

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



*Diseño de las redes eléctricas en alta tensión y baja tensión
para el suministro de energía a los Laboratorios del
Instituto de Investigaciones Tecnología Industrial
y de Normas Técnicas*

TESIS

Para optar el Título Profesional de
INGENIERO ELECTRICISTA

ANGEL EMILIO DIAZ ACEVEDO

Promoción 1973 - 1

Lima - Perú

1986

A MIS PADRES

I N D I C E

	Pag
I.- INTRODUCCION. - - - - -	8
1.- Memoria Descriptiva - - - - -	14
1.1. Generalidades - - - - -	15
1.2. Alcances - - - - -	18
1.3. Descripción - - - - -	20
1.3.1. Cargas Eléctricas - - - - -	20
1.3.2. Máxima Demanda - - - - -	20
1.3.3. Sub-estación - - - - -	21
1.3.4. Sala de Fuerza - - - - -	22
1.3.5. Redes de Alta Tensión - - - - -	23
1.3.6. Redes de Baja Tensión - - - - -	24
1.3.6.1. Alimentadores - - - - -	24
1.3.6.2. Tableros - - - - -	24
1.3.6.3. Alumbrado - - - - -	25
1.3.6.4. Fuerza - - - - -	26
1.3.6.5. Comunicaciones - - - - -	26
2.- Ingeniería del Proyecto. - - - - -	27
2.1. Estudio de las Cargas para Determinar la Máxima Demanda	28
2.1.1. Cargas Móviles - - - - -	30
2.1.1.1. Tecno Itintec - - - - -	30
2.1.1.2. Energía Electrónica - - - - -	31
2.1.1.3. Corrosión y Biogas - - - - -	32
2.1.1.4. Maestranza y Guardería - - - - -	32
2.1.1.5. Resumen - - - - -	33

II

	Pag.
2.1.2. Cargas Fijas	33
2.1.2.1. Tecno Itintec	33
2.1.2.2. Energía Electrónica	34
2.1.2.3. Corrosión y Biogas	36
2.1.2.4. Maestranza	40
2.1.2.5. Resumen	41
2.1.3. Máxima Demanda	42
2.1.3.1. Reserva	42
2.1.3.2. Totales	43
2.1.3.3. Ajuste	43
2.2. Diseño de Sub-estación 10/0.230 KV	43
2.2.1. Cálculos de Parámetros de la Red	45
2.2.2. Cálculos de Barras de Alta Tensión	49
2.2.2.1. Esfuerzos Mecánicos	51
2.2.2.2. Esfuerzos Térmicos	52
2.2.2.3. Resonancia	57
2.2.3. Cálculo de Barras de Baja Tensión	58
2.2.3.1. Esfuerzos Mecánicos	59
2.2.3.2. Esfuerzos térmicos	61
2.2.3.3. Resonancia	63
2.2.4. Ventilación de la Sub-estación	64
2.2.4.1. Volúmenes de Aire	64
2.2.4.2. Fuerza Ascensional	66
2.2.4.3. Resistencia al Flujo del Aire	68
2.3. Redes Eléctricas en Alta y Baja Tensión	73
2.3.1. Redes Eléctricas en Alta Tensión	73

III

	Pag.
2.3.1.1. Selección del Cable - - - - -	73
2.3.1.1.1. Por capacidad de corriente - - -	73
2.3.1.1.2. Por caída de tensión - - - - -	78
2.3.1.1.3. Especificación del cable - - - -	81
2.3.1.1.4. Zanja - - - - -	82
2.3.2. Redes Eléctricas en Baja Tensión - -	82
2.3.2.1. Fuentes de Energía - - - - -	83
2.3.2.2. Alumbrado - - - - -	85
2.3.2.3. Fuerza - - - - -	109
2.3.2.4. Alimentadores - - - - -	121
3.- Especificaciones Técnicas para Alta y Baja Tensión	134
3.1. Generalidades - - - - -	135
3.1.1. Materiales - Control de Calidad - - -	136
3.1.2. Oficina - - - - -	138
3.1.3. Prioridades de Planos y Especificaciones - - - - -	138
3.1.4. Mano de Obra - - - - -	139
3.1.5. Modificaciones - - - - -	139
3.1.6. Garantías - - - - -	140
3.1.7. Condiciones de Trabajo - - - - -	140
3.1.8. Uso de Instalaciones - - - - -	142
3.1.9. Rescisión de Contrato - - - - -	142
3.1.10. Planos - - - - -	145
3.1.11. Códigos y Reglamentos - - - - -	144
3.2. Especificación de Materiales - - - - -	145
3.2.1. Acometida en 10 KV - - - - -	145

IV

	Pag.
3.2.1.1. Celda de Derivación	145
3.2.1.2. Seccionador de Potencia	145
3.2.1.3. Cabeza Terminal	146
3.2.1.4. Cable de 10 KV	146
3.2.1.5. Zanjas	147
3.2.1.6. Buzones	147
3.2.1.7. Cruzadas	148
3.2.2. Sub-estación de Transformación	148
3.2.2.1. Celdas de Recepción y Transformación	148
3.2.2.2. Interruptor de Potencia	149
3.2.2.3. Porta-fusibles	150
3.2.2.4. Fusibles	150
3.2.2.5. Transformador de Potencia	150
3.2.2.6. Barras	152
3.2.2.7. Accesorios de Conexión	152
3.2.2.8. Sistema de Medición	155
3.2.2.9. Puesta a Tierra	156
3.2.3. Sala de Fuerza	157
3.2.3.1. Grupo Electrónico	159
3.2.3.2. Tablero de Transferencia Automático	168
3.2.4. Sala de Tableros	174
3.2.4.1. Tableros Generales	174
3.2.5. Acometidas en Baja Tensión	177
3.2.5.1. Cables	177
3.2.5.2. Empalmes	180

	Pag
3.2.5.3. Cajas Colgantes	180
3.2.5.4. Tuberías	181
3.2.6. Sistema General de Distribución	181
3.2.6.1. Tableros Eléctricos de Distribución	181
3.2.6.2. Barras de Derivación	182
3.2.6.3. Interruptores	183
3.2.6.4. Conductores	184
3.2.6.5. Tuberías	184
3.2.6.6. Cajas	184
3.2.6.7. Tomacorrientes	185
3.2.6.8. Artefactos de Iluminación	185
3.2.7. Comunicaciones	186
3.2.8. Alarmas Contra Incendio	186
3.2.8.1. Detector de Humo	187
3.2.8.2. Zumbadores	187
3.2.8.3. Alertadores	188
3.2.8.4. Central de Alarmas	188
3.2.9. Puestas a Tierra	189
3.3. Especificación de Instalaciones	190
3.3.1. Celda de Derivación	190
3.3.2. Acometida en 10 KV	190
3.3.3. Zanjas	191
3.3.4. Cruzadas	192
3.3.5. Celdas y Equipos de Recepción y Transformación	193
3.3.6. Equipos de Medición	194

VI

	Pag.
3.3.7. Equipos de Sala de Fuerza	194
3.3.8. Tableros Generales	196
3.3.9. Acometidas en Baja Tensión	197
3.3.10. Sistema General de Distribución	200
3.3.11. Comunicaciones	203
3.3.12. Alarma Contra Incendio	204
3.3.13. Pruebas	204
4.- Medrado y Presupuesto Actualizado	206
II.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.- Bibliografía	

I N T R O D U C C I O N

INTRODUCCION.

El Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas técnicas (ITINTEC), es un organismo público descentralizado del sector Industria que tiene por finalidad contribuir al desarrollo tecnológico del país mediante la realización de actividades de investigación tecnológica industrial, Normalización Técnica, Metrología, Asesoría en Control de la Calidad, Propiedad Industrial, extensión e información tecnológica y transferencia de tecnología.

Las actividades antes mencionadas, al orientarse a disminuir la dependencia tecnológica e incrementar el nivel de la población constituyen factor indispensable en el camino hacia el desarrollo económico y social.

Existe una relación muy estrecha y directa entre tecnología, trabajo y riqueza. La generación de riqueza está basada en el trabajo productivo y del mismo modo, ésta se fundamenta en la tecnología: a mayor desarrollo tecnológico mayor trabajo productivo y por ende mayor riqueza, que es en última instancia lo que puede permitir elevar el nivel de desarrollo de un pueblo.

Analizados estos conceptos a la luz de la realidad actual, podemos concluir que un factor importante y generador del fenómeno inflacionario que tan duramente agota a los países pobres resulta ser precisamente el escaso desarrollo tecnológico.

Combatir esta inflación requiere elevar los niveles de producción y productividad de las actividades que en el

país se efectúan. Sin embargo, es casi imposible pensar en esto si es que no contamos para ello con importantes programas de desarrollo tecnológico que fomenten la investigación y permitan incrementar la eficiencia de nuestras fuentes de riqueza.

ITINTEC es parte de ese programa, que gracias al mecanismo del 2% creado mediante la Ley General de Industrias, ha podido realizar importantes acciones en la búsqueda de soluciones que nos permiten ingresar en la gran dinámica tecnológica que mueve al mundo de hoy.

La Constitución Política del Perú, en su artículo 110, establece que: "El Estado promueve el desarrollo económico y social mediante el incremento de la producción y de la productividad, la racional utilización de los recursos, el pleno empleo y la distribución equitativa del ingreso. con igual finalidad, fomenta los diversos sectores de la producción y defiende el interés de los consumidores".

Es en este marco, como, la Ley General de Industrias en base al Decreto Ley N° 18350, del 27 de Julio de 1,970 inició la creación del Instituto cuya estructura orgánica se halla definida en el Decreto Ley N° 19565 del 26 de Setiembre de 1,972 y ha sido modificada por el Decreto Legislativo 171 del 12 de Junio de 1981.

Es de observar que el desarrollo de tecnologías adecuadas a la realidad nacional, con miras a vigorizar la posición de las empresas peruanas en este aspecto y a mejorar su productividad; es uno de los principales logros del

Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC).

Su existencia se orienta, además, a coadyudar en la salida de la posición de país subdesarrollado en que nos encontramos, incrementando las posibilidades de obtención de productos industriales cada vez de mejor calidad a menor costo con el uso óptimo de los recursos que disponemos.

A este afán, racionaliza sus esfuerzos, mediante Proyectos de Investigación Industrial Propios y Empresariales.

Los Proyectos Propios de Investigación Tecnológica Industrial son aquellos desarrollados por ITINTEC en base a los planes nacionales de desarrollo industrial y a coordinaciones intersectoriales; son financiadas con el fondo constituido con el 2% de la Renta Neta de las empresas que no presentan proyectos de investigación.

Estos proyectos son ejecutados directamente por ITINTEC (Proyectos por Administración) o encargado a instituciones de investigación, universidades, empresas o personas naturales (proyecto por contratos). La propiedad de los resultados de los proyectos, así como el usufructo de los mismos corresponden a ITINTEC, quien pone estos resultados a disposición de los interesados en su aplicación industrial.

Son ejemplos de Proyectos Propios de investigación industrial: Las Unidades Modulares de Colectores Solares, para atender necesidades de calentamiento de agua y deshi-

dratación de productos agrícolas en pequeña escala.

- Los Destiladores Solares de agua para la obtención de agua dulce en zonas desérticas.

Los Motores Eólicos de baja potencia para el bombeo de agua, de fabricación artesanal y semiindustrial para proporcionar agua tanto para el consumo doméstico, como para la ganadería y la pequeña agricultura en zonas naturales.

- Las microcentrales hidroeléctricas para satisfacer la demanda de energía eléctrica de poblaciones de hasta 2000 habitantes en zonas alejadas de la sierra con tecnología apropiada y de fabricación nacional, con potencias inferiores a 5,000 Kw.

Las Plantas de Producción de Biogas a partir de desechos animales y agrícolas para proveer combustible de uso doméstico (gas) y fertilizante orgánico, que permite satisfacer los requerimientos de cocción de alimentos e iluminación de una familia 6-8 personas y fertilizar 2 hectáreas de cultivo con un rendimiento similar al de los fertilizantes químicos, necesitándose solo el recurso de 3 vacas o su equivalente en otros residuos.

Los Proyectos Empresariales de Investigación Tecnológica Industrial son aquellos proyectos propuestos por una o más empresas industriales para ser financiados con el monto del 2% de su renta neta después de pagar impuestos de hasta 5 años consecutivos pudiendo ser ejecutados directamente por las empresas proponentes o encargarse su ejecución a universidades, instituciones de investigación

u otros, asesorando y supervisando ITINTEC su ejecución.

Uno de los aspectos que refleja el interés de las empresas industriales en investigación, es el hecho de que aproximadamente el 80% de las empresas sujetas al régimen del 2% desarrollan dentro de sus instalaciones proyectos de investigación tecnológica, con el objeto de resolver un problema técnico de la empresa y contribuyendo a la capacitación de su personal.

