Valores de Carga Conectada en la Fase "I". (Fig. 6)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora	Hora	Hora	Amperios
16,49	17,04	16,56	931
17,04	17,19	17,065	840
17,19	17,34	17,30	903
17,34	17,49	17,39	903
17,49	18,04	18,00	891
18,04	18,19	18,05	857
18,19	18,34	18,20	903
18,34	18,49	18,39	874
18,49	19,04	18,495	874
19,04	19,19	19,06	857
19,19	19,34	19,195	817
19,34	19,49	19,375	817
19,49	20,04	20,035	817
20,04	20,19	20,065	851
20,19	20,34	20,315	765,7
20,34	20,49	20,47	846
20,49	21,04	20,54	800
21,04	21,19	21,11	731
21,19	21,34	21,32	720
21,34	21,49	21,36	731
21,49	22,04	21,59	760
22,04	22,19	22,09	760
22,19	22,34	22,23	731
22,34	22,49	22,385	743
22,49	23,04	22,515	766
23,04	23,19	23,07	680
23,19	23,34	23,265	531
23,34	23,49	23,44	571
23,49	24,04	23,515	509
24,04	24,19	24,05	571

Valores de Carga Conectada en la Fase "T". (Fig. 6)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora	Hora	Hora	Amperios
24,19	24,34	24,20	531
24,34	24,49	24,415	543
24,49	01,04	01,015	560
01,04	01,19	01,10	509
01,19	01,34	01,285	560
01,34	01,49	01,44	549
01,49	02,04	01,515	497
02,04	02,19	02,14	400
02,19	02,34	02,29	543
02,34	02,49	02,365	480
02,49	03,04	02,565	503
03,04	03,19	03,065	566
03,19	03,34	03,26	497
03,34	03,49	03,47	463
03,49	04,04	03,54	469
04,04	04,19	04,10	486
04,19	04,34	04,32	480
04,34	04,49	04,43	389
04,49	05,04	04,58	514
05,04	05,19	05,16	486
05,19	05,34	05,265	514
05,34	05,49	05,45	509
05,49	06,04	05,53	560
06,04	06,19	06,11	554
06,19	06,34	06,30	629
06,34	06,49	06,42	720
06,49	07,04	06,59	817
07,04	07,19	07,07	771
07,19	07,34	07,26	817
07,34	07,49	07,47	817

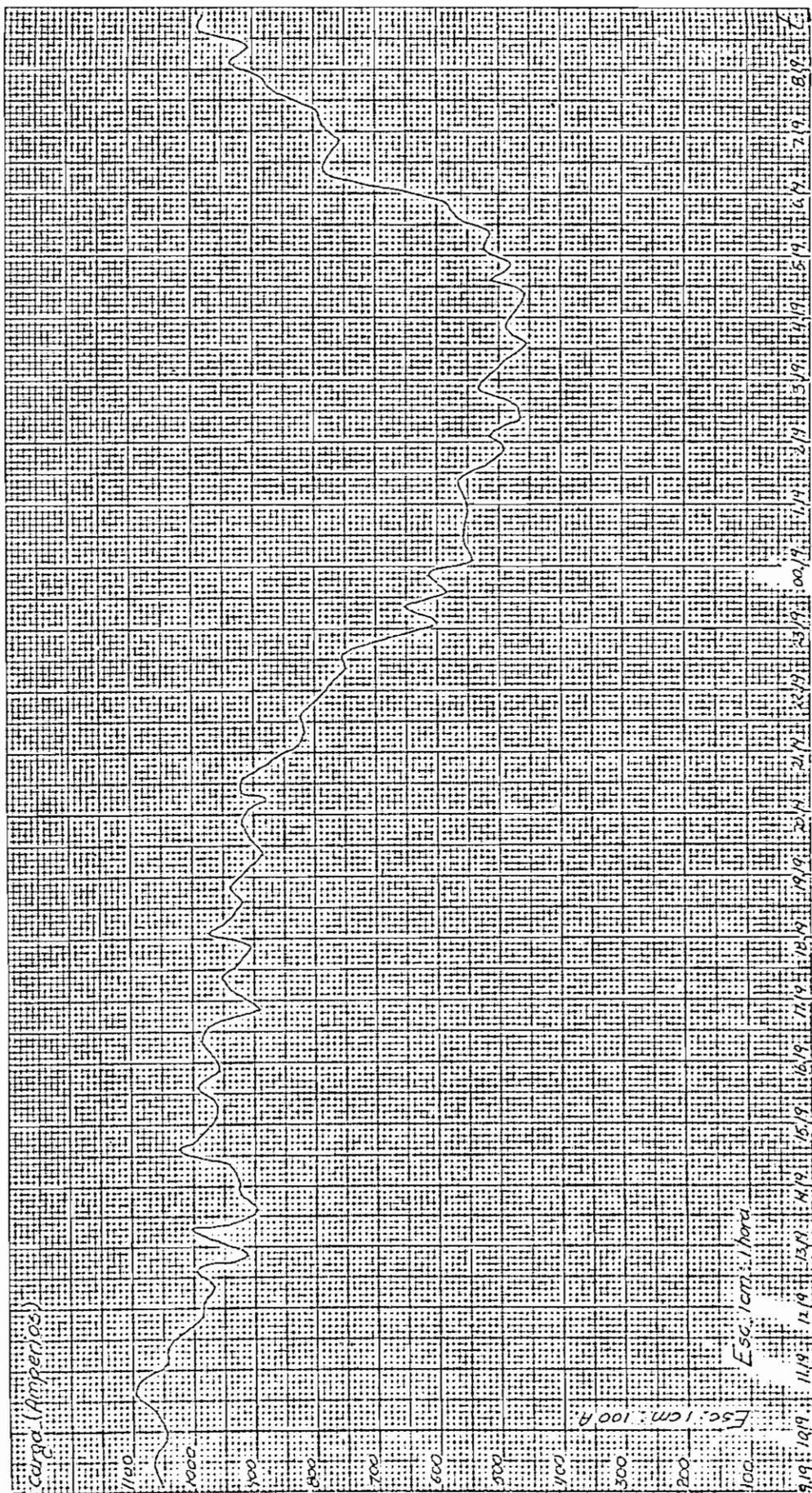
Valores de Carga Conectada en la Fase "T". (Fig. 6)

Intervalo de Demanda		Máxima Demanda del Intervalo	
Hora		Hora	Amperios
07,49	08,04	07,57	800
08,04	08,19	08,08	789
08,19	08,34	08,265	800
08,34	08,49	08,415	834
08,49	09,04	08,515	880
09,04	09,19	09,165	914

En la figura 7 se muestra la curva típica de carga del Hospital en estudio. En donde, en el eje vertical se representan los puntos de máxima demanda en el intervalo de demanda respectiva y en el eje horizontal se representa el tiempo.

