

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

“RESPALDO DE LA CARGA ELÉCTRICA DEL
INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES Y
PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGÍA”

TITULO DE: ING. ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO

PONENTE: MARCOS CHÁVEZ MIRANDA

DIRECTOR: ING. ARTURO MORALES COLLANTES

ÍNDICE

CAPITULO 1 ANTECEDENTES.	1
1.1 Instituto de Ciencias Nucleares.	1
1.2 Breve Historia y Actividades.	2
1.3 El Instituto de Ciencias Nucleares en la Actualidad.	4
CAPITULO 2. PLANTA DE EMERGENCIA ACTUAL.	5
2.1 Características Generales de la Planta de Emergencia.	5
2.2 Equipo de Medición.	6
2.2.1 Analizador de Demanda y Potencia TRMS Modelo 3950.	6
2.2.2 Trazador de Corriente marca Pasar Amprobe.	7
2.3 Monitoreo al Interruptor de la Planta de Emergencia.	8
2.4 Capacidad Utilizada.	13
2.5 Capacidad Disponible.	16
CAPITULO 3. LEVANTAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	17
3.1 Diagrama Unifilar.	18
3.2 Monitoreo a los Interruptores del Tablero de la Subestación.	21
3.3 Levantamiento del Edificio Nuevo (Biblioteca).	36
3.3.1 Características de los Tableros Generales y Derivados.	36
3.3.2 Balanceo de Cuadros de Carga Actuales.	38
3.3.3 Planos y Cuadros de Carga.	39
3.4 Levantamiento del Edificio Principal.	48
3.4.1 Características de los Tableros Generales y Derivados.	49
3.4.2 Balanceo de Cuadros de Carga Actuales.	52
3.4.3 Planos y Cuadros de Carga.	54

CAPITULO 4 REESTRUCTURACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA.	63
4.1 Conexión del Tablero TGPB a la Planta de Emergencia.	64
4.1.1 Cálculo de la Protección y Alimentadores en el Tablero de Emergencia.	64
4.2 Conexión del Tablero T10N1 a la Planta de Emergencia .	67
4.2.1 Cálculo de la Protección y Alimentadores en Tablero de Emergencia.	68
4.2.2 Tablero de Línea Normal TGN1.	69
4.2.2.1 Cálculo de los Alimentadores del Tablero TGN1 al Tablero General de la Subestación.	70
4.2.2.2 Cálculo de Protecciones y Alimentadores de los Circuitos del Tablero TGN1.	71
4.3 Línea Regulada.	74
4.3.1 Contactos de Línea Regulada.	74
4.3.2 Memoria de Cálculo.	75
4.3.2.1 Cálculo de Protecciones, Alimentadores y Tubería para Tableros.	75
4.3.2.2 Cálculo de Protección, Alimentadores y Tubería para Reguladores.	82
4.3.2.3 Cálculo de las Protecciones para los Circuitos de los Tableros.	83
4.3.3 Planos y Cuadros de Carga.	84
4.4 Diagrama Unifilar Propuesto.	92
CAPITULO 5. PROPUESTAS ALTERNAS PARA EL RESPALDO DE LA CARGA ELÉCTRICA.	94
5.1 Carga a respaldar.	95
5.2 Conexión al Segundo Anillo de la Subestación General #2.	96
5.3 Conexión a la Subestación General #1.	97
5.4 Conexión a una Segunda Planta de Emergencia.	99

CAPITULO 6. PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGÍA.	100
6.1 Cambio de Luminarias.	101
6.1.1 Potencia Ahorrada.	105
6.2 Balanceo de Cuadros de Carga con Cambios Propuestos.	108
CONCLUSIONES.	111
BIBLIOGRAFÍA.	112

CAPITULO 1. ANTECEDENTES.

1.1 Instituto de Ciencias Nucleares.

La misión del Instituto de Ciencias Nucleares es contribuir al desarrollo de las Ciencias Nucleares para lograr una mejor comprensión del Universo, promoviendo que los conocimientos generados en las áreas de investigación, así como en otras Instituciones afines, sean utilizados para impulsar el desarrollo tecnológico de México.

Breve Historia y Actividades.

El Instituto de Ciencias Nucleares tiene su origen en el *Laboratorio Nuclear de la UNAM*, que fue fundado el 1º de febrero de 1967. Las actividades principales de la entidad se centraban en labores docentes, la utilización de radioisótopos y la irradiación de alimentos.

En 1969, el Laboratorio Nuclear se fusionó con el Centro de Investigación en Materiales (CIM), quedando el primero como un programa del CIM. El 25 de septiembre de 1972, el Rector acuerda que al Laboratorio Nuclear se le de el nombre de *Centro de Estudios Nucleares (CEN)*.

De 1971 a 1975, se llevaron a cabo estudios en cuatro áreas: Química, Medicina, Tecnología e Ingeniería Nucleares. En este periodo se inició y terminó la construcción tanto del edificio que alojó al Reactor Nuclear y a la primera fuente de irradiación gamma de alta intensidad, como del edificio más antiguo del actual *Instituto de Ciencias Nucleares (ICN)*.

En 1980, se modifican los objetivos y funciones del CEN. A partir de entonces, la Dependencia tiene como objetivo principal contribuir al desarrollo de las ciencias nucleares, así como acrecentar el avance tecnológico y cultural del país. Las funciones que le fueron asignadas dentro de la estructura universitaria son las siguientes:

- Realizar investigación básica y aplicada en las áreas de teorías de campo, interacciones fundamentales, estructura nuclear, reacciones nucleares, física de reactores, física de plasmas, interacción de la radiación con la materia y matemáticas aplicadas a estos campos.
- Realizar investigación básica y aplicada en las áreas de química nuclear, radioquímica y química de radiaciones.
- Desarrollar nuevas aplicaciones nucleares y promover la utilización de los conocimientos generados en las áreas de investigación del Instituto así como en otras instituciones afines, para impulsar el desarrollo tecnológico del país.

- Contribuir con las diversas escuelas y facultades de la UNAM en la formación de profesionistas y especialistas en Ciencias Nucleares, a fin de lograr una más íntima relación entre la investigación que se realiza en el ICN y la docencia.
- Difundir los resultados de las investigaciones que se realizan en el ICN.
- Organizar, promover y participar en reuniones nacionales e internacionales relevantes a las áreas de investigación del ICN.
- Prestar servicios técnicos en los asuntos de su competencia a las diversas dependencias de la UNAM y a instituciones públicas y privadas.

En 1986 se termina la construcción del edificio que alberga una fuente de irradiación de alta intensidad, la segunda del Instituto, que es empleada para realizar investigación en química de radiaciones y dar servicio de irradiación industrial.

En octubre de 1996 se termina la segunda ampliación de la Dependencia, que comprende un auditorio, una biblioteca, 24 cubículos, una sala de investigadores, un salón de seminarios, una subplanta de energía eléctrica y una planta de emergencia.

Durante 1997 el ICN obtiene la aprobación y la participación como Entidad Sede del Programa de Posgrado en Ciencias Físicas.

En 1998 se aprueba la solicitud del Instituto para incorporarse como Entidad Sede del Programa de Posgrado en Ciencias Químicas.

1.2 El Instituto de Ciencias Nucleares en la Actualidad.

El ICN cuenta a la fecha con cuatro edificios. El edificio más antiguo, que data de 1973, alberga laboratorios, cubículos, el almacén, el taller de soplado de vidrio, los talleres eléctrico y mecánico y las salas de estudiantes. En el edificio principal, terminado en 1979, se localizan un auditorio, cubículos, laboratorios, salas de computación, la dirección y las oficinas administrativas.

El edificio que alberga el irradiador GAMMABEAM 651-PT de alta intensidad, terminado en 1986, se utiliza para realizar trabajos de investigación, así como en irradiaciones de material industrial. El otro irradiador autoblandado Gammacell 200, cuenta con una carga original de 3,650 Curies de cobalto-60 que se adquirió con el fin de emplearlo en apoyo a la investigación.

Es de gran importancia mencionar que los dos equipos de irradiación anteriormente mencionados, demandan mucha energía durante su uso. Dichos equipos son parte de la carga eléctrica del edificio más antiguo.

Finalmente el edificio más nuevo, inaugurado en octubre de 1996, comprende: un auditorio con capacidad para cien personas y equipo audiovisual moderno, la biblioteca, una subplanta de energía eléctrica, una planta de emergencia, un área de cubículos, una sala de investigadores y un salón de seminarios.

La subplanta de energía eléctrica no ofrece servicio a todos los edificios que integran el ICN. En caso de una interrupción del suministro de energía eléctrica se cuenta con una planta de emergencia que ofrece servicio *únicamente* a las nuevas instalaciones, es por esto y por lo que representan las investigaciones a nivel nacional e internacional, que en este trabajo de Tesis se plantea el respaldo temporal del resto de la carga eléctrica a la planta de emergencia actual y se finaliza con una propuesta para el uso racional de la energía eléctrica (Ahorro de Energía).

CAPITULO 2. PLANTA DE EMERGENCIA ACTUAL.

2.1 Características Generales de la Planta de Emergencia.

Marca: Magna Pluss.

Generador Síncrono:

Serie: WA-501157-0895

Modelo: 431 PSL 1265

189 [kW], 236 [kVA] nominales, 1800 RPM, 220/440 [V], 620/310 [A], 60 [Hz],
3 Φ .

Tablero de Transferencia:

Marca: Otto Motores.

No. de tablero: 96034.

Control: 6200, 175 [kW], 220 [V].

Contactores: Telemecanique, Modelo MC1F500.

Tablero de Emergencia Empotrable:

Marca: Square D.

Catálogo: MA 600 M8A

600 [A], 600 [V_{ca}], 250 [V_{cd}]

En este punto, es importante señalar que la capacidad de los contactores que se encuentran en el Tablero de Transferencia, tienen una capacidad menor (175 kW) al Generador de la Planta de Emergencia (189 kW).

Lo anterior es resultado de una mal diseño y en consecuencia, la Planta de Emergencia no se puede aprovechar al 100 % sino que solamente se aprovecharía un 92.6 % aproximadamente, desaprovechando 14 [kW], que si bien no representa una gran cantidad, si pudiera ser considerable en el momento de respaldar la carga.

2.2 Equipo de Medición.

2.2.1 Analizador de Demanda y Potencia TRMS Modelo 3950.

El analizador de potencia RMS modelo 3950, es un instrumento totalmente programable y de gran exactitud que mide, despliega y graba los valores eléctricos críticos para analizar la demanda y el consumo en una fase, en tres fases, sistemas balanceados y desbalanceados. Los datos se almacenan en memoria para imprimirse o transferir a la computadora por medio de la interfase RS232-C.

Este analizador mide los siguientes valores *instantáneos*:

- Voltaje rms (V).
- Corriente rms (A).
- Potencia Aparente (VA).
- Potencia Activa (W).
- Potencia Reactiva (Var).
- Factor de Potencia.
- Frecuencia (0 – 1000 Hz).

Las mediciones se pueden hacer en cada fase o en el sistema total. Los factores de escala permiten al instrumento grabar los valores actuales presentes en el primario de ambos transformadores de potencial y corriente. También permite medir la Energía Activa (Wh) y la Energía Reactiva (Varh) así como indica la potencia disponible y la demanda total. Una memoria interna RAM, permite almacenar hasta 3560 valores. La memoria esta respaldada por una batería de litio.

El modelo 3950, es un instrumento analizador de potencia diseñado para proporcionar toda la información necesaria para hacer estudios eléctricos de potencia para programas de administración de energía, o como un instrumento para resolver problemas cuando se diagnostiquen malfuncionamientos eléctricos específicos.

2.1.2 Trazador de Corriente marca Pasar Amprobe.

El trazador de corriente Pasar Amprobe permite una localización o trazado rápido, seguro y fácil de conductores energizados, en circuitos de 9 a 600 [V], sin desenergizar o interrumpir equipo electrónico sensible. El trazador de corriente consiste en dos transmisores, un modelo de alto voltaje y otro de bajo voltaje, y un probador. Los transmisores emiten pequeños pulsos de corriente de alta frecuencia a través de la línea. El probador censa el campo magnético resultante alrededor de los conductores.

Para funcionar, simplemente se conecta el transmisor al conductor que va a ser identificado. El transmisor genera una señal de carga pico de $\frac{1}{4}$ de [A] a una frecuencia cien veces mayor (6 kHz) que la línea de potencial (60 Hz). El probador, que es portátil, contiene filtros híbridos y redes de señal condicionada que indican de forma visual y audible que circuito esta proporcionando la señal de carga de alta frecuencia.

La señal del transmisor es corriente emitida desde la fuente de poder. Por lo tanto, la señal viaja del transmisor a la fuente de poder (la estación generadora de poder) y regresa al neutro, totalmente desafectada por la distancia. Es rápido, fácil y seguro de usar.

Con el trazador de corriente, se puede trazar cualquier conductor energizado, línea neutral o línea de tierra de cualquier lugar a través de los tableros de distribución, a través de transformadores y switches. Se puede localizar, sin interrumpir el suministro de energía eléctrica, los siguientes:

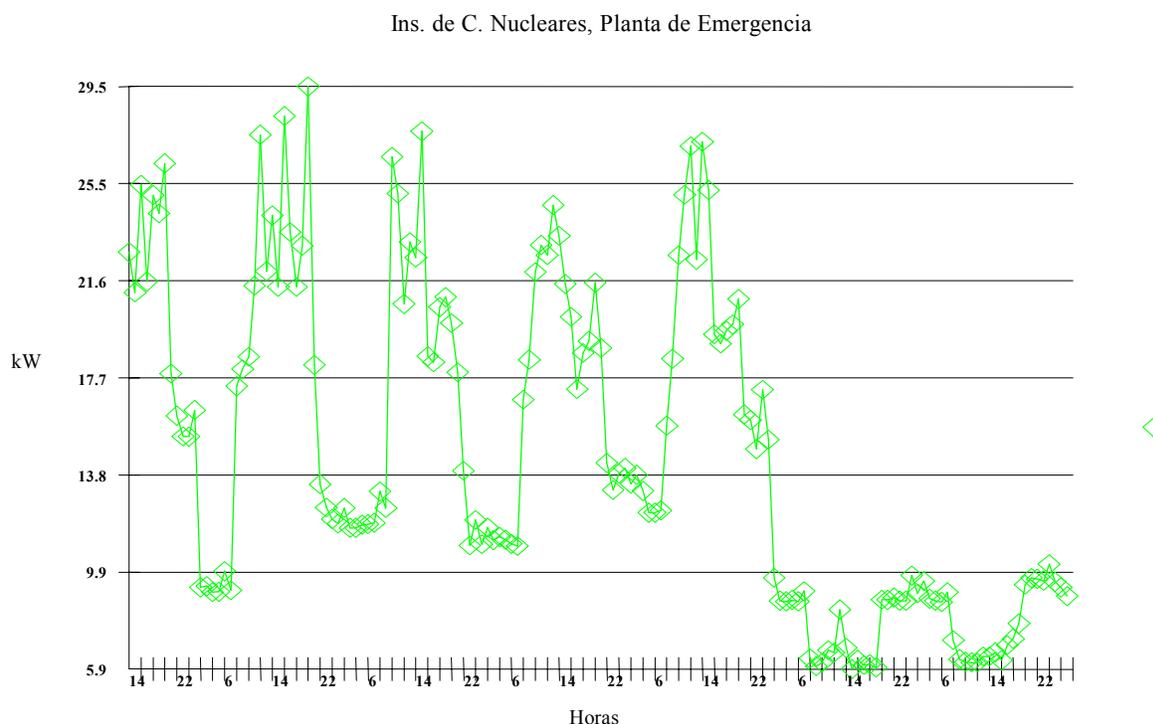
- Interruptores.
- Cortos circuitos.
- Líneas de alimentación.
- Conduit.
- Líneas de tierra y neutro.
- Líneas derivadas.

2.3 Monitoreo al Interruptor de la Planta de Emergencia.

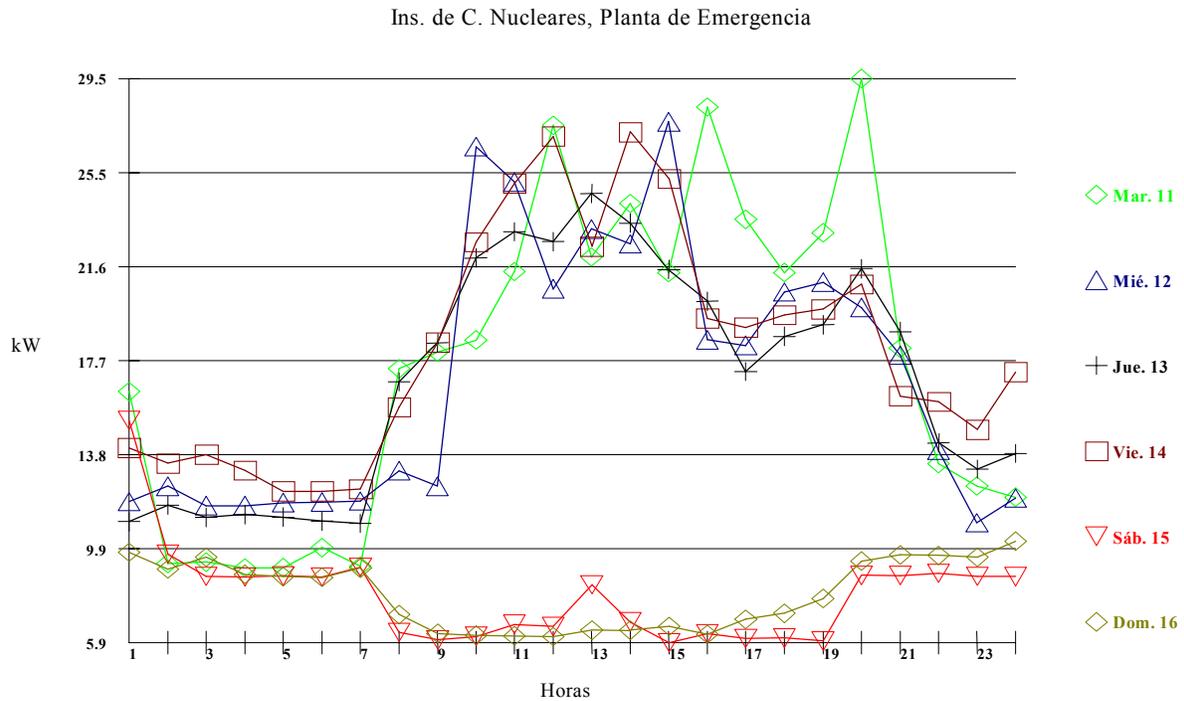
El monitoreo se realizó por un periodo de 6 días completos, del Martes 11 de Febrero al Domingo 16 de Febrero del 2003, en lapsos de 1 hora y durante los cuales se registraron los valores de: 1)Variación de voltaje; 2)Variación de corriente; 3)Variación de frecuencia; 4)Variación del Factor de Potencia; 5)Demanda total; 6)Demanda por fase; 7)Consumos totales; 8)Consumos por fase y 9)Potencia disponible.

De todos los valores que se mencionaron en los puntos anteriores, se generan gráficas que representan su comportamiento y facilitan su interpretación.

Primero se muestra el comportamiento de la Demanda Total durante el periodo que duro el monitoreo (Gráfica 1) y la demanda por día (Gráfica 2):



Gráfica 1. Demanda Total.



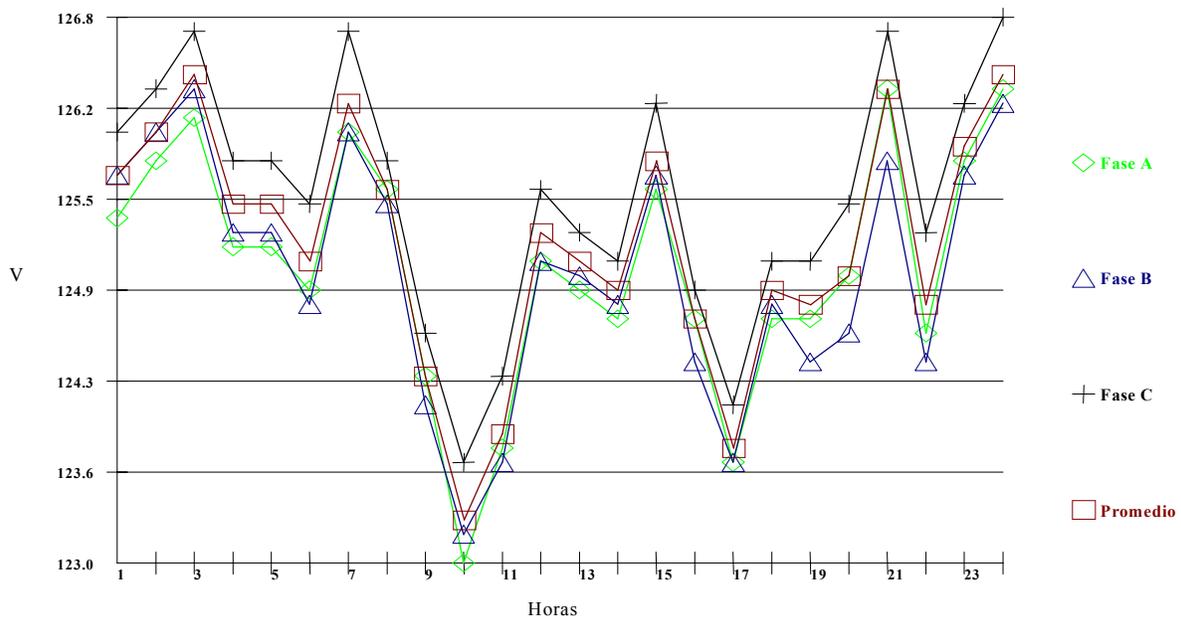
Gráfica 2. Demanda Total (por día).

En la Gráfica 2, se puede observar que en el día Martes se presenta la “Demanda Pico”; es decir, que en este día se tiene la mayor cantidad de potencia requerida por el sistema. De esta manera, los valores más significativos para analizar el comportamiento que presentaron la corriente, el voltaje, el factor de potencia y la frecuencia, así como la demanda y el consumo de potencia, son los del día Martes.

Debido a lo antes mencionado, se presentan las gráficas de: Variación de voltaje (Gráfica 3); Variación de corriente total (Gráfica 4); Variación de corriente por fase (Gráfica 5); Frecuencia (Gráfica 6) y Factor de potencia (Gráfica 7).

NOTA: Las gráficas de demanda y de consumo de potencia se dejan para el siguiente apartado.

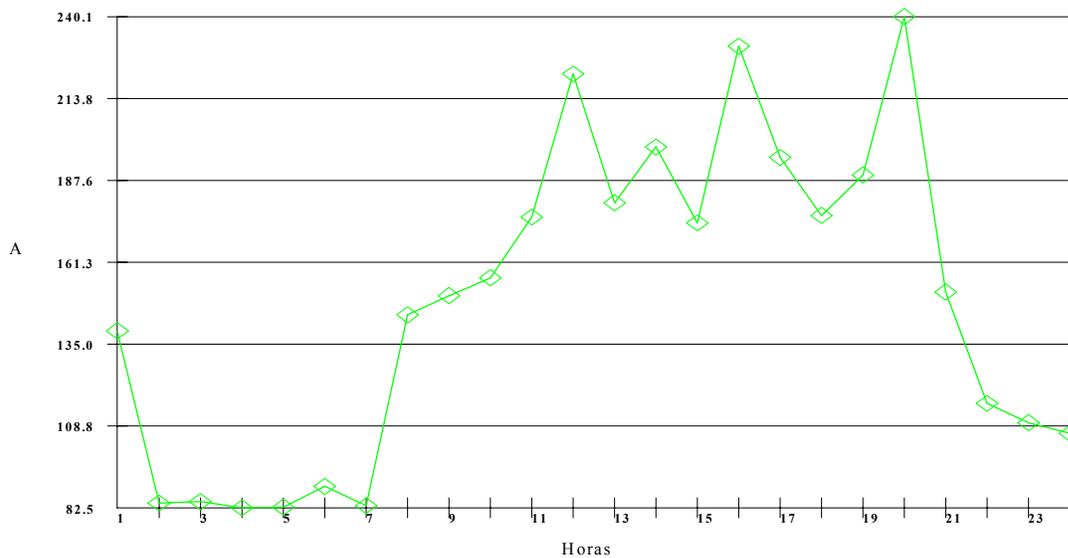
Ins. de C. Nucleares, Planta de Emergencia, Martes 11



Gráfica 3. Variación de voltaje.

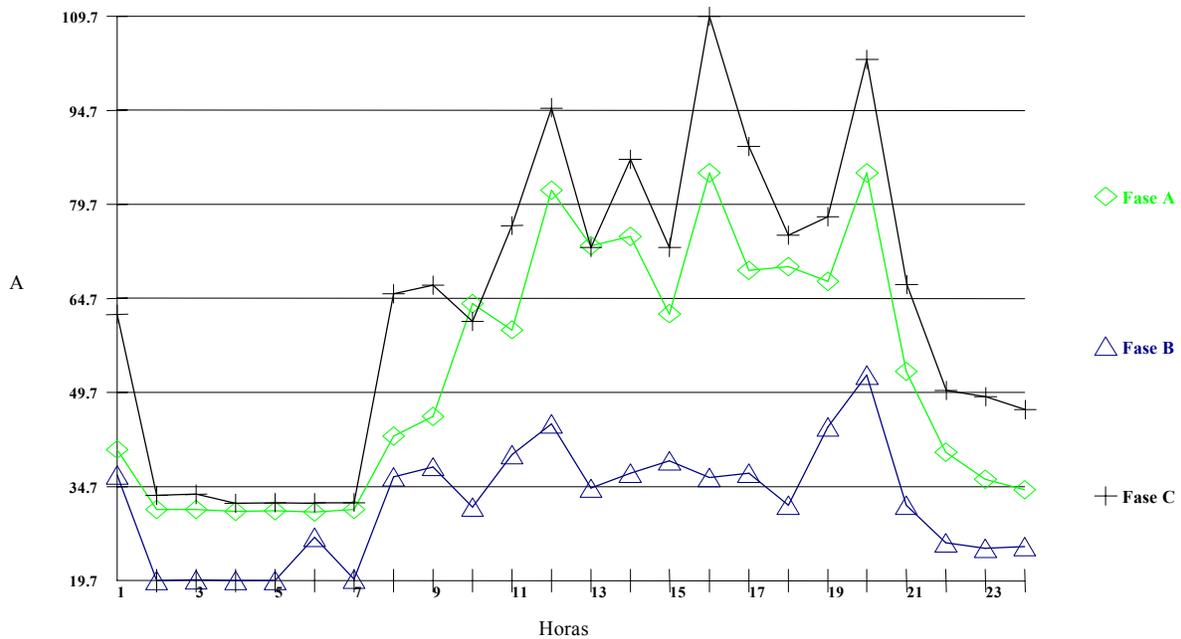
Esta gráfica indica que la fase con mayor demanda de voltaje es la fase “C” alcanzando los 126.8 [V]. Por otra parte; la fase con menor demanda, es la fase “A” con 123.8 [V]. Podemos decir que la mayor variación de voltaje entre las fases es de 3 [V] y es menor al 10% que marca la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones Eléctricas.

Ins. de C. Nucleares, Planta de Emergencia, Martes 11



Gráfica 4. Variación de Corriente Total.

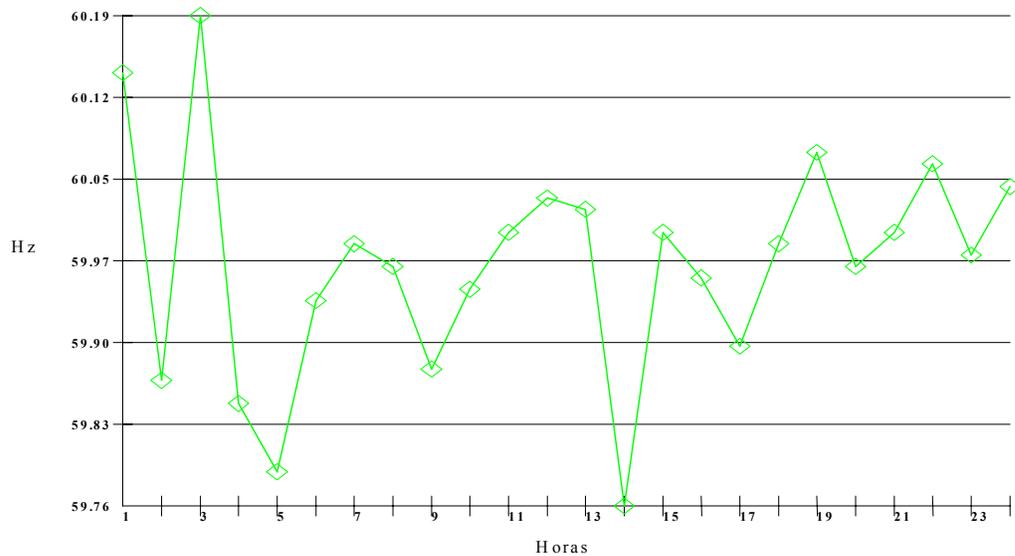
Ins. de C. Nucleares, Planta de Emergencia, Martes 11



Gráfica 5. Variación de la corriente por fase.

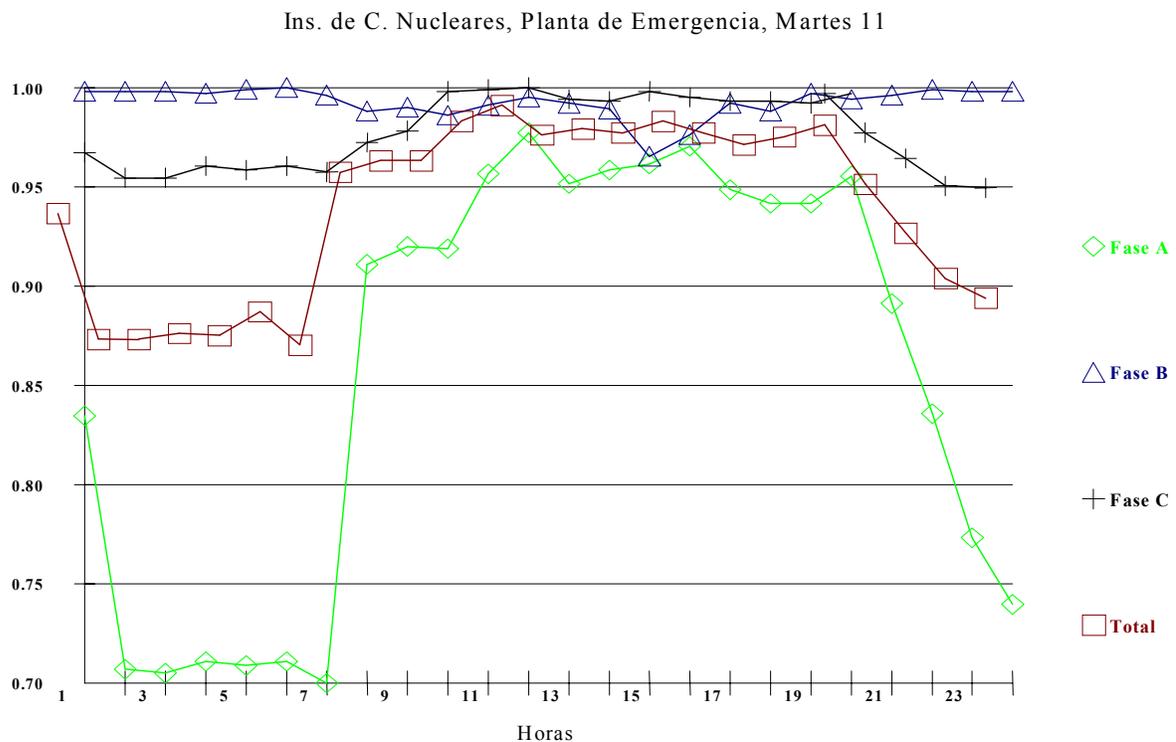
La Gráfica 4 indica que la máxima demanda de corriente se lleva a cabo a las 21 hrs con 240.1 [A], y la mínima demanda por la madrugada y es de 82.5 [A]. Por otra parte, la Gráfica 5 indica que la fase A presenta la mayor demanda de corriente alcanzando 109.7 [A]; y la fase B, presenta la menor demanda de corriente de las tres fases en todo momento. Su demanda mínima es de 19.7 [A].

Ins. de C. Nucleares, Planta de Emergencia, Martes 11



Gráfica 6. Frecuencia.

La gráfica anterior nos muestra una variación de la frecuencia de 0.43 [Hz], lo que equivale a un porcentaje de variación de 0.72% lo cual esta dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones Eléctricas, que establece una variación máxima de ± 1 Hz.