Son ejemplos de Proyectos Empresariales de Investigación Tecnológica Industrial:

- El Proyecto de Investigación para la fabricación de un accesorio de voladura que pueda reemplazar a los fulminantes eléctricos cuyo uso es peligroso en presencia de equipos eléctricos, corriente de alta tensión u otras cargas inducidas.
- La formulación de compuestos especiales de PVC para la fabricación de cables de A.T. y telefónicos altamente autoextinguibles.
- El estudio para la fabricación nacional de ácido clorosulfónico, evitando su importación, para su utilización en síntesis química.
- El Diseño y construcción de un sistema de generación eléctrica mediante celdas solares.

A efectos de cumplir con mayor amplitud las responsabilidades confiadas a la institución, ITINTEC contará con pabellones de investigación especializados por ramas industriales, ubicados en la esquina de las Avenidas Guardia Civil y Canadá, en San Borja donde funcionarán:

- 1.- Tecno ITINTEC
- 2.- Energía y Electrónica.
- 3.- Corrosión y Biogas.
- 4.- Maestranza y Guardería,

El diseño del sistema eléctrico en Alta y Baja Tensión de los pabellones dedicados a los laboratorios, es materia de la presente tesis.

1. M E M O R I A D E S C R I P T I V A

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1.- GENERALIDADES.-

El presente es un proyecto de electrificación del área de propiedad de ITINTEC, donde se construirán los laboratorios y oficinas que, con el edificio actualmente dedicado a Metrología responderán a un complejo programa de investigación científica.

El terreno se encuentra ubicado en el plano de zonificación de Lima Metropolitana, en el área de estructuración III, en la Provincia de Lima, Distrito de San Borja, al Norte de la Av. Javier Prado Este.

Tiene como límites, por el Oeste con la Prolongación de la Av. Guardia Civil, por el Norte con la Av. Canadá, por el Este y por el Sur colinda con el Conjunto Habitacional Torres de San Borja.

Las dimensiones son de 80 m. hacia la Av. Canadá y 128.22 m. hacia la Av. Guardia Civil.

El diseño de las redes eléctricas se ha desarrollado en base a los planos de arquitectura y de estructuras, a las disposiciones del Código Eléctrico del Perú, al Reglamento Nacional de Construcciones, a la buena práctica de la ingeniería y recogiendo las recomendaciones contenidas en las publicaciones: Manual AEG, Manual Westinghouse, Catálogos de Indeco, Pirelli, Merlengerin; textos universitarios de la especialidad y otros.

Los pabellones serán dedicados para:

Tecno Itintec

- Energía y Electrónica
- Corrosión y Biogas
- Maestranza y Guarderfa.

Para cumplir con el suministro continuo de energía eléctrica al Complejo de ITINTEC, se ha proyectado una derivación en 10 Kv desde una celda de la S.E. # 599 del Concesionario Electrolima con un tendido de cable N° 3x35 MM² NKY directamente enterrado en su recorrido por la vía pública y por ductos de concreto en el tramo interior.

También se ha diseñado la subestación interna, donde se ubicarán los elementos de control de la recepción de energía eléctrica y los transformadores de potencia, así como los tableros de distribución.

Considerando que existen áreas que requieren de una alimentación permanente de energía eléctrica, se ha previsto la instalación de un grupo electrógeno de emergencia, el mismo que entrará en funcionamiento en forma automática cuando se presente una interrupción del suministro por el concesionario.

Este criterio sugiere la instalación de un tablero de transferencia automático que permita la percepción de la falta de suministro comercial y la inmediata puesta en funcionamiento del grupo.

Además se ha seleccionado cuidadosamente, y por ambientes en cada laboratorio, las cargas eléctricas que

precisen de un suministro de emergencia, agrupando todas estas cargas en un Tablero General de Emergencia controlado por el Tablero de Transferencia Automático.

La distribución de la energía eléctrica en Baja Tensión, se ha proyectado efectuarla con cables del tipo NYJ de conformación triplex de 1 Kv en recorrido subterráneo, desde los tableros generales de suministro Normal y de Emergencia.

Así tenemos que, desde el Tablero General Normal (TGN) se distribuyen las acometidas para todos los tableros de Alumbrado Normal y para todos los tableros de Fuerza Normal ubicados en los pabellones de los laboratorios; es de observar que se precisa de una acometida exclusiva para la alimentación del Tablero de Fuerza Normal del Laboratorio de Electrónica.

Similarmente, desde el Tablero General de Emergencia se distribuyen las acometidas para todos los Tableros de Alumbrado de Emergencia y Fuerza de Emergencia.

La ubicación de las salidas para alumbrado y fuerza en los Pabellones de los Laboratorios, son el resultado del estudio de iluminación y utilización de máquinas y equipos por cada ambiente, teniendo en cuenta las recomendaciones de los manuales y códigos consultados así como las sugerencias de los usuarios.

1.2.- ALCANCES.

El presente proyecto comprende:

- El estudio de las cargas para determinar la Máxima Demanda, analizados desde los puntos de vista de cargas móviles y cargas fijas.
- El Diseño de la Red Primaria en Alta Tensión, 10 KV del tipo subterráneo que alimentará a la Sub Estación Proyectada desde la S.E. # 599 de Electrolima; incluyéndose también el diseño de la celda de derivación en 10 KV.
- El diseño de la Sub Estación al interior de ITINTEC, comprendiendo las celdas de recepción y medición de la energía en 10 KV, de los transformadores de potencia, de los Tableros Generales Normal y de Emergencia, del grupo electrógeno, del Tablero de Transferencia automático; construcción de obras civiles inherentes al diseño y selección de equipos y materiales complementarios.
- El diseño de la Red Secundaria en Baja Tensión, 230 V, incluyéndose el recorrido, empalmes y salidas de los alimentadores a los tableros de distribución ubicados en los pabellones, especificación de cables, detalles de tendido y diagrama de cargas.
- El diseño de la iluminación interior incluyendo la selección de lámparas y luminarias por cada ambiente; su prioridad a efectos de ubicarlos en el circuito Normal o de Emergencia y sus controles; además se ha diseñado las salidas para tomacorrientes para uso con cargas pequeñas típicas de oficina; se incluye el tendido de

alambres eléctricos y accesorios de complemento.

Diseño de Red Interior de Fuerza Electromotriz, considerando la ubicación de las máquinas herramientas y equipos existentes y futuras a cada área de los laboratorios.

Diseño del recorrido de la Red de Comunicación interna y externa y sus salidas. No se incluye el tendido y conexionado del sistema de comunicaciones.

1.3.- DESCRIPCION.-

En el desarrollo del presente proyecto encontramos:

1.3.1.- Cargas Eléctricas.-

El proyecto considera dos tipos de carga instalada, la esencial y la no esencial.

Forman parte de la carga esencial aquellos puntos de alumbrado y salidas de fuerza estratégicamente ubicados que permitan la continuidad del trabajo de los laboratorios y no ocasionen paralización de labores. La carga no esencial es aquella que puede quedar sin energía en casos excepcionales sin ocasionar mayor perjuicio para el trabajo de los laboratorios.

También se hace un análisis pormenorizado de las cargas móviles, donde se toma en cuenta la claridad preponderante de los ambientes de los laboratorios por su falso techo de baldosas de color blanco y paredes de color beige claro; y sustancialmente por la amplitud de ventanas; y de las cargas fijas donde se toma en consideración la distribución de las máquinas y equipos existentes y por llegar.

1.3.2.- Máxima Demanda.-

La máxima demanda para el presente proyecto es de 367 KVA.

La máxima demanda a contratarse de inmediato con el concesionario será de 547 KVA, para abastecer también la máxima demanda existente, que es de 180 KVA.

La máxima demanda futura es de 333 KVA.

La máxima demanda futura a contratarse con el concesionario deberá llegar a 880 KVA.

1.3.3.- Sub Estación.-

El nivel de tensión a utilizarse será de 220 voltios trifásico, 60 c/seg, para todo el proyecto.

El proyecto prevee la instalación de un transformador de 640 KVA, 10,000/220 voltios, 3 ϕ , 60 Hz, pero se ha diseñado la celda para la instalación de otro similar cuando se construya el nuevo edificio.

Las barras de Alta Tensión y Baja Tensión han sido calculados considerando las intensidades nominal y de cortocircuito que producen las sollicitaciones mecánicas y térmicas más exigentes; y preveiendo un alejamiento de los niveles de resonancia que garantien una confiabilidad del sistema.

En consecuencia, las dimensiones resultantes son las mínimas necesarias.

Asimismo, la ventilación de la subestación ha sido calculada considerando los factores de resistencia que opone toda la trayectoria al flujo de aire caliente, y las dimensiones del ducto de ingreso y de la ventana de salida de aire son las mínimas necesarias para asegurar una buena ventilación de forma natural, de la Sala de Transformadores.

Los Tableros Generales Normal y de Emergencia, estarán ubicados en una sala contigua a la sala de trans

formadores, y serán metálicos, del tipo autosoportado, con interruptores termomagnéticos de capacidad nominal y de cortocircuito indicados, medidores de tensión y corriente y accesorios especificados.

1.3.4.- Sala de Fuerza,-

El proyecto prevee la instalación de un grupo electrógeno de 130 Kw, 240 V \pm 10%, 60 c/s, con radiador y motor en línea de 4 cilindros, de 1,800 RPM y 7 lt de desplazamiento, con su tablero de control.

El dimensionamiento del grupo electrógeno responde a las cargas de emergencia y sólo alimentará al Tablero General de Emergencia.

La instalación del grupo electrógeno incluye el montaje de tanques diario y general de combustible según especificaciones.

Se ha previsto la instalación de un Tablero de Transferencia Automático para el intercambio de suministro de energía al Tablero General de Emergencia, equipado con interruptores termomagnéticos especificados.

Es de observar que el suministro de energía a las cargas esenciales y no esenciales es de la siguiente forma: Permanentemente ambas cargas estarán alimentadas por el suministro del concesionario.

Sólo en caso de la puesta en fuera de servicio del suministro del concesionario, el grupo electrógeno no entrará en funcionamiento para alimentar las car-

gas esenciales.

1.3.5.- Redes de Alta Tensión.-

En el proyecto se muestran los cálculos necesarios para la selección del cable que trabajará a 10 KV, por capacidad de corriente y caída de tensión; determinándose la utilización del cable tipo NKY con aislamiento de papel impregnado y cubierto de plomo.

Para la selección del calibre del cable, se consideran los factores de corrección reales a presentarse en el servicio, para obtener una corriente aparente que indique un calibre por capacidad nominal.

Luego se toma en consideración las solicitaciones por cortocircuito en un tiempo de duración standard y se obtiene el calibre mínimo que se precisa para garantizar su duración.

También se aplican las fórmulas y métodos para encontrar la caída de tensión en el recorrido y se obtiene un calibre mínimo que cumpla con la máxima caída aceptable.

Para el dimensionamiento de la zanja se toma en cuenta la relación del radio mínimo de curvatura del cable respecto a su diámetro exterior.

En cuanto al dimensionamiento de la celda de derivación, es de notar que la misma se ubicará en la S.E. # 599 de Electrolima y sus distancias entre partes activas y tierra responde a las mismas calculadas para la Sub Estación interior.

1.3.6.- Redes en Baja Tensión.-

1.3.6.1.- Alimentadores.-

Desde la sub estación interior se proyectará la red eléctrica en 220 V, 3 ϕ , 60 Hz selectivamente hacia las cargas según su clasificación de esencial o no esencial.

Así tenemos que se usará un cable conductor para alimentar todos los tableros de alumbrado normal o de carga no esencial, un cable para los de alumbrado de emergencia o de carga esencial; dos cables para los de fuerza normal y uno para el de fuerza de emergencia.

El tendido de los cables es del tipo subterráneo directamente enterrado.

La trayectoria, calibre, forma de recorrido y otros detalles se muestran en los planos.

La selección de los cables en Baja Tensión responden a los cálculos respecto a la capacidad de corriente y su caída de tensión, y son del tipo NYY para 1,000 voltios.

1.3.6.2.- Tableros.-

Los tableros de distribución serán metálicos del tipo para adosar con interruptores termomagnéticos de capacidad indicada en los planos.

La clasificación de los tableros obedece a la carga

que controla, así observamos que el TA-TI es el Tablero de Alumbrado Normal de Tecno Itintec y el TAE-TI es el Tablero de Alumbrado de Emergencia de Tecno Itintec.

Para todos los casos en que los tableros sean contiguos, se instalará el tablero normal o de carga no esencial, más próximo a la puerta de ingreso al local.