- Sistema desbalanceado
- Se podría haber conseguido tres registradores y tomar datos al mismo tiempo de cada fase

Fig. 7 CURVA TIPICA DE CARGA DEL HOSPITAL MILITAR



### III.3.2 Medición de la Carga Conectada en los diferentes Sectores del Hospital "Militar".

De las gráficas obtenidas de la carga total conectada en el Hospital se puede ver que en general durante el día y parte de la noche, se tiene gran demanda de energía, y que al avance de la noche, ésta disminuye considerablemente.

Las mediciones correspondientes a la carga conectada en los diferentes sectores del Hospital las hemos efectuado durante la mañana y la noche. Tomando como referencia las horas de máxima demanda dadas por nuestro registrador de carga.

Para la lectura de los valores de corriente y de tensión hemos utilizado un multímetro de inducción (pinzas).

En el Cuadro No. 6 se dan los valores de carga conectada en las distintas zonas del Hospital, durante la mañana (10:00 - 11:45 A.M.) del Jueves 7 de Agosto de 1980.

CUADRO No. 6 Medición de la Carga Conectada en la Mañana.

Planta	Tablero	Carga Conectada (Amperios)		
		Fase: R	S	T
Subsuelo	TO-1	2,3	0,4	2,3
Planta Baja	TO-2	1,0	0,2	0,0
	TO-3	50	34	43
	TO-4	125	140	133
	TEO-1	30	42	25

CUADRO No. 6 Medición de la Carga Conectada en la Mañana.

Planta	Tablero	Fase:	Carga Conectada (Amperios)		
			R	S	T
	TEO-2		31	31	31
	TEO-3		62	53	22
	TEO-4		0,15	0,15	0,15
	TEO-5		35	35	54
	TEO-6		5,6	9	18
Primer Piso	T1-1		52	32	29
	T1-2		23	28	25
	TE1-1		50	35	40
	TE1-2		23	0,5	6,5
Segundo Piso	T2-1		115	60	52
	TE2-1		47	18	50
Tercer Piso	TE3-1		8,9	6,1	9,5
	TE3-2		32	31	35
Cuarto Piso	T4-1		14	0,3	4,8
	T4-2		0,9	0,0	0,0
	TE4-1		0,3	3,5	2,6
	TE4-2		2,2	5,4	7,5
Quinto y Sexto Piso	T5-1		4,8	0,0	8,5
	T5-2		0,4	0,0	0,15
	TE5-1		7	2	7
Séptimo y Octavo Piso	T7-1		2,0	0,9	2,4
	T7-2		0,9	0,4	0,3

CUADRO No. 6 Medición de la Carga Conectada  
en la Mañana.

Planta	Tablero	Fase:	Carga Conectada (Amperios)		
			R	S	T
	TE7-1		5,3	3,8	6,5
Noveno y Décimo Piso	T9-1		0,2	0,0	1,0
	T9-2		2,6	0,7	2,4
	TE9-1		10	5,5	4,1
Undécimo y Duodécimo Piso.	TE11-1		5,0	0,8	6,4
	TE11-2		0,25	0,4	0,7
	TE11-1		6,5	11,3	8,3
Décimo Tercer Piso	TE13-1		90	110	110
	TE13-1		128	128	128
Central Aire Acondicionado	t-A.A.		78	80	77

En el Cuadro No. 7 se dan los valores de carga conectada en las distintas zonas del Hospital, durante la noche (18:49 - 20:00 P.M.) del mismo día mencionado para el cuadro No. 6.

CUADRO No. 7 Medición de la Carga Conectada  
en la Noche.

Planta	Tablero	Fase:	Carga Conectada (Amperios)		
			R	S	T
Subsuelo	TO-1		2,8	3,5	0,8

CUADRO No. 7 Medición de la Carga Conectada  
en la Noche.

Planta	Tablero	Carga Conectada (Amperios)		
		Fase: R	S	T
Planta Baja	TO-2	20	4	17,5
	TO-3	19,5	6	21
	TO-4	41	32	18
	TEO-1	23	20	24
	TEO-2	84	84	84
	TEO-3	80	63	38
	TEO-4	0,35	0,35	0,0
	TEO-5	21	23,5	17
	TEO-6	4,5	7	12
Primer Piso	T1-1	23	31	25
	T1-2	10,5	11,5	27
	TE1-1	33	22	42
	TE1-2	8	5,5	3,5
Segundo Piso	T2-1	26	22	17
	TE2-1	25	15	28
Tercer Piso	TE3-1	0,7	0,8	0,2
	TE3-2	12	30,5	25
Cuarto Piso	T4-1	16	15	7
	T4-2	0,9	0,7	4,5
	TE4-1	1,2	7,5	6
	TE4-2	3	7,5	6,5
Quinto y Sexto Piso	T5-1	16	17	19
	T5-2	0,35	0,2	0,2

CUADRO No. 7 Medición de la Carga Conectada en la Noche.

Planta	Tablero	Fase:	Carga Conectada (Amperios)		
			R	S	T
	TE5-1		5	9,5	5
Séptimo					
y Octavo Piso	T7-1		21,5	18	16,5
	T7-2		0,65	0,3	1,2
	TE7-1		8	6	11,5
Noveno					
y Décimo Piso	T9-1		0,35	4	0,8
	T9-2		19	8	6,9
	TE9-1		8,5	6,5	8,5
Undécimo					
y Duodécimo Piso	T11-1		8	9,8	16
	T11-2		0,9	3	0,3
	TE11-1		6,5	13	18
Décimo					
Tercer Piso	TE13-1		120	120	120
	TE13-1		130	110	160
Central Aire					
Acondicionado	T-A.A.		96	114	110

Para tener una mejor visión del comportamiento de la demanda eléctrica durante otras horas del día, hemos efectuado mediciones adicionales en los tableros que experimentan mayor demanda de energía. En el cuadro No. 8 se muestran los resultados obtenidos.