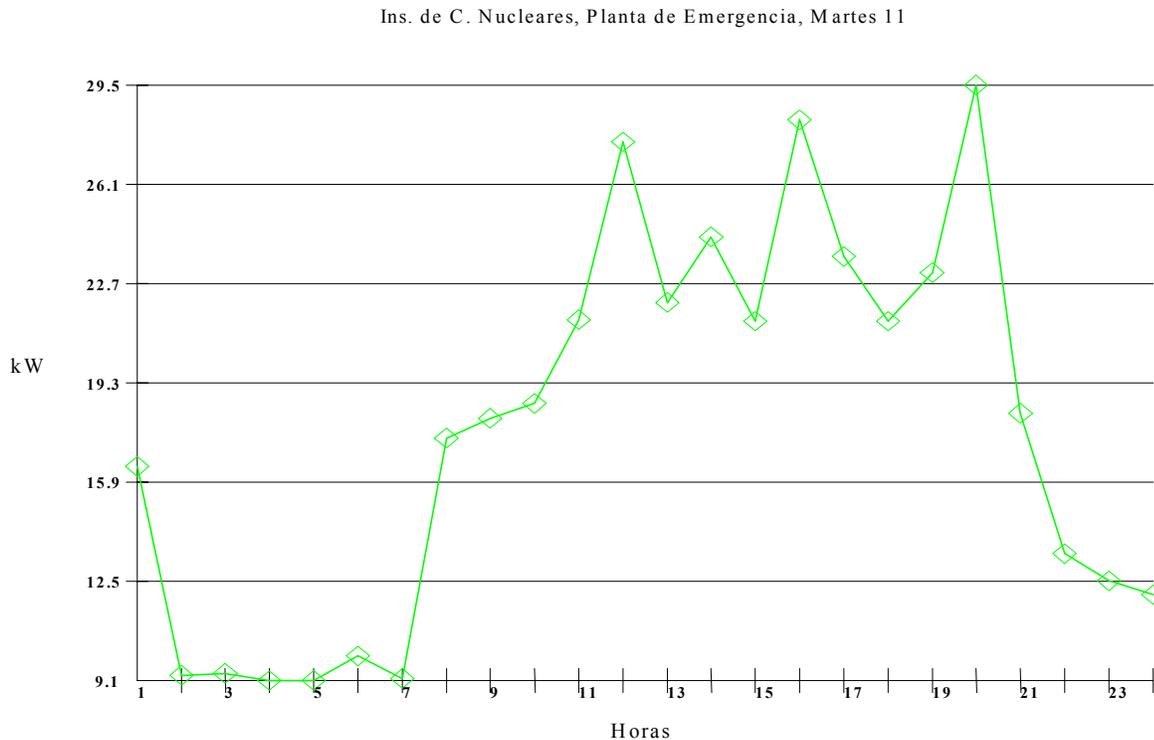
Gráfica 7. Factor de Potencia.

La Gráfica 7, nos muestra que el Factor de Potencia llega a ser menor de 0.9 en las primeras horas del día, lo cual no es de gran importancia ya que en la mayor parte del día, en especial en las horas pico, el Factor de Potencia se encuentra entre 0.95 y 1.0.

Durante el monitoreo se obtuvo que la capacidad de Potencia Aparente de la planta en ese momento es de 219 [kVA], valor inferior al nominal que es de 236 [kVA].

2.4 Capacidad Utilizada.

A partir del monitoreo realizado, y como ya se había mencionado en la sección 2.3, el día Martes es en el cual se presenta el pico de demanda máxima. A continuación la Grafica 8 muestra la demanda durante este día.

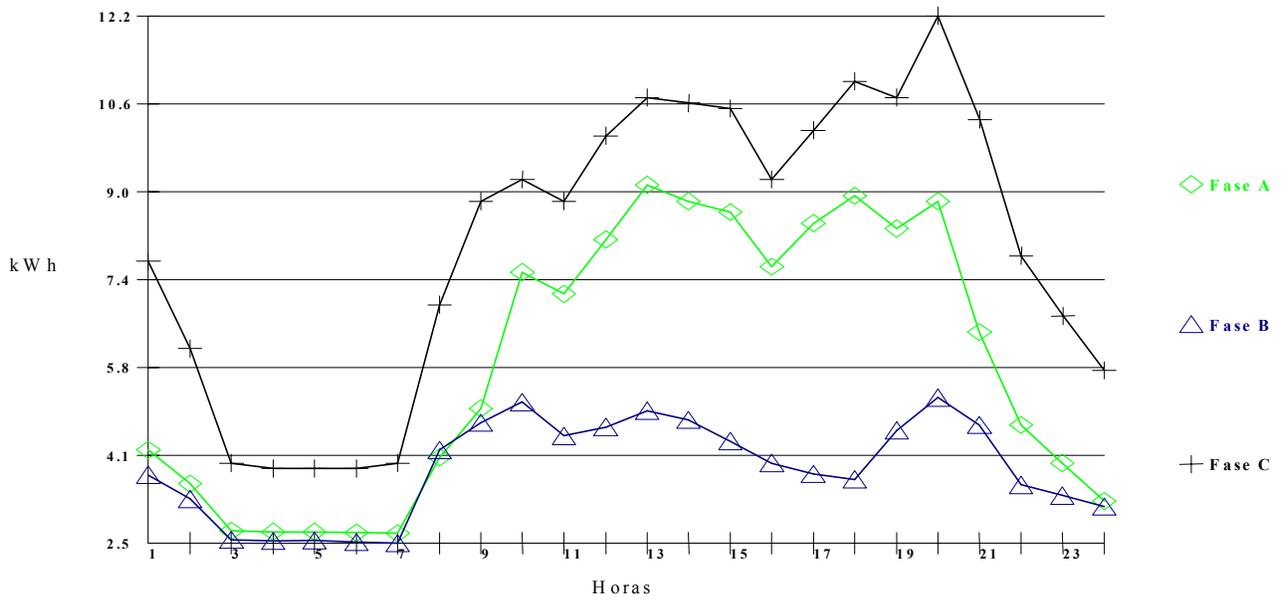


Gráfica 8. Demanda Total.

La demanda máxima se registró a las 20:00 hrs con un valor de 29.5 [kW], la menor demanda se registró en la madrugada y fue de 9.1 [kW]. Por lo tanto, si la capacidad de la Planta la reducimos a la capacidad de los contactores (175 kW), se tiene que se esta utilizando el 16.9 %, aproximadamente, de la capacidad total.

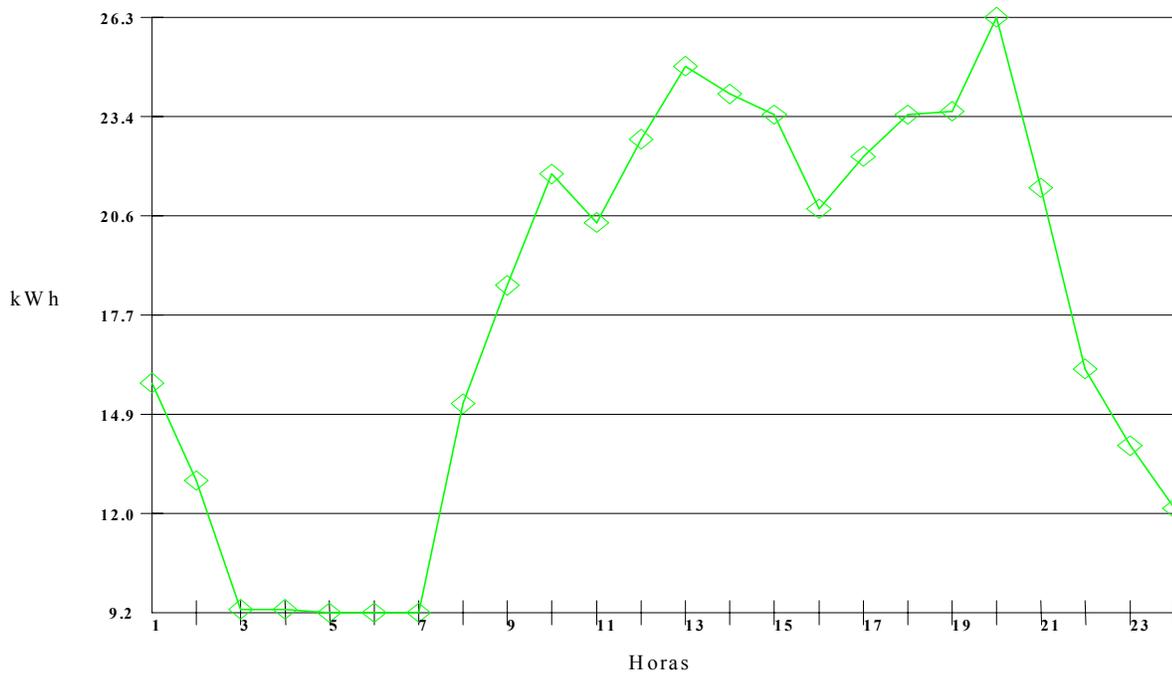
Las siguientes gráficas (Gráfica 9 y Gráfica 10), muestran los consumos por fases y el consumo total, respectivamente.

Ins. de C. Nucleares, Planta de Emergencia, Martes 11



Gráfica 9. Consumos por Fases.

Ins. de C. Nucleares, Planta de Emergencia, Martes 11



Gráfica 10. Consumo Total.

En la Gráfica 9, podemos ver que el consumo no es igual en todas las fases y esto es un reflejo del desbalance de éstas.

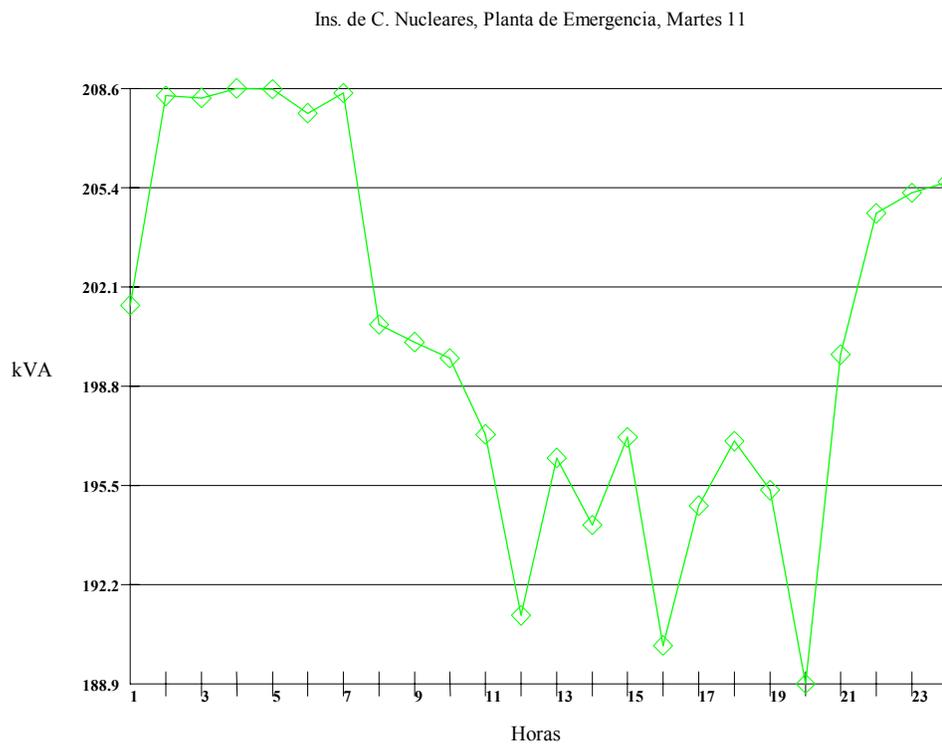
De las tres fases, la fase C presenta mayor consumo de energía y la B menor consumo. El mayor consumo de energía se presenta a las 20:00 hrs y es de 26.3 [kWh] (como se puede observar en la Gráfica 10). Si recordamos, a esta misma hora se lleva a cabo la mayor demanda (Gráfica 8), siendo reflejo del consumo.

2.5 Capacidad Disponible.

En la sección 2.4 obtuvimos que la demanda máxima es de 16.9 %; por lo tanto, se tiene una capacidad disponible de:

$$100\% - 16.9\% = 83.1 \%$$

que equivalen a 145.5 [kW] de potencia. La Gráfica 11, muestra la potencia real disponible según el monitoreo realizado.



Gráfica 11. Potencia Disponible.

La gráfica anterior indica que se tiene una potencia máxima disponible de 188.9 [kVA] que equivalen a 151.12 [kW] y representan un 86.4% aproximadamente.

CAPITULO 3. LEVANTAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Uno de los objetivos de este levantamiento es dar un diagnóstico de las condiciones actuales en las que se encuentran las instalaciones eléctricas en los dos edificios. Otro objetivo es saber si la planta de emergencia tiene capacidad disponible para alimentar al Edificio Principal ya que solo esta respaldada la carga del Edificio de la Biblioteca.

El Instituto de Ciencias Nucleares cuenta con dos edificios (Principal y de la Biblioteca). El edificio de la Biblioteca, el más reciente, cuenta con una Planta de Emergencia de 236 [KVA] la cual alimenta toda su carga. El Edificio Principal no cuenta con planta de emergencia, es por ello que se realizó el levantamiento eléctrico, con el cual podremos saber si existe la posibilidad de que la planta de emergencia controle la carga de los dos edificios o en todo caso saber la capacidad disponible con la que cuenta para el Edificio Principal.

El levantamiento eléctrico comprende las siguientes actividades:

1. Actualización del Diagrama Unifilar .
2. Actualización de los Planos Arquitectónicos.
3. Actualización de los Planos Eléctricos.
4. Elaboración de los Cuadros de Carga.
5. Identificación de Circuitos de los Tableros.

3.1 Diagrama Unifilar.

En el Diagrama Unifilar se muestra la conexión actual de los Tableros Principales al Tablero General de la Subestación y de los Tableros Derivados a los Tableros Principales así como las características generales del equipo y dimensionamiento, los calibres de los conductores y la capacidad de las protecciones. También se muestra la Vista frontal y la Planta de la Subestación para efectos de ilustrar la ubicación de los equipos.

La Subestación Eléctrica del Instituto de Ciencias Nucleares se alimenta de la Subestación General No. 2 de Ciudad Universitaria, del anillo compuesto por los circuitos II y IV y, por medio del seccionador No. 68, llegan los conductores a cuchillas y al transformador. El transformador es de 750 [kVA] con relación de transformación de 6.3 [kV] a 220/127 [V].

En el Tablero General de la Subestación, se ocupan solamente 3 polos: al #3, con protección de 3 X 600 [A], se conecta el tablero principal T10N1; al #5 con protección de 3 X 800 [A], se conecta el tablero principal TGPB y; al polo #8, con protección de 3 X 600 [A], se conecta el Tablero de Transferencia (TT) de la Planta de Emergencia. Los contactores del TT son de 175 [kW].

Del TT se conecta al Tablero de Emergencia (TE) por medio de una protección de 3 X 600 [A]. El TE consta de 6 polos, de los cuales el quinto es el que se encuentra ocupado por el TGPB del edificio de la Biblioteca con una protección de 3 X 400 [A].

De los tableros principales T10N1 y TGPB del Edificio Principal así como del tablero TGPB del edificio de la Biblioteca, se controlan otros tableros, que se les llama derivados, de los cuales se controla toda la carga de fuerza e iluminación de la dependencia.

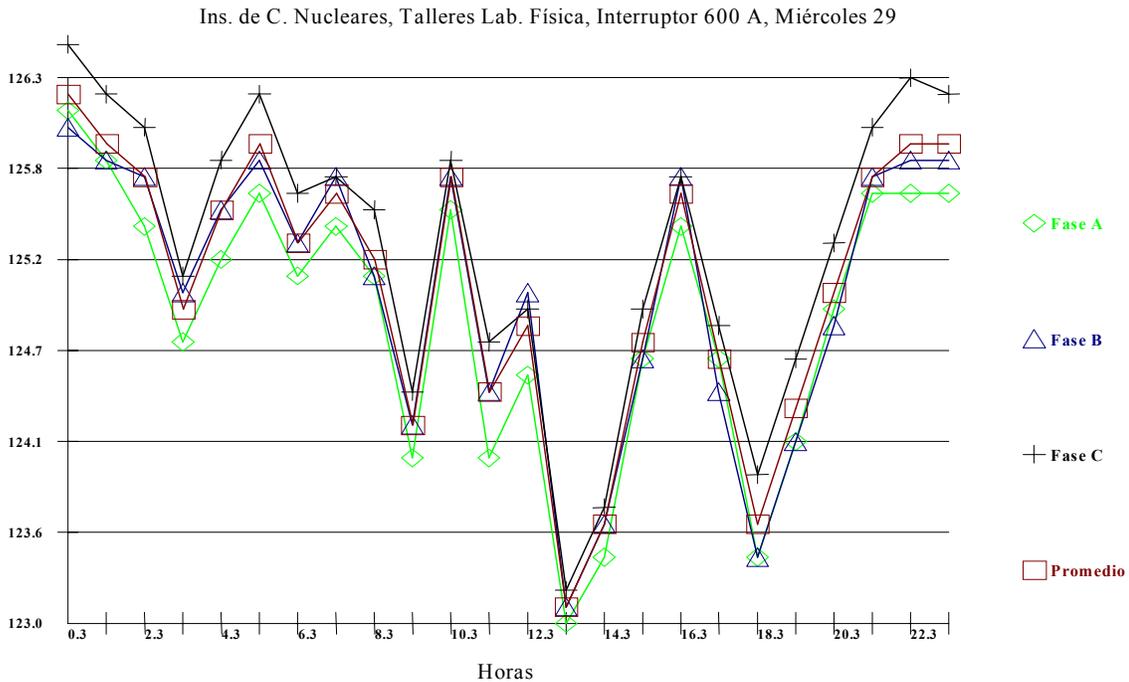
A continuación se muestra el Diagrama Unifilar desde la acometida pasando por la subestación y terminando en los tableros, detallando conductores, calibres, protecciones y tableros, así como la descripción del equipo.

3.2 Monitoreo a los Interruptores del Tablero de la Subestación.

Este monitoreo se realizó al interruptor de 3 X 600 [A], que controla los Talleres del Laboratorio de Física, y al interruptor de 3 X 800 [A] que controlan los cubículos de Laboratorio de Química. El primer monitoreo se realizó al interruptor de 3 X 600 [A] del 28 de Enero al 04 de Febrero del 2003 y el segundo monitoreo ,al interruptor de 3 X 800 [A], se llevó a cabo del 04 al 10 de Febrero.

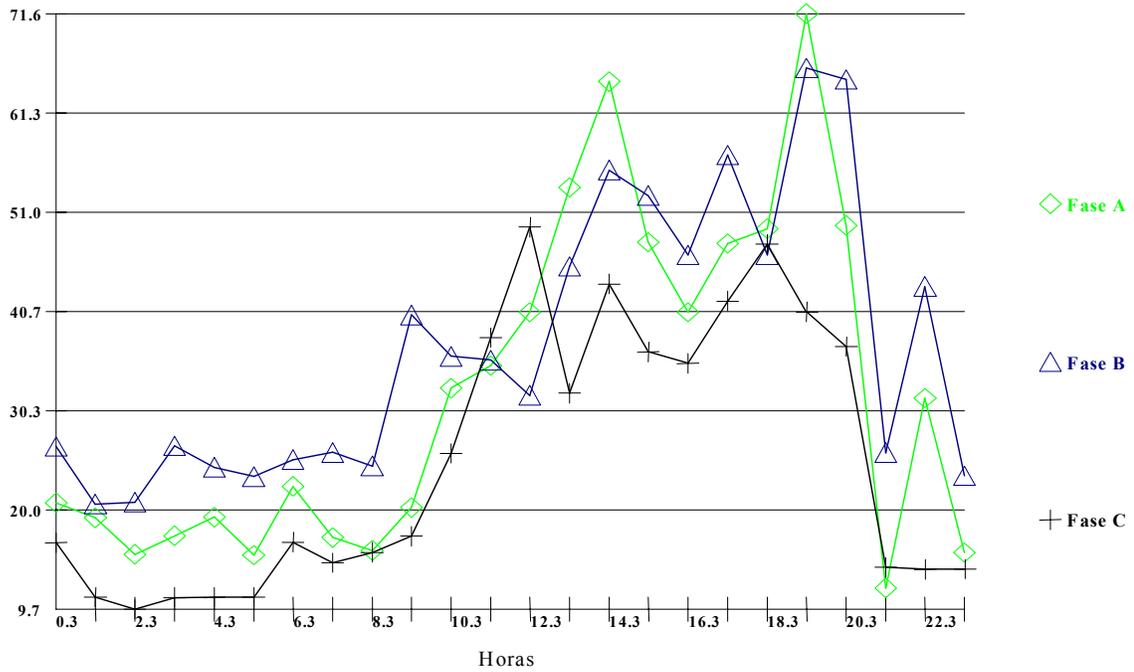
Primero se muestran las gráficas que representan el monitoreo del interruptor de **3 X 600 [A]**. En este monitoreo cabe señalar que solo se registraron dos días ya que el equipo presentó fallas en la captura de datos. Los días fueron el Martes 28 y Miércoles 29 de Febrero, siendo el Miércoles el día que presentó la mayor demanda por lo que se toma como referencia para el análisis.

Se presentan las gráficas de: Variación de voltaje (Gráfica 12), Variación de corriente por fases (Gráfica 13) y total (Gráfica 14), Frecuencia (Gráfica 15) y Factor de Potencia (Gráfica 16).



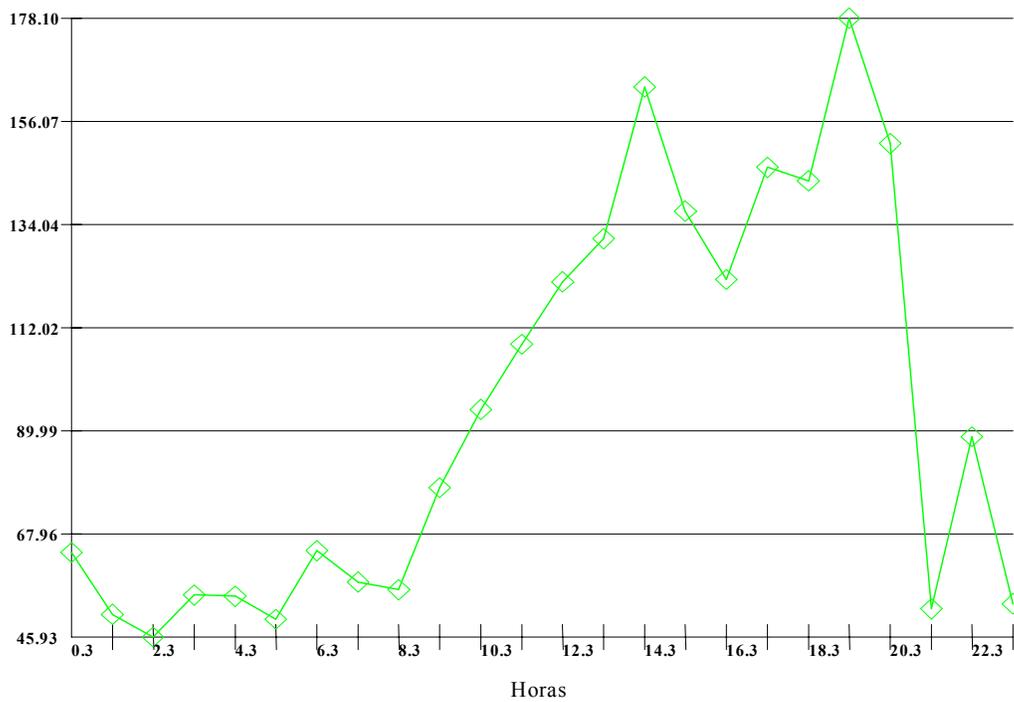
Gráfica 12. Variación de Voltaje.

Ins. de C. Nucleares, Talleres Lab. Física, Interruptor 600 A, Miércoles 29



Gráfica 13. Variación de Corriente por Fases.

Ins. de C. Nucleares, Talleres Lab. Física, Interruptor 600 A, Miércoles 29



Gráfica 14. Variación de Corriente Total.

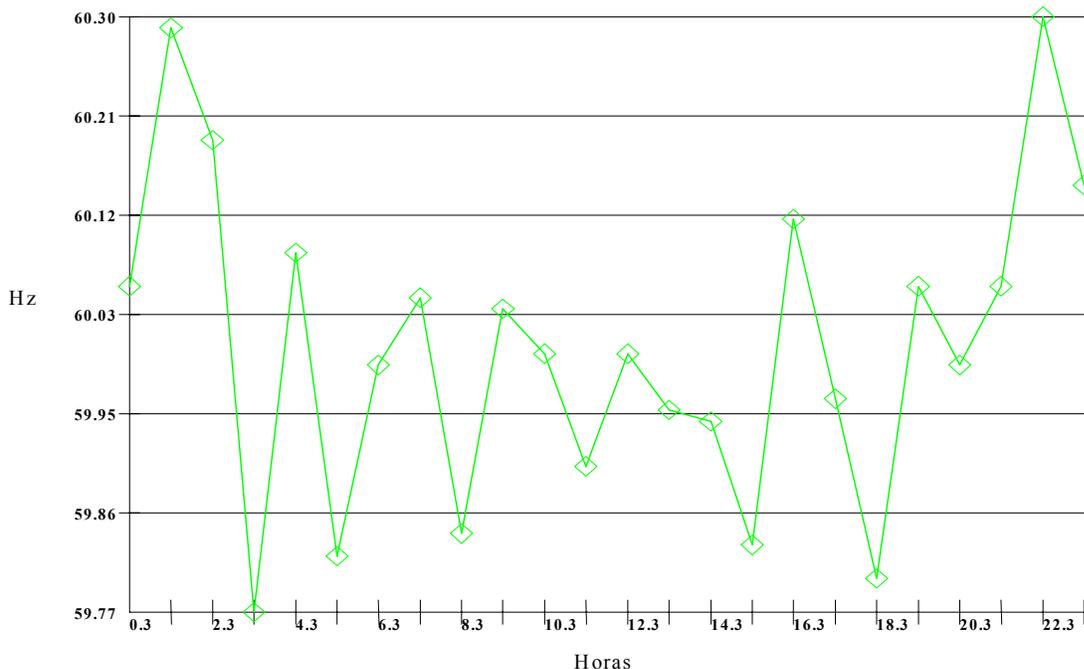
La Gráfica 12 muestran que la variación del voltaje en las tres fases es casi similar. El mayor valor de voltaje es aproximadamente 126.8 [V] (Fase C) y el menor valor es de 123 [V] (Fase A). El valor promedio se encuentra aproximadamente entre 126.25 [V] y 123.1 [V], tomando en cuenta que el valor debe estar dentro del rango de $127 \pm 10\%$, a partir del valor con mayor variación, se tiene que:

$$127 - 123.1 = 3.9 \text{ [V]}$$

lo que representa una variación del 3.1% por lo que cumple con la norma NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones Eléctricas.

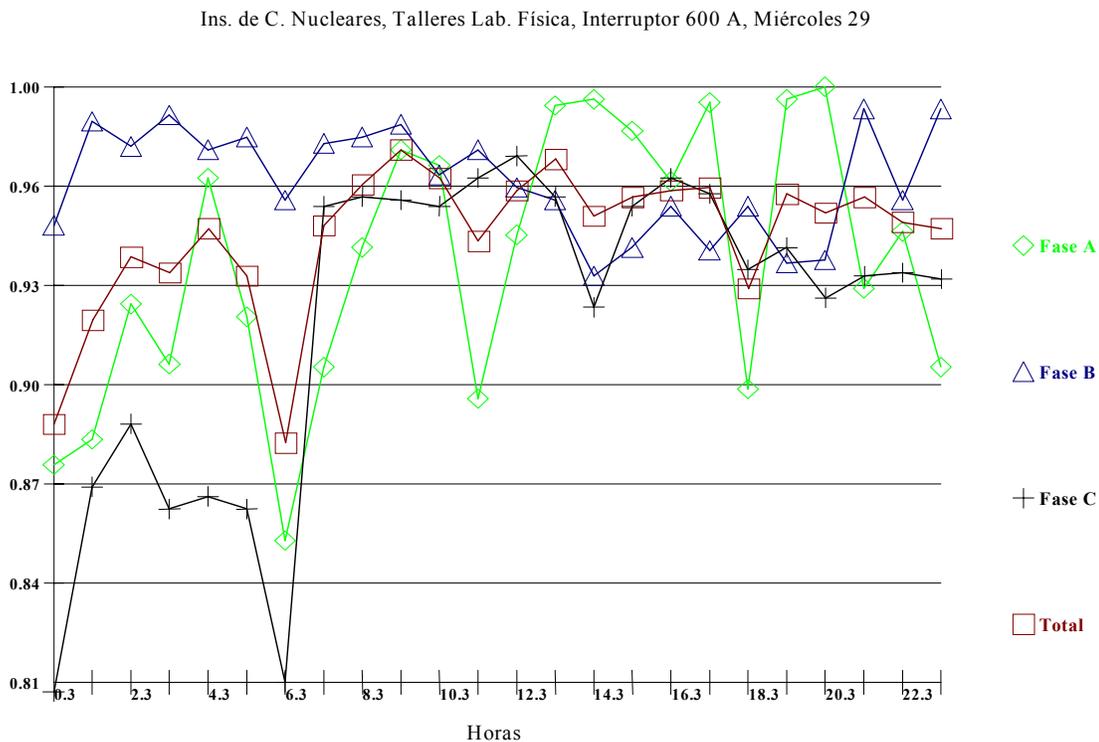
El pico de corriente se presenta alrededor de las 19:00 hrs. con un valor de 71 [A] el cual es alcanzado por la Fase A, según lo muestra la Gráfica 13. Ya en la Gráfica 14 el pico de demanda de corriente tiene un valor de 178.1 [A] por lo que el interruptor general esta muy sobrado ya que es de 600 [A] que representa mas de tres veces el valor pico. Este valor erróneo de la protección fue desde el diseño de la subestación.

Ins. de C. Nucleares, Talleres Lab. Física, Interruptor 600 A, Miércoles 29



Gráfica 15. Frecuencia.

La gráfica anterior, muestra una variación de la frecuencia de 60 ± 0.3 [Hz] que equivalen al 0.5% lo cual es aceptable como porcentaje de variación de $\pm 1\%$ establecido por la NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones Eléctricas.

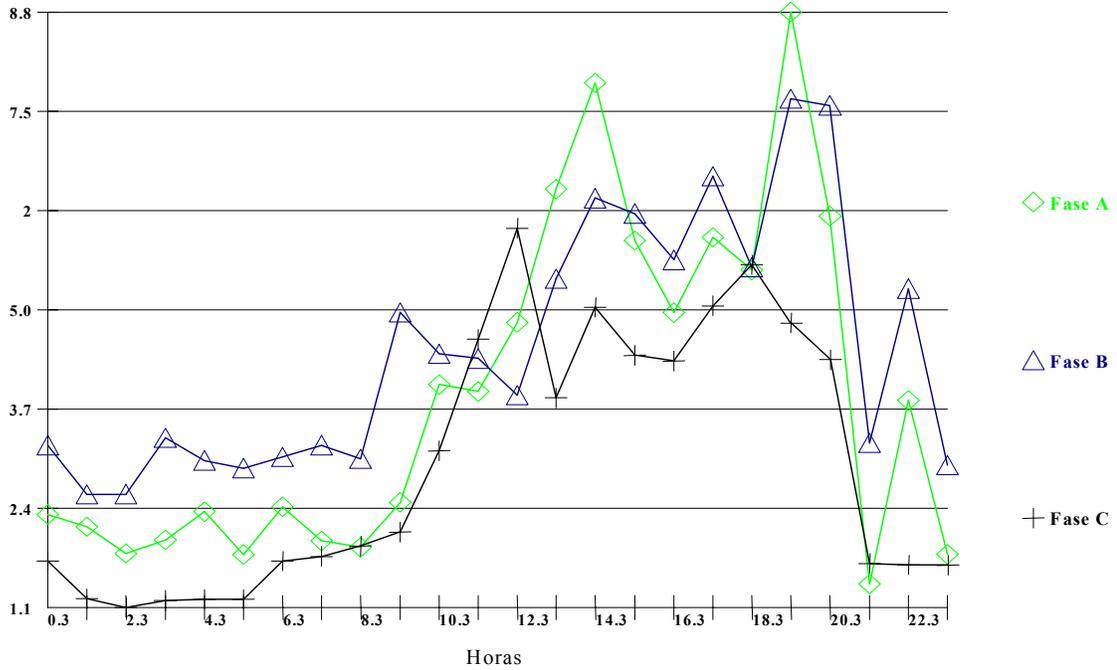


Gráfica 16. Factor de Potencia.

Las fases A y C presentan puntos en los cuales el Factor de Potencia (F.P.) esta por debajo de lo mínimo especificado por la compañía suministradora (0.9). El promedio de las tres fases, se encuentra dentro de este rango la mayoría de tiempo excepto por dos puntos como lo muestra la Gráfica 15. Es importante que el F.P. se encuentre como mínimo en el valor de 0.9 porque de no ser así, puede afectar directamente al sistema, y si a esto le sumamos el bajo F.P. de otras dependencias que se alimentan de la misma subestación general, se tiene que pagar una multa a la compañía suministradora (Luz y Fuerza). El bajo factor de potencia, se debe a las luminarias de tipo fluorescente que tienen el problema del F.P. bajo así como al equipo de cómputo.