Las dimensiones, especificaciones, contenido y detalles de montaje se indican en los planos.

1.3.6.3.- Alumbrado.-

El número de luminarias es el resultado de la aplicación del método de los lúmenes sugerido por el Manual de Westinghouse.

Considerando que los ambientes son instalaciones para uso de investigación, ensayos y otros trabajos; se precisa de un sistema de iluminación general que a la vez que aproveche la proyección de la luz en forma directa, también permita una utilización de la luz que se dirige hacia el techo para usar la reflectancia del falso techo de baldosas blancas; luego seleccionamos el sistema semidirecto.

Los tomacorrientes considerados en esta parte, son para utilización en pequeñas cargas típicas de oficina y salas de exposiciones y serán del tipo doble universal empotrado.

El calibre de los conductores para las salidas de alumbrado y tomacorrientes típicos, responde a los cálculos de caída de tensión, que es más exigente que su capacidad de corriente.

1.3.6.4.- Fuerza.-

También aquí se clasifican las cargas en esencial y no esencial.

Los primeros se controlan con tableros de denominación TFE y los segundos TF.

La selección de las cargas y circuitos obedece a un análisis del servicio a efectuarse por cada salida.

La selección del calibre de los cables también obedece a los cálculos por capacidad de corriente y caída de tensión.

El recorrido de la tubería, la ubicación de las salidas y los detalles de instalación se muestran en los planos.

1.3.6.5.- Comunicaciones.-

El proyecto contempla la instalación de los tubos empotrados para comunicación con el exterior; asumiéndose una llegada del tipo aérea y la ubicación en los ambientes de las jefaturas u oficinas.

2. I N G E N I E R I A D E L P R O Y E C T O

2.- INGENIERIA DEL PROYECTO.

2.1.- ESTUDIO DE LAS CARGAS PARA DETERMINAR LA MAXIMA DEMANDA.-

La Máxima Demanda se obtiene como resultado de los análisis de las cargas en alumbrado (cargas móviles) y fuerza (cargas fijas); como se indica más adelante.

Para nuestro estudio de cargas, tenemos en cuenta los siguientes criterios:

- Los laboratorios de ITINTEC, cuentan con una relación de equipos que trabajarán en cada uno de los ambientes, para los cuales se necesita una distribución eléctrica en función de sus magnitudes de corriente.

Además a efectos del uso típico de oficina, se precisa de una distribución eléctrica orientada a suministrar el servicio de energía en puntos estratégicos para su oportuna y fácil utilización.

- Como el lapso normal de trabajo en los laboratorios es coincidente con el horario de oficina, el alumbrado instalado no tiene un funcionamiento continuo y uniforme sino que depende de los usuarios en cada ambiente; así es notable observar como es que para oficinas de áreas y trabajos afines, no podemos afirmar que el consumo en iluminación sea similar, puesto que algunos usuarios prefieren solamente la luz natural.

Esto es particularmente aplicable en éste caso porque se tiene amplitud de ventanas y un falso techo de baldosas blancas, habiéndose distribuido las mesas de traba-

jo, preferiblemente junto a las ventanas para aprovechar la ventilación y luz naturales.

- Para una mejor y más sencilla apreciación, se han agrupado las capacidades eléctricas correspondientes a alumbrado y uso típico de oficina como cargas móviles, y a equipos por instalarse como cargas fijas.
- Para el caso de cargas móviles, efectuamos un análisis ambiente por ambiente para designar las salidas eléctricas que trabajarán en simultáneo; de esta forma obtenemos una máxima demanda real y efectiva.
Luego obviamos la aplicación de factores indicados o tabulados en manuales.
- Similarmente, en el caso de cargas fijas, efectuamos un análisis de tiempo de funcionamiento de cada máquina en un ambiente para luego obtener una máxima demanda real para cada circuito.

Por otro lado, es de suponer que en ambientes dedicados a trabajos tan espacializados, existan áreas donde sea imprescindible el suministro de energía eléctrica; vale decir que no deberá faltar la energía cuando el concesionario no pueda abastecerla, así por ejemplo en trabajos de aplicación de programas computarizados a ensayos o mantenimiento de temperaturas para conservación de biocultivos o registros de reacciones químicas lentas, etc,

En consecuencia se hace necesario el suministro eléctrico por un grupo electrógeno que responda a éstas exigen-

cias. Y teniendo en cuenta que un sobredimensionamiento del grupo electrógeno haría oneroso su funcionamiento, decidimos por efectuar un análisis de todas las cargas fijas y móviles para obtener circuitos independientes controlados por tableros de distribución correspondientes a circuitos normales o de emergencia.

Luego, las cargas también están clasificadas según su priorización en CARGAS NORMALES y CARGAS ESENCIALES.

Todas son abastecidas desde el concesionario y las segundas desde el grupo electrógeno, solo en casos de emergencia y en la denominación de los tableros de distribución, se ha colocado el sufijo "E" a los correspondientes a las cargas esenciales.

Así, el TA-TI es el Tableros de Alumbrado de Tecno Itintec y el TAE-TI es el Tablero de Alumbrado de Emergencia de Tecno Itintec.

2.1.1.- Cargas Móviles.-

2.1.1.1.- Tecno Itintec.-

Del diseño del alumbrado para el pabellón de Tecno Itintec efectuado en plano IE-01, y considerando la utilización de alumbrado y fuerza en simultáneo durante el transcurso de la jornada de labor; se deduce:

	<u>TA-TI</u>	<u>TAE-TI</u>	<u>Total</u>
Salidas para alumbrado	76	41	117
Salidas para tomacor.	44	20	64
Alumbrado simultáneo	50	41	91
Tomacor. uso simultáneo	29	13	42
Max.Demanda alumbrado(x96w)	4,800 w	3,936 w	8,736 w
Max.Demanda tomacor.(x165w)	4,785 w	2,145 w	6,930 w
Máxima Demanda Total:	8,736 + 6,930 =		15,666 w
Potencia Instalada Total:			21,792

2.1.1.2.- Energía Electrónica.

El diseño del alumbrado para este pabellón se muestra en el plano IE-02, y para determinación de la Máxima Demanda seguimos el mismo criterio de la utilización simultánea de la energía eléctrica, como se indica a continuación:

	<u>TA-EE</u>	<u>TAE-EE</u>	<u>Total</u>
Salidas para alumbrado	88	53	141
Salidas para tomacor.	16	-	16
Alumbrado simultáneo	62	53	115
Tomacor. uso simultáneo	10	-	10
Max. Dem. alumbrado x 96w	5,952 w	5,088 w	11,040
Max. Dem. tomacor. x 165w	1,650 w	-	1,650
Máxima Demanda Total:	11,040 + 1,650 w =		12,690 w
Potencia Instalada Total			16,176

2.1.1.3.- Corrosión - Biogas.-

En este caso, el diseño está en el plano IE-03 y continuamos con el criterio de la utilización simultánea de la energía eléctrica en alumbrado y tomacorriente como se indica:

	<u>TA-CB</u>	<u>TAE-CB</u>	<u>Total</u>
Salidas para alumbrado	88	56	144
Salidas para tomacorr.	14	-	14
Alumbrado simultáneo	62	56	118
Tomacorr.uso simultáneo	9	-	9
Max. Dem. alumbrado x 96 w	5,952 w	5,376 w	11,328
Max. Dem. tomacorr. x 165 w	1,485 w	-	1,485

Máxima Demanda Total: $11,328 + 1,485 = 12,813$ w

Potencia Instalada Total 16,134

2.1.1.4.- Maestranza Guardería.-

Siguiendo el diseño del plano IE-04 y el criterio de carga simultánea, obtenemos la máxima demanda como se indica:

	<u>TA-MA1</u>	<u>TAE-MA1</u>	<u>TA-MA2</u>	<u>TAE-MA2</u>	<u>Total</u>
Salidas para alumb.	38	18	42	26	124
Salidas para tomacorr.	-	41	-	15	56
Alumbrado simultáneo	25	18	29	26	98
Tomacor.uso simultáneo	-	27	-	10	37
Max. Dem. alumbrado					
x 96 w.	2,400	1,728	2,784	2,496	9,408
Max. Dem. tomacorr.					
x 165 w.	-	4,455	-	1,650	6,105

Max. Demanda Total: 9,408 + 6,105 = 15,513 w
Potencia Instalada Total 21,144 w

2.1.1.5.- Resumen.-

La máxima demanda por alumbrado (cargas móviles) encontrado para cada pabellón, nos sirve para hallar el total, y a la vez obtenemos el factor de simultaneidad como una relación con la potencia instalada.

	<u>PI</u>	<u>MD</u>	<u>FD</u>
Tecno Itintec	21,792	15,666	0.719
Energía Electrónica	16,176	12,690	0.784
Corrosión Biogas	16,134	12,813	0.794
Maestranza Guardería	21,144	15,513	0.733
Total	75,246	56,682	0.753

2.1.2.- Cargas Fijas.-

2.1.2.1.- Tecno Itintec.-

En el plano IE-05 se muestra el diseño de las instalaciones eléctricas para alimentar las cargas fijas de donde, luego de un análisis de las horas de trabajo coincidente de máquinas, se obtiene la máxima demanda, como se muestra:

Carga instalada: 1.- Aire acondicionado	2.5 Kw
2.- Máquina herramienta #1	3.5 Kw
3.- Máquina herramienta #2	<u>3.5 Kw</u>
Total	9.5 Kw

Como el pabellón de Tecno Itintec se dedicará a la demostración de experimentos físico-químicos y presenta

ción de sistemas industriales con fines pedagógicos; sus necesidades de máquinas herramientas se limitan a la preparación de maquetas, modelos o prototipos de los procesos industriales reales existentes. La utilización de las máquinas herramientas no obedecen a un trabajo continuo sino a un trabajo acorde con el avance de los proyectos a presentar; luego se estima que una de las máquinas estará trabajando simultáneamente con el aire acondicionado que sí es de uso constante en los ambientes de exposición; es decir:

Carga en simultáneo:

items 1.- y 2.-: $2.5 + 3.5 = 6 \text{ Kw}$

<u>Tablero</u>	<u>P.I</u>	<u>MD</u>	<u>FD</u>
TF-TI	9,500 w	6,000 w	0.631

2.1.2.2.- Energía Electrónica.-

La disposición de las cargas eléctricas correspondientes a este pabellón se muestran en el plano IE-06; y analizando las cargas que han de trabajar en simultáneo obtenemos la máxima demanda, como se indica:

Carga instalada:

En tablero TF-EE:	1.- Estación de Radio	45 Kw
	2.- Extractor # 1	2 Kw
	3.- Extractor # 2	2 Kw
	4.- Extractor # 3	4 Kw
	5.- Motobomba # 1 prueba turbina	37.3 Kw

6 - Motobomba # 2 prueba	
turbina	37.3 Kw
En tablero TFE-EE:7.- Equipo electrónico	3 Kw
8.- Instrum.electrónico	3 Kw
9.- Equipos de energía	<u>40 Kw</u>
Total	173.6 Kw

En este pabellón se instalarán dos secciones de ITINTEC que tiene trabajos diferentes.

En Electrónica, aún cuando la estación de radio no operará en forma permanente sino en forma discontinua, tenemos que tenerlo en cuenta para efectos de necesidades de energía por su magnitud.

También se considera el funcionamiento de los extractores de aire que han de operar constantemente para conseguir ambientes más agradables. En cuanto a la operación del laboratorio con instrumentos y equipos electrónicos, requerirá en forma simultánea solo 2 Kw.

La sección de Energía orienta su trabajo al desarrollo de proyectos para la generación de nuevas fuentes de energía como la utilización de la energía eólica y al estudio de los equipos tecnológicos que han de utilizarse para su aplicación. Es por lo mismo que la operación de las motobombas # 1, # 2 puede efectuarse alternadamente sin que se altere proceso alguno. Asimismo, la utilización del extractor de aire será continuado para conseguir un agradable ambiente de trabajo. La operación de los restantes

equipos requerirá de 26 Kw en forma constante, estando incluidas las motobombas para pruebas hidráulicas.

En consecuencia obtenemos:

Carga uso simultáneo:

- En tablero TF-EE:

items 1, 2, 3, 4 y 5: $45 + 2 + 2 + 37.3 + 4 = 90.3$

- En tablero TFE-EE:

a.- de los items 7y8: 2 Kw

b.- del item 9: 26 Kw

Total : $90.3 + 2 + 26 = 118.3$ Kw.