CUADRO No. 8 Mediciones de la Carga Conectada  
en otras horas del Día.

Planta	Tablero	Hora	Carga Conectada (Amperios)		
			Fase: R	S	T
Planta Baja	TO-3	09:00 A.M.	48	38	42
		10:30 A.M.	50	34	43
		12:00 M.	46	20	20
		13:54 P.M.	40	18	19
		17:25 P.M.	50	40	36
		19:42 P.M.	19,5	6	21
	TO-4	09:17 A.M.	90	86	91
		10:55 A.M.	125	140	133
		12:10 P.M.	40	20	40
		14:08 P.M.	30	16,5	16,5
		17:37 P.M.	130	135	130
		19:57 P.M.	41	32	18
	TEO-1	09:21 A.M.	38	43	26
		11:04 A.M.	30	42	25
		12:20 P.M.	21	36,5	25,5
		13:35 P.M.	24	33	20
		17:05 P.M.	19	16	16
		18:51 P.M.	23	20	24
TEO-2	09:29 A.M.	130	130	130	
	11:10 A.M.	31	31	31	
	12:28 P.M.	110	90	125	
	13:43 P.M.	130	140	120	
	17:13 P.M.	8	6,5	8	
	18:53 P.M.	84	84	84	
TEO-3	09:33 A.M.	115	74	68	
	11:18 A.M.	62	53	22	

CUADRO No. 8 Mediciones de la Carga Conectada  
en otras horas del Día.

Planta	Tablero	Hora	Carga Conectada (Amperios)		
			Fase: R	S	T
		12:28 P.M.	60	52	26
		13:47 P.M.	65	50	24
		17:17 P.M.	66	42	48
		19:01 P.M.	80	63	38
	TEO-5	09:37 A.M.	10	10	20
		11:26 A.M.	35	35	54
		12:36 P.M.	48	48	48
		13:51 P.M.	18	35	18
		17:21 P.M.	30	30	32
		19:15 P.M.	21	23,5	17
Primer Piso	T1-1	09:03 A.M.	25	40	36
		10:41 A.M.	52	32	29
		12:02 P.M.	15	25	25
		13:56 P.M.	19	28	32
		17:27 P.M.	50	40	36
		19:48 P.M.	23	31	25
	T1-2	09:07 A.M.	26	24	50
		10:49 A.M.	23	28	25
		12:06 P.M.	12	18	20
		14:00 P.M.	11	16	20
		17:31 P.M.	18	22	34
		19:56 P.M.	10,5	11,5	27
	TEL-1	09:31 A.M.	38	43	36
11:12 A.M.		50	35	40	
12:30 P.M.		30	20	34	

CUADRO No. 8 Mediciones de la Carga Conectada  
en otras horas del Día.

Planta	Tablero	Hora	Carga Conectada (Amperios)		
			Fase: R	S	T
		13:45 P.M.	28	20	32
		17:15 P.M.	38	42	44
		18:57 P.M.	33	22	42
	TE1-2	09:35 A.M.	16	6,5	6,5
		11:22 A.M.	23	0,5	6,5
		12:34 P.M.	8	4,5	6
		13:49 P.M.	8	5,5	6
		17:19 P.M.	15	4,5	0,2
		19:07 P.M.	8	5,5	3,5
Segundo Piso	T2-1	09:05 A.M.	115	110	52
		10:47 A.M.	115	60	52
		12:06 P.M.	120	85	70
		13:58 P.M.	100	90	70
		17:29 P.M.	120	90	80
		19:54 P.M.	26	22	17
	TE2-1	09:39 A.M.	31	20	29
		11:30 A.M.	47	18	50
		12:38 P.M.	32	22	42
		13:53 P.M.	25	19	28
		17:23 P.M.	35	11	24
		19:19 P.M.	25	15	28
Tercer Piso	TE3-2	09:39 A.M.	35	33	32,5
		11:08 A.M.	32	31	35
		12:26 P.M.	16	29,5	22,5
		13:41 P.M.	13	30	22

CUADRO No. 8 Mediciones de la Carga Conectada  
en otras horas del Día.

Planta	Tablero	Hora	Carga Conectada (Amperios)		
			Fase: R	S	T
		17:33 P.M.	18	23	20
		18:51 P.M.	12	30,5	25
Décimo					
Tercer Piso	T13-1	09:09 A.M.	145	145	145
		10:51 A.M.	90	110	110
		12:10 P.M.	110	110	110
		14:02 P.M.	110	130	190
		17:33 P.M.	135	130	100
		19:58 P.M.	120	120	120
	TE13-1	09:25 A.M.	115	160	120
		11:06 A.M.	128	128	128
		12:24 P.M.	160	165	165
		13:39 P.M.	110	100	110
		17:09 P.M.	120	110	90
		18:49 P.M.	130	110	160
Central Aire					
Acondicionado T-A.A					
		09:40 A.M.	101	113	106
		11:36 A.M.	78	80	77
		12:47 P.M.	98	107	109
		13:56 P.M.	96	101	106
		17:40 P.M.	99	114	107
		20:02 P.M.	96	114	110

### III.3.3 Determinación del Factor de Demanda Práctico en el Hospital "Militar".

Una vez obtenidos los datos correspondientes a Carga instalada y Carga conectada en todos los sectores del Hospital en estudio, para determinar el factor de demanda lo encontramos mediante la siguiente expresión:

$$Fde = \frac{\text{Carga Conectada}}{\text{Carga Instalada}}$$

La carga conectada en unidades de potencia, estará dada por:

$$P = K E I f_p.$$

Donde:

E = Voltaje

I = Corriente

$f_p$  = Factor de potencia

K = Constante función del sistema de voltaje utilizado.

#### III.3.3.1 Factor de Demanda General del Hospital "Militar" -- Edg.

Carga total instalada = 1'111.698 W

La carga total conectada máxima, según las gráficas obtenidas con el Registrador, ocurre en el intervalo de demanda de 10:49 A.M. a 11:04 A.M. Dándose los siguientes valores:

Fase:	Carga Conectada (Amperios)			Tensión (Voltios)	
	R	S	T	Fase-Fase	Fase-Neutro
	1.171	1.046	1.069	210	120

Asumiendo un  $f_p = 0,85$

Entonces:

$$P_R = 120 \times 1.171 \times 0,85 = 119.442 \text{ W}$$

$$P_S = 120 \times 1.046 \times 0,85 = 106.692 \text{ W}$$

$$P_T = 120 \times 1.069 \times 0,85 = 109.038 \text{ W}$$

$$\text{Carga Total Conectada } \underline{335.172 \text{ W}}$$

Factor de Demanda General del Hospital "Militar".

$$F_{dg} = \frac{335.172 \text{ W}}{1111.698 \text{ W}}$$

$$F_{dg} = 0,3$$

### III.3.3.2 Factor de Demanda en los diferentes Sectores del Hospital "Militar".

Para la determinación del Factor de Demanda en los diferentes sectores del Hospital, en el cuadro No. 9 hemos recopilado la información requerida para el efecto.