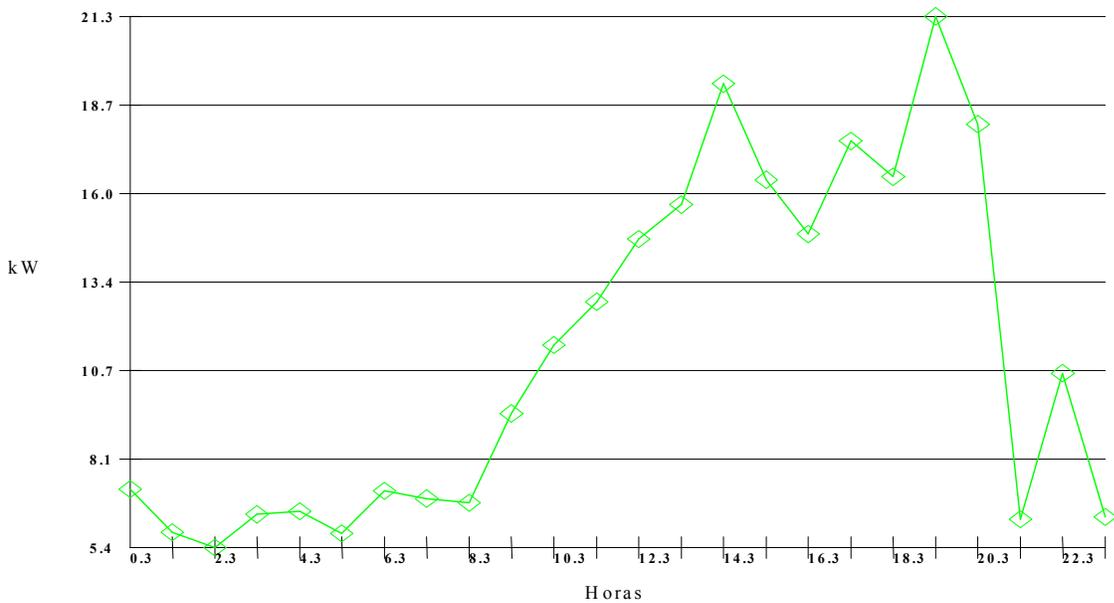
Para saber la potencia usada y la potencia disponible en ese interruptor se muestran las gráficas de consumos y de demanda.

Ins. de C. Nucleares, Talleres Lab. Física, Interruptor 600 A, Miércoles 29



Gráfica 17. Demanda por Fases.

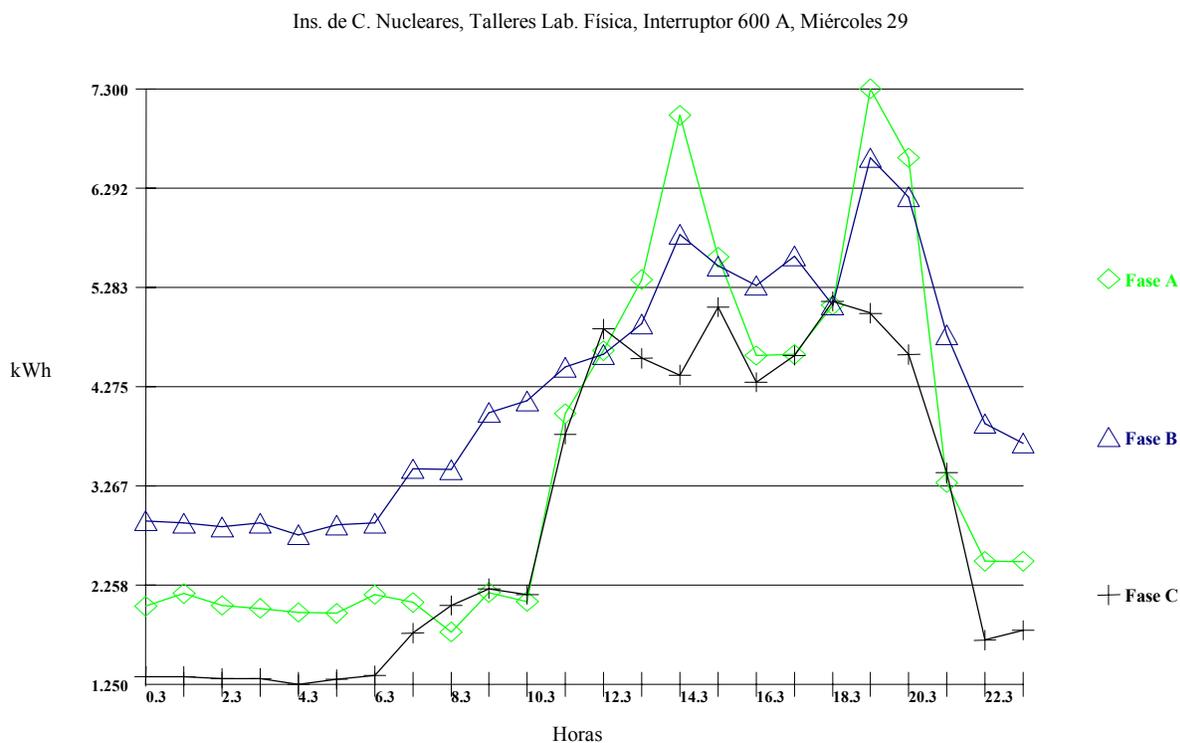
Ins. de C. Nucleares, Talleres Lab. Física, Interruptor 600 A, 29/01/03



Gráfica 18. Demanda Total.

En la Gráfica 17, podemos observar que no es homogénea la demanda de energía en las tres fases lo que significa que existe un desbalance de energía. La máxima demanda se registra cerca de las 19:00 hrs con un valor de 21.3 [kW], como lo muestra la Gráfica 18.

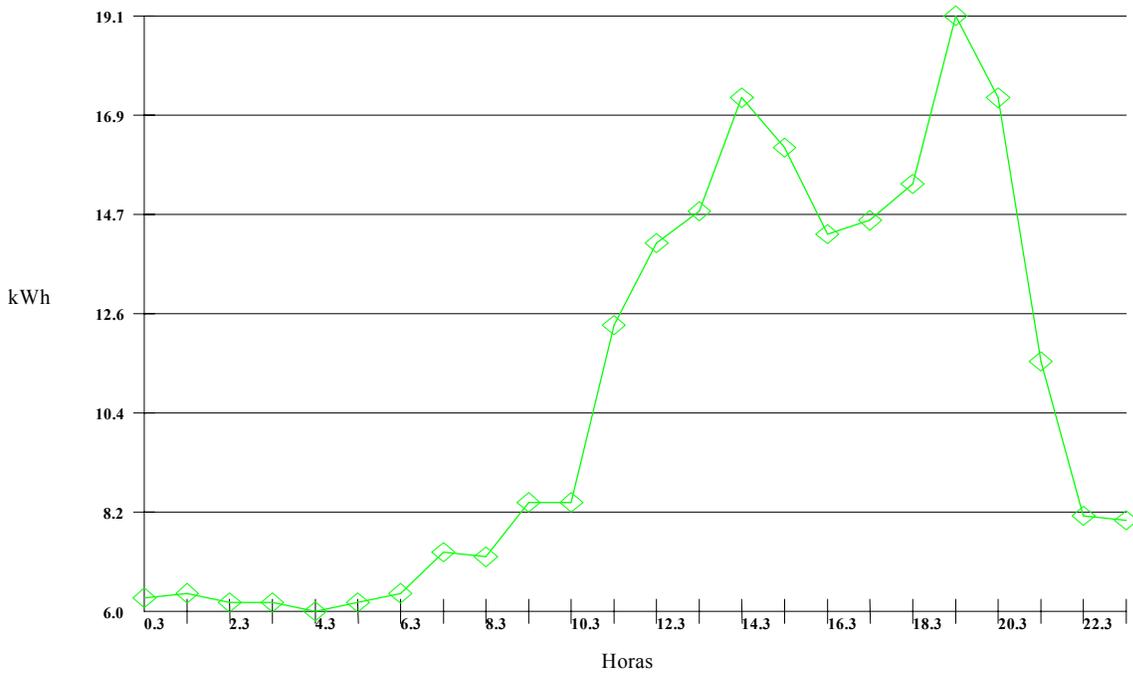
Los consumos por cada fase y consumo total solo se muestran para efectos de reafirmar la relación directa de la demanda con el consumo; es decir, que si el consumo es grande la demanda también lo es.



Gráfica 19. Consumo por Fases.

Como se puede ver en la gráfica anterior, el comportamiento de las tres fases es muy similar a la gráfica de demanda por fases en cuanto a que el consumo no es igual en las tres fases.

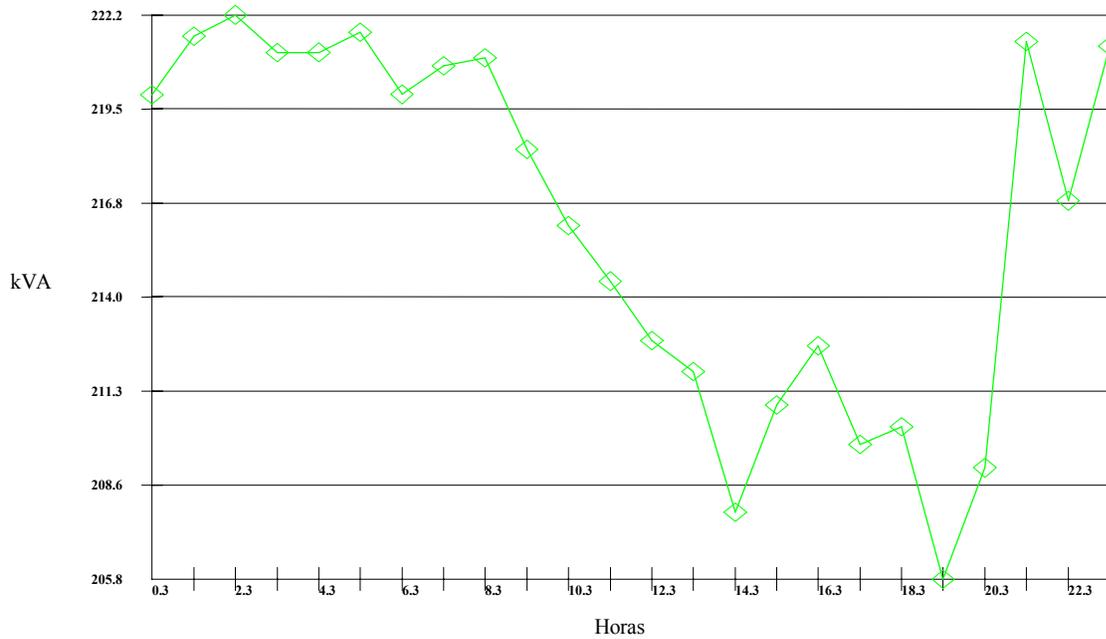
Ins. de C. Nucleares, Talleres Lab. Física, Interruptor 600 A, Miércoles 29



Gráfica 20. Consumo Total.

Por último, para saber la capacidad disponible:

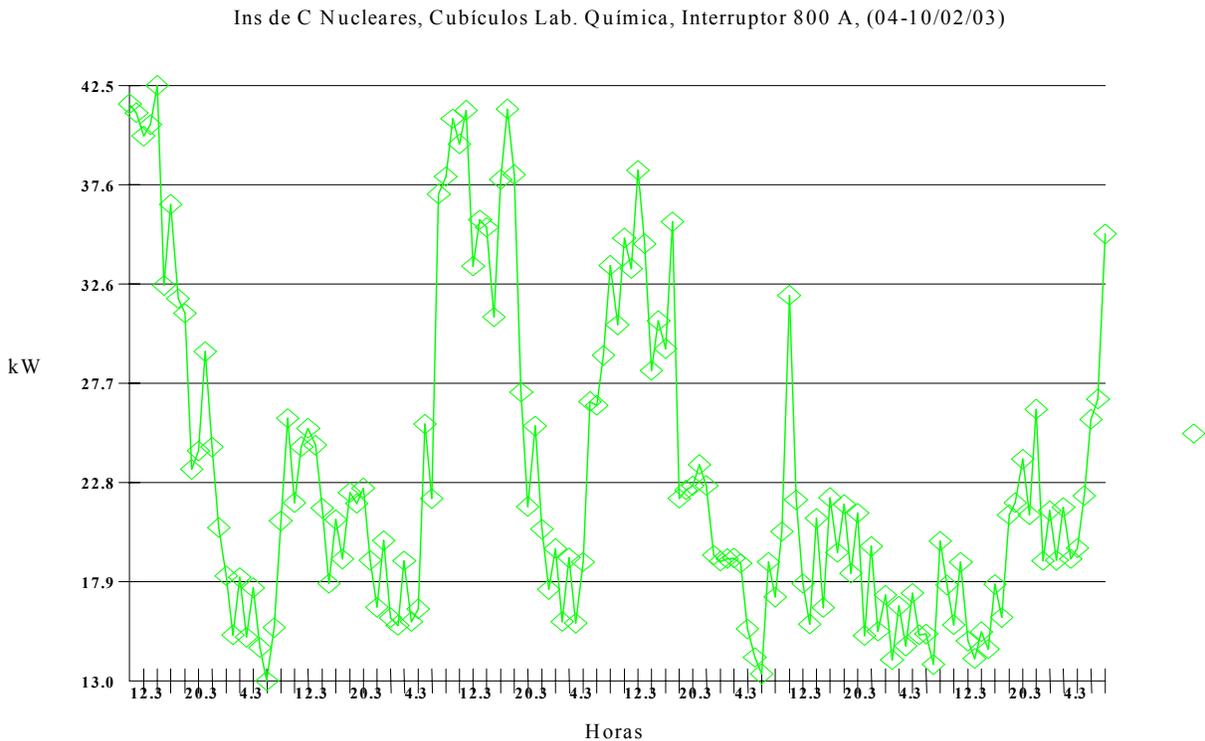
Ins. de C. Nucleares, Talleres Lab. Física, Interruptor 600 A, Miércoles 29



Gráfica 21. Potencia Disponible.

La potencia mínima disponible es de 205.8 [kVA] que equivalen a 164.64 [kW], por lo que se tiene más del 50% de capacidad disponible en este interruptor.

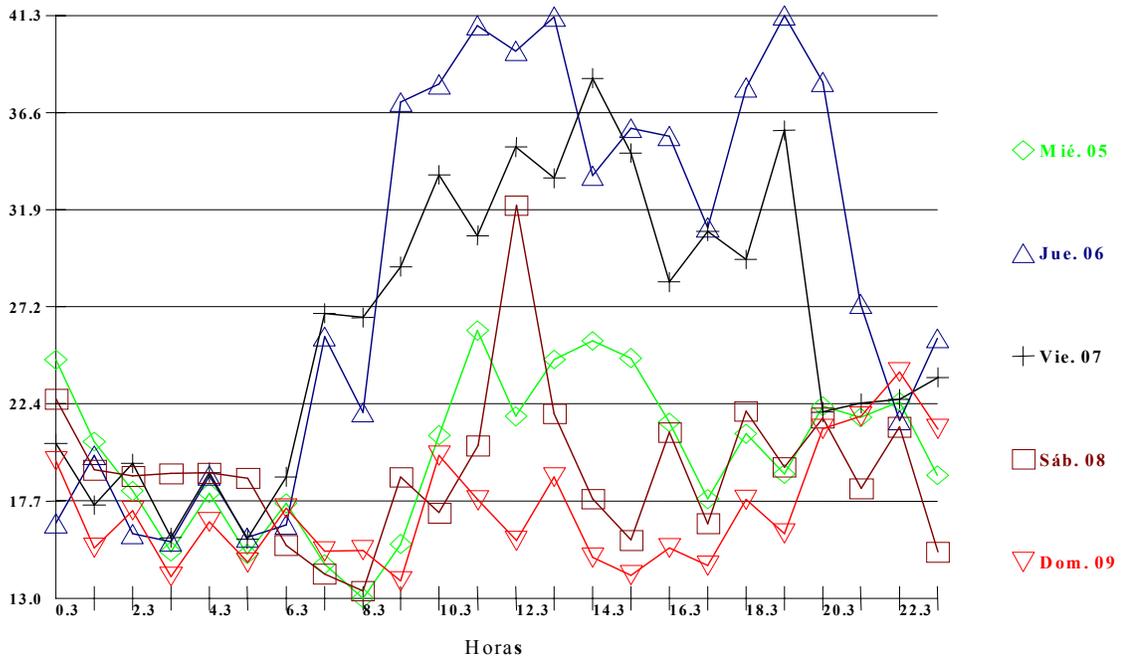
Para el caso del monitoreo del interruptor de **3 X 800 [A]**, se muestran las gráficas de demanda total y demanda por día para saber, a partir de ésta última gráfica, en que día se presenta el pico máximo y partir de él para el análisis.



Gráfica 22. Demanda Total.

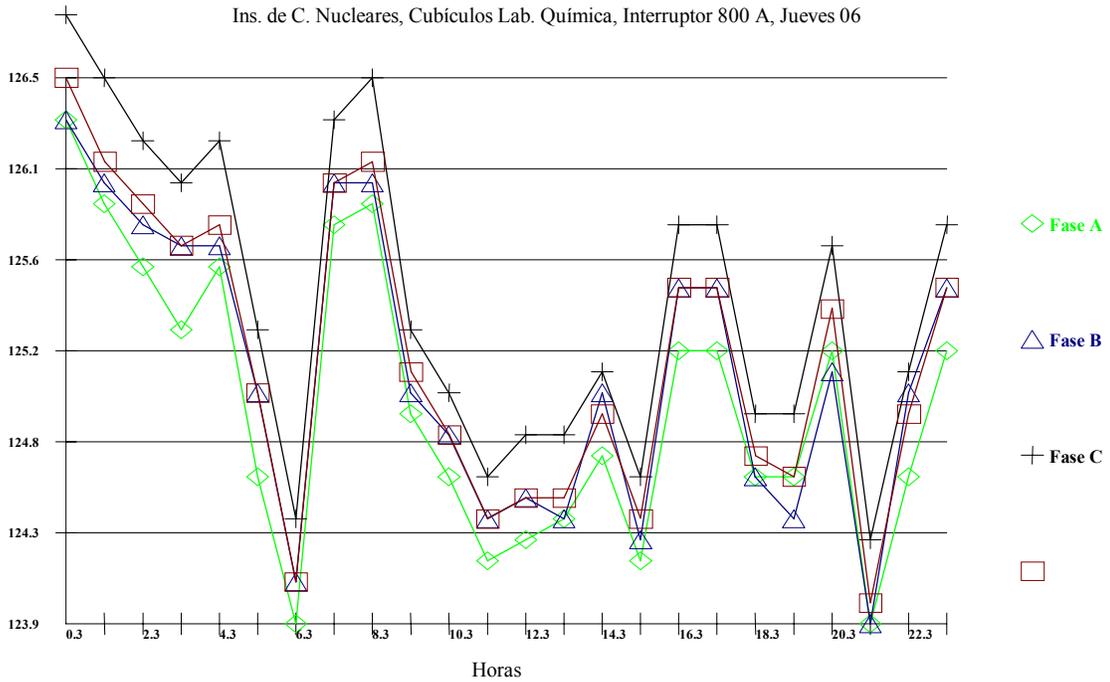
La máxima demanda de potencia es de 42.5 [kW] y la menor es de 13.0 [kW]. Ahora, para saber en que día específicamente se presenta el pico de demanda, a continuación se muestra la gráfica de demanda por día.

Ins. de C. Nucleares, Cubículos Lab. Química, Interruptor 800 A, (04-10/02/03)



Gráfica 23. Demanda Total (por día).

De la gráfica anterior, podemos ver que se presentan dos picos de demanda máxima con el mismo valor el día Jueves. Por lo tanto, el análisis parte de este día.

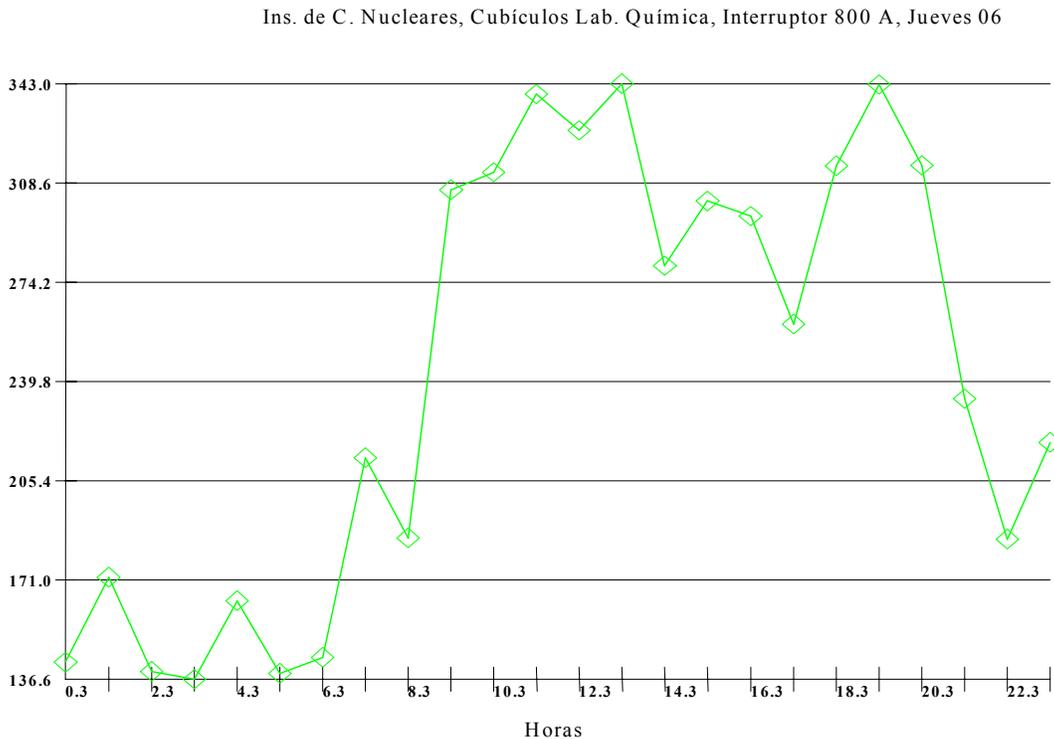


Gráfica 24. Variación de Voltaje.

A partir de la norma que permite una variación del voltaje de $127 \pm 10\%$ y considerando el valor promedio de las tres fases que oscila entre 126.5 [V] y 124 [V], aproximadamente, se tiene lo siguiente:

$$127 - 124 = 3 \text{ [V]}$$

y 3 [V] representan una variación del 2.4 %, por lo tanto cumple con la NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones Eléctricas.

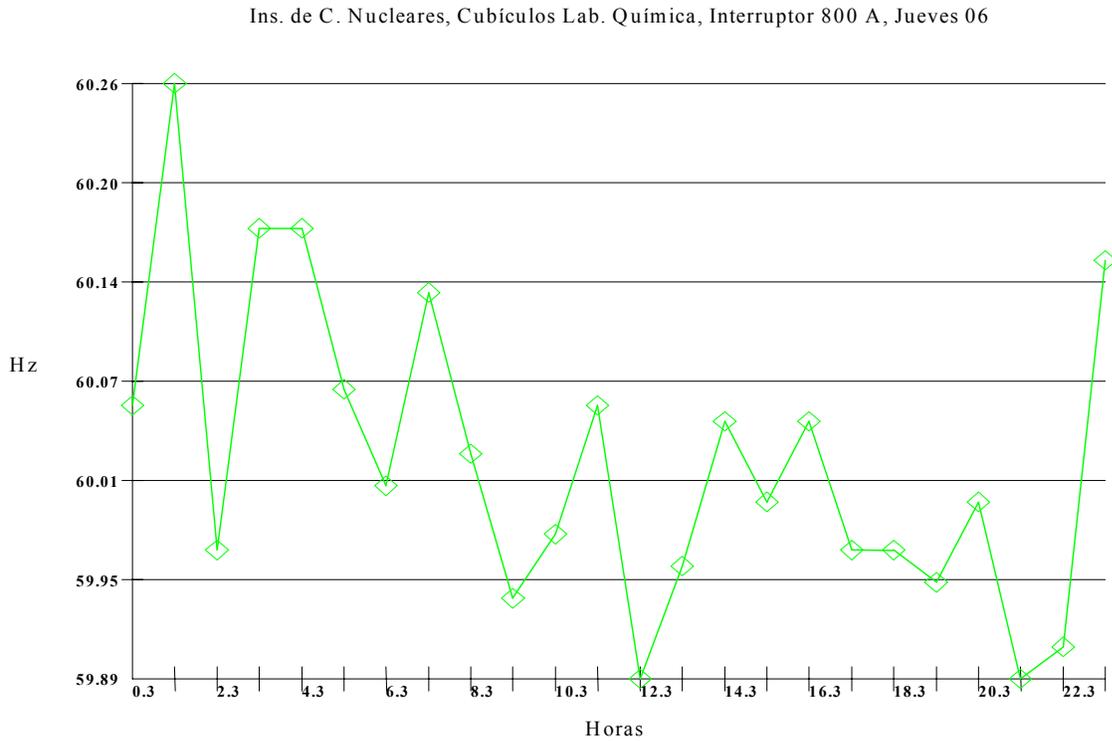


Gráfica 25. Variación de Corriente.

El pico máximo de demanda de corriente, se presenta dos veces, una a las 13:30 hrs y otra a las 17:30 hrs con un valor de 343 [A] por lo que este interruptor de 800 [A], esta sumamente sobrado llegando a duplicar el valor de la corriente máxima.

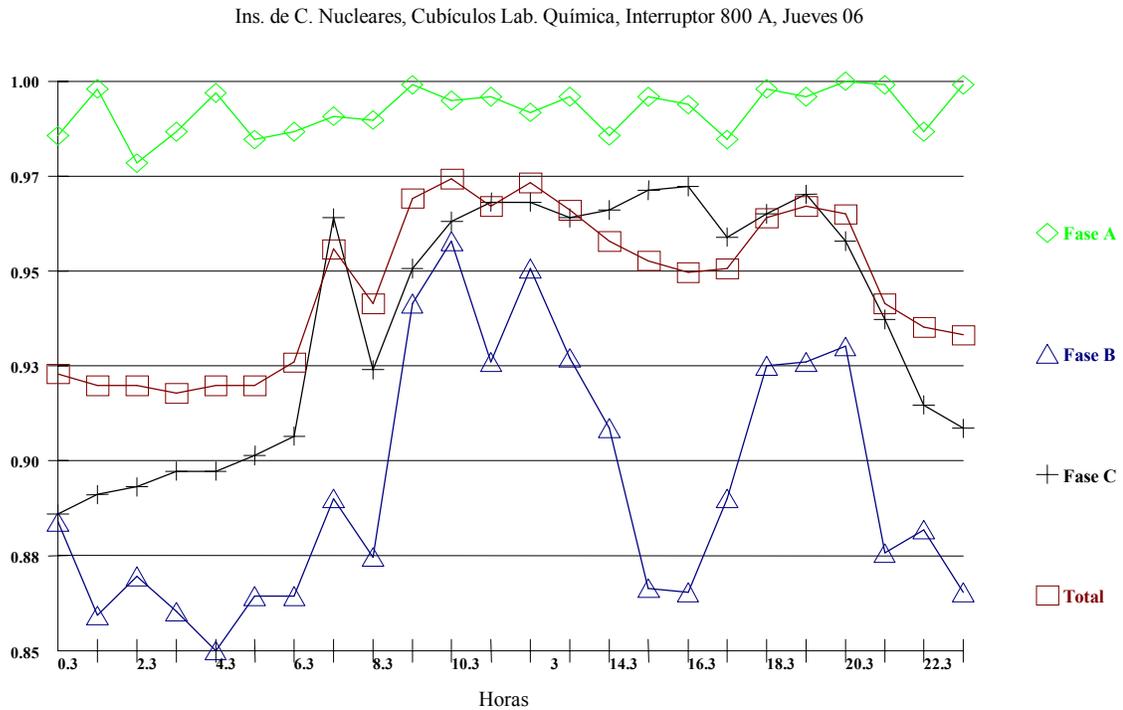
Para el caso de la frecuencia (Gráfica 26), la variación máxima que indica la norma NOM001, es de 60 [Hz] \pm 1%. La Gráfica 26 indica una variación entre el rango de 60.26 [Hz] y 59.89 [Hz].

La máxima variación, con respecto a 60 [Hz], es de 0.26 [Hz] que representa el 0.43 %; por lo tanto, la variación de la frecuencia se encuentra dentro de los límites establecidos.



Gráfica 26. Frecuencia.

Para el caso del Factor de Potencia, su comportamiento se muestra en la siguiente gráfica (Gráfica 27) donde podemos ver que la fase A se encuentra dentro de muy buenos valores pero la fase B, en su mayoría, esta en valores por debajo del 0.9. Pese a lo anterior, los valores promedio están por encima del mínimo establecido.

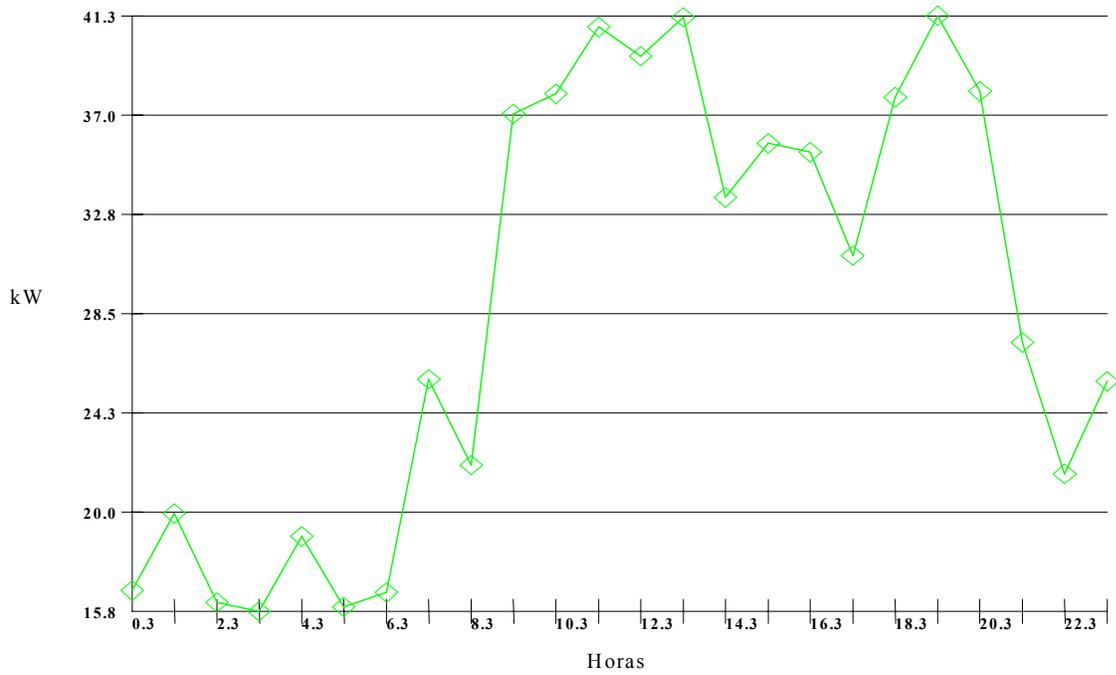


Gráfica 27. Factor de Potencia.

Lo que es de mayor importancia, es saber la cantidad de energía demandada así como su consumo.

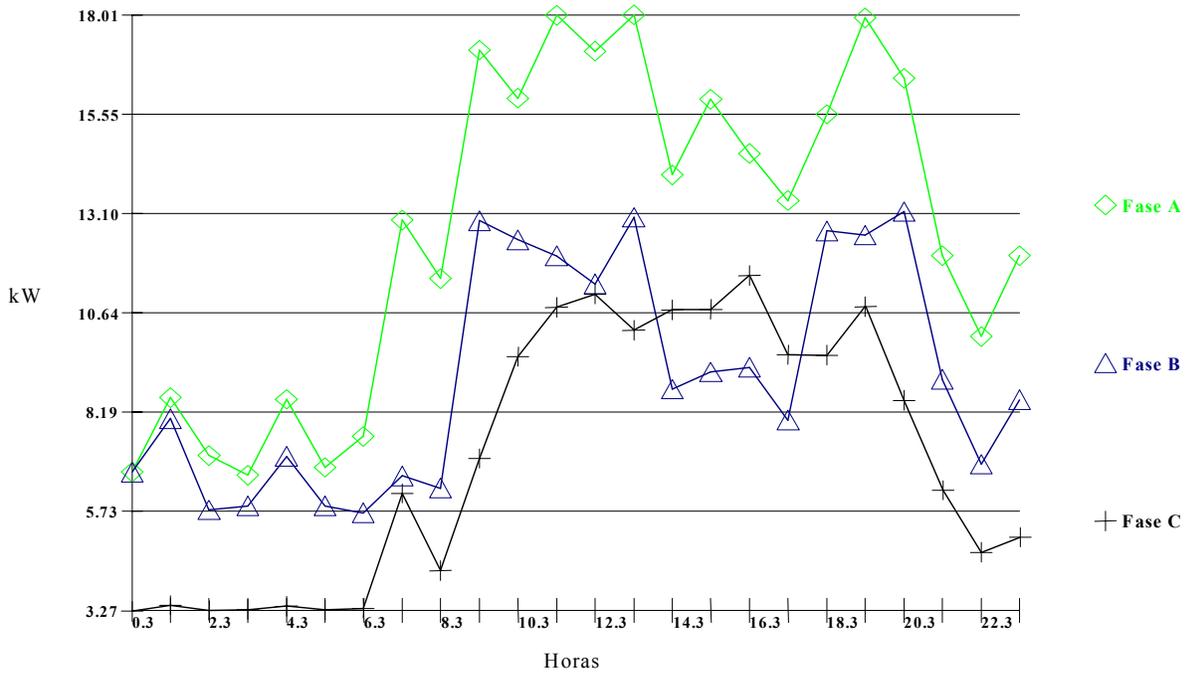
La máxima demanda, que es de **41.3 [kW]**, se registra en dos instantes, el primero a las 13:30 hrs y el otro a las 19:30 hrs (Gráfica 28). El valor máximo de demanda se registra en la Fase A y la Fase C es la que presenta el valor mas bajo de demanda de energía (Gráfica 29).