<u>Tablero</u>	<u>PI</u>	<u>MD</u>	<u>FD</u>
TF-EE	127,600 w	90,300 w	0.707
TFE-EE	46,000 w	28,000 w	0.608
Total	173,600 w	118,300 w	

2.1.2.3.- Corrosión Biogas.-

La distribución eléctrica de las cargas para fuerza correspondientes a este pabellón, está indicada en el plano IE-07; y efectuando el análisis ya explicado obtenemos la máxima demanda:

Carga instalada:

En tablero TF-CB1:	1.- Estufa # 1	2 Kw
	2.- Horno	2.7 Kw
	3.- Aire acond. # 1	2.5 Kw
	4.- Extractor aire # 1	3 Kw
En tablero TFE-CB1:	5.- Cámara climatización	3.1 Kw
	6.- Espectrofotómetro	1.3 Kw

	7.- Equipos varios	2.4 Kw
En tablero TF-CB2:	8.- Aire acond. # 2	3 Kw
	9.- Extractor # 2	3 Kw
	10.- Chancadora	2.8 Kw
	11.- Zaranda	2.8 Kw
	12.- Molino	2.8 Kw
En tablero TFE-CB2:	13.- Quemador	2 Kw
	14.- Mufla	2.5 Kw
	15.- Plancha	3.5 Kw
	16.- Equipos Min: No-metálicos	5.0 Kw
En tablero TF-CB3:	17.- Aire acond. # 3	2.5 Kw
	18.- Mufla	3.3 Kw
	19.- Extractor # 3	3.0 Kw
En tablero TFE-CB3:	20.- Incubadora	1.1 Kw
	21.- Cromatógrafo	1.8 Kw
	22.- Tecator	1.0 Kw
	23.- Estufa # 2	1.5 Kw
	24.- Microfermentador	1.3 Kw
	25.- Bañomaría	1.6 Kw
	26.- Cocinilla	1.5 Kw
	27.- Microkjeltec	1.0 Kw
	28.- Equipos biogas	3.0 Kw
	Total	67.0 Kw

Este pabellón albergará a tres secciones del ITINTEC con trabajos especializados muy específicos y distintos.

La sección de corrosión orienta su trabajo al estudio

de los elementos químicos que detienen la corrosión de los minerales y permiten una prolongación de su vida útil para su uso en máquinas que funcionarán a orillas del mar u otro ambiente nocivo. Para esto requiere de una operación constante de la cámara de climatización, horno, espectrofotómetro y aire acondicionado, y solo de 1,600 watts para el resto de equipos que son electrónicos de bajo consumo. La alimentación eléctrica y control de las cargas en esta sección, se efectuarán desde los tableros TF-CB1 y TFE-CB1. Corresponde al primero la alimentación con energía del concesionario y al segundo del grupo electrógeno de emergencia.

La sección de Minerales No Metálicos se dedica al estudio del comportamiento de los elementos químicos de su competencia para su mejor utilización en el campo industrial; necesitando, para cumplir sus objetivos, la utilización simultánea de la mufla, del quemador y la plancha en el ámbito del laboratorio y de la chancadora y la zaranda en el ambiente de ensayos. Asimismo precisan del aire acondicionado para crear un grato ambiente de trabajo y de un 65% de la suma de las cargas del resto de equipos. La alimentación y el control eléctricos se harán desde los tableros TF-CB2 y TFE-CB2 del concesionario y de emergencia respectivamente.

La sección de Biotecnología (Biogas), dedica sus esfuerzos al estudio de los elementos orgánicos presen

tes en todo proceso y producto industrial, destacándose sus logros en los biodigestores, para la obtención de gas natural para su utilización en cocinas y lámparas. Para efectuar sus estudios, necesita el funcionamiento simultáneo de la mufla, incubadora, estufa # 2, microfermentador, cocinilla y microkjelttec; también del aire acondicionado # 3 y un 65% del resto de equipos existentes. Su alimentación y control se realizarán con los tableros TF-CB3 y TFE-CB3, donde también, el primero es el circuito del concesionario y el segundo del grupo electrógeno. En resumen tenemos: Carga uso simultáneo:

En el tablero TF-CB1:

a) items 2 y 3: $2.7 + 2.5 = 5.2$ Kw

En el tablero TFE-CB1:

a) items 5 y 6

b) del item 7 el 65%

Es decir: $3.1 + 1.3 + 1.6 = 6$ Kw

En el tablero TF-CB2:

a) item 8, 10 y 11: $3 + 2.8 + 2.8 = 8.6$ Kw

En el tablero TFE-CB2:

a) item 13, 14, 15,

b) del item 16 el 65%

Es decir: $2 + 2.5 + 3.5 + 3.25 = 11.25$ Kw

En el tablero TF-CB3:

a) item 17, 18: $2.5 + 3.3 = 5.8$ Kw

En el tablero TFE-CB3:

a) item 20, 23, 24, 26, 27

b) del item 28 el 65%

Es decir: $1.1 + 1.5 + 1.3 + 1.5 + 1 + 2 = 8.4 \text{ Kw}$

<u>Tablero</u>	<u>PI</u>	<u>MD</u>	<u>FD</u>
TF-CB1	10.2	5.2	0.509
TFE-CB1	6.8	6.0	0.882
TF-CB2	14.4	8.6	0.597
TFE-CB2	13.0	11.25	0.865
TF-CB3	8.8	5.8	0.659
TFE-CB3	13.8	8.4	0.608
Total	67 Kw	45.25 Kw	

2.1.2.4.- Maestranza.-

El diseño de la distribución eléctrica de Maestranza se indica en el plano IE-08, y siguiendo el criterio del análisis de trabajo simultáneo, obtenemos:

Carga instalada:

En tablero TF-MA:	1.- Horno	10 Kw
	2.- Cizalla	4.7 Kw
	3.- Roladora	15 Kw
	4.- Extractor	8 Kw
En tablero TFE-Ma:	5.- Máquina soldadora	8 Kw
	6.- Sierra circular	7 Kw
	7.- Torno	7.5 Kw
	8.- Taladro	2.8 Kw
	9.- Cepillo	2.8 Kw
	10.- Fresa	2.3 Kw
	11.- Esmeril	0.9 Kw
	Total	69.0 Kw

El pabellón de Maestranza también es compartido por el área de guardería infantil, empero esta última no tiene cargas de fuerza de importancia. Luego la energía para fuerza electromotriz es absorbida por el taller de maestranza que fundamentalmente se dedica a la fabricación de prototipos o modelos en fierro y aluminio de procesos tecnológicos industriales con innovaciones y cambios de diseño. A este fin precisa del funcionamiento simultáneo del horno, la cizalla, torno, taladro, cepillo y fresa; así como del extractor de aire. Es decir que tendremos:

Carga en simultáneo:

En tablero TF-MA:

$$a) \text{ item } 1, 2, 4: 10 + 4.7 + 8 = 22.7 \text{ Kw}$$

En tablero TFE-MA:

$$a) \text{ item } 7, 8, 9, 10: 7.5 + 2.8 + 2.8 + 2.3 = 15.4 \text{ Kw}$$

<u>Tablero</u>	<u>PI</u>	<u>MD</u>	<u>FD</u>
TF-MA	37.7	22.7	0.602
TFE-MA	31.3	15.4	0.492
Total	69.0 Kw	38.1 Kw	

2.1.2.5.- Resumen.-

La máxima demanda por cargas fijas se obtiene considerando los valores hallados para cada pabellón; así mismo hallaremos la potencia instalada por cargas fijas y el factor de simultaneidad.

	<u>PI</u>	<u>MD</u>
Tecno Itintec	9.5	6
Energía Electrónica	173.6	118.3
Corrosión Biogas	67	45.25
Maestranza	69	38.1
Total	319.1	207.65

2.1.3.- Máxima Demanda.-

Considerando los valores encontrados para cada pabellón, podemos hallar la potencia y máxima demanda, totales y el factor de demanda, así:

	<u>PI</u>	<u>MD</u>	<u>FD</u>
Alumbrado	75,246	56,682	0.753
Fuerza	<u>319,100</u>	<u>207,650</u>	<u>0.650</u>
Totales	394,346 Kw	264,322 Kw	0.670

2.1.3.1.- Reserva.-

Para la decisión del nivel de reserva a considerar, observamos que los laboratorios están en proceso de formación, son de reciente creación y tienen una insospechada proyección hacia el futuro mediato.

De inmediato, podrán ponerse en práctica nuevos programas de trabajo que amplíen las demandas actuales. En consecuencia, a esto último atenderemos con una reserva adecuada.

Es de observar que la misma previsión se está tomando al dimensionar el área para la operación del gru-

po electrógeno, el mismo que podrá cambiarse por otro más grande sin cambiar de ubicación.

Ahora bien, optamos por un margen de reserva del 25% y obtenemos:

<u>PI</u>	<u>MD</u>	<u>FD</u>
492,933	330,403	0.670

2.1.3.2.- Totales.-

A efectos de obtener cantidades totales en unidades fácilmente manejables, asumimos un factor de potencia promedio de 0.9; con lo que llegamos a:

$$\cos \phi = 0.9$$

<u>PI</u>	<u>MD</u>	<u>FD</u>
547,703 VA	367,114.5 VA	0.670

2.1.3.3.- Ajuste.-

Trabajaremos con una Máxima Demanda como se indica.

M.D. 367 KVA

2.2.- DISEÑO DE SUB ESTACION 10/0.230 KV.-

Para efectuar el diseño de la Sub Estación, tenemos en cuenta que ésta debe atender las demandas de energía eléctrica de tres grandes cargas, a saber:

- Pabellones de Laboratorios (presente proyecto)	367 KVA
- Laboratorio, oficinas y pruebas (existente)	180 KVA
- Edificio de oficinas y ensayos (futuro)	<u>333 KVA</u>
Total	880 KVA

La disposición de los transformadores está orientado a proporcionar toda la energía a las barras de 220 v; desde donde se alimentará a tres tableros que controlarán uno a cada carga.

En una sala contigua está ubicado el grupo eléctrico y el Tablero de Transferencia automático.

A efectos de dimensionar los transformadores de la subestación, tenemos en cuenta que:

- La carga actual es de 180 KVA
- La carga actual añadida a la del presente proyecto es de 547 KVA.
- La carga futura es de 333 KVA

Luego necesitamos una subestación transformadora que atienda la carga actual y la del presente proyecto y tenga la capacidad suficiente para abastecer la carga futura.

Considerando la potencia nominal más próxima existente en el mercado del transformador, optamos por la instalación de dos transformadores de 640 KVA.

Los mismos funcionarán en dos etapas, siendo la primera de ellas la correspondiente al presente proyecto y la segunda etapa regirá a la construcción del nuevo edificio.

Nótese que la potencia de los transformadores excede en 400 KVA a la demanda máxima, esta potencia será una reserva a usarse en el área libre existente dentro del límite de propiedad de ITINTEC,

Por otro lado, es de observar que la carga actual se abastece directamente de una llave de salida del Tablero General del Instituto Peruano de Energía Nuclear, IPEN vecino del ITINTEC.