PISO -SECTOR	CARGA INSTALADA (W)	TABLERO	CARGA CONECTADA MAXIMA (AMPERIOS)			TENSTON (VOLTIOS) FASE-FASE FASE-NEUTRO				
			DIA	NOCHE						
			R	S	T					
Subsuelo										
-Tunel	4.310	TO-1	2.3	0.4	2.3	2.8	3.5	0.8	210	120
Planta Baja										
-Cocina	93.188	TO-3	50	34	43	19.5	6	21	200	115
-Lavandería	74.600	TO-4	125	140	133	41	32	18	200	115
		TEO-1	38	43	26	23	20	24	200	115
		TEO-3	115	74	68	80	63	38	200	115
-Casa Máquinas	78.164	TEO-2	130	140	120	84	84	84	210	120
		TEO-4	0,15	0,15	0,15	0,35	0,35	0,0	210	120
		TEO-6	5,6	9	18	4,5	7	12	210	120
-Mantenimiento	80.200	TEO-5	48	48	48	21	23,5	17	200	115
Bodegas										
-Guardianías	3.940	TO-2	1,0	0,2	0,0	20	4	17,5	200	115
Iluminación Ext.										
Primer Piso										
-Consulta Exter.	52.240	T1-1	50	40	36	23	31	25	203	117
		TE1-1	50	35	40	33	22	42	203	117

PISO	CARGA INSTALADA (w)	TABLERO	CARGA CONECTADA MAXIMA (AMPERIOS)			TENSION (VOLTIOS)			
			DIA	NOCHE	FASE-FASE FASE-NEUTRO				
-SECTOR			R	S	T				
-Administración	33.960	T1-2	26	24	50	10,5 11,5 27	202	116,5	
Medicina Nuclear		TE1-2	16	6,5	6,5	8 5,5 3,5	202	116,5	
Segundo Piso									
-Laboratorios	90.800	T2-1	120	90	80	26 22	17	202	116,5
Nefrología		TE2-1	47	18	50	25 15	28	202	116,5
Endocrinología									
Neurología									
Farmacia									
Tercer Piso									
-Quirófanos	87.080	TE3-1	8,9	6,1	9,5	0,7 0,8	0,2	202	116,5
Partos		TE3-2	35	33	32,5	12 30,5	25	202	116,5
Post Operatorios									
Cuarto Piso									
-Cardiología	29.500	T4-1	14	0,3	4,8	16 15	7	201	116

PISO -SECTOR	CARGA INSTALADA (W)	TABLERO	CARGA CONECTADA MAXIMA (AMPERIOS)			TENSION (VOLTIOS) FASE-FASE FASE-NEUTRO					
			DIA	NOCHE							
			R	S	T	R	S	T			
Cuidados Inten sivos.		T4-2	0,9	0,0	0,0	0,9	0,7	4,5	201	116	
		TE4-1	0,3	3,5	2,6	1,2	7,5	6	201	116	
		TE4-2	2,2	5,4	7,5	3	7,5	6,5	201	116	
Quinto y Sexto Piso	59.200										
			T5-1	4,8	0,0	8,5	16	17	19	201	116
			T5-2	0,4	0,0	0,15	0,35	0,2	0,2	201	116
Medicina Inter- na, Neurología, Siquiatria, Oncología, Sicología	58.900										
			TE5-1	7	2	7	5	9,5	5	201	116
Séptimo y Octavo Piso	58.900										
			T7-1	2	0,9	2,4	21,5	18	16,5	201	116
			T7-2	0,9	0,4	0,3	0,65	0,3	1,2	201	116
Traumatología		TE7-1	5,3	3,8	6,5	8	6	11,5	201	116	

PISO	CARGA INSTALADA (W)	TABLERO	CARGA CONECTADA MAXIMA (AMPERIOS)			TENSION (VOLTIOS)				
			DIA	NOCHE	FASE-FASE					
-SECTOR			R	S	T	FASE-FASE NEUTRO				
Noveno										
y Décimo Piso										
-Gastroenterolo-	55.780	T9-1	0,2	0,0	1,0	0,35	4	0,8	200	115
gía, Urología,		T9-2	2,6	0,7	2,4	19	8	6,9	200	115
Otorrino		TE9-1	10	5,5	4,1	8,5	6,5	8,5	200	115
Undécimo y										
Duodécimo Piso										
-Pediatría,	58.472	T11-1	5	0,8	6,4	8	9,8	16	200	115
Ginecología,		T11-2	0,25	0,4	0,7	0,9	3	0,3	200	115
Obstetricia		TE11-1	6,5	11,3	8,3	6,5	13	18	200	115
Décimo Tercer Piso										
-Casa Máquinas de		T13-1	145	145	145	120	120	120	200	115
Ascensores.	212.364	TE13-1	160	165	165	130	110	160	200	115
Central Aire A.	39.000	T-A.A	101	113	106	96	114	110	202	116,5

En la determinación del factor de demanda, la carga conectada máxima que se tomará en algunos sectores será - la que se experimenta en el día y en otros la de la noche. Pues, en unos sectores, la carga conectada máxima sucede en el día y en otros en la noche.

Por ejemplo, cojamos el sector de Consulta Externa- en donde, la carga conectada máxima sucede en el día.

TI-1

Carga Máxima Conectada:

R = 50 A. S = 40 A. T = 36 A. (en el día).

Tensión = 117 V.

factor de potencia.  $f_p$ : 0,85

Carga Conectada en unidades de Potencia (W):

Potencia =  $126 \times 117 \times 0,85$

P = 12.530,7 (W)

TEI-1

Carga Máxima Conectada:

R = 50 A. S = 35 A. T = 40 A. (en el día)

Tensión = 117 V.

factor de potencia  $f_p$ : 0,85

*porque se asume el factor de potencia*

Carga Conectada en unidades de Potencia (W):

Potencia =  $125 \times 117 \times 0,85$

P = 12.431,25 (W)

Carga total conectada en este sector, es:

$P_t = 12.530,7 \text{ w} + 12.431,25 \text{ w}$

= 24.961,95 w.