Ins. de C. Nucleares, Cubículos Lab. Química, Interruptor 800 A, Jueves 06



Gráfica 28. Demanda Total.

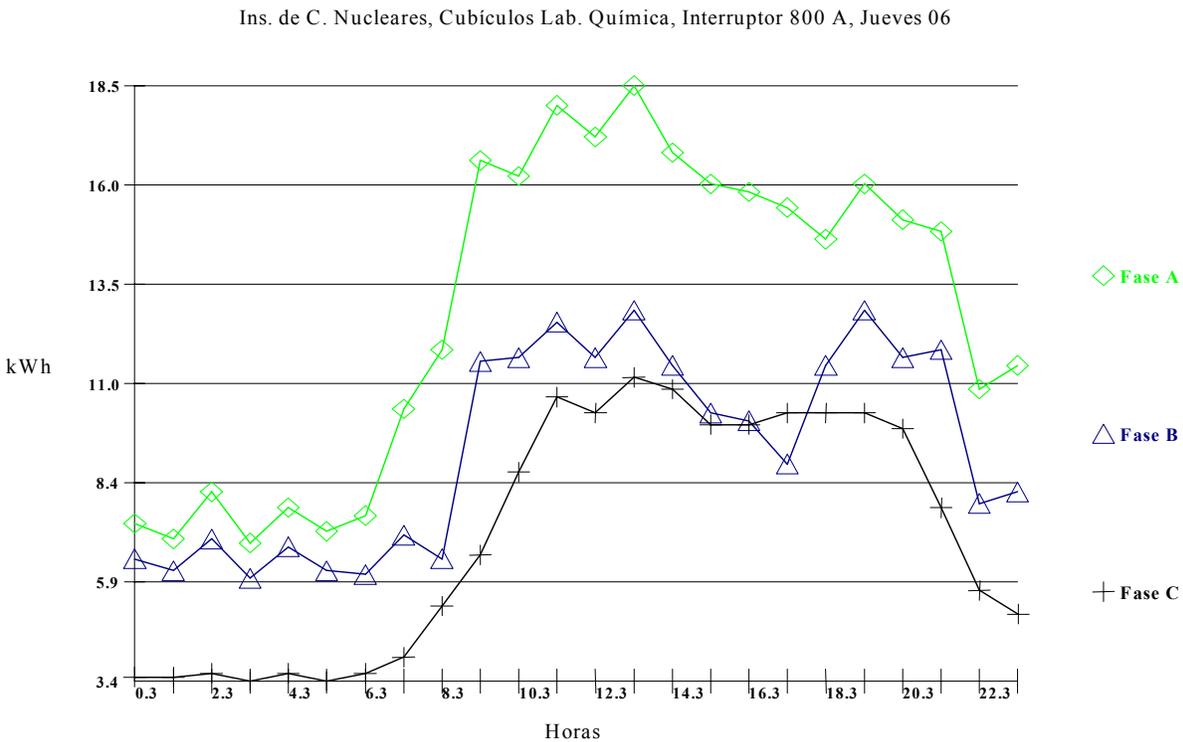
Ins. de C. Nucleares, Cubículos Lab. Química, Interruptor 500 A, Jueves 06



Gráfica 29. Demanda por Fase.

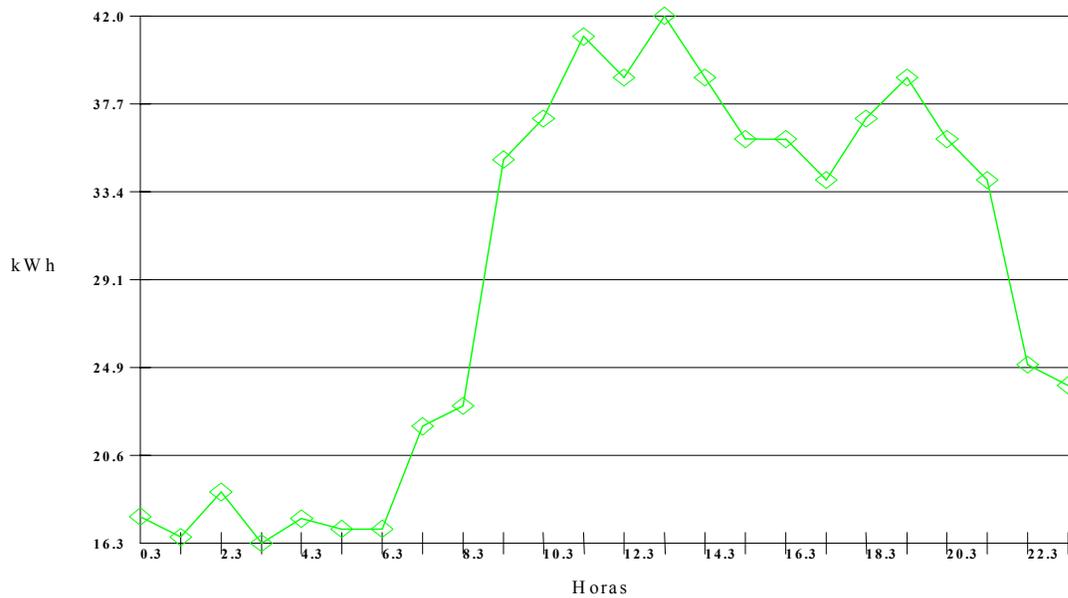
El comportamiento de la demanda se refleja en el consumo; por lo tanto, en el consumo por fases, si la fase que demanda la mayor cantidad de energía es la Fase A, el mayor valor de consumo de energía eléctrica también se presenta en la Fase A (Gráfica 30).

En cuanto al consumo de energía que se presenta en este interruptor, el valor máximo es de 42 [kWh] (Gráfica 31) y se presenta a las 13:30 hrs, lo cual corresponde al mismo tiempo en que se presenta uno de los dos picos de demanda como lo muestra la Gráfica 28 “Demanda Total”.



Gráfica 30. Consumo por Fase.

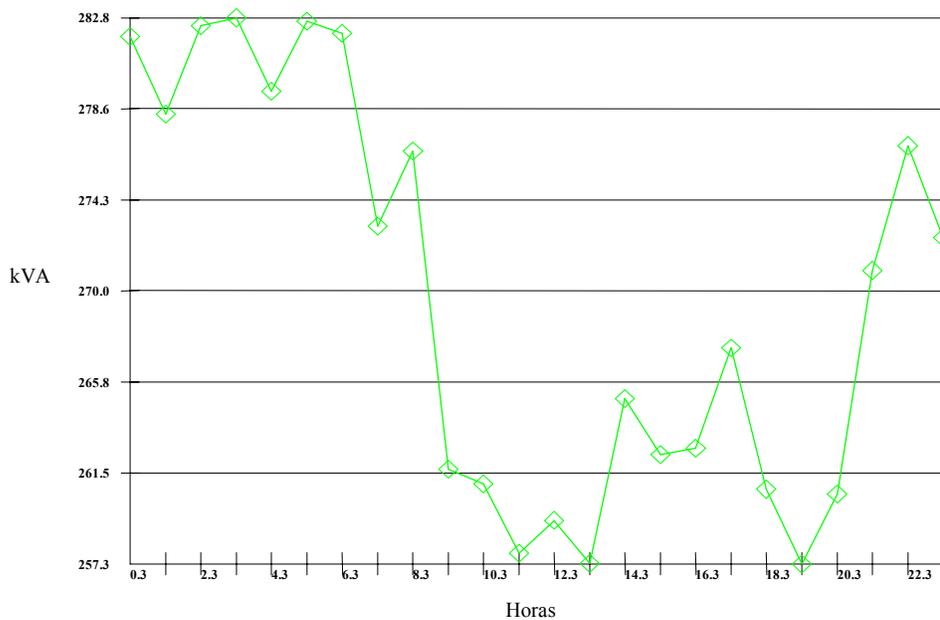
Ins. de C. Nucleares, Cubículos Lab. Química, Interruptor 800 A, Jueves 06



Gráfica 31. Consumo Total.

Por último, se muestra la potencia que se tiene disponible en este interruptor (Gráfica 32). La máxima potencia disponible es de aproximadamente 255 [kW] y la mínima disponible es de 231.6 [kW] aproximadamente.

Ins. de C. Nucleares, Cubículos Lab. Química, Interruptor 800 A, Jueves 06



Gráfica 32. Potencia Disponible.

3.3 Levantamiento del Edificio Nuevo (Biblioteca).

Este edificio esta formado por la Planta Baja y tres niveles más. La mayor parte de la carga es iluminación y equipo de computo que es controlada por 1 Tablero Principal y 10 Tableros Derivados.

Cuenta con línea normal y línea regulada, la iluminación se realiza con lámparas fluorescentes ahorradoras. El problema de este edificio es el desbalance de carga que existe en los tableros el cual rebasa el 5% que establece como máximo la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones Eléctricas.

Para saber el desbalance entre fases, se obtiene usando la carga de las fases con mayor (f_M) y menor (f_m) carga eléctrica por medio de la siguiente expresión:

$$\%desbalance = \frac{f_M - f_m}{f_M} \times 100\%$$

3.3.1 Características de los Tableros Generales y Derivados.

Este edificio cuenta con un Tablero General (TGPB) ubicado en la Planta Baja. Es marca Square D, trifásico, sus alimentadores son 3 hilos de calibre 450 KCM. Tiene 54 polos pero todos los circuitos son trifásicos y maneja 220 y 127 [V], también cuenta con un cable desnudo de calibre 1/0 que actúa como tierra física. La protección general es de 3 X 400 [A], la carga instalada es de 169.6565 [kW] y el desbalance es de 50.22 %.

Los tableros derivados de línea normal no tienen tierra física, por lo que los contactos polarizados derivados de estos tableros tampoco cuentan con tierra física para proteger a los equipos eléctricos y/o electrónicos. Las características generales de los tableros derivados se resumen en la Tabla 1.

Tablero	Ubicación	Marca	Fases	Hilos	Circuitos	V	Prot. Gral. A	Alimentación	Carga Instalada kW	Desbalance %
TAPB	Planta Baja	Square D	3	4	42	220/127	3X225	4H-2AWG	62.268	16.16
TBPB	Planta Baja	Square D	2	3	8	220/127	-	3H-4AWG	18.6	-
TCPB	Planta Baja	Square D	3	4	20	220/127	-	4H-10AWG	5.959	49.85
TDN1	Primer Nivel	Federal Pacific	3	4	30	220/127	3X50	3H-4AWG	18.444	23.8
THN1	Primer Nivel	Square D	2	3	8	220/127	-	2H-10AWG	0.625	-
T1AN1	Primer Nivel	Square D	2	3	8	220/127	-	3H-8AWG	4.798	-
T1BN1	Primer Nivel	Square D	1	2	8	220/127	-	2H-8AWG	7.2	-
TEN3	Tercer Nivel	Square D	3	4	30	220/127	3X50	4H-6AWG	12.4235	38.24
TFN3	Tercer Nivel	Square D	3	4	20	220/127	3X40	4H-6AWG	17.607	30.59
TB1N3	Tercer Nivel	Square D	2	3	8	220/127	-	3H-8AWG	18.4	-

Tabla 1. Características de Tableros Derivados.

Como se puede observar en la Tabla 1, la mitad de los tableros no cuentan con protección general por lo que la carga que se controla por medio de sus circuitos, esta desprotegida ante una descarga eléctrica; y debido a que no cuentan con tierra física, no existe medio que pudiera drenar la sobrecorriente.

También se puede observar que el desbalance de carga eléctrica que tienen los tableros está muy por encima de lo mínimo establecido del 5% por la NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones Eléctricas, llegando hasta valores casi del 50% (como se puede observar en el tablero TCPB). Estos desbalances tan grandes tienen consecuencias directas en la alimentación ya que se genera una desigualdad de carga y de demanda de energía entre las fases.

Para solucionar este problema, se tiene que balancear la carga distribuyéndola de tal manera que la cantidad de carga conectada a las tres fases sea la misma o la diferencia sea la mínima. En los cuadros de carga se encuentra registrada de forma numérica la carga que esta conectada a cada fase por lo que el balanceo se realiza en primera instancia en dichos cuadros. Esto se realiza cambiando la carga eléctrica de algunos circuitos de la fase original a la que se conectan a otro circuito de una fase diferente.

El cambio de fase de los circuitos se puede realizar junto con la protección por sobrecorriente (interruptor electromagnético) a un espacio libre del tablero o cambiar solamente los conductores. Si se optara por la última alternativa, previamente se tiene que revisar que la protección por sobrecorriente de los conductores que se van a cambiar, sean del mismo valor ya que si se deja en un valor inferior, puede causar que ésta se active debido a que la demanda de corriente sería mayor a la de diseño.

3.3.2 Balanceo de Cuadros de Carga Actuales.

En la sección 3.3.1 pudimos observar que el desbalance de los tableros era muy por encima del 5%. Ahora lo que se presenta en este apartado es el balanceo de los tableros siguiendo el procedimiento que ya se explicó con anterioridad del cambio de la carga eléctrica a circuitos de otra fase.

La Tabla 2, muestra de forma sencilla y resumida los cambios que se realizaron en los diferentes cuadros de carga excepto, el Tablero Principal y los tableros que representan la parte más significativa de la carga. Los tableros antes mencionados, se encuentran en el siguiente apartado (3.3.3) para efectos de mostrar los formatos de los cuadros de carga.

TABLERO	CAMBIOS	DESBALANCE (%)
*TBPB	Se cambia a fases B y C.	---
TCPB	3 luminarias de C ₇ a C ₁₀ ; C ₈ a C ₉ ; 2 contactos de C ₇ a C ₁₁ .	7.75
*T1AN1	Se alimenta del Interruptor #9 (C _{25,27,29}) del TGPB; 8 luminarias de barras pasan al C ₂ ; 12 luminarias de barras pasan al C ₄ ; C ₂ a C ₃ .	---
TEN3	C ₅ a C ₂₁ ; C ₇ a C ₂₂ ; C ₈ a C ₂₇	2.63
TFN3	4 contactos de C ₁₂ a C ₁₄ ; 4 contactos de C ₁₂ a C ₁₅ . <i>NOTA:</i> Se coloca protección a los circuitos 14 y 15	3.52

Tabla 2. Balance de Tableros Derivados.

* Estos tableros son bifásicos y no se indica valor de desbalance debido a que siempre va a existir éste porque una fase siempre va a estar sin carga; por lo tanto, podemos decir que el desbalance de carga solo se puede obtener en tableros trifásicos.

3.3.3 Planos y Cuadros de Carga.

Los planos que se muestran a continuación, están actualizados arquitectónica y eléctricamente.

Para el caso de los cuadros de carga, estos se realizan uno por cada tablero pero solo se muestran los que representan la carga más significativa así como el Tablero General. También, para los cambios realizados en el balance de carga, solamente se muestran los cuadros anteriormente mencionados.

3.4 Levantamiento del Edificio Principal.

Este edificio consiste de Planta Baja y dos niveles más, además de dos Entrepisos. La carga de este edificio es la que se va a conectar a la Planta de Emergencia y es importante resaltar el hecho de que la carga no solo esta conformada por computadoras y luminarias, como el caso del Edificio de la Biblioteca, también hay equipo de laboratorio (desde balanzas hasta hornos), y el equipo que se encuentra en el Taller de Mantenimiento (Tornos, Esmeriles, entre otros).

Cuenta con dos tableros generales: el TGPB y el T10N1. El primero de ellos, se encuentra en la Planta Baja y alimenta 13 tableros derivados; el segundo, controla 7 tableros derivados y esta en el Primer Entrepiso.

A diferencia del edificio donde se encuentra la Biblioteca en el que la carga es en su mayoría iluminación y contactos, en este edificio se localizan los laboratorios en los que se llevan a cabo los experimentos que se requieren para los diferentes proyectos en la dependencia. También se localiza el Taller de Mantenimiento en el cual la carga está formada por equipo que requiere gran cantidad de energía eléctrica así como 2 Electroimanes que requieren hasta 30 [kW] de potencia. Dicha carga, no se va a conectar a la Planta de Emergencia debido a la cantidad de energía que demanda y a la evaluación que se realizó de prioridades además de que no son equipos de uso continuo.

Para la carga del Taller de Mantenimiento y la de los Electroimanes, se va a diseñar un Tablero de Línea Normal que la alimente así como la canalización hacia la Subestación Eléctrica y el cálculo de las protección por sobrecorriente en el Tablero General de Distribución.

El desbalance de carga en los tableros es mayor al 5% máximo que indica la norma NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones Eléctricas.

3.4.1 Características de los Tableros Generales y Derivados.

El tablero TGPB, se encuentra en la Planta Baja , es marca Federal Pacific, 3 fases 4 hilos (con el neutro), 220/127 [V], 36 circuitos, lo alimentan 4H-300 KCM, tiene una carga total instalada de 255.8755 [kW] y tiene un desbalance de 10.56%. Se alimenta del interruptor #3 de la Subestación General y tiene tierra física.

El tablero T10N1, se localiza en el Primer Entrepiso, marca SquareD, 3 fases 4 hilos (con neutro), 220/127 [V], 20 circuitos, lo alimentan 4H-300 KCM, tiene una carga total instalada de 212.434 [kW] y tiene un desbalance de 14%. Se alimenta del interruptor #3 del Tablero de al Subestación y la protección en dicho tablero es de 3 X 600 [A] , a las barras del tablero, se conectan 3H-1/0 AWG y 1-H 8 AWG. Este tablero no cuenta con tierra física por lo que están latentes las consecuencias que de esto se presenten por sobrecorrientes.

Para las características de los Tableros Derivados, en la Tabla 3 se resumen sus características principales.

Tablero	Ubicación	Marca	Fases	Hilos	Circuitos	V	Prot. Gral. A	Alimentación	Carga Instalada kW	Desbalance (%)
T1PB	Planta Baja	Square D	3	4	30	220 127	-	4H-2AWG	40.795	42.12
T2PB	Planta Baja	Federal Pacific	2	3	12	220 127	-	3H-8AWG	10.2	-
T3PB	Planta Baja	Federal Pacific	3	4	36	220 127	3X100	4H-2AWG	19.987	41
T4PB	Planta Baja	Federal Pacific	3	4	30	220 127	3X100	4H-2AWG	12	46.2
T5PB	Planta Baja	Square D	3	4	30	220 127	3X100	4H-1/0AWG	5.1	0
T3N1	Primer Nivel	Square D	2	3	4	220 127	-	3H-8AWG	1.732	-
T5N1	Primer Nivel	Square D	3	4	30	220 127	3X100	4H-4AWG	56.59	23.89
T6N1	Primer Nivel	Square D	3	4	12	220 127	-	4H-10AWG	31.565	94.2
T7N1	Primer Nivel	Square D	3	4	30	220 127	3X100	4H-1/0AWG	37.014	2.96
T8N1	Primer Nivel	Square D	3	4	30	220 127	3X100	4H-1/0AWG	9.5	27.27
T9N1	Primer Nivel	Square D	3	4	20	220 127	-	4H-6AWG	21.9	55.55
T11N1	Primer Nivel	Square D	3	4	24	220 127	3X100	4H-2AWG	20.195	23.47
T12N1	Primer Nivel	Square D	2	3	8	220 127	-	2H-8AWG	5.6	-
T19N1	Primer Nivel	Square D	3	4	36	220 127	3X100	4H-2AWG	15.6	39.65
T20N1	Primer Nivel	Federal Pacific	3	4	42	220 127	3X225	4H-1/0AWG	22.014	37.5
T21N1	Primer Nivel	Federal Pacific	3	4	30	220 127	3X100	4H-2AWG	8.5	48.58
T22N1	Primer Nivel	Federal Pacific	3	4	30	220 127	3X100	4H-2AWG	7.5	56.1
T24N1	Primer Nivel	Federal Pacific	3	4	24	220 127	-	3H-2AWG 2H-8AWG	28.434	14.56
T1N2	Segundo Nivel	Square D	3	4	16	220 127	-	3H-6AWG	23.746	39.41
T1N2	Segundo Nivel	Square D	3	4	16	220 127	-	3H-6AWG	23.746	39.41
T2N2	Segundo Nivel	Federal Pacific	3	4	24	220 127	-	4H-2AWG	35.030	34.44
T3N2	Segundo Nivel	Square D	2	3	8	220 127	-	3H-6AWG	1.8	-

Tabla 3. Características de Tableros Derivados.

El 50% de los tableros no cuenta con protección general por lo que en caso de existir sobrecorriente debida a alguna falla, la carga que controlen esos tableros se dañaría, lo cual no es conveniente ya que la carga esta formada por equipo de laboratorio costoso.

El desbalance entre las fases es, en la mayoría de los tableros trifásicos, mayor al mínimo establecido por la NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones Eléctricas

Las principales observaciones de los tableros de éste edificio se mencionan a continuación:

- El tablero general TGPB alimenta directamente, de su Protección General, al UPS del Centro de Cómputo del Edificio Principal y a un interruptor de cuchillas que alimenta a contactos dobles polarizados que se encuentran en un Laboratorio del Primer Nivel (ver Planos Actuales). El Tablero debe tener mas circuitos derivados para alimentar estos equipos con protecciones derivadas.
- El Tablero General T10N1 del Edificio Principal, alimenta directamente de las barras al Tablero T3N1. El circuito 26,28,30 de este tablero no tiene protección y alimenta una lámpara de vapor de mercurio de 400 [W], un motor bifásico de 1270 [W], un motor monofásico de ¼ HP, un compresor de 80 [W], un horno de 900 [W], dos baños María de 650 [W], un baño de aceite de 805 [W], dos contactos trifásicos de 1000 [W], un contacto bifásico de 500 [W] y 20 contactos monofásicos de 200 [W]. Todos estos equipos y contactos deben tener una protección derivada en el tablero.
- Existen contactos bifásicos alimentados de dos interruptores monofásicos en los tableros T8N1 y T22N1. Los contactos bifásicos se deben alimentar de un interruptor bifásico.

- Un contacto trifásico es alimentado de tres interruptores monofásicos en el tablero T20N1, este contacto se debe alimentar de un solo interruptor trifásico.

Las observaciones antes mencionadas, son solo algunas de las anomalías que se presentan en la instalación eléctrica de éste edificio.

3.4.2 Balanceo de Cuadros de Carga Actuales.

En la sección 3.4.1 pudimos observar que el desbalance de los tableros era muy por encima del 5%. Lo que se corresponde a este apartado, es el balanceo de los tableros siguiendo el mismo procedimiento que se utilizó para los tableros del edificio de la Biblioteca.

Solamente se muestran los cuadros de carga mas representativos, los cambios realizados y el nuevo valor del desbalance. Para los cuadros de carga restantes, los cambios realizados se resumen en la Tabla 4 además de los nuevos valores de desbalance.

TABLERO	CAMBIOS	DESBALANCE (%)
T2PB*	---	---
T3PB	C ₁ al C ₆ ; C ₆ al C ₁ ; C ₁₁ al C ₁₆ ; C ₁₂ al C ₂₁	2.23
T4PB	C ₁₀ al C ₁₂ ; C ₁₂ al C ₁₀ ; C ₁ al C ₅ ; C ₅ al C ₁ ; C ₁₇ al C ₁₃	3.7
T5PB	---	0
T3N1	---	23.75
T6N1	---	94.2
T7N1	---	100
T8N1	C ₁₁ al C ₁₀ ; C ₁₉ al C ₁₈ ; C ₂₁ al C ₂₄	6.15
T9N1	C ₂ al C ₅ ; C ₅ al C ₂ ; C ₃ al C ₆ ; C ₆ al C ₃ ; C ₁₀ al C ₈	2.7
T12N1*	---	---
T19N1	C ₁₄ al C ₁₈ ; C ₁₈ al C ₁₄ ; C _{17,19} al C _{33,35}	1.88
T20N1	C ₆ al C ₄ ; C ₁ al C ₅ ; C ₅ al C ₁	3.1
T21N1	C ₁₄ al C ₂₂ ; C ₁ al C ₂₃ ; C ₈ al C ₁₀ ; C ₁₀ al C ₈	8.56
T22N1	C _{13,15} al C _{16,18} ; C _{17,19} al C _{15,17} ; C ₂₁ al C ₂₃ ; C ₂₃ al C ₂₁	11.25
T24N1	C ₁ al C ₂₁ ; C ₈ al C ₂₂ ; C ₁₃ al C ₁₅ ; C ₁₅ al C ₁₃	4.38
T1N2	C ₄ al C ₁₂ ; C ₁₂ al C ₄ ; C ₇ al C ₁₁ ; C ₁₁ al C ₇	2.22
T2N2	C ₁₇ al C ₁₉ ; C ₁₉ al C ₁₇ ; C ₇ al C ₉ ; C ₉ al C ₇	1.06
T3N2*	---	---

Tabla 4. Características de Tableros Derivados.

* Estos tableros son bifásicos.

En la Tabla anterior se puede observar que el porcentaje de desbalance de la carga disminuye de forma significativa pero, en algunos tableros, dicho porcentaje sigue siendo mayor al 5%.

La reducción del desbalance se puede presentar al cambiar las luminarias que se tienen de tipo convencional por las tipo ahorradoras, como se verá en el Capítulo 6.

3.4.3 Planos y cuadros de carga.

Los planos que se muestran a continuación, están actualizados arquitectónica y eléctricamente. Con respecto a los cuadros de carga, solamente se muestran aquellos en lo que se encuentra la carga más representativa.

CAPITULO 4. REESTRUCTURACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA.

La carga del Edificio de la Biblioteca, ya se encuentra conectada a la Planta de Emergencia y la carga que hay que conectar ahora, es la del Edificio Principal. Para saber la carga que se va a respaldar, se hace uso del monitoreo que se realizó a cada interruptor y que ya se detalló en el Capítulo 3.

La carga máxima del interruptor de 3 x 600 [A] es de 21.3 [kW] y representa la carga del Tablero TGPB. La del interruptor de 3 X 800 [A] es de 41.3 [kW] y representa la carga del Tablero T10N1. Por lo que la carga a respaldar es de:

$$21.3 \text{ [kW]} + 41.3 \text{ [kW]} = 62.6 \text{ [kW]}$$

y la potencia máxima disponible de la Planta de Emergencia es de 151.12 [kW], por lo tanto se tiene capacidad en la planta para poder conectar la carga del Edificio Principal.

4.1 Conexión del Tablero TGPB a la Planta de Emergencia.

La conexión del Tablero TGPB, se realiza de forma directa al tablero general de la Planta de Emergencia (T.E.) sin hacerle modificación alguna a los circuitos que lo componen ni a la carga que cada uno de ellos controla debido a que no hay carga, controlada por medio de éste tablero, que no se quiera o no se recomiende conectar al T.E.

4.1.1 Cálculo de la Protección y Alimentadores en T.E.

Protección contra Sobrecorriente.

La protección se calculó mediante la aplicación de las siguientes expresiones:

Sistema Trifásico

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} (E_l * F.P.)} \dots\dots\dots (I)$$

$$\text{Valor del dispositivo de sobrecorriente} > 125\% \text{ de la Carga Continua} \dots (II)$$

Donde:

- I Intensidad de corriente en Amperes
- W Carga eléctrica en Watts.
- E_l Tensión de línea al neutro en Volts
- F.P. Factor de Potencia.

Para el valor de la carga eléctrica, se considera el obtenido en el monitoreo (41.3 kW) debido a que representa un valor real.

Sustituyendo valores en (I) y (II):

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} (E_l * F.P.)} = \frac{41300}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 120.43[A]$$

Valor del dispositivo de sobrecorriente > 125% (120.43 [A])

$$I_{dispositivo} > 1.25(120.43) = 150.54 [A]$$

La protección contra sobrecorriente debe ser mayor a 150.54 Amperes. Dentro de los valores comerciales de interruptores electromagnéticos que se pudieran elegir, están de 175 [A], 200 [A] y 250 [A].

Se selecciona el interruptor de **250 [A]** para darle un rango de variación de aumento a la corriente considerando que el valor de carga eléctrica de 41.3 [kW], no sea el máximo alcanzable; así como para no tener una diferencia tan grande entre las corrientes máximas permisibles entre los alimentadores y la protección por sobrecorriente como se verá a continuación.

Alimentadores.

Para el caso de los alimentadores, **no** se cambiarán por alimentadores de otro calibre diferente al que se tiene actualmente de **300 KCM** debido a:

- 1) La dificultad que significa el mover un calibre como éste por la rigidez, el peso y la longitud además de la resistencia al movimiento por estar subterráneo.
- 2) El costo que implique la obra y,
- 3) El costo extra por el alimentador por el cual se vaya a sustituir.

El no cambiar los alimentadores tiene sus beneficios al proyecto pero es necesario saber si los alimentadores actuales nos permiten tener condiciones adecuadas para no tener una caída de voltaje mayor a la máxima permisible del 5% que se indica en la NOM001 y tener la capacidad de conducir la corriente que demanda la carga.

La capacidad máxima de conducción de corriente para un conductor calibre 300 KCM a temperatura nominal de conducción de 90⁰ C con aislamiento THW-LS es de 320 [A]. Por lo tanto cumple con la capacidad de corriente a conducir.

Ahora, para el cálculo de la caída de tensión, se utiliza la siguiente expresión:

Sistema Trifásico

$$e\% = \frac{2LI\sqrt{3}}{SE_l} \dots\dots\dots (III)$$

Donde:

- I Intensidad de corriente en Amperes
- E_l Tensión de línea al neutro en Volts
- e Caída de tensión en %
- L Longitud del circuito al centro de carga en metros
- S Sección transversal del conductor en mm²

Sustituyendo valores en (III):

$$e\% = \frac{2LI\sqrt{3}}{SE_l} = \frac{2(95)(320)\sqrt{3}}{(152.01)(220)} = 3.15$$

debido a que la caída de tensión e%= 3.15, podemos concluir que el calibre de los alimentadores actuales el cual es de 300 KCM cumple con los requerimientos.

4.2 Conexión del Tablero T10N1 a la Planta de Emergencia.

Para el caso del tablero general T10N1, se tiene que desconectar la carga del Taller, los Electroimanes y el Horno de Vidrio ya que representan una carga bastante significativa, además para este equipo no es necesario tener una continuidad en el suministro de energía.

La Tabla 5, resume el equipo que no se va a respaldar así como el tablero y circuito del cual se alimenta además de la potencia que requieren de forma individual y en conjunto.

EQUIPO	WATTS	TABLERO	CIRCUITO
Cepillo de Carda	4000	T10N1	20,22,24
Taladro	559.5	T10N1	20,22,24
Taladro	1400	T10N1	20,22,24
Esmeril	373	T10N1	20,22,24
Ventilador	248.67	T10N1	20,22,24
Planta de Soldar	1900	T10N1	20,22,24
Cortadora	1500	T10N1	20,22,24
Torno	1119	T10N1	20,22,24
Torno	746	T10N1	20,22,24
Fresadora	3500	T10N1	20,22,24
Afiladora Universal	373	T10N1	20,22,24
Torno	5500	T10N1	20,22,24
Motor	2238	T10N1	20,22,24
Motor	2238	T10N1	20,22,24
Horno de Vidrio	18000	T5N1	15,17,19
Electroimán	36641	T7N1	9,11,13
Electroimán	36641		
Total	116,977.2		

Tabla 5. Equipo sin conexión a Planta de Emergencia.

4.2.1 Cálculo de la protección y alimentadores en T.E.

Protección contra Sobrecorriente.

La protección se calculó mediante la aplicación de las expresiones (I) y (II).

Para el valor de la carga eléctrica, se considera el obtenido en el monitoreo (21.3 kW) debido a que representa un valor real.

Sustituyendo valores en (I) y (II):

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} (E_l * F.P.)} = \frac{21300}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 62.11[A]$$

Valor del dispositivo de sobrecorriente > 125% (62.11 [A])

$$I_{dispositivo} > 1.25(62.11) = 77.64[A]$$

La protección contra sobrecorriente debe ser mayor a 77.64 Amperes. Dentro de los valores comerciales de interruptores electromagnéticos que se pudieran elegir, están de 100 [A], 150 [A] y 175 [A].

Se selecciona el interruptor de **175 [A]** para darle un rango de variación de aumento a la corriente considerando que el valor de carga eléctrica de 21.3 [kW], no sea el máximo alcanzable; así como para no tener una diferencia tan grande entre las corrientes máximas permisibles entre los alimentadores y la protección por sobrecorriente como se verá a continuación.

Alimentadores.

Para el caso de los alimentadores tampoco se cambiarán los que se tienen actualmente de **300 KCM** por las mismas razones que se explicaron para el Tablero TGPB en el punto anterior (4.1.1).