2.2.1.- Cálculo de Parámetros de la Red.-

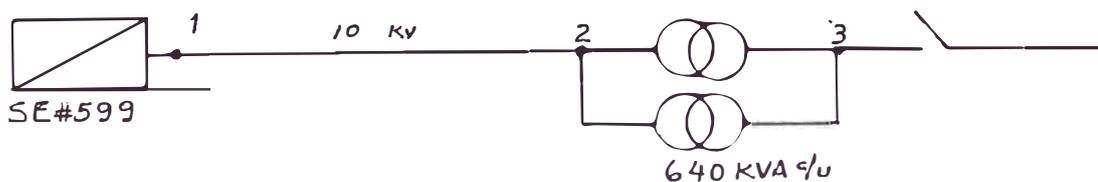
Cómo nuestra Sub Estación será alimentada desde la S.E. # 599 de Electrolima, tomamos como dato la potencia del cortocircuito de esta Sub Estación, y a partir de aquí, calculamos las solicitaciones por cortocircuito en los puntos estratégicos del sistema.

$$P_{cc} = 250 \text{ MVA}$$

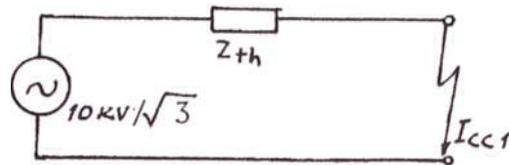
$$I_{cc_1} = \frac{P_{cc_1}}{\sqrt{3} \text{ KV}} = \frac{250 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \times 10 \text{ KV}} = 14.45 \text{ KA}$$

$$I_{cc_1} = 14.45 \text{ KA}$$

La ubicación de los puntos estratégicos de la red se muestra en el diagrama siguiente:



El diagrama equivalente para el punto número 1 es:



y la impedancia se calcula así:

$$Z_{th1} = \frac{V}{\sqrt{3} I_{cc}} = \frac{10 \text{ KV}}{\sqrt{3} \times 14.45 \text{ KA}}$$

$$Z_{th1} = j0.4 \text{ ohmios } \angle 90^\circ$$

Ahora bien, los puntos 1 y 2 del diagrama inicial están conectados con un cable NKY-3 x 70 mm², cuyos parámetros son calculados en 2.3.1. y se muestran:

$$R = 0.296 \ \Omega / \text{Km}$$

$$X = 0.093 \ \Omega / \text{Km}$$

y con una longitud de 0.230 Km

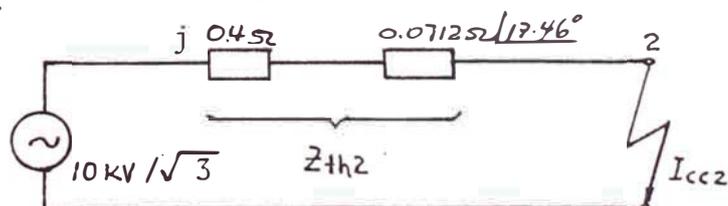
$$R = 0.068 \text{ ohmios}$$

$$X = 0.02139 \text{ ohmios}$$

$$Z = \sqrt{0.068^2 + 0.02139^2}$$

$$Z = 0.0712 \text{ ohmios } \angle 17.46^\circ$$

Luego, para el punto número 2 del diagrama inicial se tiene:



La impedancia será:

$$Z_{th_2} = 0.068 + j 0.42139$$

$$Z_{th_2} = 0.4268 \angle 80.8^\circ \text{ ohmios}$$

La corriente de cortocircuito será:

$$I_{cc_2} = \frac{10 \text{ KV}}{\sqrt{3} \cdot 0.4268} = 13.52 \text{ KA}$$

$$I_{cc_2} = 13.52 \text{ KA}$$

La potencia de cortocircuito sera:

$$P_{cc_2} = \sqrt{3} \text{ KV} \times I_{cc}$$

$$P_{cc_2} = \sqrt{3} \cdot 10 \times 13.52 = 234.17 \text{ MVA}$$

$$P_{cc_2} = 234.17 \text{ MVA}$$

Ahora consideramos los transformadores con los siguientes parámetros:

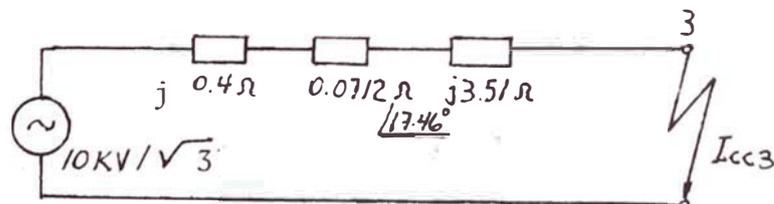
Potencia nominal 640 KVA c/u

Tensión Cortocircuito 4.5% c/u

Luego la impedancia de los transformadores será:

$$Z_{tr} = 0.045 \times \frac{10,000^2}{2 \times 640,000} = j 3.51 \text{ ohmios}$$

y para el punto número 3 del diagrama inicial se tiene:



La impedancia total es:

$$Z_{th_3} = j 0.4 + 0.068 + j 0.02139 + j 3.51$$

$$Z_{th_3} = 3.9317 \angle 89^\circ$$

donde la corriente de cortocircuito será:

$$I_{cc_3} = \frac{10 \text{ KV}}{\sqrt{3} \cdot 3.9317} = 1.468 \text{ KA}$$

$$I_{cc_3} = 1.468$$

y la potencia de cortocircuito es:

$$P_{cc_3} = 3 \cdot 10 \text{ KV} \times 1.468 \text{ KA} = 25.426 \text{ MVA}$$

$$P_{cc_3} = 25.426 \text{ MVA}$$

y tomando estos resultados referidos a 220 V, tenemos que:

La corriente de cortocircuito en el punto 3 es:

$$I_{cc_3}(220 \text{ V}) = I_{cc_3}(10 \text{ KV}) \times \frac{10 \text{ KV}}{220 \text{ V}}$$

$$= 1.468 \text{ KA} \times \frac{10 \text{ KV}}{220 \text{ V}}$$

$$I_{cc_3}(220 \text{ V}) = 66.727 \text{ KA}$$

La potencia de cortocircuito:

$$P_{cc_3}(220 \text{ V}) = \sqrt{3} \cdot 220 \text{ V} \times 66.727 \text{ KA}$$

$$P_{cc_3}(220 \text{ V}) = 25.426$$

2.2.2.- Cálculo de Barras de Alta Tensión.-

Para el cálculo de las barras de alta tensión, utilizamos los parámetros calculados para el punto número 2, que es, en la práctica, donde han de colocarse.

$$\text{Luego: } I_{cc} = 13.52 \text{ KA}$$

$$P_{cc} = 234.17 \text{ MVA}$$

la corriente de choque la hallamos así:

$$I_{ch} = T \sqrt{2} I_{cc}$$

y, con el valor de $T = 1.8$, el más desfavorable:

$$I_{ch} = 1.8 \sqrt{2} 13.52$$

$$I_{ch} = 34.41 \text{ KA}$$

También calculamos la corriente nominal:

$$I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} V} = \frac{880}{\sqrt{3} \times 10} = 50.8 \text{ A}$$

y considerando esta capacidad y dimensiones para una sencilla operación de conexión, adoptamos las barras de las dimensiones siguientes:

barras de sección rectangular de 5 x 50 mm

**CAPACIDAD DE CARGA PARA PLATINAS Y BARRAS DE
COBRE ELECTROLITICO, SEGUN NORMAS DIN 46411
A LAS FRECUENCIAS INDUSTRIALES 40 a 60 Hz.**

ancho x espesor		Peso Kg. per mt.	BARRAS PLATINAS				BARRAS DESNIBADAS			
m/m	pulgadas Aprox.		NUMERO DE PLATINAS				EN PARALELO			
		mm ² .	1 I	2 II	3 III	4 IV	1	2 II	3 III	4 IV
12x2	1/2 x 5/64	24	125	225	=	=	110	200	=	=
15x2	5/8 x 5/64	30	155	270	=	=	140	240	=	=
15x3	5/8 x 1/8	45	185	330	=	=	170	300	=	=
20x2	3/4 x 5/64	40	205	350	=	=	185	315	=	=
20x3	3/4 x 1/8	60	245	425	=	=	220	380	=	=
20x5	3/4 x 3/16	100	325	550	=	=	290	495	=	=
25x3	1 x 1/8	75	300	510	=	=	270	460	=	=
25x5	1 x 3/16	125	385	670	=	=	350	600	=	=
30x3	1-3/16 x 1/8	50	350	600	=	=	315	540	=	=
30x5	1-3/16 x 3/16	150	450	780	=	=	400	700	=	=
40x3	1-9/16 x 1/8	120	460	780	=	=	420	710	=	=
40x5	1-9/16 x 3/16	200	600	1000	=	=	520	900	=	=
40x10	1-9/16 x 3/8	400	835	1500	2060	2800	750	1350	1850	2500
50x5	2 x 3/16	250	700	1200	1750	2310	630	1100	1550	2100
50x10	2 x 3/8	500	1025	1800	2450	3330	920	1620	2200	3000
60x5	2-3/8 x 3/16	300	825	1400	1980	2650	750	1300	1800	2400
60x10	2-3/8 x 3/8	600	1200	2100	2800	3800	1100	1860	2500	3400
80x5	3-1/8 x 3/16	400	1060	1800	2450	3300	950	1650	2200	2900
80x10	3-1/8 x 3/8	800	1540	2600	3450	4600	1400	2300	3100	4200
100x10	4 x 3/8	1000	1880	3100	4000	5400	1700	2700	3600	4800

Las medidas señaladas con (=) son de producción nacional.

BARRAS DE COBRE REDONDAS

M/M	diámetro nominal		Peso Kilos x Metro	Capacidad de carga en amperes
	pulgadas			
6	0.236	= 11/4"	0.254	125
8	0.315	= 5/16"	0.447	160
10	0.393	= 3/8"	0.700	250
12	0.472	= 1/2"	0.985	300
14	0.552	= 9/16"	1.370	440
16	0.630	= 5/8"	1.790	480
18	0.710	= 23/32"	2.280	600
20	0.788	= 3/4"	2.796	670
22	0.866	= 7/8"	3.410	750

2.2.2.1.- Esfuerzos Mecánicos.-

Sabemos que ante el paso de corriente eléctrica por las barras se producen fuerzas de atracción cuando el flujo es en el mismo sentido y de repulsión cuando es en sentido contrario, y los casos más desfavorables se presentan en el momento de mayor flujo de corriente, vale decir, con el paso de la corriente de choque.

Luego, de acuerdo al método desarrollado en el manual AEG; tenemos:

dimensiones en barras 5 x 50 mm

área de sección 250 mm²

peso por metro lineal 2.23 Kg

capacidad de corriente, barras pintadas = 700 A

momento resistente en el eje X, $W_x = 2.080 \text{ cm}^3$

Valores de límite elástico

$\sigma_{0.2}$ mínimo 2,500 Kgf/cm²

$\sigma'_{0.2}$ máximo 3,400 Kgf/cm²

0.8 $\sigma'_{0.2}$ 2,720 Kgf/cm²

d = distancia de separación entre barras

$$= 10 \text{ cm} + 1 \text{ cm/Kv} = 20 \text{ cm}$$

l = distancia entre apoyos = 1 mt = 100 cm

eje de flexión = X

La fuerza por acción electrodinámica es:

$$F = 2.04 \times 10^{-2} I_{ch}^2 \times \frac{1}{d}$$

$$F = 2.04 \times 10^{-2} \times 34.4^2 \times \frac{100}{20}$$

$$F = 120.773$$

El esfuerzo al que esta fuerza somete a la barra se calcula así:

$$\sigma = \frac{F l}{12 Wx}$$

$$\sigma = \frac{120.773 \times 100}{12 \times 2.08}$$

$$\sigma = 483.866 \text{ Kg/cm}^2$$

Ahora bien, la condición que debe cumplir este último valor es que no debe ser mayor al doble de la mínima sollicitación de la barra.

Es decir:

$$\sigma \leq 2\sigma_{0.2}$$

y reemplazando valores: $483.866 < 2 \times 2,500$

$$483.866 < 5,000$$

notamos que se satisface la condición.

2.2.2.2.- Esfuerzos Térmicos.

Como el paso de la corriente eléctrica produce calentamiento en las barras, las mismas deberán responder a estas sollicitaciones y para estos efectos hacemos los cálculos de esfuerzos térmicos como sigue:

Asumimos un tiempo de apertura de los elementos de control, interruptor y relés, total de 0.2 seg.

$$t = 0.2 \text{ seg.}$$

Calculamos la corriente de cortocircuito térmicamente activa, I_m , así:

$$I_m = I_{cc} \sqrt{(m + n) \frac{t}{1}} \quad (\text{KA})$$

donde:

m = factor de presencia de corriente continúa.

n = factor de presencia de corriente alterna.

t/1 = factor de tiempo de apertura, referido a segundos.

Para hallar m:

tomamos el valor de T = 1.8, el más desfavorable, y del gráfico 7/86 del manual AEG, para t = 0.2 seg.

$$m = 0.30$$

Para hallar n:

consideramos una red de alimentación infinita; entonces la corriente alterna presente en el cortocircuito (I_{ca}) será, en el caso más desfavorable, igual a la corriente de cortocircuito considerada para las barras.

Es decir:
$$\frac{I_{ca}}{I_{cc}} = 1$$

y de la figura 7/86 de manual AEG.

$$n = 1$$

Luego:

$$I_m = 13.52 \sqrt{(0.3 + 1) 0.2}$$

$$I_m = 6.894 \text{ KA}$$

Ahora bien, suponemos que se presenta un reenganche 0.3 segundos después de presentada la falla:

- consideramos, como caso más desfavorable, que la corriente de cortocircuito térmicamente activa del reenganche sea igual a la inicial (I_m).