Entonces, Factor de Demanda en el Sector de Consulta Externa, es:

$$F_{De} = \frac{24.961,95 \text{ w}}{52.240 \text{ w}}$$

$$= 0,47$$

Analogamente, encontraremos el Factor de Demanda en todos los sectores del Hospital.

En general, el factor de potencia  $f_p$  se ha asumido 0,85 el mismo que viene a constituir el intermedio del - utilizado en el diseño de 0,9 para iluminación y 0,8 para fuerza.

Para Aire Acondicionado se consideró un factor de potencia de 0,8 y, en ascensores el dato de placa de 0,7.

En el cuadro No. 10 encontramos los factores de demanda reales que se dan en los diferentes sectores del Hospital en estudio.

PISO	CARGA INSTALADA	CARGA CONECTADA	FACTOR
-SECTOR	(W)	(W)	DE DEMANDA
Subsuelo			
-Tunel	4.310	766,8	0,17 (Noche)
Planta Baja			
-Cocina	93.188	51.318,75	0,55 (Día)
-Lavandería	74.600	35.581	0,47 (Día)
-Casa de Máquinas	78.164	43.151	0,55 (Día)
-Mantenimiento, Bodegas, Vestuarios.	80.200	14.076	0,17 (Día)
-Iluminación Exterior, Guardianías	3.940	3.665,6	0,93 (Noche)
Primer Piso			
-Consulta Externa.	52.240	24.961,5	0,47 (Día)
-Administración, Medicina Nuclear, Rehabilitación	33.960	12.774,2	0,37 (Día)
Segundo Piso			
-Laboratorios, Nefrología, Endocrinología, Neumología, Farmacia	90.800	40.105,1	0,44 (Día)

PISO -SECTOR	CARGA INSTALADA (W)	CARGA CONECTADA (W)	FACTOR DE DEMANDA
Tercer Piso -Quirófanos, Partos, Post Operat.	87.080	12.378,1	0,142 (Día)
Cuarto Piso -Cardiología, Cuidados Intensivos	29.500	7.473,8	0,25 (Noche)
Quinto y Sexto Piso -Medicina Interna, Neurología, Siquiatría, Oncología, Sicología.	59.200	7,123,8	0,12 (Noche)
Séptimo y Octavo Piso -Cirugía General, Traumatología.	58.900	8.274,8	0,14 (Noche)

PISO -SECTOR	CARGA INSTALADA (W)	CARGA CONECTADA (W)	FACTOR DE DEMANDA
Noveno y Décimo Piso -Gastroente- rología, Urología, Otorrino.	55.780	6.114,2	0,109 (Noche)
Undécimo y Duodécimo Piso -Pediatría, Ginecología, Obstetricia.	58.472	7.380,1	0,126 (Noche)
Décimo Tercer Piso -Casa de Máquinas de Ascensores.	212.364	74.462,5	0,35 (Día y- Noche)
Central Aire Acondicionado.	39.000	29.824	0,76 (Día y- Noche)

## CAPITULO IV.

### ANALISIS COMPARATIVO DEL FACTOR DE DEMANDA TEORICO Y PRACTICO.

#### IV.1 COMPARACION Y EVALUACION DE RESULTADOS.

Analizando los factores de demanda reales encontrados en los diferentes sectores del Hospital "Militar", - Cuadro No. 10, podemos deducir que en efecto se cumple la mayor demanda en determinados sectores del Hospital, - (Montacargas, Aire Acondicionado, Casa de Máquinas, etc) - tal como se prevee en el diseño (Tablas 1, 2, 3, 4)

Los factores de demanda para Iluminación Exterior, - Aire Acondicionado, Cocina, Consulta Externa, etc. tienen a acercarse al valor esperado en el diseño. Especialmente el de iluminación exterior, el cual es lógico porque toda la carga considerada en el diseño va a conectarse en determinado momento (la noche).

En cuanto a los sectores de Hospitalización ubicados desde el cuarto al duodécimo piso, de los factores de demanda encontrados, se ve que la demanda de energía es baja durante el día aumentando esta, al comenzar la noche. En todo caso el factor de demanda es bajo en todos estos sectores.

En cuanto al Factor de Demanda general real del Hospital "Militar" encontrado, 0,30, está por debajo al que tenemos teóricamente; pues, conociendo la capacidad del transformador de distribución y la carga instalada total del edificio se deduce que el factor de demanda de diseño ha sido aproximadamente 0,6.

Según información recibida de la "AMERICAN HOSPITAL ASSOCIATION" (Tabla 5.) y del "DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY" (Tabla 6.), donde se muestran factores de demanda reales en distintos hospitales de Estados Unidos de Norteamérica y de Inglaterra, respectivamente; podemos observar que los datos que se dan están por el mismo orden con nuestro factor de demanda general encontrado de 0,30.

En relación a la Curva Típica de Carga encontrada en el Hospital "Militar" (Fig. 7), EL "DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY", nos ha enviado Curvas de carga de diferentes Hospitales de Inglaterra, Curvas que practicamente se asemejan a nuestra curva encontrada. Las curvas de carga mencionadas se muestran en el Anexo No. 4.

TABLA 5. FACTORES DE DEMANDA REALES EN HOSPITALES  
DE ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA. 1 de 2

HOSPITAL Y LOCALIZACION	No. CAMAS	FACTOR DE DEMANDA
Chippenham Richmond, VA	458	0,36
Coliseum Park Nacon, GA	250	0,33
Greenview Bowling Green, KY	157	0,29
Humboldt Cedar Crest Humboldt, TN	62	0,41
Indian Path Kingsport, TN	300	0,34
Lawnwood Medical Center Ft. Pierce, FL	225	0,29
Lewis Gale Salem, VA	320	0,34
Malone-Hogan Big Springs, TX	153	0,25
Mountain View Payson, UT	97	0,31
North Florida Regional Gainesville, FL	170	0,24
North Trident Charleston, SC	214	0,22
Palmyra Park Albany, GA	222	0,19
Montgomery County Blacksburg, VA	146	0,27
Pulaski Community Pulaski, VA	153	0,29

TABLA 5. FACTORES DE DEMANDA REALES EN HOSPITALES  
DE ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA.