Por lo tanto, y como ya se había demostrado para el TGPB, los alimentadores del calibre 300 KCM también cumplen con las características requeridas para el Tablero T10N1.

4.2.2 Tablero de Línea Normal TGN1.

El tablero al cual se va a conectar la carga eléctrica que se indicó en la Tabla 2, se le llama TGN1 y va a estar localizado en el Entrepiso 1.

La conexión al Tablero General de la Subestación, se realiza por medio del interruptor de 3 X 600 [A] ya que se encuentra libre de carga eléctrica debido a que el Tablero T10N1 ya no está conectado en dicha protección y la capacidad de este dispositivo de protección contra sobrecorriente es suficiente.

El Tablero TGN1 va a tener distribuida, entre sus circuitos, la carga eléctrica de los dos Electroimanes (uno de los cuales está conectado al Tablero T7N1), el Horno de Vidrio Soplado y otro tablero propuesto llamado TTGN1.

El Tablero TTGN1 es el que va a controlar la carga eléctrica del Taller de Mantenimiento y va a estar localizado dentro de dicho Taller.

Los alimentadores del Tablero TGN1 al Tablero General de la Subestación así como de sus circuitos y sus protecciones contra sobrecorriente se obtienen a continuación.

4.2.2.1 Cálculo de los alimentadores del Tablero TGN1 al Tablero General.

Para la carga total, que se obtuvo en la Tabla 5, de 116.977 [kW] y a partir de la expresión (I) tenemos que:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} (E_l * F.P.)} = \frac{116977}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 341.1[A]$$

La protección por sobrecorriente para dicho tablero, debe ser mayor de 341.1 [A]. El valor que se selecciona es de **3 X 400 [A]**.

Para el calibre de los alimentadores, se tendrían que seleccionar de 400 MCM que tienen una capacidad máxima de conducción de 380 [A] pero el manejo e instalación de este tamaño conductores es complicado.

Se propone disminuir el calibre de los alimentadores seleccionados a **250 MCM**, con una capacidad máxima de conducción individual de 290 [A] a una temperatura máxima de operación de 95°C, colocando dos conductores por fase.

Para garantizar un suministro eléctrico eficiente al Tablero TGN1 con los alimentadores propuestos, se obtiene el porcentaje de caída de tensión utilizando la expresión (III).

$$e\% = \frac{2LI\sqrt{3}}{SE_l} = \frac{2(60)(341.1)\sqrt{3}}{(216.82)(220)} = 1.49$$

Al ser $e\% = 1.49$, el calibre y número de alimentadores, es el correcto.

4.2.2.2 Cálculo de Protecciones y Alimentadores de los Circuitos del Tablero TGN1.

Para el Horno de Vidrio Soplado:

La potencia requerida es de 18 [kW], por lo que la corriente demandada, utilizando la expresión (I), es:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} (E_l * F.P.)} = \frac{18000}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 52.55[A]$$

La carga eléctrica de este Horno, se considera como carga no continua y por lo tanto el valor del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser mayor a 52.55 [A]. El valor de la protección será de **3 X 70 [A]**.

Para el caso de los alimentadores, seleccionamos un conductor de cobre con aislamiento THW-LS calibre **4 AWG**, que conduce 85 Amperes a 75⁰ C. Para confirmar la selección del conductor correcto, obtenemos el porcentaje de caída de tensión, a partir de la expresión (III), a una longitud de 20 metros:

$$e\% = \frac{2LI\sqrt{3}}{SE_l} = \frac{2(20)(85)\sqrt{3}}{(21.15)(220)} = 1.27$$

Con un valor de e% = 1.27, el conductor de calibre 4 AWG cumple con los requisitos para conectar el Horno de Vidrio al Tablero TGN1.

Para el Tablero del Taller de Mantenimiento TTGN1:

La carga que se va a conectar a este Tablero es la mayor parte de la que se indica en la Tabla 5 con la excepción de los dos Electroimanes y del Horno de Vidrio.

Dicha carga es la siguiente:

$$116972.2 - 2(36641) - 18000 = 25690.2 \text{ [W]}$$

La corriente que se requiere, usando la expresión (I), es de:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} (E_l * F.P.)} = \frac{25690.2}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 74.91 \text{ [A]}$$

Por lo tanto, el dispositivo de protección contra sobrecorriente se selecciona de **3 X 100 [A]** y para los alimentadores seleccionamos un conductor de cobre con aislamiento THW-LS calibre **4 AWG**, que conduce 85 Amperes a 75⁰ C. Para confirmar la selección del conductor correcto, obtenemos el porcentaje de caída de tensión, a partir de la expresión (III), a una longitud de 20 metros:

$$e\% = \frac{2LI\sqrt{3}}{SE_l} = \frac{2(20)(74.91)\sqrt{3}}{(21.15)(220)} = 1.12$$

Con un valor de e% = 1.12, el conductor de calibre 4 AWG cumple con los requisitos para conectar el Tablero TTGN1 al Tablero TGN1.

Para los Electroimanes:

La potencia requerida es de 36.641 [kW], por lo que la corriente demandada es, a partir de la expresión (I):

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} (E_l * F.P.)} = \frac{36641}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 106.84 \text{ [A]}$$

La carga eléctrica de los Electroimanes, se considera como carga no continua y por lo tanto el valor del dispositivo de protección contra sobrecorriente debe ser mayor a 106.84 [A]. El valor de la protección será de **3 x 150 [A]**.

Para el caso de los alimentadores, seleccionamos un conductor de cobre con aislamiento THW-LS calibre **4 AWG**, que conduce 85 Amperes a 75⁰ C. Para confirmar la selección del conductor correcto, obtenemos el porcentaje de caída de tensión, a partir de la expresión (III), a una longitud de 20 metros:

$$e\% = \frac{2LI\sqrt{3}}{SE_1} = \frac{2(20)(85)\sqrt{3}}{(21.15)(220)} = 1.27$$

Con un valor de $e\% = 1.27$, el conductor de calibre 4 AWG cumple con los requisitos para conectar el Horno de Vidrio al Tablero TGN1.

4.3 Línea Regulada.

Además de requerir la continuidad del suministro de Energía Eléctrica, en el Edificio Principal, surge la necesidad de que no existan variaciones en el voltaje que puedan dañar los equipos de cómputo y/o los equipos que se utilizan en los diversos experimentos.

Como solución a esta necesidad, se plantea el diseño de una red de contactos de Línea Regulada que se alimentan de reguladores instalados en los diferentes niveles con sus respectivos tableros de distribución, los cuales, se procura queden balanceados.

Para definir la cantidad de contactos de Línea Regulada, se realizó un sondeo con los responsables de cada cubículo y laboratorio del Edificio. En los cubículos se dejaron al menos un par de contactos y en los laboratorios, sus responsables tuvieron que definir los equipos de mayor prioridad.

4.3.1 Contactos de Línea Regulada.

La cantidad de contactos que finalmente se requirieron, se presentan en la siguiente tabla.

NIVEL	No. DE CONTACTOS DOBLES POLARIZADOS
Planta Baja	18
Primero	42
Segundo	46

Tabla 6. Contactos de Línea Regulada.

Una vez que se conoce el número de contactos que se van a requerir por nivel, se realizan los cálculos necesarios para obtener el valor de las protecciones generales tanto de los tableros como de los circuito.

También la protección por sobrecorriente que se requiere para el regulador así como los valores de las tuberías a utilizar y los calibres de los conductores.

4.3.2 Memoria de Cálculo.

4.3.2.1 Cálculo de Protecciones, Alimentadores y Tubería para Tableros.

Los alimentadores fueron calculados por ampacidad y caída de tensión mediante la aplicación de las siguientes expresiones (I) y (III).

Tablero de Voltaje Regulado TRPB.

DESCRIPCION	No. DE CONTACTOS	WATTS POR CONTACTO	WATTS TOTALES
TRPB	18	400	7200

Aplicando un factor de utilización de 0.8:

$$(7200)(0.8) = 5760 \text{ [W]}$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}(220)F.P.} = \frac{5760}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 16.8 \text{ [A]}$$

Para la protección general: $(16.8)(1.25) = 21 \text{ [A]}$.

∴ Protección general de 3 X 30 [A].

Alimentador calibre 4H-10AWG (35 [A]_{máx} a 75⁰)

1H-10AWG

1H-10AWG d

Calculo de Tubería.

Área del conductor de calibre 10 AWG = 5.26 [mm²]

Área de la tubería al 40%:

$$(5.26)(6) = 31.56$$

Área total:

$$\frac{31.56}{0.4} = 78.9 [\text{mm}^2]$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{78.9}{3.1416}} = 5.01 [\text{mm}]$$

$$D = 2r = 10.02 [\text{mm}]$$

Tubería 21[mm²] – ¾ pulgada.

Caída de Tensión (15 [m]).

$$e\% = \frac{2LI\sqrt{3}}{SE_i} = \frac{(2)(15)(16.8)(\sqrt{3})}{(5.26)(220)} = 0.75$$

Tablero de Voltaje Regulado TRN1.

DESCRIPCION	No. DE CONTACTOS	WATTS POR CONTACTO	WATTS TOTALES
TRN1	15	400	6000

Aplicando un factor de utilización de 0.8:

$$(6000)(0.8) = 4800 [\text{W}]$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}(220)F.P.} = \frac{4800}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 13.99 [\text{A}]$$

Para la protección general: $(13.99)(1.25) = 17.49 [A]$.

\therefore Protección general de 3 X 20 [A].

Alimentador calibre 4H-10AWG $(35 [A]_{\text{máx}} \text{ a } 75^{\circ})$

1H-10AWG

1H-10AWG d

Calculo de Tubería.

Área del conductor de calibre 10AWG = $5.26 [mm^2]$

Área de la tubería al 40%:

$$(5.26)(6) = 31.56$$

Área total:

$$\frac{31.56}{0.4} = 78.9 [mm^2]$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{78.9}{3.1416}} = 5.01 [mm]$$

$$D = 2r = 10.02 [mm]$$

Tubería $21 [mm^2]$ – $\frac{3}{4}$ pulgada.

Caída de Tensión (15 [m]).

$$e\% = \frac{2LI\sqrt{3}}{SE_l} = \frac{(2)(15)(13.99)(\sqrt{3})}{(5.26)(220)} = 0.62$$

Tablero de Voltaje Regulado TRE1.

DESCRIPCION	No. DE CONTACTOS	WATTS POR CONTACTO	WATTS TOTALES
TRE1	27	400	10800

Aplicando un factor de utilización de 0.8:

$$(10800)(0.8) = 8640 \text{ [W]}$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}(220)F.P.} = \frac{8640}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 25.19 \text{ [A]}$$

Para la protección general: $(25.19)(1.25) = 31.48 \text{ [A]}$.

∴ Protección general de 3 X 40 [A]

Alimentador calibre 4H-8 AWG (50 [A]_{máx} a 75°)

1H-8 AWG

1H-8 AWG d

Cálculo de Tubería.

Área del conductor de calibre 8 AWG = 8.367 [mm²]

Área de la tubería al 40%:

$$(8.367)(6) = 50.202$$

Área total:

$$\frac{50.202}{0.4} = 125.505 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{125.505}{3.1416}} = 6.32 \text{ [mm]}$$

$$D = 2r = 12.64 \text{ [mm]}$$

Tubería 21[mm²] – ¾ pulgada.

Caída de Tensión (5 m).

$$e\% = \frac{2LI\sqrt{3}}{SE_t} = \frac{(2)(5)(25.19)(\sqrt{3})}{(5.26)(220)} = 0.38$$

Tablero de Voltaje Regulado TRN2.

DESCRIPCION	No. DE CONTACTOS	WATTS POR CONTACTO	WATTS TOTALES
TRN2	24	400	9600

Aplicando un factor de utilización de 0.8:

$$(9600)(0.8) = 7680 \text{ [W]}$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}(220)F.P.} = \frac{7680}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 22.39 \text{ [A]}$$

Para la protección general: $(22.39)(1.25) = 27.98 \text{ [A]}$

\therefore Protección general de 3 X 30 [A]

Alimentador calibre 4H-10AWG (35 [A]_{máx} a 75°)

1H-10AWG

1H-10AWG d

Cálculo de Tubería.

Área del conductor de calibre 10 AWG = 5.26 [mm²]

Área de la tubería al 40%:

$$(5.26)(6) = 31.56$$

Área total:

$$\frac{31.56}{0.4} = 78.9 [mm^2]$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{78.9}{3.1416}} = 5.01 [mm]$$

$$D = 2r = 10.02 [mm]$$

Tubería 21[mm²] – ¾ pulgada.

Caída de Tensión (20 [m]).

$$e\% = \frac{2LI\sqrt{3}}{SE_1} = \frac{(2)(20)(22.39)(\sqrt{3})}{(5.26)(220)} = 1.34$$

Tablero de Voltaje Regulado TRE2.

DESCRIPCION	No. DE CONTACTOS	WATTS POR CONTACTO	WATTS TOTALES
TRN2	22	400	8800

Aplicando un factor de utilización de 0.8:

$$(8800)(0.8) = 7040 [W]$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}(220)F.P.} = \frac{7040}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 20.53 [A]$$

Para la protección general: (20.53)(1.25) = 25.66 [A]

∴ Protección general de 3 X 30 [A]

Alimentador calibre 4H-10AWG (35 [A]_{máx} a 75°)

1H-10AWG

1H-10AWG d

Cálculo de Tubería.

Área del conductor de calibre 10AWG = 5.26 [mm²]

Área de la tubería al 40%:

$$(5.26)(6) = 31.56$$

Área total:

$$\frac{31.56}{0.4} = 78.9[\text{mm}^2]$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{78.9}{3.1416}} = 5.01[\text{mm}]$$

$$D = 2r = 10.02[\text{mm}]$$

Tubería 21[mm²] – ¾ pulgada.

Caída de Tensión (15 [m]).

$$e\% = \frac{2LI\sqrt{3}}{SE_1} = \frac{(2)(15)(20.53)(\sqrt{3})}{(5.26)(220)} = 0.92$$

4.3.2.2 Cálculo de Protección, Alimentadores y Tubería para Reguladores.

DESCRIPCION	KVA	WATTS TOTALES
REGULADOR	30	27000

Aplicando un factor de utilización de 0.8:

$$(27000)(0.8) = 21600 \text{ [W]}$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3}(220)F.P.} = \frac{21600}{\sqrt{3}(220)(0.9)} = 62.98 \text{ [A]}$$

Para la protección general: $(62.98) (1.25) = 78.72 \text{ [A]}$

∴ Protección general 3 X 100 [A]

Alimentador calibre 4H-4AWG (85 [A]_{máx} a 75⁰)

1H-6AWG

1H-6AWG d

Cálculo de Tubería.

Área del conductor de calibre 4AWG = 21.15 [mm²]

Área del conductor de calibre 6AWG = 13.3 [mm²]

Área de la tubería al 40%:

$$(21.15)(4)+(13.3)(2) = 111.2 \text{ mm}^2$$

Área total:

$$\frac{112.2}{0.4} = 278 \text{ [mm}^2\text{]}$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{278}{3.1416}} = 9.4 \text{ [mm]}$$

$$D = 2r = 18.8 \text{ [mm]}$$

Tubería 28 [mm²] – 1 pulgada.

4.3.2.3 Cálculo de las Protecciones para los Circuitos de los Tableros.

Las protecciones fueron calculadas por ampacidad mediante la aplicación de la expresión (I).

CARGA POR CIRCUITO	WATTS POR CONTACTO (DOBLE POLARIZADO)	WATTS TOTALES
6 CONTACTOS	400	2400

$$I = \frac{W}{E_n(F.P.)} = \frac{2000}{127(0.9)} = 17.49[A]$$

Protección: $I_N(1.25) = 21.87[A] \Rightarrow \mathbf{30 [A]}$

CARGA POR CIRCUITO	WATTS POR CONTACTO (DOBLE POLARIZADO)	WATTS TOTALES
5 CONTACTOS	400	2000

$$I = \frac{W}{E_n(F.P.)} = \frac{2000}{127(0.9)} = 17.49[A]$$

Protección: $I_N(1.25) = 21.87[A] \Rightarrow \mathbf{30 [A]}$

CARGA POR CIRCUITO	WATTS POR CONTACTO (DOBLE POLARIZADO)	WATTS TOTALES
4 CONTACTOS	400	1600

$$I = \frac{W}{E_n(F.P.)} = \frac{2000}{127(0.9)} = 17.49[A]$$

Protección: $I_N(1.25) = 21.87[A] \Rightarrow \mathbf{20 [A]}$

CARGA POR CIRCUITO	WATTS POR CONTACTO (DOBLE POLARIZADO)	WATTS TOTALES
3 CONTACTOS	400	1200

$$I = \frac{W}{E_n(F.P.)} = \frac{2000}{127(0.9)} = 17.49[A]$$

Protección: $I_N(1.25) = 21.87[A] \Rightarrow \mathbf{15 [A]}$

4.3.3 Planos y Cuadros de Carga.

Se muestran los planos con la ubicación de los contactos en cada nivel, los detalles de instalación para la canalización de los contactos y cajas registro, simbología, notas generales y Cédula de Cableados. Además se muestran los cuadros de carga de todos los tableros con la distribución final de los contactos por circuito.

4.4 Diagrama Unifilar Propuesto.

Finalmente, se muestra el Diagrama Unifilar con los tableros y sus accesorios que se calcularon en los apartados 4.1 y 4.2, así como la conexión desde el Tablero de la Subestación y el de la Planta de Emergencia hasta los tableros de Línea Regulada.

CAPITULO 5. PROPUESTAS ALTERNAS PARA EL RESPALDO DE LA CARGA ELÉCTRICA.

El propósito de este capítulo es proporcionar alternativas que satisfagan la necesidad de mantener la continuidad del suministro eléctrico en las instalaciones del Instituto de Ciencias Nucleares.

Las alternativas que a continuación se enlistan, no involucrarán cálculos matemáticos ni serán objeto de un análisis detallado, solamente se indicarán los factores que se deben tomar en cuenta para poder llevarse a cabo y son las siguientes:

1. Conexión al segundo anillo de la Subestación General #2.
2. Conexión a la Subestación General #1.
3. Conexión a una segunda Planta de Emergencia.

Para las tres alternativas, es indispensable saber la potencia que va requerir la carga a respaldar ya que será un factor de gran importancia en las repercusiones del sistema al que se conecte así como para seleccionar la capacidad de la segunda Planta de Emergencia.

5.1 Carga a respaldar.

La carga que se va a respaldar, se obtiene directamente del monitoreo realizado a los interruptores del tablero de la Subestación ya que reflejan de forma real la potencia requerida, la cual es de **62.6 kW**.

Una vez conocida la carga que se va a respaldar, se analiza cada una de las tres alternativas propuestas.

5.2 Conexión al Segundo Anillo de la Subestación General #2.

La nomenclatura de conexión de la carga eléctrica que alimenta la Subestación General #2 es del tipo Anillo Doble. Dicha nomenclatura, por diseño, si existe alguna falla en uno de los anillos, el otro tendrá la capacidad de poder seguir alimentando la carga del anillo que falló de tal forma que no se pierda la continuidad del suministro eléctrico en el sistema.

Por lo antes mencionado, la conexión de la carga eléctrica del Instituto de Ciencias Nucleares al otro anillo de la Subestación Eléctrica #2, queda totalmente descartada ya que por la forma en que opera el diseño de Doble Anillo, de ocurrir alguna falla en el anillo que alimenta a dicha dependencia, el otro anillo respaldaría de forma automática su carga eléctrica.

Esta alternativa surgió para resolver el problema dentro del mismo sistema de la Subestación General #2 al cual pertenece el Instituto de Ciencias Nucleares. Ahora, para la segunda alternativa se contempla otro sistema que es el de la Subestación General #1.

5.3 Conexión a la Subestación General #1.

Esta alternativa resolvería el problema en el cual existiera supresión en el suministro de energía eléctrica por parte de la Subestación General #2; es decir, que se presentara una falla de tal magnitud que toda la carga conectada a dicha subestación quedara desenergizada, dentro de la cual estaría el Instituto de Ciencias Nucleares.

Los factores que se tendrían que tomar en cuenta serían los siguientes:

1. Revisar el diagrama unifilar de la Subestación General #1 para ver si existe alguna caseta seccionadora lo más cerca posible de la dependencia a la cual se pueda conectar la carga.
2. De existir tal caseta, se tendrían que realizar una inspección física de ésta con la finalidad de saber si se cuenta con espacio suficiente para agregar el interruptor que controlaría la carga del Instituto de Ciencias Nucleares.
3. Si se cuenta con el espacio dentro de la caseta seccionadora, también se tendría que considerar la trayectoria por la cual pasarían los conductores desde la caseta hasta la Subestación de la dependencia de tal forma que nos dejen ver en claro el costo de la obra civil necesaria para colocar los alimentadores de forma subterránea, recordando que el tipo de terreno que conforma al Campus Universitario es piedra volcánica y se requeriría maquinaria especial de perforación.
4. Se tendrían que realizar los cálculos matemáticos pertinentes para obtener los calibres de los alimentadores considerando la caída de tensión que es directamente proporcional a la distancia, así como para saber el valor del interruptor.

5. El factor que se podría considerar de mayor importancia es el análisis que se tendría que realizar al sistema del anillo de la Subestación General #1 al cual se conectaría la carga del Instituto de Ciencias Nucleares; es decir, conocer las repercusiones en el sistema de la Subestación. Se tendría que realizar un monitoreo a la Subestación para saber si tiene capacidad y de ser afirmativo para cuanta, además si la protección en el Tablero General de Distribución de la Subestación es suficiente o se tendría que cambiar. También es necesario saber si la carga del Instituto produciría armónicas que pudieran causar fallas en la carga eléctrica de alguna otra dependencia.

Los costos de esta alternativa pueden ser tan elevados como las condiciones del sistema lo requieran para poder proporcionar un suministro adecuado de Energía Eléctrica.

Por último, la tercera alternativa consiste en adquirir otra Planta de Emergencia exclusivamente para la carga del Edificio Principal, de ésta forma, se tendrían dos Plantas de Emergencia una para cada edificio.

5.4 Conexión a una Segunda Planta de Emergencia.

Esta alternativa contempla la compra de otra Planta de Emergencia. Para la adecuada selección de ésta, se deben considerar los siguientes factores:

1. La obra civil para la ampliación del cuarto de la Subestación del Instituto ya que actualmente no cuenta con espacio disponible, así como para la canalización de los alimentadores.
2. La conexión al tablero General de Distribución y el cálculo del calibre de los conductores así como la capacidad en amperes de la protección.
3. Las características del Tablero de Transferencia como son: la capacidad del interruptor de transferencia, el calibre de los conductores.
4. La cotización de diversos proveedores de Plantas de Emergencia para la selección de la mejor oferta y que cumpla con todos los requisitos para tener continuidad en el suministro en caso de falla del sistema de distribución normal.

En las alternativas antes mencionadas, se debe incluir el costo de instalación que se destinaría a una empresa externa, o bien, al personal de la Universidad. Si los trabajos los realizara una empresa externa, la supervisión la tendrían que realizar los ingenieros de la Dirección General de Obras en conjunto con los supervisores de dicha empresa.

La selección de alguna de estas alternativas, quedaría en manos de la dependencia de acuerdo a sus necesidades y posibilidades económicas, debiendo tomar en cuenta todos los factores que se mencionaron en cada una de ellas.

CAPITULO 6. PROPUESTA DE AHORRO DE ENERGÍA.

Como complemento al trabajo que se realiza en ésta tesis, en éste capítulo se plasma la preocupación y el interés por el mejor aprovechamiento de la Energía Eléctrica.

Como parte del levantamiento eléctrico que se realizó en los dos edificios que forman al Instituto de Ciencias Nucleares, se contabilizó el total de lámparas existentes en base a la identificación de circuitos realizada en cada tablero, indicando la cantidad de energía que demandan de forma individual y en conjunto (de acuerdo al tipo).

Una vez que se tiene la información antes mencionada, se realiza la propuesta de cambio de lámparas convencionales por lámparas ahorradoras, con el propósito de disminuir el consumo de energía Eléctrica, mostrando de forma numérica el ahorro de energía (que es la finalidad de éste capítulo). Los cambios se realizan considerando el tipo de lámpara conectada actualmente, sus características eléctricas y al ahorro de energía que se puede conseguir.

Una vez que se realizan los cambios de lámparas convencionales por luminarias de tipo ahorradoras, se muestra la cantidad de energía (Watts) que se ahorra por cada tablero y en su totalidad.

Por último, y debido al que el cambio de luminarias de tipo convencional a ahorradoras produce un desbalance en la carga eléctrica, se realiza el balanceo de ésta en cada uno de los tableros derivados y principales.

6.1 Cambio de Luminarias.

Las siguientes tablas resumen la cantidad de luminarias actualmente instaladas y en funcionamiento, su tipo y consumo energético.

Edificio Biblioteca (Nuevo).

PLANTA BAJA

No. de Lámparas	Tipo de Lámparas	Consumo (Watts)	Total (Watts)
46	T8 de 2 x 32 Watts	62	2,852
29	T8 de 1 x 32 Watts	31	899
18	Fluorescente de 2 x 20 Watts	50	900
20	Fluorescente de 2 x 13 Watts	26	520
39	Fluorescente de 1 x 13 Watts	13	507
		Total	5,678

Tabla 7. Luminarias Planta Baja (E.B.).

PRIMER NIVEL

No. de Lámparas	Tipo de Lámparas	Consumo (Watts)	Total (Watts)
22	T8 de 1 x 60 Watts	59	1,298
75	T8 de 2 x 32 Watts	62	4,650
84	T8 de 1 x 32 Watts	31	2,604
4	Fluorescente de 2 x 13 Watts	26	104
59	Fluorescente de 1 x 13 Watts	13	767
22	Spot 150 Watts	150	3,300
		Total	12,723

Tabla 8. Luminarias Primer Nivel (E.B.).

TERCER NIVEL

No. de Lámparas	Tipo de Lámparas	Consumo (Watts)	Total (Watts)
5	Fluorescente 2 x 75 Watts	187.5	937.5
48	T8 de 2 x 32 Watts	62	2,976
30	T8 de 1 x 32 Watts	31	930
24	Fluorescente 1 x 20 Watts	25	600
36	Fluorescente de 2 x 13 Watts	26	936
12	Fluorescente de 1 x 13 Watts	13	156
6	Aditivos Metálicos	150	900
6	Reflector	150	150
2	Arbotante	93.75	187.5
		Total	7,773

Tabla 9. Luminarias Tercer Nivel (E.B.).

Edificio Principal.

PLANTA BAJA

No. de Lámparas	Tipo de Lámparas	Consumo (Watts)	Total (Watts)
42	Fluorescente 2 x 75 Watts	187.5	7,875
4	Fluorescente 4 x 40 Watts	200	800
41	Fluorescente 2 x 40 Watts	100	4,100
36	Spot 150 Watts	150	5,400
6	Aditivos Metálicos 250 Watts	250	1,500
4	Foco incandescente 100 Watts	100	400
		Total	24,800

Tabla 10. Luminarias Planta Baja (E.P.).

PRIMER NIVEL

No. de Lámparas	Tipo de Lámparas	Consumo (Watts)	Total (Watts)
57	Fluorescente 2 x 75 Watts	187.5	10,687.5
15	Fluorescente 4 x 40 Watts	200	3,000
159	Fluorescente 2 x 40 Watts	100	15,900
9	Curvalum 2 x 40 Watts	100	900
17	Fluorescente 1 x 40 Watts	50	850
1	Curvalum 1 x 40 Watts	50	50
11	Fluorescente 1 x 20 Watts	25	275
1	Vapor de Mercurio	400	400
1	Foco incandescente de 100 Watts	100	100
		Total	32,162.5

Tabla 11. Luminarias Primer Nivel (E.P.).

SEGUNDO NIVEL

No. de Lámparas	Tipo de Lámparas	Consumo (Watts)	Total (Watts)
48	Fluorescente 2 x 75 Watts	187.5	9,000
35	Fluorescente 4 x 40 Watts	200	7,000
27	Fluorescente 2 x 40 Watts	100	2,700
1	Foco incandescente de 100 Watts	100	100
		Total	18,800

Tabla 12. Luminarias Segundo Nivel (E.P.).

La siguiente tabla nos muestra el tipo de lámparas ahorradoras por las cuales se proponen cambiar las lámparas convencionales.

Lámparas Convencionales	Lámparas Ahorradoras
Luminaria Fluorescente de 2x75 [W], arranque instantáneo y balastro convencional en gabinete de 0.3 x 2.44 [m].	Luminaria Fluorescente de 2x60 [W], arranque rápido, balastro electrónico y reflector especular en gabinete de 0.3 x 2.44 [m].
Luminaria Fluorescente de 4x40 [W], arranque instantáneo y balastro convencional en gabinete de 0.6 x 1.22 [m].	Luminaria Fluorescente de 4x32 [W], arranque rápido, balastro electrónico y reflector especular en gabinete de 0.3 x 1.22 [m].
Luminaria Fluorescente de 2x40 [W], arranque instantáneo y balastro convencional en gabinete de 0.3 x 1.22 [m].	Luminaria Fluorescente de 2x32 [W], arranque rápido, balastro electrónico y reflector especular en gabinete de 0.3 x 1.22 [m].
Luminaria Fluorescente tipo curvalum de 2x40 [W], arranque instantáneo y balastro convencional en gabinete de 0.6 x 0.6 [m]	Luminaria Fluorescente tipo curvalum de 2x32 [W], arranque rápido, balastro electrónico y reflector especular en gabinete de 0.6 x 0.6 [m].
Luminaria Fluorescente de 1x40 [W], arranque instantáneo y balastro convencional en canaleta para una lámpara	Luminaria Fluorescente de 1x32 [W], arranque rápido y balastro electrónico, en canaleta para una lámpara
Luminaria Fluorescente tipo curvalum de 1x40 [W], arranque instantáneo y balastro convencional en gabinete de 0.6 x 0.6 [m].	Luminaria Fluorescente tipo curvalum de 1x32 [W], arranque rápido, balastro electrónico y reflector especular en gabinete de 0.6 x 0.6 [m].
Luminaria Fluorescente de 2x20 [W], arranque instantáneo y balastro convencional en gabinete de 0.3 x 0.6 [m].	Luminaria Fluorescente de 2x17 [W], arranque rápido, balastro electrónico y reflector especular en gabinete de 0.3 x 0.6 [m].
Luminaria Fluorescente de 1x20 [W], arranque instantáneo y balastro convencional en gabinete de 0.3 x 0.6 [m].	Luminaria Fluorescente de 1x17 [W], arranque rápido, balastro electrónico y reflector especular en gabinete de 0.3 x 0.6 [m].
Foco Incandescente tipo Spot de 150 [W].	Lámpara de Aditivos Metálicos de 75 [W].
Foco Incandescente de 100 [W].	Lámpara compacta fluorescente de 13 [W]

Tabla 13. Equivalencia de Lámparas Convencionales con Ahorradoras.

La potencia requerida por las luminarias de tipo ahorradoras que se proponen, se indica en la siguiente tabla para efectos de cálculo de la potencia que se ahorraría.

Tipo de luminaria	Potencia Total Requerida [W]
2 x 60 [W]	117
4 x 32 [W]	124
2 x 32 [W]	62
1 x 32 [W]	31
2 x 17 [W]	29
1 x 17 [W]	15
Aditivos Metálicos 75 [W]	75
Lámpara compacta 13 [W]	13

Tabla 14. Potencia de Luminarias tipo Ahorradoras.

6.1.1 Potencia Ahorrada.

Edificio Biblioteca (Nuevo).

Para el caso particular de este edificio, los cambios de luminarias fueron muy pocos ya que las lámparas que se instalaron son del tipo ahorradoras de energía. En consecuencia, el ahorro de potencia es mínimo.

La carga conectada actualmente para la **Planta Baja** es de 5,678 [W]. Al realizar el único cambio de lámparas de 2 X 20 [W] por ahorradoras de 2 X 17 [W], se tiene una potencia de 5,300 [W].

El ahorro de energía es $5,678 - 5,300 = 378$ [W].

Para el **Primer Nivel**, la carga conectada actualmente es de 12,723 [W] y permanece ya que las lámparas instaladas son del tipo ahorradoras de energía.

Para el **Tercer Nivel** la carga actual es de 7,773 [W]. Con el cambio de lámparas convencionales por ahorradoras se tiene una potencia de 7,180.5 [W].

El ahorro de energía es $7,773 - 7,180.5 = 592.5$ [W].

El ahorro total de energía, en este edificio, es de:

$$378 + 592.5 = 970.5 \text{ [W].}$$

Edificio Principal.

La carga conectada actualmente con las lámparas convencionales para la **Planta Baja** es de 24,800 [W]. Al realizar el cambio de lámparas convencionales por ahorradoras se tiene una potencia de 12,204 [W].

El ahorro de energía en es $24,800 - 12,204 = 12,596$ [W].

Para el **Primer Nivel**, la carga conectada actualmente con las lámparas convencionales es de 32,162.5 [W]. Con el cambio de lámparas convencionales por ahorradoras se tiene una potencia de 20,081 [W].

El ahorro de energía es $32,162.5 - 20,081 = 12,081.5$ [W].