El valor medio de la corriente de cortocircuito térmicamente activa es:

$$I_{ms} = \sqrt{2} I_m$$

$$I_{ms} = \sqrt{2} 6.894$$

$$I_{ms} = 9.749$$

Por otro lado, calculamos la corriente de cortocircuito nominal de corta duración para un segundo,

I_{th} , así:

$$I_{th} = S_{th} \times q \times 10^{-3} \text{ (KA)}$$

donde:

q = sección en mm^2

S_{th} = densidad de corriente nominal de corta duración en A/mm^2

Para hallar S_{th} :

sabemos que las barras no están sometidas a tracción en su montaje, y de la tabla 7/10, con esfuerzos menores a 1 Kg/mm^2 ,

hallamos la temperatura máxima admisible en cortocircuito = 200°C

y con temperatura inicial = 65°C

temperatura final = 200°C

hallamos, de las curvas de la fig. 7/87

$$S_{th} = 142 \text{ A/mm}^2$$

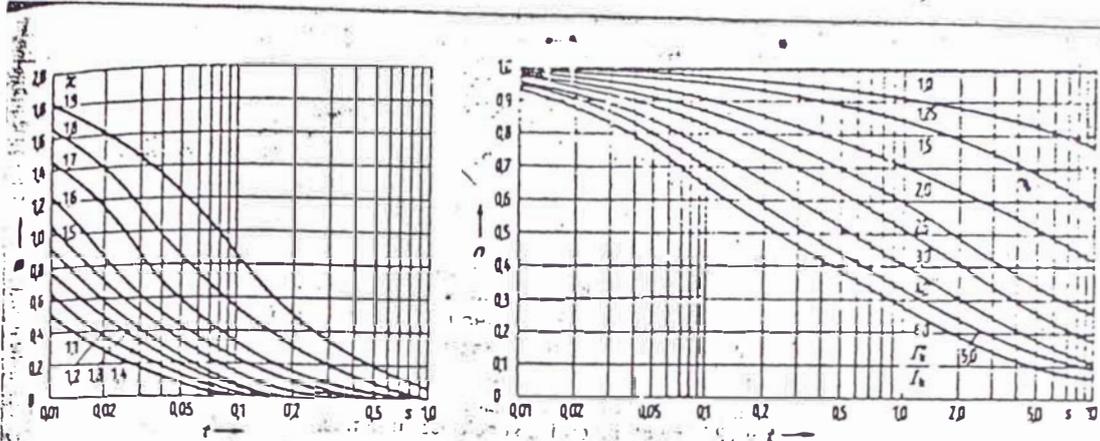


Fig. 7/86. Magnitudes de influencia

Tabla 7/10. Temperaturas máximas admisibles para conductores de corriente conforme a VDE 0103/1.61

Clase de conductor ¹⁾	Material	Temperatura máx. admisible en cortocircuitos, en °C
Conductores desnudos y pintados y conductores con una tracción < 1 kgf/mm ²	Cu	200
	Al	180
	St	200
Cables conductores con una tracción ≥ 1 kgf/mm ²	Cu	170
	Al	130
	Al/St y Aldrey	160
	St	200
Cables para una tensión hasta 6 kV 10 - 20 kV desde 30 kV	Cu y Al	160 ²⁾
	Cu y Al	140 ²⁾
	Cu y Al	120 ²⁾

1) La temperatura extrema puede ser, según VDE 0141/2. 64, en líneas de toma de tierra, de 300 °C, si esto no es causa de peligro de incendio

2) Valores de orientación

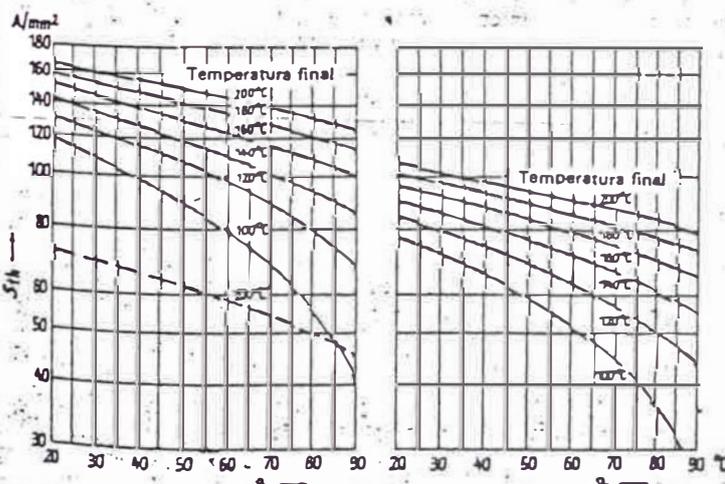


Fig. 7/87. Densidad de corriente nominal de corta duración

a la izquierda: de para cobre (líneas continuas) y acero (líneas a rayas)

a la derecha: para aluminio, Aldrey y Al/St

luego:

$$I_{th} = 142 \times 250 \times 10^{-3} \text{ KA}$$

$$I_{th} = 35.5 \text{ KA}$$

Y teniendo en cuenta la presentación del reenganche, el tiempo de maniobra se duplicará.

Es de observar que asumimos también, que no hay disipación de calor en el breve lapso de 0.3 seg. entre disparos de los elementos de control, ni en los momentos de cortocircuito.

Luego: $t = 0.4 \text{ seg.}$

La fracción de corriente de cortocircuito nominal será:

$$I_{th}' = I_{th} \sqrt{\frac{0.4}{1}} = 35.5 \sqrt{0.4}$$

$$I_{th}' = 22.452 \text{ KA}$$

La condición que debe cumplirse es:

$$I_{ms} \leq I_{th}'$$

es decir: $9.747 \text{ KA} < 22.4 \text{ KA}$

lo que permite afirmar que las barras cumplirán con las sollicitaciones térmicas.

2.2.2.3.- Resonancia.-

A efectos de cerciorarnos que las barras no entrarán en resonancia con la frecuencia natural de la red o con su doble; calculamos la frecuencia (F) de oscilación propia de las barras, así:

$$F = 122 \sqrt{\frac{E J}{g l^4}} \text{ ciclos/seg.}$$

donde:

E = módulo de elasticidad = 1.25×10^6 Kg/cm² para el cobre.

J = momento de inercia de la barra sobre un eje perpendicular al plano de oscilación.

g = peso de la barra en Kg/cm = 0.0223 Kg/cm

L = longitud entre apoyos = 100 cm.

Calculamos el momento de inercia:

$$J = \frac{a^3 b}{12}$$

donde:

a = grosor de la barra = 0.5 cm

b = alto de la barra puesta de canto = 5 cm

$$J = \frac{0.5^3 \times 5}{12} = 0.052 \text{ cm}^4$$

Luego:

$$F = 112 \sqrt{\frac{1.25 \times 10^6 \times 5.2 \times 10^{-2}}{2.23 \times 10^{-2} \times 10^8}}$$

$$F = 19 \text{ ciclos}$$

esta frecuencia está suficientemente lejos de la frecuencia de la red, de 60 c/seg; por lo que podemos afirmar que no entrará en resonancia.

2.2.3.- Cálculo de Barras de Baja Tensión.-

Para el cálculo de la barra de baja tensión, utilizamos los parámetros calculados para el punto # 3 del diagrama inicial del presente capítulo, referidos a 220 V.

Luego:

$$I_{cc} = 66.727 \text{ KA}$$

$$P_{cc} = 25.426 \text{ MVA}$$

La corriente de choque

$$I_{ch} = 2.55 I_{cc} = 2.55 \times 66.727 \text{ KA} = 170.154 \text{ KA}$$

la corriente nominal será:

$$I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} V_N}$$

$$I_N = \frac{330 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \times 220 \text{ v}} = 2.312 \text{ KA}$$

Luego, teniendo en cuenta esta capacidad, optamos por colocar dos barras por fase, de las características siguientes:

material: cobre, tipo E-Cu-F30

dimensiones: 10 x 100 mm ó 1 x 10 cms

número: 2

capacidad: las barras pintadas, transportan 3,100A
(de catálogo de fabricante, SARECO)

2.2.3.1.- Esfuerzos Mecánicos.-

Seguimos el mismo método anterior, y tenemos que:

los momentos resistentes de las barras parciales son:

$$W_x = 16.7 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 1.67 \text{ cm}^3$$

los valores de límite elástico:

$$\sigma_{0.2 \text{ mínimo}} = 2,000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{0.2 \text{ máximo}} = 3,400 \text{ Kg/cm}^2$$

$$0.8 \sigma_{0.2} = 2,720 \text{ Kg/cm}^2$$

luego optamos por:

- distancia entre centro de barras = 0.30 cm.
y de la Tabla 7/7 del manual AEG, la distancia activa entre las barras, $A_t = 4.7$ cms.
- distancia entre apoyos, $l = 1$ m = 100 cms.
- distancia entre piezas intermedias de las barras, $l_t = 33.3$ cms..

Los ejes de las solicitaciones por esfuerzos electrodinámicos serán:

para la flexión principal = eje x

para la barra parcial = eje y

Los momentos resistentes serán:

para la barra principal $W = 16.7 \times 2 = 33.4$ cm³

para la barra parcial $W_t = 1.67$ cm³

Calculamos los esfuerzos electrodinámicos entre barras principales (F_h):

$$F_h = 2.04 \times 10^{-2} I_{ch}^2 \times \frac{1}{a}$$

$$F_h = 1,968.76 \text{ Kgf}$$

los esfuerzos resultantes serán:

$$\sigma_h = \frac{F_h \times l}{12 W}$$

$$\sigma_h = \frac{1,968.76 \times 100}{12 \times 33.4} = 491.20 \text{ Kgf/cm}^2$$

Ahora bien, calculamos lo mismo para las barras parciales:

$$F_t = 2.04 \times 10^{-2} \left(\frac{I_{ch}}{t}\right)^2 \times \frac{l_t}{A_t}$$

$$F_t = 2.04 \times 10^{-2} \times \frac{170.154}{2}^2 \times \frac{33.3}{4.7}$$

$$F_t = 1,046.17 \text{ Kgf}$$

$$\nabla_t = \frac{F_t l_t}{12 W_t} = \frac{1,738.39 \times 33.3}{12 \times 1.67} = 1,738.39 \text{ Kgf/cm}^2$$

Aquí, la condición que debe cumplirse es:

$$\nabla_t \leq \nabla_{0.2}$$

y según los cálculos:

$$1,738.39 < 2000$$

indican que sí se cumple con esta condición.

Ahora bien, la sollicitación de la barra principal es la suma de las calculadas:

$$\begin{aligned} \nabla &= \nabla_h + \nabla_t \\ &= 479.24 + 1,738.39 \\ &= 2,217.63 \end{aligned}$$

y la condición que debe cumplirse es:

$$\nabla \leq 2 \times \nabla_{0.2}$$

y según los cálculos:

$$2,217.63 < 2 \times 2000$$

indican que también se satisface la condición.

Luego las barras y las medidas adoptadas para su montaje son correctos desde el punto de vista mecánico.

2.2.3.2.- Esfuerzos Térmicos.-

Similarmente al procedimiento anterior, optamos por un tiempo de apertura total de 0.2 seg.

Y calculamos la corriente de cortocircuito térmicamente activa

$$I_m = I_{cc} \sqrt{(m + n) \frac{t}{T}} \text{ (KA)}$$

donde:

m = factor de presencia de corriente continua, considerando el caso más desfavorable con $T = 1.8$ y para $t = 0.2$; $m = 0.30$

n = factor de presencia de corriente alterna, y con el valor más desfavorable, igual a la I_{cc} ; es decir $I_{ca}/I_{cc} = 1$; $n = 1$.

luego:

$$I_m = 66.727 \sqrt{(0.30 + 1)0.2}$$

$$I_m = 34.01 \text{ KA}$$

También aquí, consideramos un reenganche luego de un tiempo muerto de 0.3 segundos de sucedida una falla, y que la corriente de cortocircuito térmicamente activa del reenganche sea igual a la inicial I_m .

Luego, el valor medio de la corriente de cortocircuito térmicamente activa (I_{ms}), es:

$$I_{ms} = \sqrt{2} I_m = \sqrt{2} \times 34.01$$

$$I_{ms} = 48.098 \text{ KA}$$

Ahora bien, calculamos la corriente de cortocircuito de corta duración para un segundo (I_{th}) así:

$$I_{th} = S_{th} \times q \times 10^{-3} \text{ (KA)}$$

donde: $q = 2 \times 1000 = 2,000 \text{ mm}^2$

y para hallar S_{th} :

de la Tabla 7/10, con esfuerzos menores a 1 Kgf/mm^2 , hallamos la temperatura máxima admisible = 200°C .

y con temperatura inicial de 65°C

temperatura final de 200°C

de las curvas de la fig. 7/87

$$S_{th} = 142 \text{ A/mm}^2$$

luego:

$$I_{th} = 142 \times 2000 \times 10^{-3}$$

$$I_{th} = 284 \text{ KA}$$

y considerando las maniobras de reenganche:

$$I_{th}' = I_{th} \sqrt{0.4} = 284 \sqrt{0.4}$$

$$I_{th}' = 179.617 \text{ KA}$$

Como la condición que debe cumplirse es:

$$I_{ms} \leq I_{th}'$$

tenemos:

$$48.098 < 179.617$$

En consecuencia, las barras responderán a las solici-
taciones térmicas.