2 de 2

HOSPITAL Y LOCALIZACION	No. CAMAS	FACTOR DE DEMANDA
Aiken Community Aiken, S.C.	188	0,25
Arlington Community Arlington, TX	131	0,25
Athens Community Athens, TN	128	0,19
Caldwell Memorial Caldwell, ID	150	0,21
Crockett General Lawrenceburg, TN	108	0,36
El Dorado Medical Center Tucson, AZ	160	0,24
Grand Strand General Myrtle Beach, S.C.	123	0,26
Helena Helena, AR	128	0,38
King's Daughters Frankfort, KY	150	0,25
Lakeview Bountiful, UT	128	0,30
Lanier Park Gainesville, GA	124	0,24
Marion Community Ocala, FL	126	0,33
Miller Hospital Nashville, TN	97	0,32
Putnam Community Palatka, FL	117	0,31
Parkridge Chattanooga, TN	223	0,21

TABLA 6. FACTORES DE DEMANDA REALES EN HOSPITALES  
DE INGLATERRA.

HOSPITAL	No. CAMAS	FACTOR DE DEMANDA
Mansfield	190	0,42
Doddington	94	0,19
Stamford	140	0,30
Creaton	112	0,19
Bronglais	192	0,18
Norfolk & N	710	0,25
Wycombe Gen Phase 1		
"    Phase 1, 2, 3	224	0,32
Frimley	450	0,30
Peterborough	494	0,42
Battle -	520	0,39
Yeovil GH	322	0,34
Llandough	382	0,15
Maelor	561	0,22
Singleton	380	0,28
St George's		
Lincoln	403	0,30
Northamp Gen	630	0,30
Edgware Gen	636	0,35
Manfield	180	0,38
Botleys Park	940	0,35
Whittington	350	0,36
Borocourt	536	0,34
Hales	140	0,25
Lit Plumstead	600	0,20
Pr Marina	507	0,21
Towes, Leics	696	0,35
Fairmile	703	0,30
St Crispin	650	0,28

## IV.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones.

En general, la mayor demanda de energía en el Hospital "Militar" se presenta durante el día y parte de la noche. Decayendo notablemente esta demanda al transcurrir de la noche.

Las instalaciones que demandan mayor energía son:  
Aire Acondicionado (Sector de Quirófanos)  
Montacargas  
Casa de Máquinas  
Cocina  
Lavandería

En los sectores de Consulta Externa, Administración, y en general en ambientes de oficina también se tiene una demanda de energía significativa.

En todos los sectores de Hospitalización como ser - Obstetricia-Ginecología, Pediatría, Traumatología, etc. - la demanda de energía es baja. Durante la noche esta demanda se incrementa, pero, de todas maneras con este valor de demanda sigue siendo bajo.

Analizando los factores de demanda reales y los de diseño, se concluye que estos últimos se justifican para un fin fundamental cual es el de la planificación de las instalaciones para el presente y futuro.

### Recomendaciones.

Sería importante que en el futuro se realice una estadística del Factor de Demanda real en los Hospitales -

del Ministerio de Salud Pública próximos a entrar en servicio, para así tener una mejor visión de la demanda eléctrica en Hospitales de nuestro medio. No se mencionan los actuales Hospitales pertenecientes a dicho Ministerio ya que, estos debido a su antigüedad o ya sea por falta de una buena planificación, en el presente sus sistemas se encuentran sobrecargados y requieren de un estudio total para tratar de llevarlos a funcionar como un Hospital moderno. Tal es el caso del Hospital Pablo Arturo Suárez, Hospital Eugenio Espejo, Hospital de "Azogues", etc.

Los factores de demanda reales, encontrados, podrían tomarse como guía para el diseño de instalaciones eléctricas de Hospitales en el sentido de tener una idea práctica de como se comporta en la realidad el factor de demanda. En todo caso, como ya mencionamos anteriormente, los factores de demanda de diseño cumplen a cabalidad con el propósito de una buena planificación de las instalaciones para el presente y futuro.

## CAPITULO V.

## PLANOS Y ANEXOS.

Los planos correspondientes al diseño eléctrico del Hospital del "Tena", así como los Anexos mencionados en el presente trabajo los adjuntamos a continuación.

ANEXO No. 1 CARGAS MINIMAS PARA EL ALUMBRADO  
EN AREAS DE HOSPITALES.

AMBIENTE	W/m <sup>2</sup>
Salas de recibo, pasillos, etc.	25
Salas privadas con tomacorrientes para alumbrado local.	45
Salas para tomacorrientes para alumbrado local.	30
Salas de cirugía, Quirófanos.	45
Laboratorios, sillas de odontología.	40
Consultorios.	45
Sala de reuniones.	25
Costura.	60
Oficinas.	30
Archivos, bodegas, etc.	25