Para el **Segundo Nivel** la carga actual con las lámparas convencionales es de 18,800 [W]. Con el cambio de lámparas convencionales por ahorradoras se tiene una potencia de 11,643 [W].

El ahorro de energía es $18,800 - 11,643 = 7,157$ [W].

El ahorro total de energía, en este edificio, es de:

$$12,596 + 12,081.5 + 7,157 = 31,834.5 \text{ [W].}$$

El ahorro de energía de los dos edificios es de:

$$970.5 + 31,834.5 = 32,805 \text{ [W]}$$

que al compararse con la carga original, sin cambios de luminarias, de **101,936.5 [W]**, representa un **32.2%**; es decir, al cambiar las luminarias de tipo convencional a tipo ahorradoras de energía, el consumo de ésta es de casi una tercera parte que representa una cantidad muy satisfactoria.

6.2 Balanceo de Cuadros de Carga con Cambios Propuestos.

Los cambios realizados en los circuitos de los tableros de ambos edificios, para balancear la carga eléctrica con el cambio de luminarias ahorradoras de energía, se muestran en la Tablas 15 y 16 para el Edificio de la Biblioteca y el Edificio Principal respectivamente.

Edificio Biblioteca (Nuevo).

TABLERO	CAMBIOS	DESBALANCE (%)
TAPB	Fotocopiadora de C ₈ a C ₃₀ ; C ₁₀ a C ₄₁	16.16
*TBPB	Se cambia a fases B y C.	---
TCPB	3 luminarias de C ₇ a C ₁₀ ; C ₈ a C ₉ ; 2 contactos de C ₇ a C ₁₁	7.75
TDN1	C ₁ a C ₂₃ ; C ₈ a C ₁₀	2.0
*THN1	Ninguno	---
*T1AN1	Se alimenta del C _{25,27,29} del TGPB; 8 lámparas de barras al C ₂ , 12 lámparas de barras a C ₄ ; C ₂ a C ₃	---
*TB1N3	Se cambia a fases B y C	---
TEN3	C ₅ a C ₂₁ ; C ₇ a C ₂₂ ; C ₈ a C ₂₇	2.63
TFN3	4 contactos de C ₁₂ a C ₁₄ ; 4 contactos de C ₁₂ a C ₁₅	3.52
TGPB	TBPB y TB1N3 a fases B y C (C _{4,6}) del circuito trifásico C _{2,4,6}	18.42

Tabla 15. Balance de Tableros (Edificio Biblioteca).

En la Tabla anterior, se puede observar que el desbalance de los tableros es, en su mayoría, mayor al 3% aún con los cambios de luminarias. Cabe mencionar que las modificaciones de luminarias fueron mínimas de tal forma que no se obtuvo un ahorro de energía muy importante y éstos cambios tampoco repercutieron para que se mejorara el balance de las tres fases.

Edificio Principal.

TABLERO	CAMBIOS	DESBALANCE (%)
T1PB	C ₄ a C ₁₉ ; C ₅ a C ₂₀	3.15
T2PB	10 contactos de C ₇ a C ₉ y 1 contacto polarizado al C ₇ ; C ₃ a C ₁₁	2.88
T3PB	C ₂ a C ₁₈ ; C ₁₄ a C ₁₆ ; C ₁₃ a C ₂₁ ; Extractor 1 HP de C _{22,26} a C _{22,24} ; C ₁₇ a C ₃₁	3.78
T4PB	Contactos Bifásicos: 2 a C _{8,10} , 2 a C _{10,12} y 2 a C _{8,12} ; C ₅ a C ₁₉ ; C ₁ a C ₁₅ ; C ₉ a C ₂₀	1.84
T5PB	Ninguno	0.0
T1N1	C _{2,8} a C _{4,6} ; C ₉ a C ₅	2.67
T24N1	Extractor de barras a C _{21,23} fase B	2.7
*T3N1	Ninguno	---
T5N1	C ₁ a C ₅ ; C ₄ a C ₂₄	0.8
T6N1	4 contactos de C ₁ a C ₅ ; 2 contactos a C ₃ y C ₅	1.02
T7N1	Ninguno	2.46
T8N1	4 contactos de C ₇ a C ₈ ; 2 contactos de C ₉ a C ₁₀ ; 6 contactos de C ₁₃ a C ₁₄ ; 2 contactos de C ₁₅ a C ₁₆ ; C ₁₉ a C ₁₂ ; C ₂₁ a C ₁₁	1.54
T9N1	C ₃ a C ₅ ; C ₁ a C ₁₁ ; C ₁₂ a C ₈	2.6
T10N1	Tablero T6N1 en C _{1,3,5} ; Extractor a C ₂₆ ; Motor a C _{28,30} ; Torno de 1 HP de C ₂₂ a C ₂₀	3.2
*T12N1	Se propone que se alimente del tablero T10N1, interruptor 7, fases B y C	---
T19N1	C ₁₄ a C ₁₁ ; 2 contactos a C ₃	3.78
T20N1	C ₆ a C ₄ ; C ₁ a C ₅	3.1
T21N1	C ₁ a C ₂₇ ; C ₂ a C ₂₂ ; C ₁₄ a C ₂₄ ; 2 contactos a circuitos C ₉ , C ₁₃ y C ₁₁ ; 1 contacto sencillo a C ₂₄	1.51
T22N1	C ₈ a C ₁₂ ; C _{17,19} a C _{13,15} ; C _{21,23} a C _{14,16} ; C ₂₄ a C ₂₅ ; 2 contactos a circuitos C ₁₈ , C ₂₀ y C ₂₂ ; Contacto Bifásico N.I. a C _{13,15}	3.21
T1N2	C ₄ a C ₁₂ y C ₁₂ a C ₄ ; C ₁₃ a C ₁₅ y C ₁₅ a C ₁₃ ; 2 contactos a C ₃ y C ₆	4.8
T2N2	C ₁₇ a C ₁₄	4.2
*T3N2	Ninguno	---
TGPB	Ninguno	6.2

Tabla 16. Balance de Tableros (Edificio Principal).

* Estos tableros son bifásicos y por lo tanto siempre va a existir un desbalance entre las tres fases debido a la ausencia de carga en una de ellas.

En la Tabla 16, se puede observar que el valor de desbalance en los tableros del Edificio Principal es, en su mayoría, menor al 3%.

De ésta forma se concluye éste trabajo que se presenta como Proyecto para Tesis habiendo cumplido con el objetivo de mejorar el suministro de energía eléctrica al Instituto de Ciencias Nucleares así como adecuar sus instalaciones eléctricas para contribuir al uso racional de la energía.

CONCLUSIONES

La Planta de Emergencia cuenta con 145.5 [kW] disponibles y la carga eléctrica del Edificio Principal que se requiere conectar a dicha Planta equivale a 62.6 [kW], por lo tanto, la Planta de Emergencia si tiene la capacidad necesaria para poder alimentar la carga del Edificio Principal.

Se debe derivar la tierra física de los Tableros Generales de ambos edificios a los tableros derivados y respectivamente a cada uno de sus circuitos para proteger a la carga que alimentan ante una sobrecorriente debida a alguna falla.

Los Tableros Generales TGPB y T10N1 del Edificio Principal, deben ser cambiados por tableros de mayor número de polos (circuitos derivados) teniendo como mínimo 42 para que la carga que se alimenta directamente de los alimentadores de la protección general, se alimente de un circuito derivado.

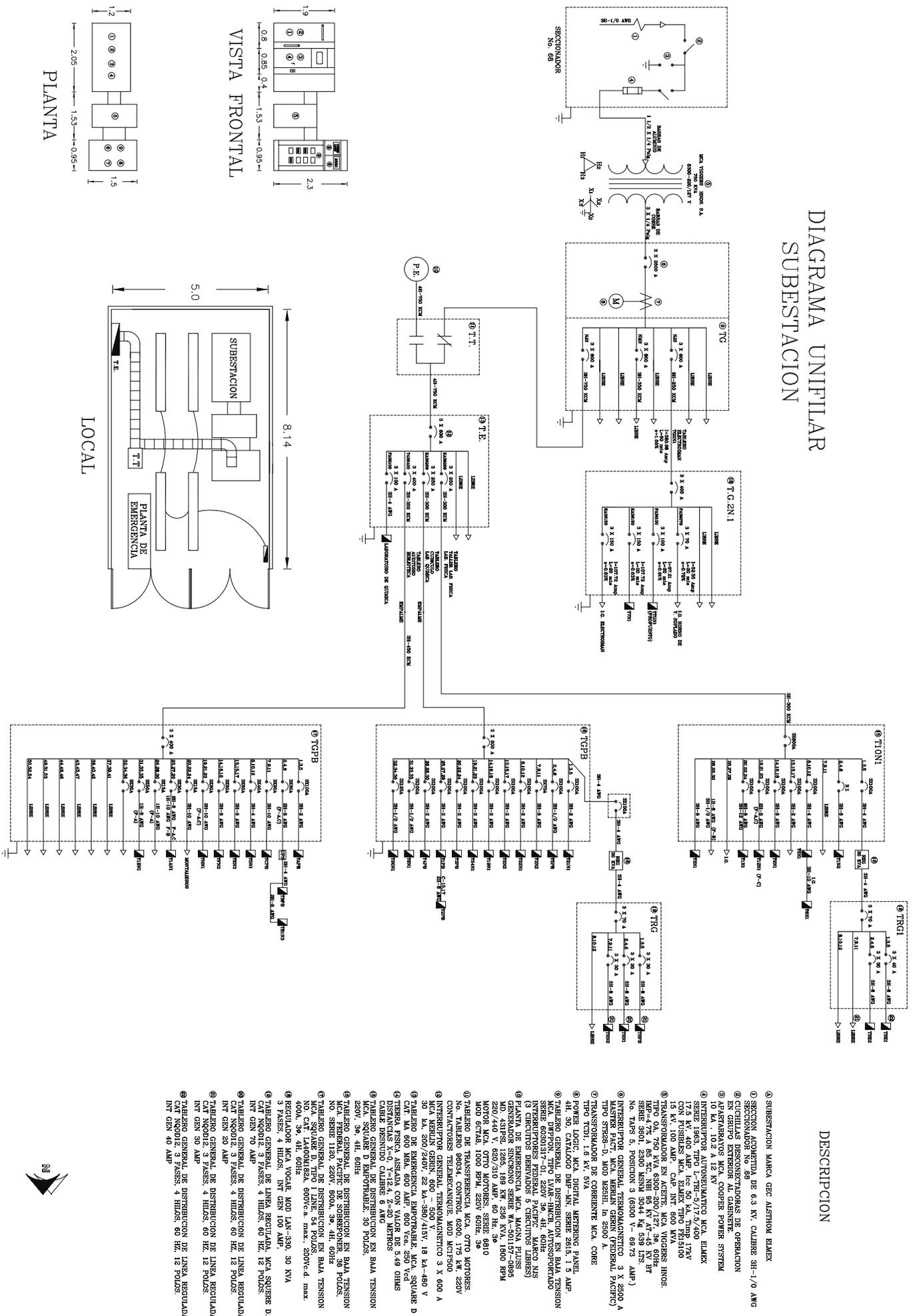
El porcentaje de desbalance de la carga eléctrica en los tableros del Edificio Principal, supera el valor máximo de 5% establecido por la NOM-001-SEDE-1999 Instalaciones Eléctricas, llegando a alcanzar valores hasta del 50% el cual disminuye, en la mayoría de los tableros, con el cambio de luminarias de tipo ahorradoras de energía.

El ahorro de energía al cambiar las lámparas de tipo convencional por lámparas de tipo ahorradoras de energía es de 32,805 [kW] que representan el 32.2% de la carga total por iluminación.

Es importante resaltar el hecho de que el proyecto que se presenta en este trabajo de tesis, cumple con los propósitos que en éste se definieron: Continuidad en el suministro eléctrico para el equipo seleccionado del Edificio Principal y, reestructurar la red eléctrica de tal manera que el consumo de Energía Eléctrica se realice de manera eficiente y racional.

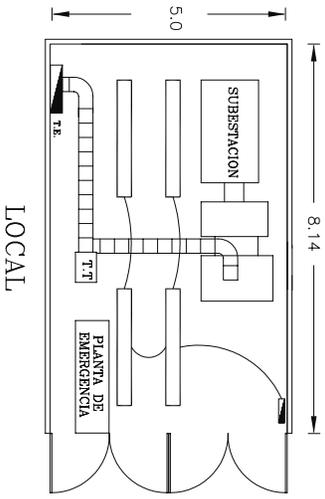
DIAGRAMA UNIFILAR SUBESTACION

DESCRIPCION



VISTA FRONTAL

PLANTA



- ① SUBESTACION MARCA GEC ALSTHOM BLAKE
- ② SECCION APOYADA DE 6.3 KV CABLE 3H-1/0 AWG SECCIONADOR No. 99
- ③ CUCHILLAS DESCONECTADORAS DE OPERACION EN BARRAS
- ④ INTERRUPTOR AUTOMATICO MCA. EMAX SERIE 1983 TIPO L-TN-5/175/400 17M² CON FUSIBLES MCA. EMAX TIPO PE5100 15 KV, 100 AMP. CAP. INT. 600 MVA
- ⑤ TRANSFORMADOR EN ACEITE, MCA. VIGGERS HONS. IMP. 4% 750 KVA 600 KV/17.5 KV 50 Hz SERIE 3601, 2300 KVA 3004 KVA 539 LVS. No. TAPS 5, POSICION 3 (6300 V - 6973 AMP.)
- ⑥ INTERRUPTOR GENERAL TERMOMAGNETICO 3 X 2500 A MARRAS PACT, MCA. VIGGERS GEN. (FEDERAL PACTO) TIPO TCOI, 16 KV, 51A
- ⑦ TRANSFORMADOR DE CORRIENTE MCA. CORE
- ⑧ POWER LOGIC, MCA. DIGITAL METERING PANEL, 4H, 30, CATALOGO DAF-AN, SERIE 2615, 1.5 AMP.
- ⑨ TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN BARRAS TENSION SERIE 6000317-01, 220V 3F, 4H, 60Hz INTERRUPTORES FEDERAL PACIFIC MARCO NIS (3 CIRCUITOS DERIVADOS 3 CIRCUITOS JABRES)
- ⑩ GENERADOR SINCRONO SERIE W400157-0895 MD, 431PSE, 1265, 189 KW, 236 KVA, 1900 RPM 220/440 V, 620/310 AMP., 60 Hz, 3φ
- ⑪ MOTOR CA, 1000 W, SERIE 5240 MODO DE TRABAJO 100% SERIE 5240
- ⑫ TABLERO DE TRANSFERENCIA MCA. OTTO MOTORS No. TABLERO 96034, CONTROL, 6200, 175 KW, 220V CONTACTORES TELEMKANIQUE, MOD MCF900
- ⑬ INTERRUPTOR GENERAL TERMOMAGNETICO 3 X 600 A MCA. MARRAS GEN. 500 - 500 AIV, 18 kA-480 V
- ⑭ TABLERO DE EMERGENCIA EMPORABLE, MCA. SQUARE D CAT MA 600 MKA, 600 AMP., 600 Vac., 250 Vcd
- ⑮ TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN BARRAS TENSION SERIE 201124, 2-20 METROS
- ⑯ TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN BARRAS TENSION MCA. SQUARE D EMPORABLE, 30 PULOS, 220V, 3φ, 4H, 60Hz
- ⑰ TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN BARRAS TENSION MCA. SQUARE D TIPO 1 LINE, 54 PULOS
- ⑱ TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN BARRAS TENSION MCA. SQUARE D, 600Vca., max., 200Vcd., max., 400A, 3φ, 4H, 60Hz
- ⑲ REGULADOR MCA. VOGAR, MOD LAN-330, 30 KVA 3 FASIS, 4 HILOS, INT GEN 100 AMP.
- ⑳ TABLERO GENERAL DE LINEA REGULADA MCA. SQUARE D CAT NQ012, 3 FASIS, 4 HILOS, 60 HZ, 12 PULOS INT GEN 70 AMP.
- ㉑ TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION DE LINEA REGULADA MCA. SQUARE D CAT NQ012, 3 FASIS, 4 HILOS, 60 HZ, 12 PULOS INT GEN 20 AMP.
- ㉒ TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION DE LINEA REGULADA MCA. SQUARE D CAT NQ012, 3 FASIS, 4 HILOS, 60 HZ, 12 PULOS INT GEN 30 AMP.
- ㉓ TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION DE LINEA REGULADA MCA. SQUARE D CAT NQ012, 3 FASIS, 4 HILOS, 60 HZ, 12 PULOS INT GEN 40 AMP.



NOTAS (PLANTA BAJA):

- ① VER DETALLE DE BAJADA DE PLAFON A CONTACTOS EN OFICINAS
- ② VER DETALLE DE CASETA DE PROTECCION DE REGULADOR
- ③ LAS CANTIDADES REALES DE MATERIAL SE DEBEN VERIFICAR EN CAMPO

NOTAS (PRIMER NIVEL):

- ① VER DETALLE DE BAJADA DE PLAFON A CONTACTOS EN OFICINAS
- ② VER DETALLE DE BAJADA DE LOSA A CONTACTOS EN LABORATORIOS
- ③ VER DETALLE DE BAJADA DE LOSA A CONTACTOS EN LABORATORIOS CON CONTACTOS EN AMBOS LADOS DEL MURO
- ④ LAS CANTIDADES REALES DE MATERIAL SE DEBEN VERIFICAR EN CAMPO

NOTAS (SEGUNDO NIVEL):

- ① VER DETALLE DE BAJADA DE PLAFON A CONTACTOS EN OFICINAS
- ② LAS CANTIDADES REALES DE MATERIAL SE DEBEN VERIFICAR EN CAMPO

SIMBOLOGIA



CONTACTO DUPLEX POLARIZADO MCA ARRO HART, COLOR ROJO, UBICADO A 30 CMS. DEL PISO



CONTACTO DUPLEX POLARIZADO MCA ARRO HART, COLOR NARANJA, UBICADO EN PISO.



TUBO CONDUIT GALVANIZADO PARED GRUESA MCA JUPITER O EQUIVALENTE, DIAMETRO INDICADO.



CAJA REGISTRO GALVANIZADO DIMENSIONES DE ACUERDO A LA CANALIZACIÓN A INSTALAR, MCA JUPITER.



REGULADOR MCA VOGAR, MOD LAN-330, 30 KVA 3 FASES, 4 HILOS, INT GEN 100 AMP. ALTURA 99 cm, ANCHO 42 cm, FONDO 74 cm.

TNM- CX T = TABLERO
N = NÚMERO DE TABLERO
M = UBICACIÓN DEL TABLERO
C = CIRCUITO
X = NUMERO DEL CIRCUITO

CIENCIAS NUCLEARES

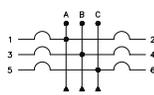
SEGUNDO PISO

CUADROS DE CARGA PROPUESTOS

LINEA REGULADA PROPUESTA

T A B L E R O TRN2 MARCA SQUARE D TIPO NQOD6/S 3 FASES - 4 HILOS, 6 CIRCUITOS, 220/127 V.
 DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES UBICACION SEGUNDO NIVEL FECHA 19/JUNIO/03

CTO. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	DISTANCIA m	CAIDA DE TENSION %	TUBERIA mm				CARGA INSTALADA WATTS	FASES			
										A	B	C	
1	1 X 20	1H-10	30	2.51	16				4	1600	1600		
2	1 X 20	1H-10	24	2.01	16				4	1600	1600		
3	1 X 20	1H-10	17	1.42	16				4	1600		1600	
4	1 X 20	1H-10	23	1.92	16				4	1600		1600	
5	1 X 20	1H-10	30	2.51	16				4	1600		1600	
6	1 X 20	1H-10	10	0.84	16				4	1600		1600	
TOTALES									9600	9600	3200	3200	3200

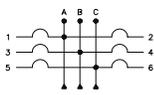


INTERRUPTOR GENERAL 3 X 30
 CALIBRE DE LOS ALIMENTADORES 4H-10 AWG.
 TIERRA AISLADA 1H-10 AWG (VERDE)
 TIERRA FISICA 1H-10 AWG (DESNUDO)
 CAIDA DE TENSION (e%) = 1.34%
 CARGA INSTALADA: 9600 W
 DESBALANCE ENTRE FASES 0 %

- SE ALIMENTA DEL INTERRUPTOR 3 (C-7,9,11) DEL TABLERO GENERAL TRG

T A B L E R O TR2 MARCA SQUARE D TIPO NQOD6/S 3 FASES - 4 HILOS, 6 CIRCUITOS, 220/127 V.
 DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES UBICACION SEGUNDO NIVEL FECHA 19/JUNIO/03

CTO. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	DISTANCIA m	CAIDA DE TENSION %	TUBERIA mm				CARGA INSTALADA WATTS	FASES			
										A	B	C	
1	1 X 20	1H-10	12	1.00	16				4	1600	1600		
2	1 X 20	1H-10	15	1.26	16				4	1600	1600		
3	1 X 15	1H-10	25	1.57	16				3	1200		1200	
4	1 X 20	1H-10	27	2.26	16				4	1600		1600	
5	1 X 20	1H-10	32	2.68	16				4	1600		1600	
6	1 X 15	1H-10	15	0.94	16				3	1200		1200	
TOTALES									8800	8800	3200	2800	2800



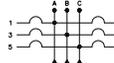
INTERRUPTOR GENERAL 3 X 30
 CALIBRE DE LOS ALIMENTADORES 4H-10 AWG.
 TIERRA AISLADA 1H-10 AWG (VERDE)
 TIERRA FISICA 1H-10 AWG (DESNUDO)
 CAIDA DE TENSION (e%) = 0.92%
 CARGA INSTALADA: 8800 W
 DESBALANCE ENTRE FASES 12.5 %

- SE ALIMENTA DEL INTERRUPTOR 2 (C-2,4,6) DEL TABLERO TRG1

CIENCIAS NUCLEARES PRIMER PISO CUADROS DE CARGA PROPUESTOS LINEA DE VOLTAJE REGULADO

T A B L E R O TRGI MARCA SQUARE D TIPO NQOD12/S 3 FASES - 4 HILOS, 12 CIRCUITOS, 220/127 V.
DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES UBICACION PRIMER NIVEL FECHA 19/JUNIO/03

C.T.O. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	TABLERO	DISTANCIA m.	CAIDA DE TENSION	TUBERIA mm.				CARGA INSTALADA WATTS	FASES				
											A	B	C		
1,3,5	3 X 40	4H-10	TR1	5	0.38	21				27	10800	3600	3600	3600	
2,4,6	3 X 30	4H-10	TR2	15	0.92	21				22	8600	3200	2800	2600	
TOTALES											19600	19600	6800	6400	6400

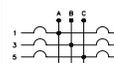


INTERRUPTOR GENERAL 3 X 70
CALIBRE DE LOS ALIMENTADORES 4H-4 AWG.
TIERRA AISLADA 1H-6 AWG (VERDE)
TIERRA FISICA 1H-6 AWG (DESNUDO)
CARGA INSTALADA: 19600 W
DESBALANCE ENTRE FASES 5.68 %

- SE ALIMENTA DEL INTERRUPTOR 1 (C-1,3,5) DEL TABLERO GENERAL TIONIPB

T A B L E R O TRN1 MARCA SQUARE D TIPO NQOD6/S 3 FASES - 4 HILOS, 6 CIRCUITOS, 220/127 V.
DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES UBICACION PRIMER NIVEL FECHA 19/JUNIO/03

C.T.O. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	DISTANCIA m.	CAIDA DE TENSION	TUBERIA mm.					CARGA INSTALADA WATTS	FASES				
											A	B	C		
1	1 X 30	1H-10	22	2.29	16					5	2000	2000			
2															
3	1 X 30	1H-10	18	1.88	16					5	2000	2000			
4															
5	1 X 30	1H-10	15	1.58	16					5	2000		2000		
6															
TOTALES											6000	6000	2000	2000	2000

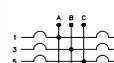


INTERRUPTOR GENERAL 3 X 20
CALIBRE DE LOS ALIMENTADORES 4H-10 AWG.
TIERRA AISLADA 1H-10 AWG (VERDE)
TIERRA FISICA 1H-10 AWG (DESNUDO)
CAIDA DE TENSION (%): 0.62 %
CARGA INSTALADA: 6000 W
DESBALANCE ENTRE FASES 0.0 %

- SE ALIMENTA DEL INTERRUPTOR 2 (C-2,4,6) DEL TABLERO GENERAL TRG

T A B L E R O TR1 MARCA SQUARE D TIPO NQOD6/S 3 FASES - 4 HILOS, 6 CIRCUITOS, 220/127 V.
DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES UBICACION PRIMER NIVEL FECHA 19/JUNIO/03

C.T.O. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	DISTANCIA m.	CAIDA DE TENSION	TUBERIA mm.					CARGA INSTALADA WATTS	FASES				
											A	B	C		
1	1 X 20	1H-10	27	2.26	16					4	1600	1600			
2	1 X 30	1H-10	10	1.04	16					5	2000	2000			
3	1 X 30	1H-10	22	2.3	16					5	2000	2000			
4	1 X 20	1H-10	35	2.93	16					4	1600	1600			
5	1 X 30	1H-10	15	1.57	16					5	2000		2000		
6	1 X 20	1H-10	40	3.25	16					4	1600		1600		
TOTALES											10800	10800	3600	3600	3600

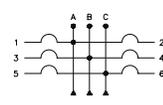


INTERRUPTOR GENERAL 3 X 40
CALIBRE DE LOS ALIMENTADORES 4H-10 AWG.
TIERRA AISLADA 1H-10 AWG (VERDE)
TIERRA FISICA 1H-10 AWG (DESNUDO)
CAIDA DE TENSION (%): 0.38 %
CARGA INSTALADA: 10800 W
DESBALANCE ENTRE FASES 0 %

- SE ALIMENTA DEL INTERRUPTOR 1 (C-1,3,5) DEL TABLERO TRG1

CIENCIAS NUCLEARES
PLANTA BAJA
CUADROS DE CARGA PROPUESTOS
LINEA DE VOLTAJE REGULADO

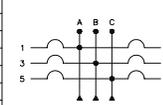
TABLERO <u>TRG</u> MARCA <u>SQUARE D</u> TIPONQOD12/S 3 FASES - 4 HILOS, 12 CIRCUITOS, 220/127 V.													
DEPENDENCIA <u>INST. CIENCIAS NUCLEARES</u> UBICACION <u>PLANTA BAJA</u> FECHA <u>19/JUNIO/03</u>													
CTO. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	TABLERO	DISTANCIA m.	CAIDA DE TENSION %	TUBERIA mm.			CARGA INSTALADA WATTS.	FASES			
										A	B	C	
1,3,5	3 X 30	3H-10	TRPB	15	0.75	21			18	7200	2400	2400	2400
2,4,6	3 X 20	3H-10	TRN1	15	0.62	21			15	6000	2000	2000	2000
7,9,11	3 X 35	3H-10	TRN2	20	1.34	21			24	9200	3200	3200	3200
8,10,12													
TOTALES									22800	22800	7600	7600	7600



INTERRUPTOR GENERAL 3 X 100
 CALIBRE DE LOS ALIMENTADORES 4H-4 AWG.
 TIERRA AISLADA 1H-6 AWG (VERDE)
 TIERRA FISICA 1H-6 AWG (DESNUDO)
 CARGA INSTALADA: 22800 W
 DESBALANCE ENTRE FASES 0 %

- SE ALIMENTA DEL TABLERO GENERAL TGPB

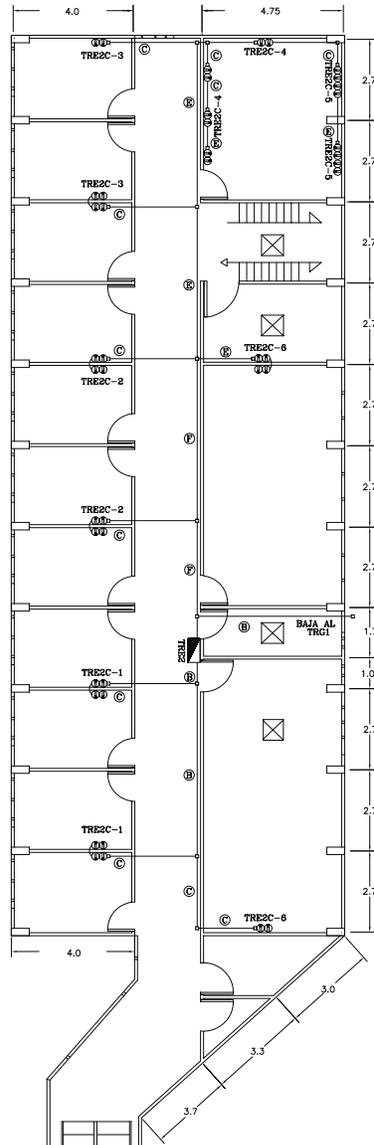
TABLERO <u>TRPB</u> MARCA <u>SQUARE D</u> TIPO NQOD6/S 3 FASES - 4 HILOS, 6 CIRCUITOS, 220/127 V.													
DEPENDENCIA <u>INST. CIENCIAS NUCLEARES</u> UBICACION <u>PLANTA BAJA</u> FECHA <u>19/JUNIO/03</u>													
CTO. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	DISTANCIA m.	CAIDA DE TENSION %	TUBERIA mm.				CARGA INSTALADA WATTS.	FASES			
										A	B	C	
1	1 X 30	1H-10	24	3.01	16				6	2400	2400		
2													
3	1 X 30	1H-10	22	2.76	16				6	2400		2400	
4													
5	1 X 30	1H-10	10	1.25	16				6	2400			2400
6													
TOTALES									7200	7200	2400	2400	2400



INTERRUPTOR GENERAL 3 X 30
 CALIBRE DE LOS ALIMENTADORES 4H-10 AWG.
 TIERRA AISLADA 1H-10 AWG (VERDE)
 TIERRA FISICA 1H-10 AWG (DESNUDO)
 CAIDA DE TENSION (e%) = 0.75%
 CARGA INSTALADA: 7200 W
 DESBALANCE ENTRE FASES 0 %