2.2.3.3.- Resonancia.-

También aquí efectuamos cálculos para cortar la reso-
nancia de las barras:

$$F = 112 \sqrt{\frac{E J}{g L^4}} \text{ c/seg.}$$

donde:

F = frecuencia de oscilación propia de las barras

E = módulo de elasticidad, para el cobre

$$= 1.25 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$$

J = momento de inercia; con una barra de 1 x 10 cm

$$J = \frac{1^3 \times 10}{12} = 0.8333$$

L = distancia entre apoyos, 100 cm.

g = peso de una barra = 0.089 Kg/cm

$$F = 112 \sqrt{\frac{1.25 \times 10^6 \times 8.33 \times 10^{-1}}{8.9 \times 10^{-2} \times 10^8}}$$

$$F = 38 \text{ HZ}$$

Esta frecuencia está alejada de la frecuencia de la red en más del 10%, lo que nos permite afirmar que las barras no entrarán en resonancia.

2.2.4.- Ventilación de la Sub-estación.-

2.2.4.1.- Volumen del aire.-

A efectos de calcular los volúmenes de aire necesarios y considerando que el aire seco es el que tiene menor cualidades de ventilación, suponemos como caso más desfavorable la presencia de aire seco en la sub estación de transformación.

El peso por metro cúbico del aire seco en función de la presión y la temperatura es de:

$$G = \frac{342}{T} P \quad (\text{Kg/m}^3)$$

siendo: G = peso de aire seco

P = presión del aire en atmósferas

T = temperatura absoluta en °K

el calor específico del aire seco = $C_e = 0.238 \text{ Kcal}$ es decir, se requiere de 0.238 Kcal para elevar la temperatura 1°C a 1 Kg de aire. Pero si consideramos una elevación de temperatura de $(t_1 - t)$ necesitaremos un peso de $\frac{1}{0.238(t_1 - t)}$ Kg para transportar 1 Kcal

Esto equivale, en volumen de aire, a:

$$\text{Vol} = \frac{\text{peso}}{G}$$

$$\text{Vol} = \frac{1}{0.238(t_1 - t)} \times \frac{T}{342 P} \text{ m}^3/\text{Kcal}$$

Como 1 Kw-h = 866 Kcal,

Para transportar 1 Kw-h, con una diferencia de temperatura $(t_1 - t)$ necesitaremos un volumen de

$$\text{Vol} = \frac{866 \times T}{0.238(t_1 - t) \times 342 P} \text{ m}^3/\text{Kw-h}$$

Luego para nuestro caso:

Dos transformadores de 640 KVA

pérdidas en el cobre $2 \times 9,500 \text{ w} = 19.000 \text{ Kw}$

Pérdidas en el fierro $2 \times 1,890 = 3.780 \text{ Kw}$

Total de pérdidas = 22.78 Kw

Volumen de aire de ingreso a la S.E.:

Consideramos:

$t = 35^\circ\text{C}$ (temperatura del aire al ingreso a la SE)

$t_1 = 50^\circ\text{C}$ (temperatura del aire a la salida de la SE)

$T = 35 + 273 = 308^\circ\text{K}$ temperatura absoluta del aire seco de ingreso

$P = 1$ atmósfera, por su ubicación, en Lima.

$$\text{Vol} = \frac{866 \times 308 \times 22.78}{0.238(30 - 35) \times 342 \times 1 \times 3600}$$

$$\text{Vol} = 1.383 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Volumen del aire de salida de S.E.

$$t_1 - t = 15^\circ\text{C}$$

$$T = 50 + 273 = 323^{\circ}\text{K}$$

$$\text{Vol} = \frac{866 \times 323 \times 22.78}{0.238(15) \times 542 \times 1 \times 3,600}$$

$$\text{Vol} = 1.45 \text{ m}^3/\text{seg}$$

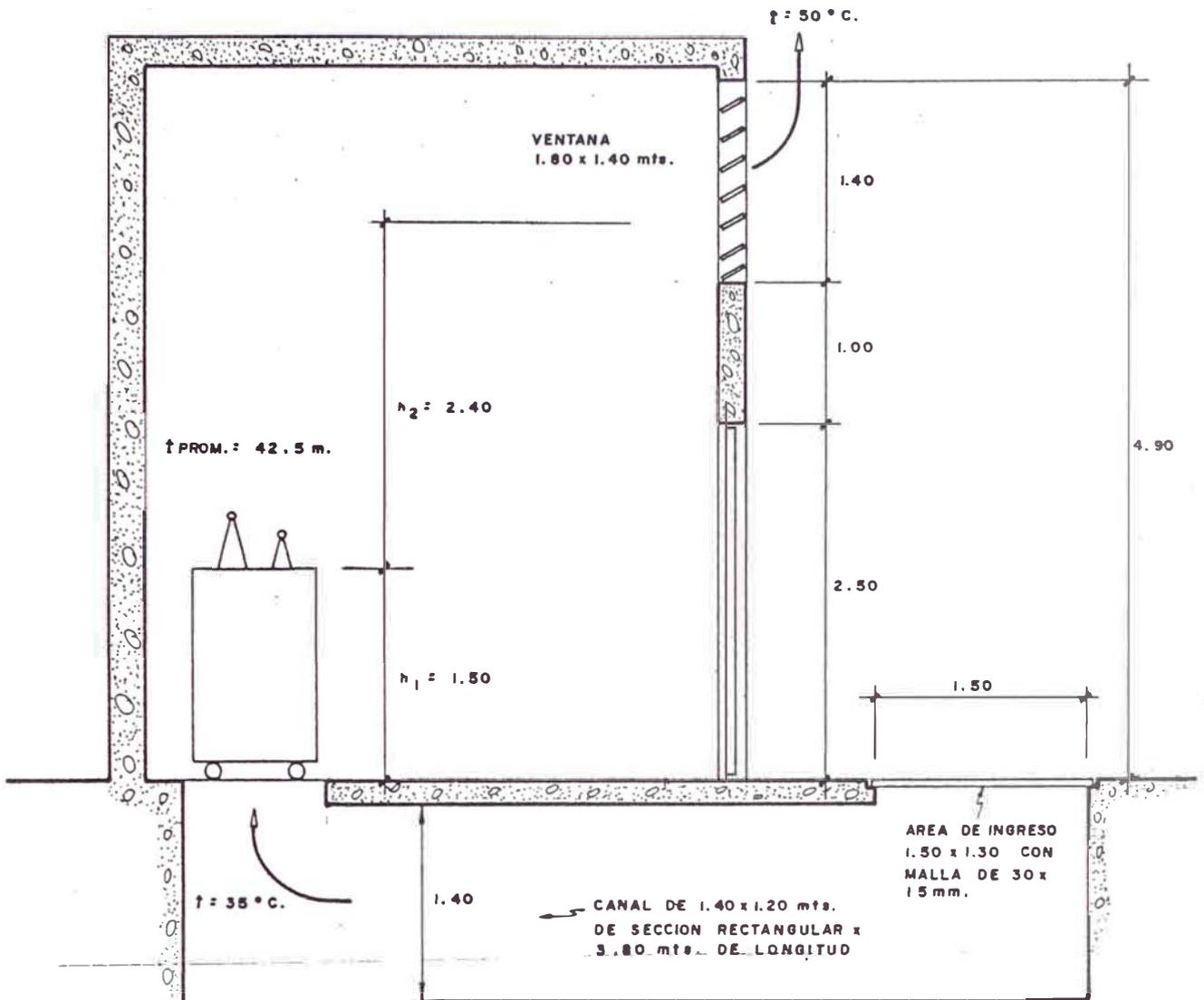
Obsérvese que el volumen de aire de salida es mayor que el volumen de aire de entrada.

2.2.4.2.- Fuerza ascensional.-

Ahora bien, el calor producido por las pérdidas en los transformadores provoca un calentamiento del aire que adquiere una fuerza ascensional produciéndose el flujo de ventilación. Obviamente, se presentan algunos factores que se oponen a este flujo, y que en una ventilación natural hay que vencer.

La fuerza ascensional del aire, lo calculamos con ayuda del gráfico:

CORTE TRANSVERSAL DE SALA DE TRANSFORMADORES



VENTILACION DE S.E.

$$\text{RELACION: } P_o = \frac{h}{1 + \alpha t} = \frac{h}{1 + \alpha t_1}$$

DONDE: P_o = FUERZA ASCENCIONAL DEL AIRE, EN mts. DE COLUMNA DE COLUMNA DE AIRE.

h = ALTURA DE COLUMNA DE AIRE CONSIDERADA, EN mts.

t = TEMPERATURA DE INGRESO DEL AIRE EN $^\circ\text{C}$.

t_1 = TEMPERATURA DE SALIDA DEL AIRE EN $^\circ\text{C}$.

$$\alpha = \frac{1}{273} = 0.00366$$

Encontramos para $h_1 = 1.5$ mt.

$$t = 35^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 42.5^\circ\text{C} \text{ (temperatura promedio existente en el interior de la S.E.)}$$

P_{o1} = fuerza ascensional debido a h_1

$$P_{o1} = \frac{1.5}{1 + 0.00366 \times 35} - \frac{1.5}{1 + 0.00366 \times 42.5}$$

$$P_{o1} = 1.5 \times 0.020$$

$$P_{o1} = 0.0300$$

y para $h_2 = 2.40$ mt.

$$t = 35^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 50^\circ\text{C}$$

P_{o2} = fuerza ascensional debido a h_2

$$P_{o2} = \frac{2.4}{1 + 0.00366 \times 35} - \frac{2.4}{1 + 0.00366 \times 50}$$

$$P_{o2} = 2.4 \times 0.041$$

$$P_{o2} = 0.0984$$

de donde:

$$P_o = P_{o1} + P_{o2}$$

$$P_o = 0.1284 \text{ mt de columna de aire}$$

Luego, esta fuerza ascensional deberá ser mayor a la resistencia que opone toda la trayectoria del flujo de aire.

2.2.4.3.- Resistencia al Flujo de Aire.-

Ahora asumiendo un canal de entrada de 1.30×1.50 m, tenemos una sección de:

$$S = 1.30 \times 1.50$$

$$S = 1.95 \text{ m}^2$$

y la velocidad del aire considerando el volumen de aire de ingreso necesario, es:

$$V = \frac{Vol}{S}$$

$$V = \frac{1.383 \text{ m}^3/\text{seg}}{1.95 \text{ m}^2}$$

$$V = 0.709 \text{ m/seg}$$

Como el ingreso de aire necesita una malla protectora, de 3 cm de cocada por 1.5 mm de espesor del fierro; se produce una pérdida de presión de entrada, calculada así:

$$h_a = \frac{V^2}{2g (1 + \alpha t)} (1 + \phi)$$

donde:

V = velocidad de ingreso del aire

ϕ = coeficiente de frotamiento, valor práctico, 0.5

$$h_a = \frac{0.709^2}{2 \times 9.8 (1 + 0.00366 \times 35)} (1 + 0.5)$$

$$h_a = 0.0340$$

Consideramos que en el primer codo se anula la velocidad de entrada, y preveemos una presión suficiente como para generarla nuevamente:

Tomando los valores del gráfico, la sección del canal de ingreso es de $1.40 \times 1.20 = 1.68 \text{ m}^2$, y la velocidad será:

$$V_1 = \frac{Vol}{S}$$

$$V_1 = \frac{1.383 \text{ m}^3/\text{seg}}{1.68 \text{ m}^2}$$

$$V_1 = 0.823 \text{ m/seg}$$

También del gráfico tenemos que la longitud del canal es de 3.8 mt y el perímetro del canal, $U = 5.20 \text{ mt}$; por lo que obtenemos la relación (r):

$$r = \frac{U}{S} = \frac{5.2}{1.68} = 3.095$$

y del gráfico de Resistencia, tenemos:

$$\phi = \frac{R}{L} = 0.019$$

donde R es la resistencia por frotamiento.

$$\begin{aligned} \text{Luego: } R &= 0.019 \times L \\ &= 0.019 \times 3.8 \\ R &= 0.0722 \end{aligned}$$

Ahora bien, la presión necesaria para obtener esta velocidad y compensar la pérdida por frotamiento es:

$$\begin{aligned} h_b &= \frac{V^2}{2g(1 + \alpha t)} (1 + R) \\ h_b &= \frac{0.823^2}{2 \times 9.8(1 + 0.00366 \times 35)} (1 + 0.0722) \\ h_b &= 0.0328 \end{aligned}$$

Similarmente, en el segundo codo suponemos que se anula la velocidad del aire y preveemos que se genere nuevamente.

Es de observar que, el flujo ascendente del aire ingresando a la sala de transformadores es el que absorbe las pérdidas por calentamiento.