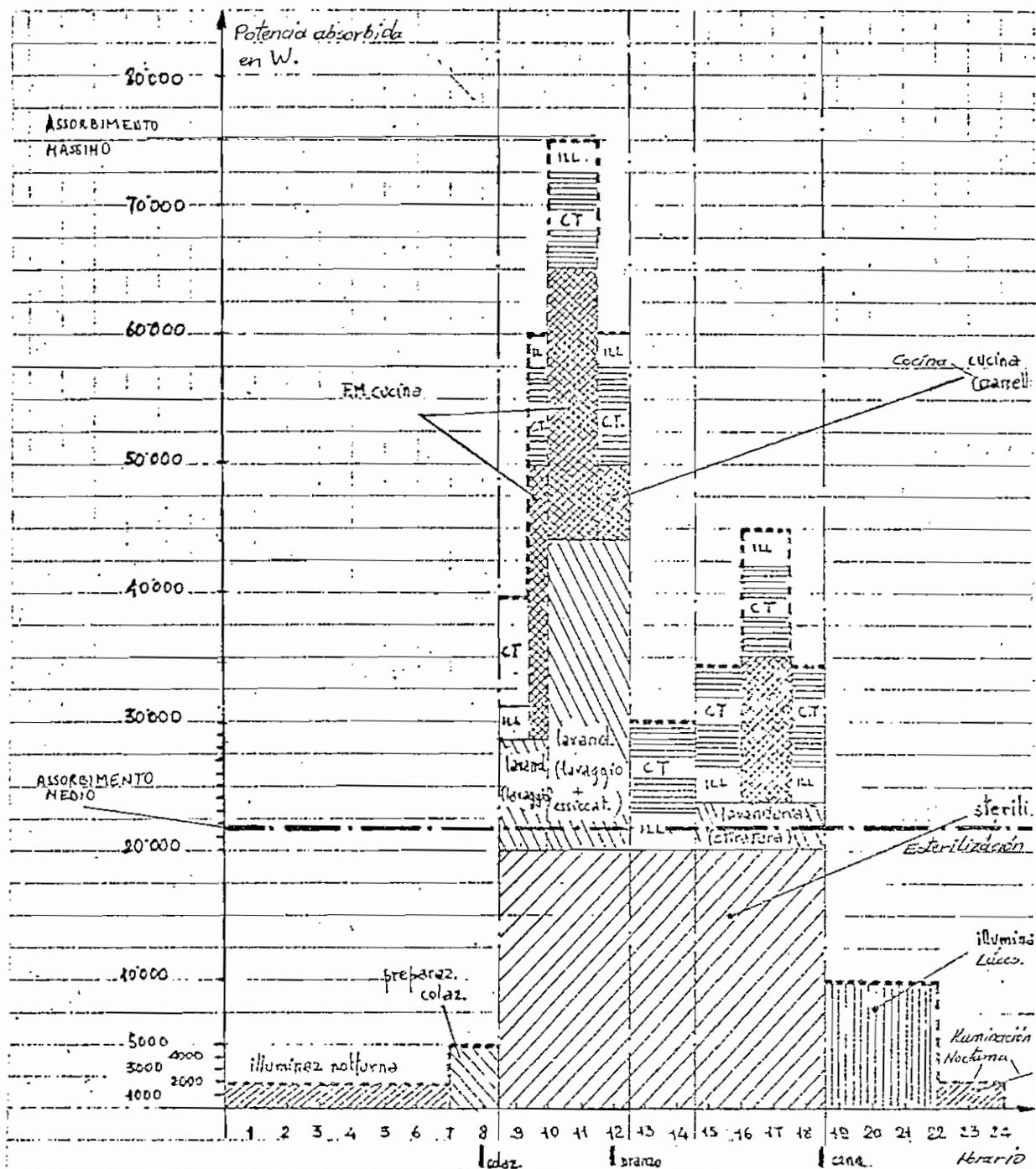
Estos valores se encuentran dados por el Ministerio de Obras Públicas de Venezuela.

ANEXO No. 2. CARGAS REFERENCIALES PARA  
LOS DIFERENTES SERVICIOS DE UN HOSPITAL.

TIPO DE SERVICIO	POTENCIA NECESARIA EN % DE LA TOTAL.
Climatización parcial.	15
Cocina parcialmente electrificada.	10
Esterilización par - cialmente electrificada.	10
Lavandería parcialmen- te electrificada.	5
Ascensores	15

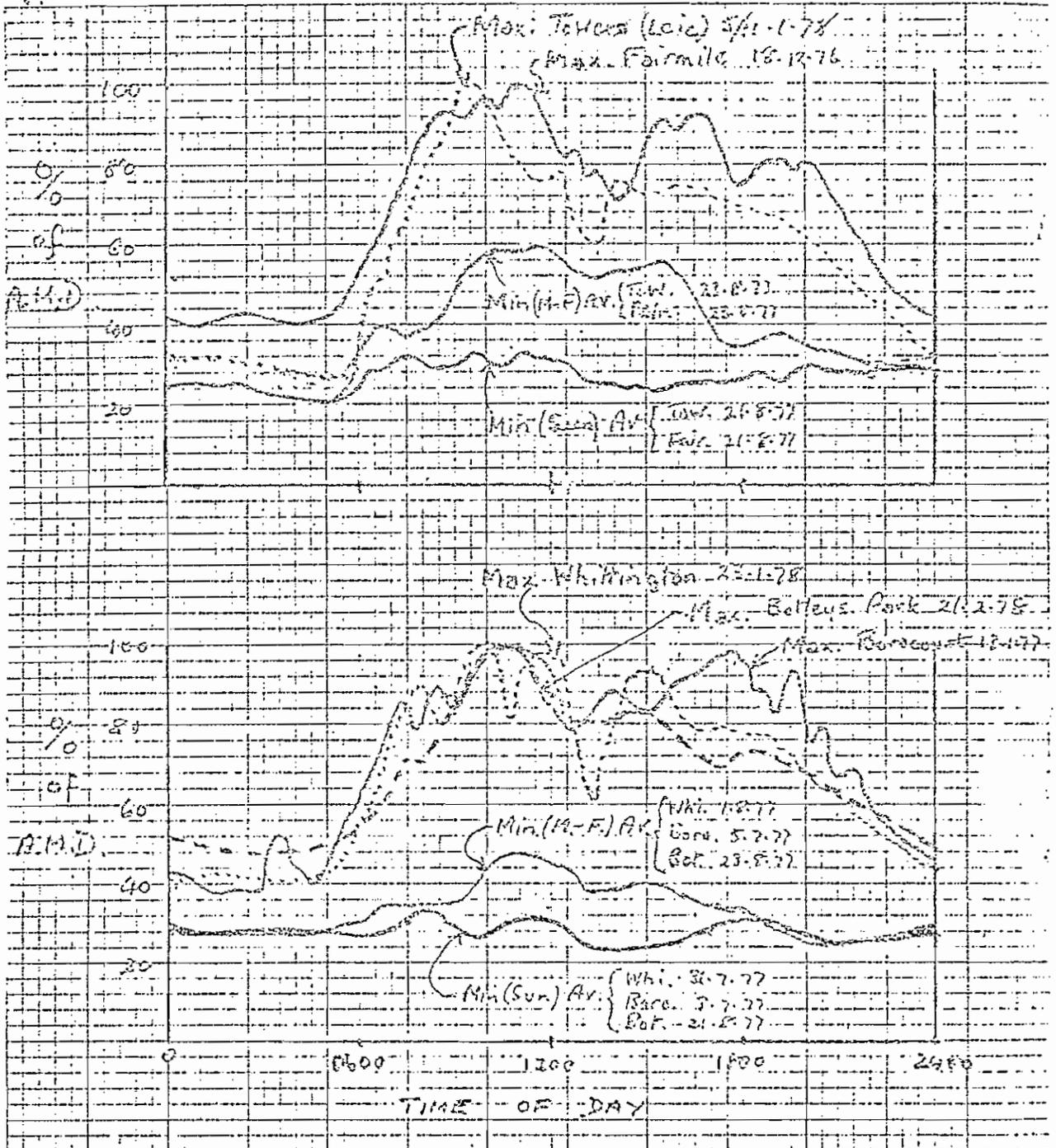
Estos datos se encuentran dados por SIEMENS, Albert-  
Spitta.