- SE ALIMENTA DEL INTERRUPTOR 1 (C-1,3,5) DEL TABLERO GENERAL TRG

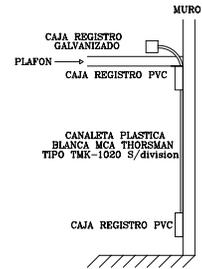
CIENCIAS NUCLEARES
 SEGUNDO PISO
 PLANO PROPUESTO
 LINEA REGULADA PROPUESTA



ENTREPISO 2

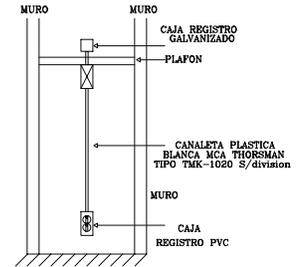
DETALLE 1

VISTA LATERAL



DETALLE 1

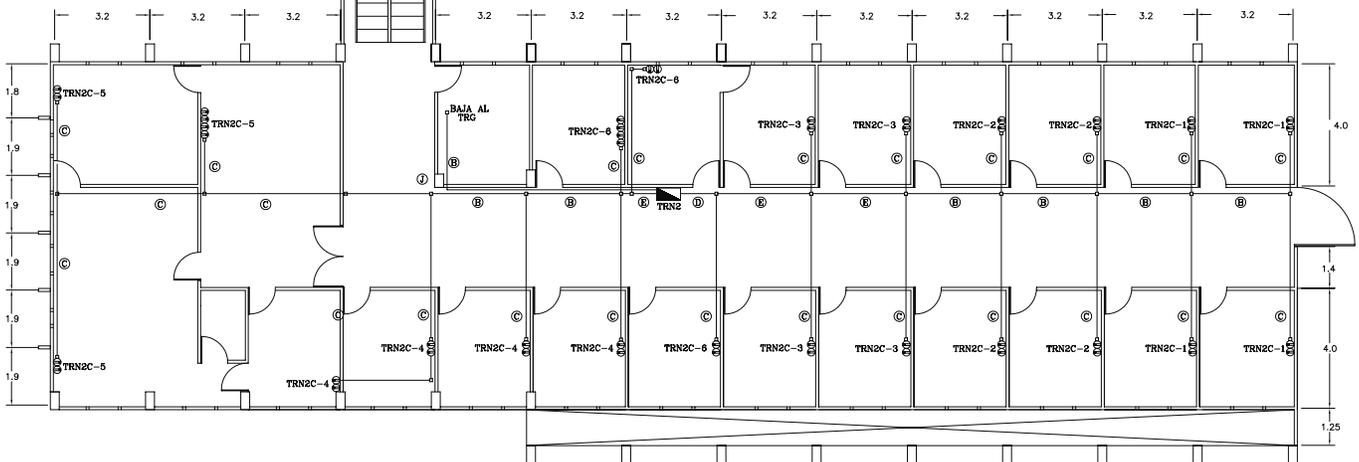
VISTA FRONTAL

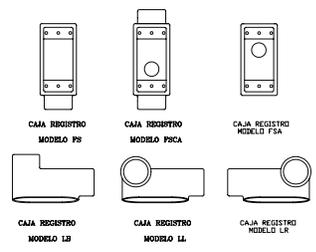
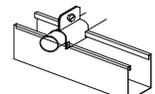
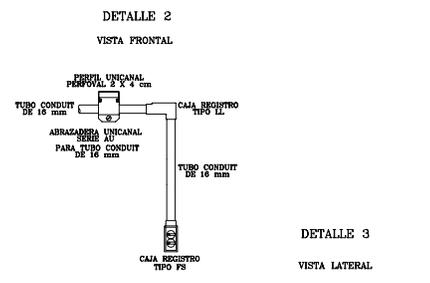
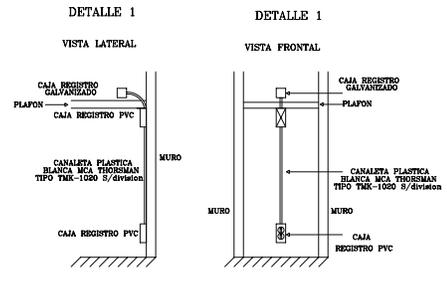
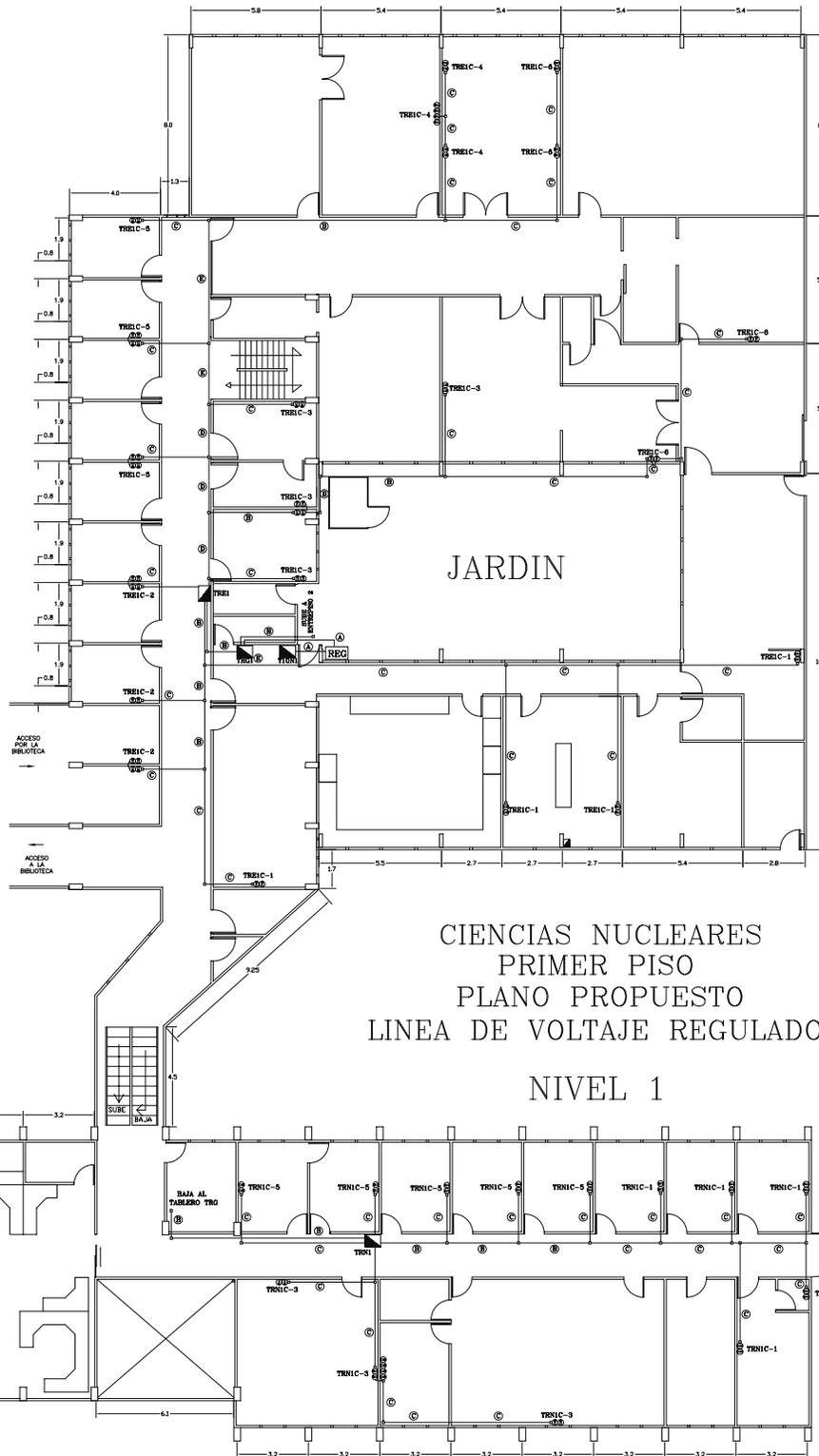


CEDULA DE CABLEADOS

- (A) 4-4, 1-6 d, 1-6 verde, T-35 m² 0
- (B) 4-10, 1-10 d, 1-10 verde, T-21 m² 0
- (C) 2-10, 1-10 d, 1-10 verde, T-16 m² 0
- (D) 8-10, 1-10 d, 1-10 verde, T-27 m² 0
- (E) 6-10, 1-10 d, 1-10 verde, T-21 m² 0
- (F) 10-10, 1-10 d, 1-10 verde, T-27 m² 0

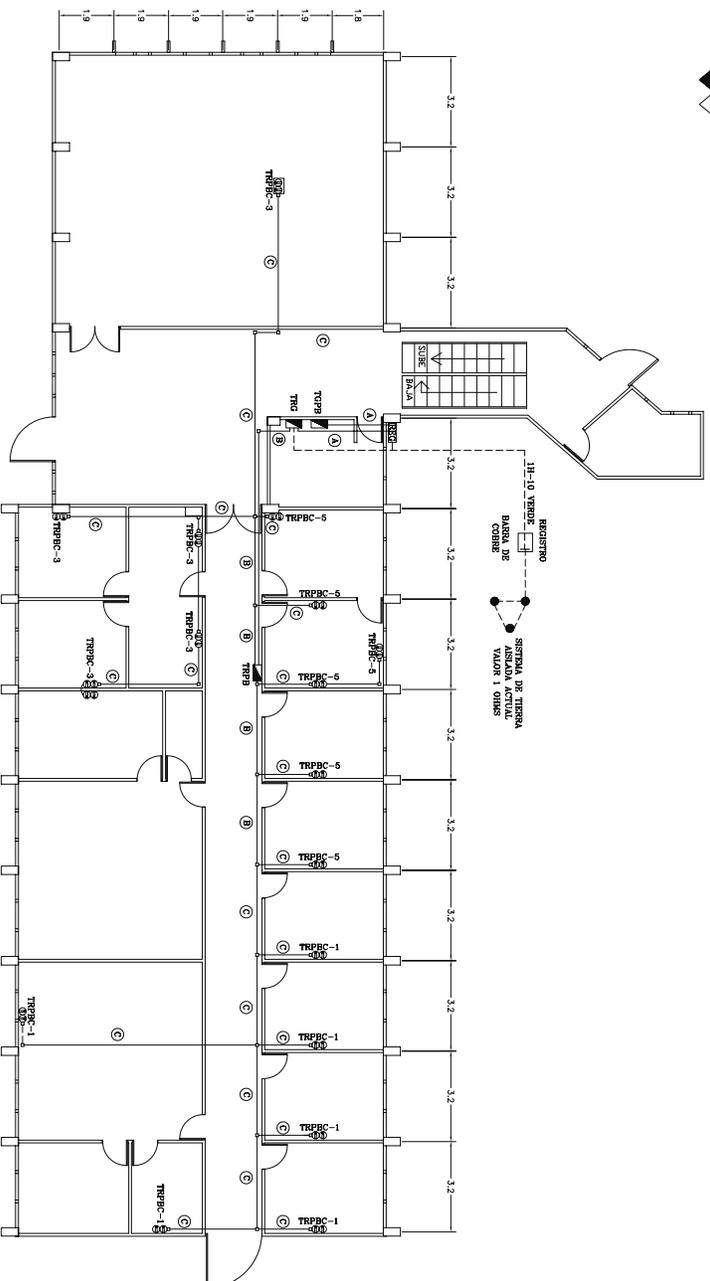
NIVEL 2





- CEDULA DE CABLEADOS**
- Ⓐ 4-4, 1-6 d, 1-6 verde, T-35 mm ϕ
 - Ⓑ 4-10, 1-10 d, 1-10 verde, T-21 mm ϕ
 - Ⓒ 2-10, 1-10 d, 1-10 verde, T-16 mm ϕ
 - Ⓓ 8-10, 1-10 d, 1-10 verde, T-27 mm ϕ
 - Ⓔ 6-10, 1-10 d, 1-10 verde, T-21 mm ϕ

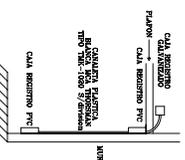
CIENCIAS NUCLEARES PLANTA BAJA PLANO PROPUESTO LINEA DE VOLTAJE REGULADO



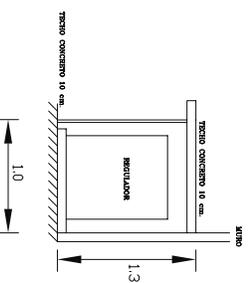
REDUJA DE CABLEADOS

- Ⓐ 4-4, 1-6 d, 1-6 verde, T-35 mm \varnothing
- Ⓑ 4-10, 1-10 d, 1-10 verde, T-21 mm \varnothing
- Ⓒ 2-10, 1-10 d, 1-10 verde, T-16 mm \varnothing

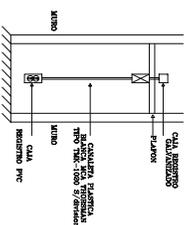
DETALLE 1
VISTA LATERAL



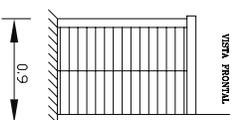
DETALLE 2
VISTA LATERAL



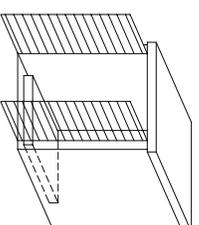
DETALLE 1
VISTA FRONTAL



DETALLE 2
VISTA FRONTAL

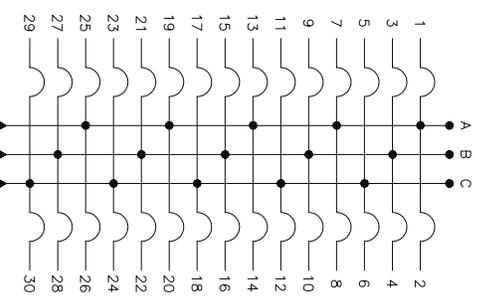


DETALLE 2
ISOMETRICO



T A B L E R 0 T6N1 MARCA SQUARE D TIPO NQO 3 FASES - 4 HILOS, 30 CIRCUITOS, 220/127 V.
 DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES UBICACION PRIMER NIVEL FECHA 01/Sep/02

C.T.O. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	L.FLUOR 2X40 W	CURVALUM 1X240 W	L.FLUOR 1X40 W	L.I.N.C. 100 W	EXTRACTOR 1.5HP	EXTRACTOR 3/4HP	EXTRACTOR 1/3HP	MOTOR 1/4HP	HORNO 18 KW	TABLETO	Φ 200 W	CARGA INSTALADA WATTS.	FASES		
															A	B	C
1	1 X 20	1H-12											4	800		800	
2	1 X 30	1H-10					2						10	2200		2200	
3	1 X 30	1H-10											2	400		400	
4	1 X 20	1H-12	6										8	600		600	
5	1 X 30	1H-10	8										16	2400		2400	
6	1 X 30	1H-10											16	3200		3200	
7	1 X 30	1H-10											16	3200		3200	
8	1 X 30	1H-10											4	800		800	
9	1 X 30	1H-10					4		1				32	7360		7360	
10	1 X 20	1H-12				1							2	1100		1100	
11	1 X 30	1H-10											6	1200		1200	
12	1 X 20	1H-12	6										600	1000		1000	
13	1 X 20	1H-12	10										800	800		800	
14	1 X 20	1H-12	8										18249	6000		6249	6000
15,17,19	3 X 60	3H-6							1(B)		1		14	3000		1000	3000
16	1 X 20	1H-12	8											900		900	
18	1 X 30	1H-10					2							600		600	
20	1 X 15	1H-12	10											800		800	
21	1 X 20	1H-12												1119		373	373
22	1 X 20	1H-12	2	7										1305.5		435.17	435.17
23	1 X 20	1H-12	6											2123.33		909.83	1233.33
24	1 X 20	1H-12	8											3156.5		18731.5	19127
25,27,29	3 X 15	3H-12						1			1			1305.5		435.17	435.17
26,28,30	3 X 15	3H-12												2123.33		909.83	1233.33
I.G.		3H-10												3156.5		18731.5	19127
TOTALES			7200	800	600	800	2238	560	249	186.5	18000	3156.5	22800	56590	18731.5	19127	18731.5



CAMBIOS

C-1 FA → C-18 FC
 C-4 FB → C-11 FC

INTERRUPTOR GENERAL 3X100 A

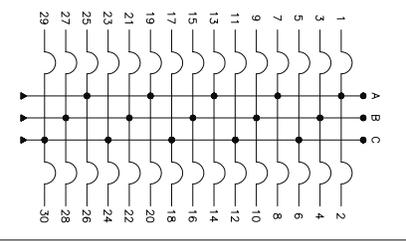
CALIBRE DE LOS ALIMENTADORES 4H-4 AWG.

CARGA INSTALADA: 56590 W

DESBALANCE ENTRE FASES 2.07 %

T A B L E R O TIN MARCA SQUEBE D TIPO NQO 3 FASES - 4 HILOS, 20 CIRCUITOS, 220/127 V.
 DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES UBICACION PRIMER NIVEL FECHA 01/Sep/02

CTO. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	LFTUOR 1X20 W.	LFTUOR 1X40 W.	MOTOR HP	MOTOR 720 W.	MOTOR 1/2HP	MOTOR 3/4HP	MOTOR 1500W	MOTOR 62.5W	MOTOR 500W	FORMA ELECT 746W	MOTOR RES 572W	MOTOR 400W	MOTOR 960W	MOTOR 2,9KW	MOTOR 230W	MOTOR 500 W.	MOTOR 200 W.	CARGA INSTA WATTS	FASES																	
																					A	B	C															
1	-	-																																				
2	-	-																																				
3,5	2 X 30	1H-12 1H-10																																				
4	-	-																																				
6	-	-																																				
8	-	-																																				
9	-	-																																				
10	1 X 20	1H-10		11																																		
11,13	2 X 50	2H-10			2(A) 1(A,C)	1(A,C)																																
12	1 X 30	1H-10		1																																		
14	1 X 20	1H-10									1																											
15,17,19	3 X 30	3H-10		2(B) 2(A)				1(A,B)			1(B,C)			1(C)																								
16	-	-																																				
18	1 X 30	1H-14																																				
20	-	-																																				
TOTALES			275	250	1119	720	498	373	560	1500	62.5	500	746	577	800	960	2900	230	500	11600	24170.5	8151.33	8103.83	7915.33														

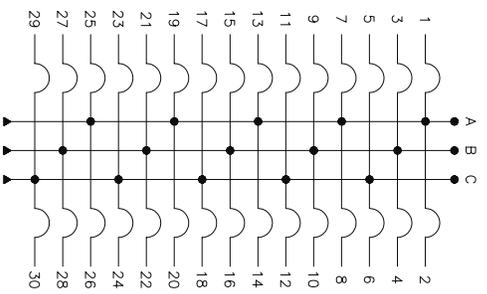


CAMBIOS
 C-9 PB → C-18 PC
 C-6,8 P.C.A. → C-3,5 P.B.C

INTERRUPTOR GENERAL SIN PROT.
 CALIBRE DE LOS 4H-8 AWG.
 ALIMENTADORES
 CARGA INSTALADA: 24170.5 W
 DESBALANCE ENTRE FASAS
 2.9 %

T A B L E R O TIPB **MARCA** _____ **SQUARE D** **TIPO** NOOD **3 FASES - 4 HILOS, 30 CIRCUITOS, 220/127 V.**
DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES **UBICACION** PLANTA BAJA **FECHA** 01/Sep/02

CIT. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	CABLE				AIRE COND. 620 W	TIPO	CARGA INSTALADA WATTS.	FASES				
			2X75 W	4X40 W	2X40 W	250 W				A	B	C		
1	1 X 20	1H-12						1125	1125					
2	1 X 15	1H-12						1125	1125					
3	1 X 20	1H-12	1*					1787.5	1787.5					
4	1 X 15	1H-12			1			1037.5	1037.5					
5	1 X 20	1H-12						1600		1600				
6	1 X 20	1H-12						1800	2		1800			
7	-	-												
8	1 X 15	1H-12						937.5	937.5					
9	-	-												
10	1 X 15	1H-12						1125		1125				
11	1 X 15	1H-12						1125			1125			
12	1 X 15	1H-10			3			600			600			
13	1 X 15	3H-12						200	200					
14,16,18	3 X 20	3H-8						1500						
15,17	2 X 40	2H-8				6*		10200	500	500	500			
19	1 X 20	1H-10						5620	5620		4600			
20	1 X 20	2H-10						4000	20	4000				
21	1 X 20	1H-10						3600	18		3600			
22,24,26	3 X 30	3H-8												
23	1 X 30	1H-10			1*			2100	+9		2100			
25	-	-												
27	-	-												
28	-	-						1125			1125			
29	1 X 15	1H-12						187.5			187.5			
30	1 X 15	1H-12	1											
TOTALES			7875	800	4100	1500	100	10200	620	15600	40795	13507.5	13650	13637.5



CAMBIOS

- C-13 FA → C-21 FB
- C-7 FA → C-29 FC
- C-9 FB → C-30 FC

INTERRUPTOR GENERAL

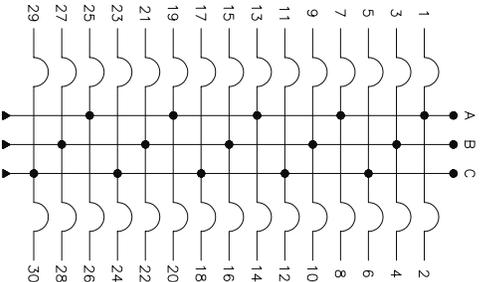
CALIBRE DE LOS ALIMENTADORES 4H-2 AWG.

CARGA INSTALADA: 40795 W

DESBALANCE ENTRE FASES 1.04 %

T A B L E R O TGPB MARCA FEDERAL PACIFIC TIPO NQOD 3 FASES - 4 HILOS, 36 CIRCUITOS, 220/127 V.
 DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES UBICACION PLANTA BAJA FECHA 01/Sep/02

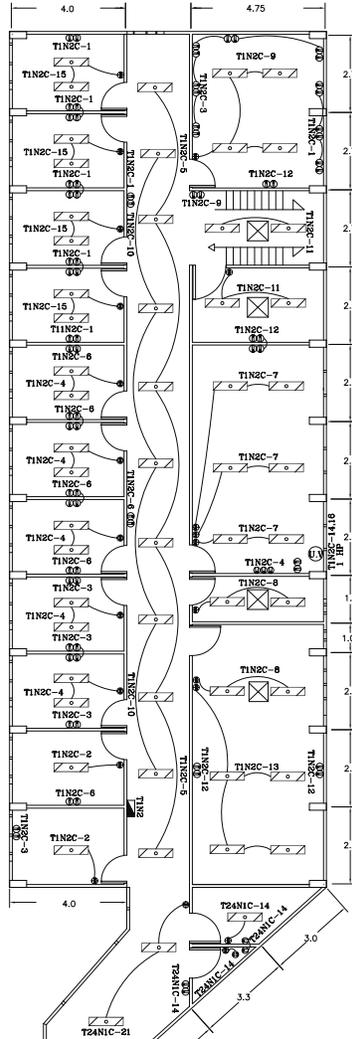
CTO. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	TABLERO	UPS 10 KW								⊕ 200 W	CARGA INSTALADA WATTS.	FASES		
														A	B	C
1.3.5	3 X 100	3H-2	T21N1									8500	2916.16	2916.16	2666.66	
2.4.6	3 X 100	3H-1/0	T5PB									5100	1700	1700	1700	
7.9.11	3 X 70	3H-6	T3N2									1800	1000	800		
8.10.12	3 X 100	3H-2	T22N1									7500	2666.66	2466.66	2366.66	
13.15.17	3 X 100	3H-2	T2N2									35030	11737.5	11612.5	11680	
14.16.18	3 X 100	3H-2	T19N1									15800	5233.33	5333.33	5233.33	
19.21.23	3 X 100	3H-2	T24N1									28433.5	9323	9750	9360.5	
20.22.24	3 X 100	3H-2	T3PB									19987	6706.33	6715.33	6565.33	
25.27.29	3 X 100	3H-2	T1PB									40795	13507.5	13650	13637.5	
26.28.30	3 X 100	3H-2	T4PB									12000	4050	4050	3900	
31.33.35	3 X 100	3H-1/0	T8N1									9500	3050	3250	3200	
32.34.36	3 X 125	3H-1/0	T20N1									22014	7483.33	7251.33	7279.33	
INT. GEN	3 X 800	3H-300	T7N1	1(B,C)								6 (B) * 6 (C) *	12773	6573	6200	
TOTALES			206831.42	10000								2400	219231.42	69373.78	76068.33	73789.31



INTERRUPTOR GENERAL
 CALIBRE DE LOS 4H-300 KCM.
 ALIMENTADORES

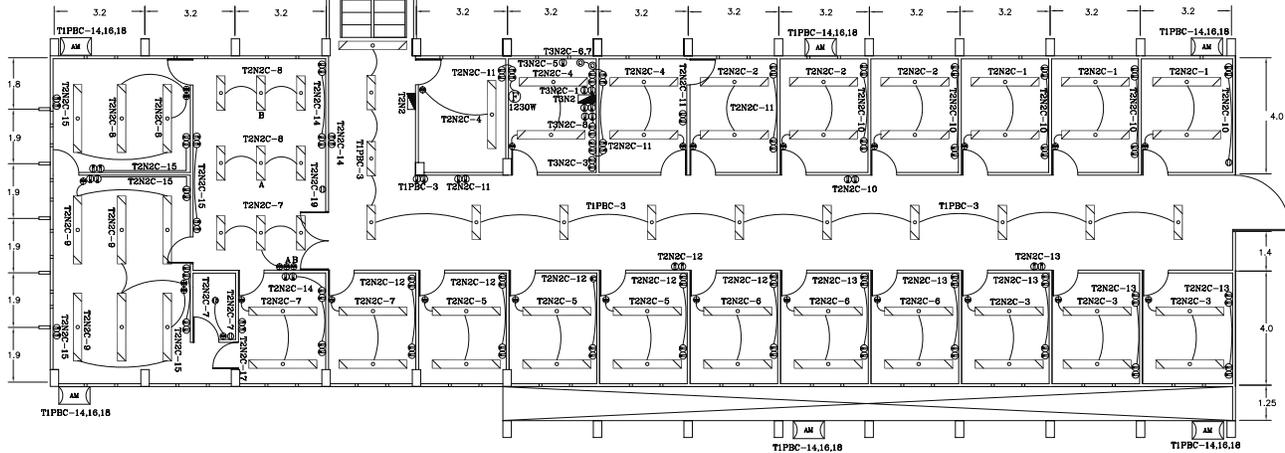
CARGA INSTALADA: 219231.42 W
 DESBALANCE ENTRE FASES 8.8 %

CIENCIAS NUCLEARES SEGUNDO PISO PLANO ACTUALIZADO

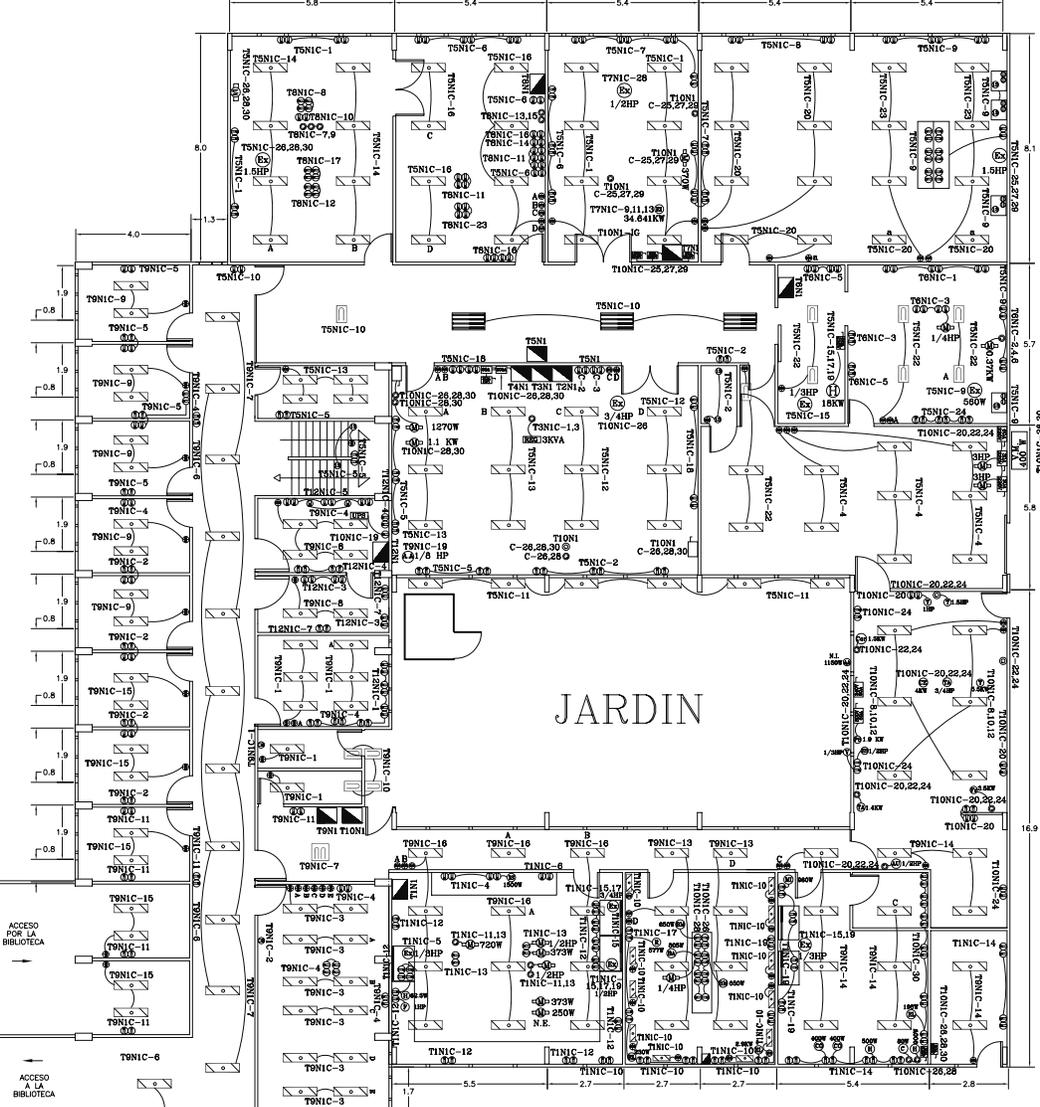


ENTREPISO 2

NIVEL 2

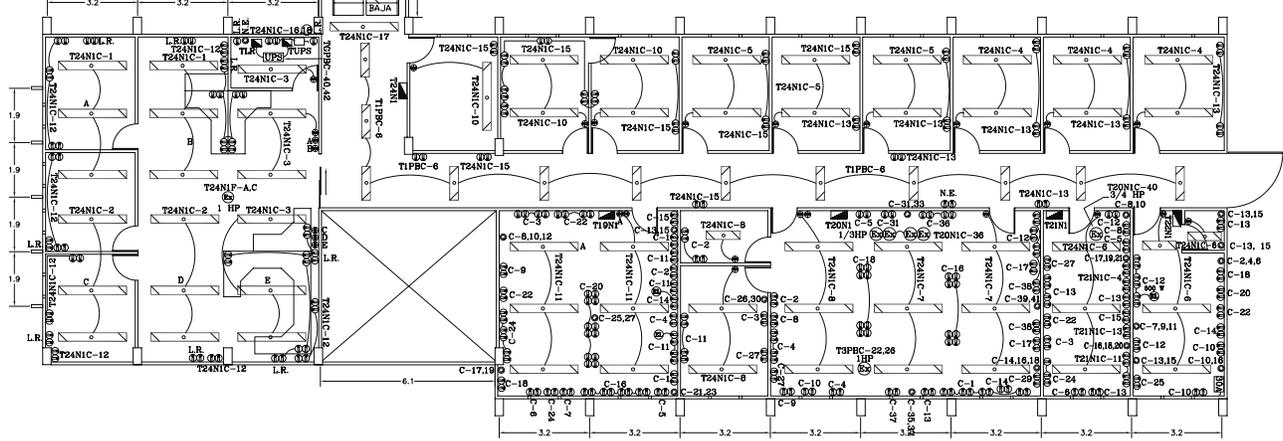


CIENCIAS NUCLEARES PRIMER PISO PLANO ACTUALIZADO

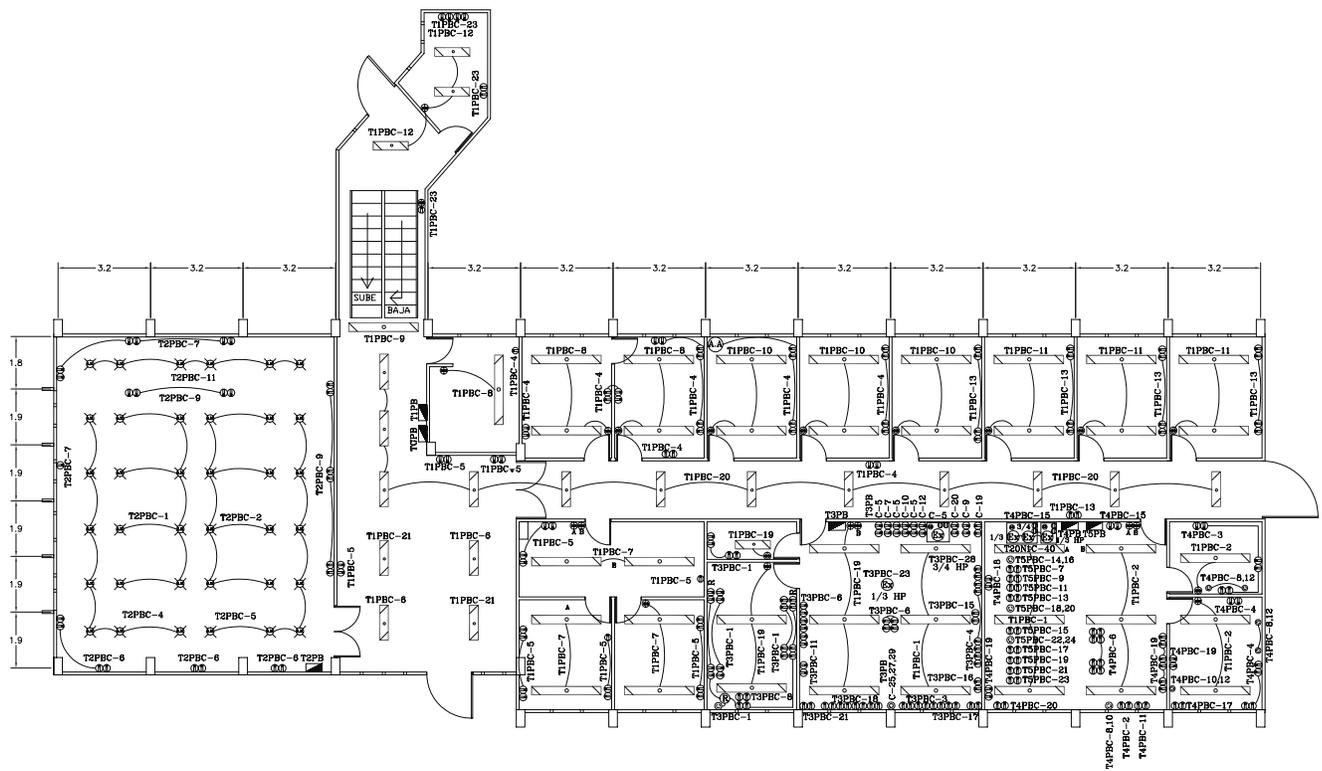


JARDIN

NIVEL 1



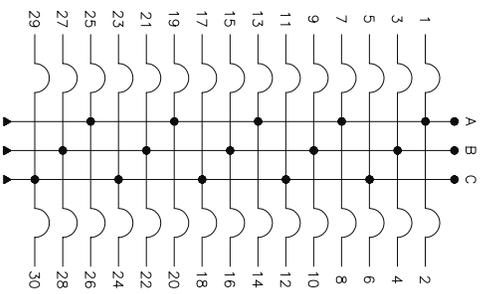
CIENCIAS NUCLEARES PLANTA BAJA PLANO ACTUALIZADO



PLANTA BAJA

T A B L E R O TENS MARCA INST. CIENCIAS NUCLEARES SQUARE D TIPO NQO 3 FASES - 4 HILOS, 30 CIRCUITOS, 220/127 V.
 DEPENDENCIA UBICACION TERCER NIVEL FECHA 05/07/02

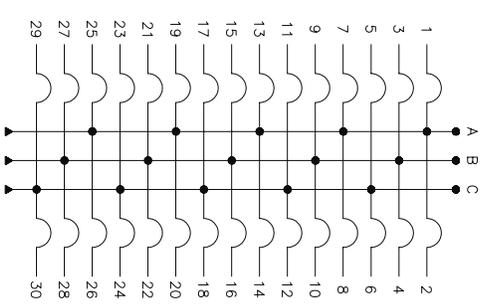
CITO. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	□ ○ ▽	2X32 W	1X32 W	13 W	26 W	150 W	20 W	2X75 W	A.M.	150 W	200 W	CARGA INSTALADA WATTS.	FASES		
															A	B	C
1*	1 X 15	1H-12		4			2		1					320	320		
2*	1 X 15	1H-12		4			2		2					340	340		
3*	1 X 15	1H-12		4			2		1					320	320		
4*	1 X 15	1H-12		4			2		1					320	320		
5*	-	-												-	-		
6*	1 X 15	1H-12		4			2		1					320	320		
7	-	-												-	-		
8	-	-												-	-		
9	1 X 15	1H-12			8									248	248		
10*	1 X 15	1H-12							2	5	6			977.5	977.5		
11	1 X 15	1H-12						6						900	900		
12*	1 X 15	1H-10												3200	3200		
13*	1 X 15	1H-10			6									186	186		
14	1 X 15	1H-12												1600	1600		
15*	1 X 15	1H-10												78	78		
16*	1 X 15	1H-12				6								78	78		
17*	1 X 15	1H-12				6								78	78		
18	-	-															
19	-	-															
20	-	-															
21	1 X 15	1H-12		4			2							340	340		
22	1 X 15	1H-12			8									248	248		
23	-	-															
24	-	-															
25	-	-															
26,28,30	3 X 50	3H-6												248	248		
27	1 X 15	1H-12			8									248	248		
29	-	-															
TOTALES				1488	930	156	312	900	200	937.5			8400	13323.5	4446	4379.5	4498



INTERRUPTOR GENERAL 3x50 A
 CALIBRE DE LOS ALIMENTADORES 4H-6 AWG.
 CARGA INSTALADA: 12,423.5 W.
 DESBALANCE ENTRE FASES 2.63 %

T A B L E R O TDN1 MARCA FEDERAL PACIFIC TIPO - 3 FASES- 4 HILOS, 30 CIRCUITOS, 220/127 V.
 DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES UBICACION PRIMER NIVEL FECHA 05/07/02

CTO. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	□ o ▽	2X32 W	1X32 W	1X60 W	13 W	FOTOCOP. 1230 W	200 W	CARGA INSTALADA WATTS.	FASES		
											A	B	C
1	-	-								-			
2	1 x 15	1H-12		4			4			300	300		
3	1 x 15	1H-12		4			4			300	300		
4	1 x 15	1H-12		4			4			300	300		
5	1 x 15	1H-12		4			4			300	300		
6	1 x 15	1H-12		4			4			300	300		
7	1 x 15	1H-12				11				649	649		
8	-	-								-	-		
9	1 x 15	1H-16								-	-		
10	1 x 15	1H-12				11				649	649		
11	1 x 15	1H-12					6			78			78
12	1 x 15	1H-10							16	3200			3200
13	1 x 15	1H-10							16	3200	3200		
14	1 x 15	1H-12					8			104	104		
15	1 x 15	1H-12,1H-10						1	11	3430		3430	
16	1 x 15	1H-12		4						248		248	
17	1 x 15	1H-12		13						806			806
18	1 x 15	1H-10							6	1200			1200
19	1 x 15	1H-10							4	800	800		
20	1 x 15	1H-12			40					1240	1240		
21	-	-								-	-		
22	1 x 15	1H-12			40					1240		1240	
23	1 x 15	1H-12		4			4			300			300
24	-	-											
25	-	-											
26,28,30	3 x 50	3H-4											
27	-	-											
29	-	-											
TOTALES				2542	2480	1298	494	1230	10600	18644	6293	6167	6184

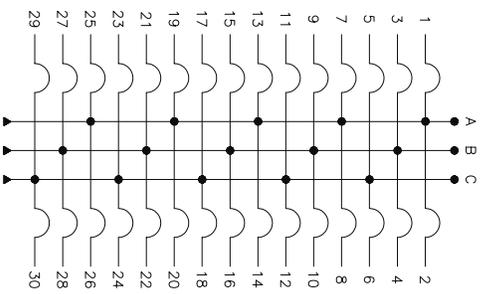


INTER. GRAL. 3 X 50 A
 CALIBRE DE LOS 3H - 4 AWG.
 ALIMENTADORES
 CARGA INSTALADA: 18,444 W.