ANEXO No. 3. CURVA DE CARGA DEL PROYECTO "21 HOSPITALES" EN EL ECUADOR.

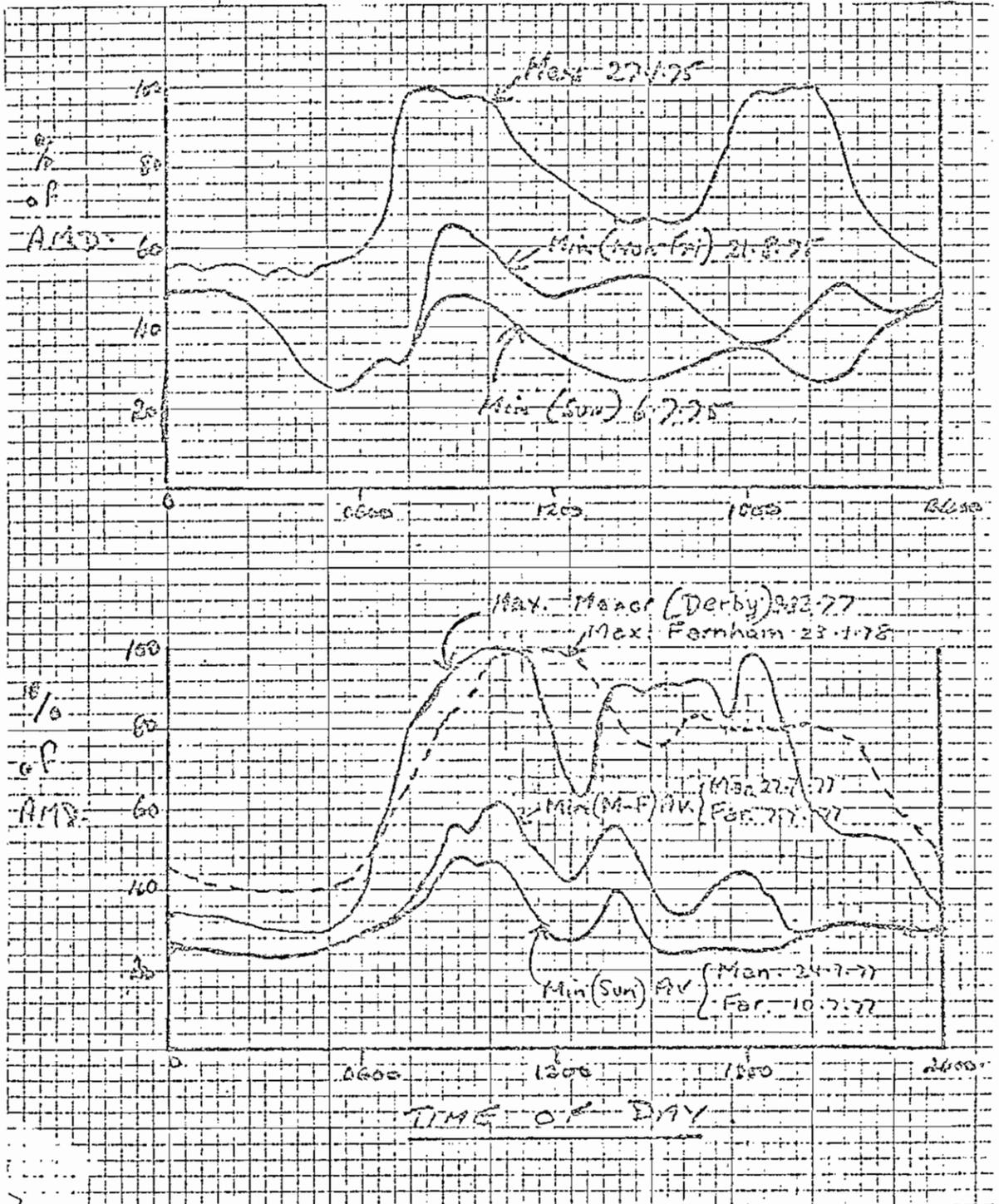


Gentileza de la HOSP. ITAL LL.E.M.

EN HOSPITALES DE INGLATERRA.



ANEXO No. 4. CURVAS DE CARGAS REALES EN HOSPITALES DE INGLATERRA.



Gentileza del "DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY"

## BIBLIOGRAFIA

Distribution Systems, by Electric Utility Engineers of the Westinghouse Electric Corporation, Pensilvania, -  
Copyright, 1.959, 1.965.

National Electrical Code Handbook, Mc. Graw - Hill's, -  
Sixteenth Edition, Printed USA, 1.979.

Guide to the 1.978 National Electrical Code, by Roland-  
E. Palmquist, Printed in USA, 1.978.

Seminario de Planeamiento Físico y Arquitectura Hospita  
laría, Ministerio de Salud Pública, Quito 1.975.

Sistema de Información de Salud, Ministerio de Salud -  
Pública, Quito 1.977.

Código Eléctrico Ecuatoriano, CIEPI, INECEL, 1.973.

Instalaciones Electricas, Tomo 1, Albert F. Spitta, by -  
Siemens, Madrid 1.978.

Instalaciones Eléctricas en "Grandes Edificios", Minis -  
terio de Obras Públicas de Venezuela, Caracas, 1.963.

Normas de Ingeniería de Diseño, Instituto Mexicano del-  
Seguro Social, 1.976.

Hospital Electrical Facilities, U.S. Departament of -  
Health, Education, and Welfare, Public Health Service, -

Revised January 1.969.

The Hospital Laundry, U.S. Departament of Health, -  
Education, and Welfare, Public Health Service Publication  
No. 930 - D - 24, Reprinted February 1.971.

Electrical Services: Supply and Distributi3n, Ministry -  
of Health: London: Her Majesty's Stationary office, -  
November 1.963.