DESBALANCE ENTRE FASES
 2 %

T A B L E R O TAPP MARCA SQUARE D TIPO NQOD 3 FASES - 4 HILOS, 42 CIRCUITOS, 220/127 V.
 DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES UBICACION PLANTA BAJA FECHA 05/07/02

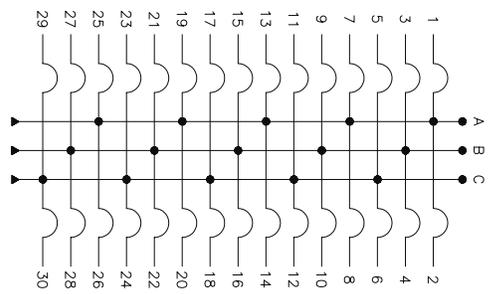
CTO. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	<input type="checkbox"/> 2X32 W <input type="checkbox"/> 1X32 W <input type="checkbox"/> 1X32 W	<input type="checkbox"/> 13 <input type="checkbox"/> 13 <input type="checkbox"/> 13	<input type="checkbox"/> 4M <input type="checkbox"/> 4M <input type="checkbox"/> 4M	<input type="checkbox"/> FOTOCOOP <input type="checkbox"/> 1450 W <input type="checkbox"/> 1450 W	<input type="checkbox"/> FOTOCOOP <input type="checkbox"/> 1230 W <input type="checkbox"/> 1230 W	<input type="checkbox"/> AIRE ACOND. <input type="checkbox"/> 3960 W <input type="checkbox"/> 3960 W	<input type="checkbox"/> AIRE ACOND. <input type="checkbox"/> 2075 W <input type="checkbox"/> 2075 W	<input type="checkbox"/> AIRE ACOND. <input type="checkbox"/> 1000 W <input type="checkbox"/> 1000 W	<input type="checkbox"/> L.V.S. <input type="checkbox"/> 250 W <input type="checkbox"/> 250 W	<input type="checkbox"/> CARGA INSTALADA WATTS. <input type="checkbox"/> 248 <input type="checkbox"/> 248	FASES					
													A	B	C			
1	1 X 15	1H-12		8								248	248					
2	1 X 15	1H-12		6	9							303	303					
3	1 X 30	1H-10					1					8230	8230					
4	1 X 15	1H-12		4	4							576	576					
5	1 X 15	1H-12	2	3								217	217					
6	1 X 15	1H-12	11									682	682					
7	1 X 15	1H-12	11									682	682					
8	1 X 40	1H-10										800	800					
9	1 X 15	1H-12			3							39	39					
10	-	-										-	-					
11	1 X 20	1H-12			4*	12*						364	364					
12	1 X 15	1H-12			4**	8**						260	260					
13	1 X 15	2H-12	8									496	496					
14	1 X 15	1H-10										400	400					
15	1 X 15	1H-12				18@						900	900					
16	1 X 15	1H-12			7							91	91					
17	1 X 15	1H-12		4								124	124					
18	1 X 15	1H-12			8							104	104					
19	-	-										-	-					
20	1 X 30	1H-10										5200	5200					
21	1 X 30	1H-10										6000	6000					
22	-	-										-	-					
23	1 X 15	1H-12		4								124	124					
24	1 X 30	1H-10										8400	8400					
25	1 X 30	1H-10										6000	6000					
26	1 X 30	1H-12										-	-					
27	1 X 15	1H-10										2000	2000					
28	1 X 20	1H-10										2800	2800					
29,31	2 X 20	2H-10					1(29)	1(29)	1(29)			7035	7035					
30	-	-										-	-					
32	1 X 15	1H-10										-	-					
33,35	2 X 15	2H-12										1000	1000					
34	-	-										-	-					
36,38	2 X 15	2H-12										1750	875					
37	1 X 15	1H-12					1	1				6035	6035					
39	-	-										-	-					
40	-	-										-	-					
41	1 X 15	1H-12	9									558	558					
42	-	-										-	-					
TOTALES			2542	899	507	520	900	1450	1230	7920	4150	1000	2750	39000	62668	21039	21136	20693



INTERRUPTOR GENERAL 3x225 A
 CALIBRE DE LOS 4H-2 AWG.
 ALIMENTADORES
 CARGA INSTALADA: 62,268 W.
 DESBALANCE ENTRE FASES 2.09 %

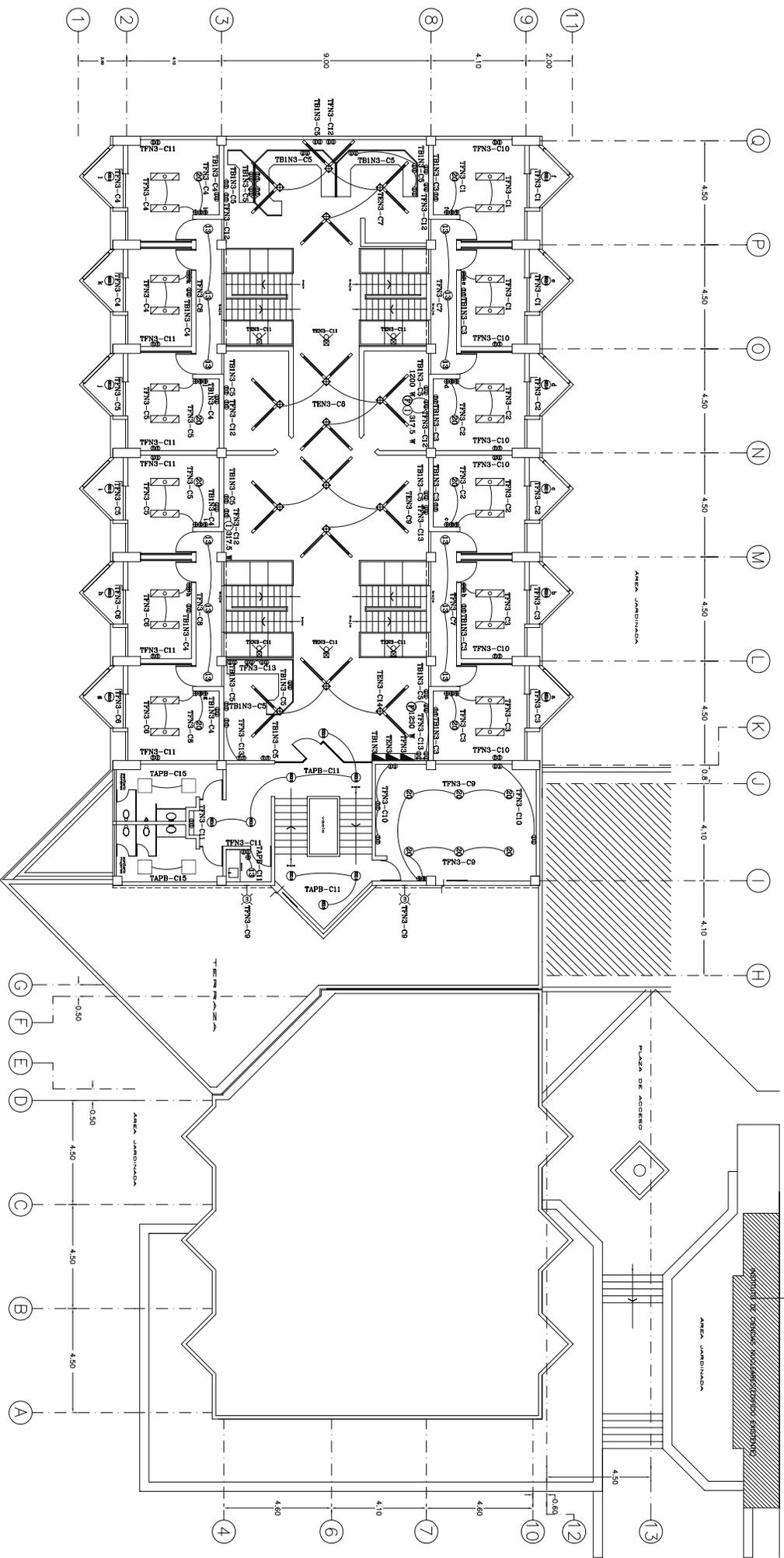
T A B L E R O TGPB MARCA SQUARE D TIPO 3 FASE - 4 HIJOS, 54 CIRCUTOS, 220/127 V.
 DEPENDENCIA INST. CIENCIAS NUCLEARES UBICACION PRIMER NIVEL FECHA 05/07/02

CTO. No.	PROTECCION AMP.	CALIBRE AWG.	TABLERO	MONTALIBROS	CARGA INSTALADA WATTS.	FASES		
						A	B	C
1,3,5	3 X 100	3H-2	TAPB		62868	21039	21136	20693
2,4,6	3 X 30	2H-6(A,C)	TBPB TB1N3		18800 18400		8000 13600	10800 4800
7,9,11	3 X 20	3H-10	TCPB		5959	2016	2051	1892
8,10,12	3 X 40	3H-4	TDN1		18644	6293	6167	6184
13,15,17	3 X 50	3H-6	TEN3		13323,5	4446	4379,5	4498
14,16,18	3 X 50	3H-6	TEN3		18007	6002	6110	5895
19,21,23	3 X 20	2H-10(A,C)	THN1		625	469		156
20,22,24	3 X 15	3H-10		1	746	248,66	248,66	248,66
25,27,29	3 X 30	2H-8(A,C),1H-10(B)	T1AN1		5284	2616		2668
26,28,30	3 X 15	1H-10 (A)						
31,33,35	3 X 50	1H-8 (A)	T1BN1		7200	7200		
32,34,36	3 X 30	-						
37,39,41	-	-						
38,40,42	-	-						
43,45,47	-	-						
44,46,48	-	-						
49,51,53	-	-						
50,52,54	-	-						
TOTALES					169110,5	746		



INTERRUPTOR GENERAL 3 X 400
 CALIBRE DE LOS 4H-450 KCM
 ALIMENTADORES
 CARGA INSTALADA: 169110,5 W.
 DESBALANCE ENTRE FASES 18,42 %

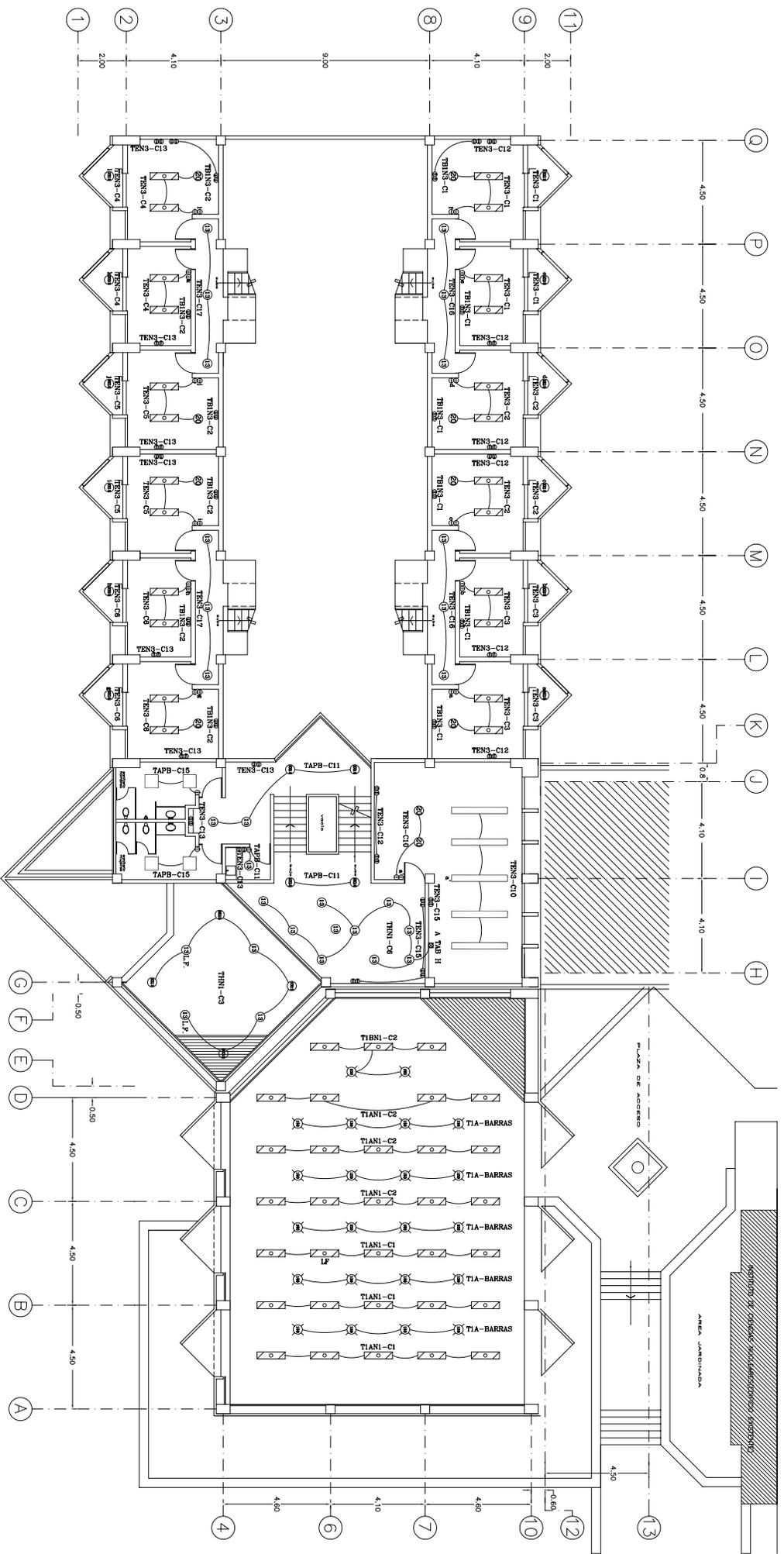
INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES TERCER NIVEL PLANO ACTUAL



INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES

SEGUNDO NIVEL

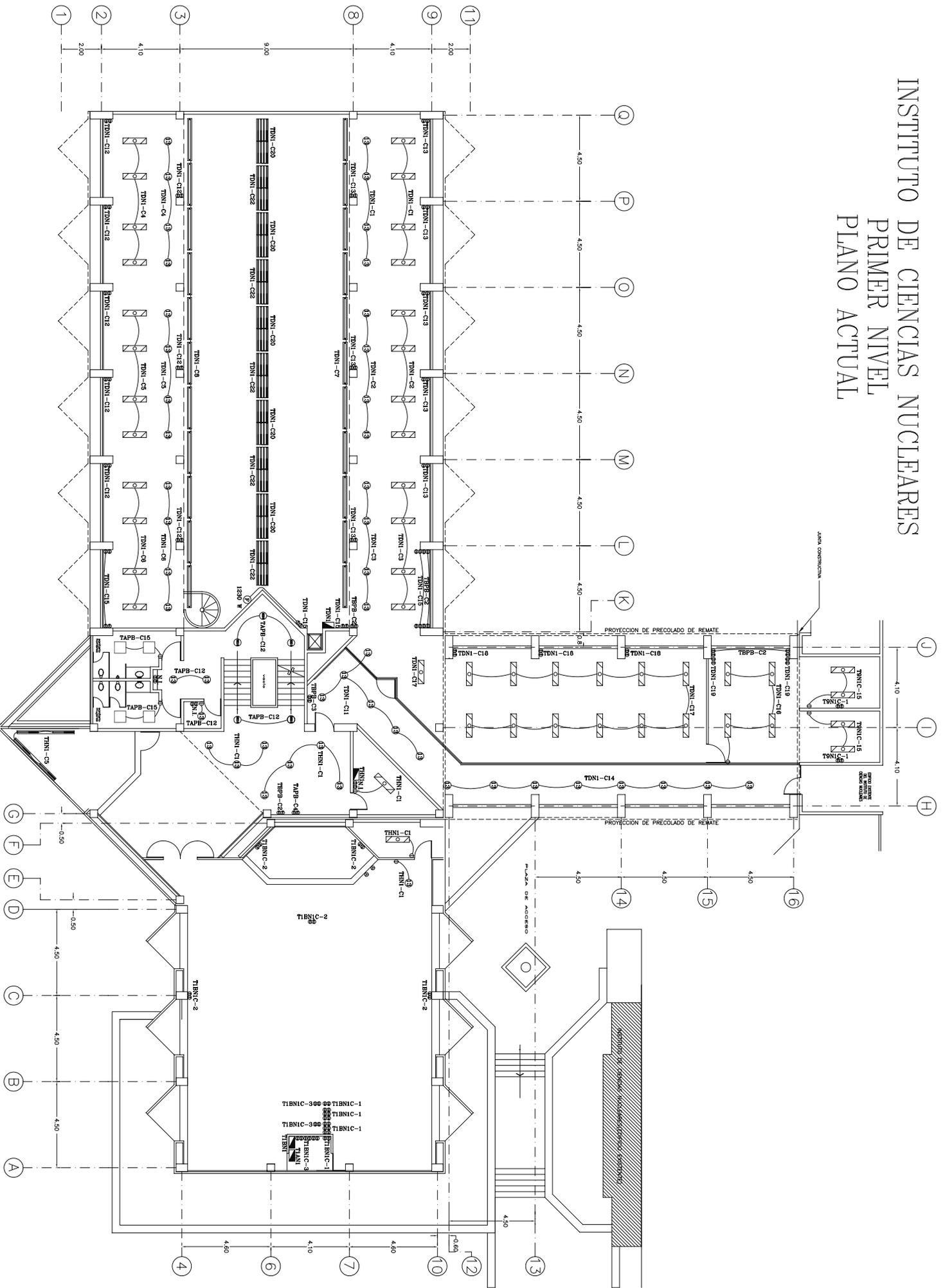
PLANO ACTUAL



INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES

PRIMER NIVEL

PLANO ACTUAL



INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES

PLANO ACTUAL

PLANTA BAJA

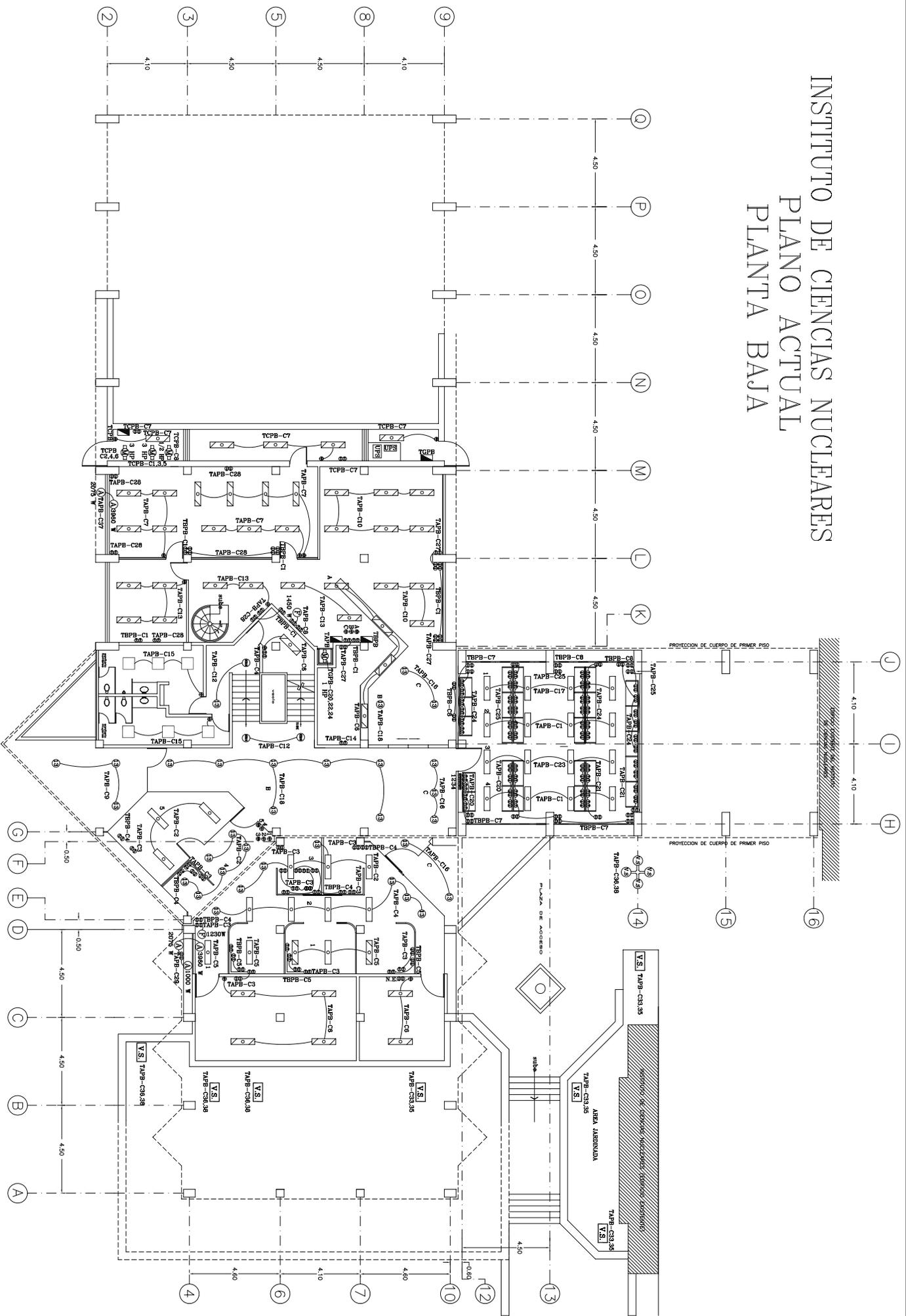
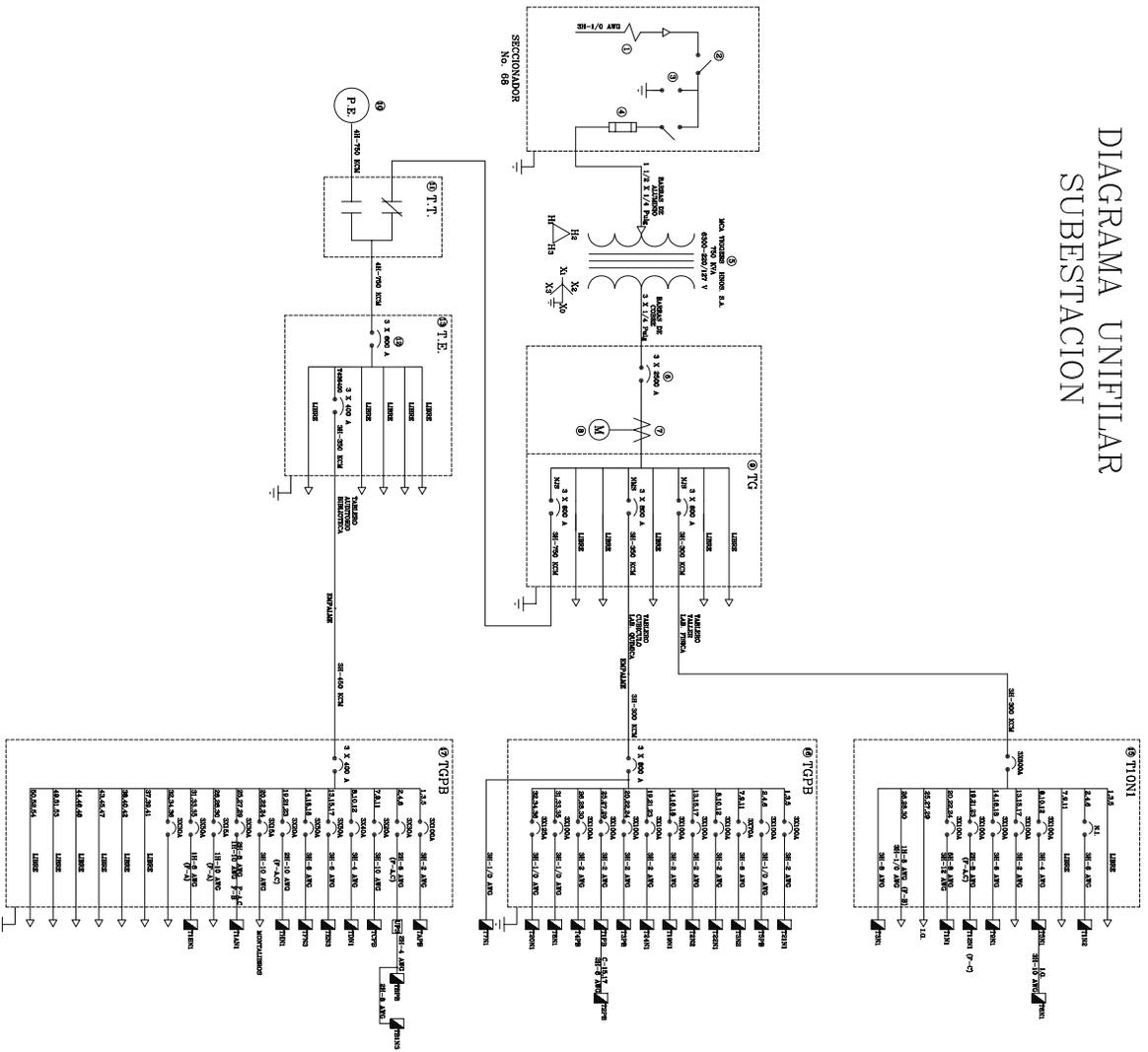
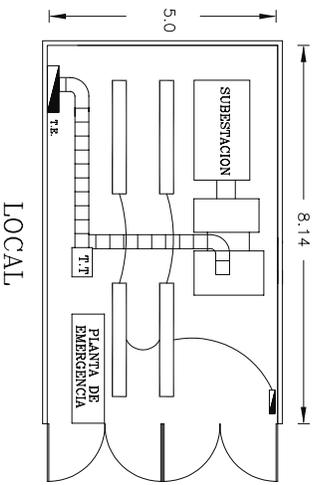
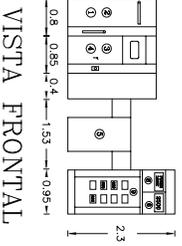


DIAGRAMA UNIFILAR SUBESTACION



DESCRIPCION

- ① SUBSTACION MARCA GEC ALSTHOM ELMEX
- ② SECCION ACOMETIDA DE 6.3 KV, CALIBRE BH-1/0 AWG
- ③ SECCIONADOR No. 68
- ④ CIRCUITOS DE DISTRIBUCION DE OPERACION
- ⑤ APARTARADOS MCA. COOPER POWER SYSTEM 10 KA, 10.2 A 12 KV
- ⑥ INTERRUPTOR AUTOMATICO MCA. ELMEX 17.5 KV, 400 AMP, Icc 50 KA, TIPO 17KV
- ⑦ TRANSFORMADOR DE POTENCIA MCA. ELMEX 15 KV, 100 AMP, CAP. INT. 600 KVA
- ⑧ TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION MCA. DAPFON. TIPO LAVI-HIGH. AUTOSFORTEADO INTERRUPTORES FEDERAL PACIFIC MARCO NIS (3 CIRCUITOS DERIVADOS 5 CIRCUITOS LIBRES)
- ⑨ PLANTA DE EMERGENCIA MCA. MAGNA PLUSSE MD. 431PSI, 1285, 198 KW, 238 KV, 1900 RPM, 220/440 V, 620/310 AMP, 60 Hz, 3ø
- ⑩ MOTOR MCA. OTTO MOTORES, SERIE 669 0
- ⑪ TABLERO DE EMERGENCIA MCA. TIPO MOTORES NO. TABLERO 96934, CONTROL, 6000, 175 KW, 220V
- ⑫ INTERRUPTOR GENERAL, TENSOMANOMETRO 3 X 600 A MCA. MERLIN GERIN, 600 - 500 V, 1ø 18 KA-480 V
- ⑬ TABLERO DE EMERGENCIA EMPORABLE, MCA. SQUARE D CUT. VA. 600 UEL, 600 AMP, 600 Vca, 250 V/cd
- ⑭ TIERRA FISICA AISLADA, CON VALOR DE 5.49 OHMS CABLE DESNUDO CALIBRE 6 AWG
- ⑮ TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION MCA. SQUARE D EMPORABLE, 30 POLOS, 250V, 3ø, 4H, 60Hz
- ⑯ TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION EN BAJA TENSION MCA. FEDERAL PACIFIC DE SOBREPANEL, 3ø POLOS, NO. SERIE 1130, 250V, 800A, 3ø, 4H, 60Hz
- ⑰ TABLERO GENERAL DE EMERGENCIA MCA. MERLIN GERIN (FEDERAL PACIFIC) NO. CAT. 14400152A, 600Vc, 1max, 200Vc/d, max. 400A, 3ø, 4H, 60Hz