También es de notar que es necesario un área libre que permita este flujo, calculado como la diferencia de áreas entre el canal de ingreso y los transformadores.

$$\text{Area de canal} = 1 \text{ m} \times 5.00 = 5.00 \text{ m}^2$$

$$\text{Area de transf.} = 2 \times 1.8 \times 1.03 = 3.71 \text{ m}^2$$

$$\text{Area libre} = 2.21 \text{ m}^2$$

La velocidad del aire será:

$$V = \frac{1.383}{2.21}$$

$$V = 0.626 \text{ m/seg}$$

En nuestro caso, consideramos negligibles las pérdidas por fricción en el ambiente de la sala.

Luego la presión mínima necesaria en mt. de la columna de aire para lograr esta velocidad, es:

$$h_c = \frac{v^2}{2g (1 + \alpha t)}$$

$$h_c = \frac{0.626^2}{2 \times 9.8 (1 + 0.00366 \times 35)}$$

$$h_c = 0.0177 \text{ m}$$

Luego de enfriar la sala, el aire escapará a la atmósfera por la ventana indicada en el croquis.

$$\begin{aligned} \text{Superficie de ventana} &= 1.8 \times 1.4 \\ &= 2.52 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Del gráfico de salida de ventana, tenemos que la superficie libre de salida es aproximadamente 60% del total, lo que corresponde a un coeficiente de:

$$\phi_5 = 0.5$$

La velocidad del aire de salida será:

$$V = \frac{1.45}{2.52}$$

$$V = 0.575 \text{ m/seg}$$

Luego, la presión necesaria para vencer las pérdidas en la salida se calcula así:

$$h_d = \frac{V^2}{2g (1 + \alpha t)} (1 + \phi_5)$$

$$h_d = \frac{0.575^2}{2 \times 9.8 (1 + 0.00366 \times 50)} (1 + 0.5)$$

$$h_d = 0.0213$$

El total de pérdidas será:

$$h_{\text{total}} = h_a + h_b + h_c + h_d$$

$$h_{\text{total}} = 0.0340 + 0.0328 + 0.0177 + 0.0213$$

$$h_{\text{total}} = 0.1058$$

Ahora, comparamos la fuerza ascensional del aire (P_o) calculado, con el total de pérdidas (h_t) hallado:

$$P_o = 0.1284$$

$$h_t = 0.1058$$

y encontramos:

$$P_o > h_t$$

Esto garantiza un flujo, en forma natural y permanente de aire necesario para el enfriamiento de los transformadores y equipos.

2.3.- REDES ELECTRICAS EN ALTA Y BAJA TENSION.-

2.3.1.- Redes Electricas en Alta Tensión.-

Para la ejecución de los cálculos de las redes eléctricas en Alta Tensión consideramos las cargas totales de los pabellones de los laboratorios tomados en conjunto añadido a las cargas del Laboratorio de Metrología, existente y Edificio de oficinas y pruebas, proyectado.

Las máximas demandas del complejo así formado asciende a:

- Pabellones de Laboratorios (presente proyecto)	367 KVA
- Laboratorio de Metrología (existente)	180 KVA
- Edificio de Oficinas y Pruebas (futuro)	<u>333 KVA</u>
Total	880 KVA

El suministro para estas cargas será efectuado desde la S.E. # 599 de Electrolima a la tensión de 10,000 voltios y de forma subterránea.

A estos efectos, ejecutamos a continuación los cálculos para seleccionar el conductor.

2.3.1.1.- Selección del Cable.-

Para seleccionar el cable, tenemos en consideración la capacidad de corriente y la caída de tensión.

A.- Capacidad de Corriente.-

Aquí observamos las normas establecidas en el CEP y por la Dirección de Electricidad del Ministerio de

Energía y Minas.

Los parámetros sobre los cuales se efectuarán los cálculos son los siguientes:

Potencia a transportar:	880 KVA ó 792 Kw
Tensión:	10,000 Voltios
Potencia de cortocircuito de 1a S.E. # 599:	250 MVA
Factor de potencia (cos ϕ):	0.9
Longitud de la línea:	0.230 KM

a) Corriente Nominal.-

Haciendo uso de la relación:
$$I_N = \frac{Kw \times 1000}{1.73 \times V \times \cos \phi}$$

tenemos:
$$I_N = \frac{792 \times 1000}{1.73 \times 10,000 \times 0.9}$$

$$I_N = 50.867 \text{ A}$$

b) Cable.-

Seleccionamos el cable con aislamiento de papel impregnado y cubierta de plomo, NKY, trabajando en las siguientes condiciones de referencia:

Tipo:	NKY, tripolar
Temperatura máxima admisible:	65°C
Temperatura del terreno:	20°C
Resistividad del terrero:	100°C - cm/w
Profundidad de tendido:	0.70 m

Ahora bien tomamos en cuenta las condiciones de operación del cable y calculamos los factores de correc

ción:

c) Factores de Corrección.-

Por temperatura del suelo (K_t).-

Aquí aplicamos la siguiente relación:

$$K_t = \sqrt{\frac{T_c - T_{ar}}{T_c - T_a}}$$

donde:

T_c = Temperatura máx. admisible en
el cable = 65°C

T_{ar} = Temperatura del ambiente real;
adoptamos = 25°C

T_a = Temperatura del ambiente de
referencia = 20°C

luego:

$$K_t = \sqrt{\frac{65 - 25}{65 - 20}}$$

$$K_t = 0.94$$

Por resistividad térmica del suelo (K_r).-

Aquí es preciso observar que la zanja que servirá de trayectoria al cable, será relleno con arena cernida y debidamente compactada, luego; de tablas pertinentes:

$$\text{Resistividad térmica del suelo} = \frac{100^\circ\text{C} \cdot \text{cm}}{w}$$

Y, como es coincidente con el valor utilizado referencialmente para los cálculos, el factor es igual a la unidad $K_r = 1$.

• Por la profundidad del tendido (K_{Pt}).-

Aquí tenemos en consideración que el cable ha de seguir una trayectoria por un área urbana donde existe la posibilidad de cruces con cables de baja tensión que están normalmente a 0.60 m de profundidad.

Luego es necesario colocar el cable a no menos de 1.00 m bajo el nivel del terrero.

Como existe diferencia con la profundidad de tendido de las condiciones de referencia; de la tabla N° 29 del Libro Instalaciones II, tomamos con

$$U > 100 \text{ voltios}$$

$$S \leq 300 \text{ mm}^2$$

$$K_{Pt} = 0.96$$

El factor de corrección equivalente K_e , será:

$$K_e = K_t \times K_r \times K_{Pt}$$

$$K_e = 0.94 \times 1.00 \times 0.96$$

$$K_e = 0.90$$

d) Corriente aparente.- (I_A)

Considerando los factores de corrección calculados, tenemos:

$$I_A = \frac{I_N}{K_e}$$

$$I_A = \frac{50.867}{0.9}$$

$$I_A = 56.518 \text{ Amperios}$$

e) Cable.-

Seleccionamos el calibre del cable por capacidad de corriente; calibre 10 mm²

2.3.1.1.1.6.- Condiciones de Cortocircuito.-

Teniendo en cuenta que el cable estará sometido a una mayor exigencia de corriente de cortocircuito cuando éste se produzca al ingreso de la Sub Estación de ITINTEC, tenemos que hacer los cálculos con un calibre que la experiencia nos indique que puede ser adecuado.

Así, con el cable de 70 mm² NKY-10KV, la impedancia total con que se encontraría un cortocircuito en el punto indicado sería:

$$\begin{aligned}Z_{\text{cable}} &= 0.07125 \text{ ohmios} \\Z_{\text{S.E. \# 599}} &= 0.4 \text{ ohmios} \\Z_{\text{total}} &= 0.4268 \angle 80.8^\circ \text{ ohmios}\end{aligned}$$

Luego, la corriente de cortocircuito exigida al cable es:

$$\begin{aligned}I_{\text{cc}} &= \frac{V}{\sqrt{3} Z} \\I_{\text{cc}} &= \frac{10 \text{ KV}}{\sqrt{3} 0.4268} \\I_{\text{c}} &= 13.52 \text{ KA}\end{aligned}$$

g) Corriente de Cortocircuito Admitida por el Cable

Para determinar el orden de magnitud de la corriente

de cortocircuito térmicamente admisible en el conductor de cobre, aplicamos la relación:

$$I_{cc} = \frac{110 \times S}{\sqrt{t}}$$

donde:

S = sección del conductor = 70 mm²

t = tiempo de duración del cortocircuito en segundos. Para el caso de Electrolima se exigen tres tiempos mínimos: 83.3 m seg para el relé, 83.3 m seg para la apertura y 33.3 m seg para la extinción del arco; total = 0.2 seg.

Luego

$$I_{cc} = \frac{110 \times 70}{\sqrt{0.2}}$$

$$I_{cc} = 17.217 \text{ KA}$$

h) Calibre del Cable.-

Observamos que el cable puede admitir la corriente de cortocircuito que se le exige, luego el calibre será de 70 mm².

i) Nota:

Es de señalar que previamente se hicieron los cálculos con el calibre de 35 mm², no habiéndose logrado que el cable admita la I_{cc} exigida.

B) Caída de Tensión.-

Para determinar el cable por caída de tensión, utilizamos:

$$\Delta V = \sqrt{3} I_N \times L (R \cos \phi + X_L \sin \phi)$$

donde:

ΔV = caída de tensión en voltios

I_N = corriente nominal

L = longitud del cable, en Km

R = Resistencia del conductor en Ω / Km

X_L = Reactancia del conductor en Ω / Km

ϕ = ángulo de desfase. $\cos \phi = 0.9$, $\sin \phi = 0.435$

Cálculo de R:

partimos de la siguiente relación, a 20°C

$$R = \rho \frac{K_1 K_2 K_3}{S}$$

donde:

K_1 = factor dependiente del diámetro de los hilos del alma; 1.02 para el alma cableada

K_2 = factor dependiente del cableado del alma; 1.02 para el alma cableada

K_3 = factor que depende de la reunión de los conductores constitutivos; 1.02 para varios conductores.

ρ = resistividad del cobre; 1.75 ohm x mm²/Km; a 20°C

S = área del conductor en mm²

luego

$$R = \frac{1.75 \times 1.02 \times 1.02 \times 1.02}{70}$$

$$R_{20^\circ\text{C}} = 0.265 \text{ ohmios.}$$

Y considerando un calentamiento promedio de 50°C,
tenemos:

$$R_{50^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} (1 + \alpha_{20^{\circ}\text{C}} T)$$

donde:

$$\begin{aligned} \alpha_{20^{\circ}\text{C}} &= 0.00393 \text{ para el cobre} \\ R_{50^{\circ}\text{C}} &= 0.265 (1 + 0.00393 (50 - 20)) \\ R_{50^{\circ}\text{C}} &= 0.296 \text{ ohmios/Km} \end{aligned}$$

Cálculos de X_L :

usamos la formulación siguiente:

$$L = 3.28 (0.1404 \log \frac{s}{r} + K) \times 10^{-3}$$

donde:

$$\begin{aligned} L &= \text{inductancia en ohmios/Lm} \\ s &= \text{distancia interaxial entre conductores} = 12.1 \text{ mm} \\ r &= \text{radio del conductor} = 4.633 \text{ mm} \\ K &= \text{constante dependiente del número de hilos del} \\ &\quad \text{conductor desnudo (para 19 hilos)} = 0.0169 \end{aligned}$$

luego

$$L = 3.28 (0.1404 \log \frac{12.1}{4.63} + 0.0169) \times 10^{-3}$$

$$L = 0.247 \times 10^{-3} \text{ henrios/Km}$$

y como

$$X_L = \omega L = 2\pi fL$$

donde

$$\begin{aligned} f &= \text{frecuencia} = 60 \text{ c/s} \\ X_L &= 2 \times 3.14 \times 60 \times 0.247 \times 10^{-3} \\ X_L &= 0.0931 \text{ ohmios/Km} \end{aligned}$$

Ahora aplicamos la fórmula inicial:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 50.8 \times 0.230 (0.296 \times 0.9 + j0.247 \times 0.435)$$

$$\Delta V = 20.265 (0.2664 + j 0.107445)$$

$$\Delta V = 20.265 \times 0.287$$

$$\Delta V = 5.816 \text{ V}$$

En porcentaje:

$$\% \Delta V = 5.816 \times \frac{100}{10,000}$$

$$\% \Delta V = 0.058\%$$

Resultado aceptable considerando el 1% admitido normalmente como máxima caída de tensión asciende a 100 voltios

C) Especificación del Cable.-

En definitiva, el cable seleccionado responde a las siguientes especificaciones.

Material del conductor: cobre electrolítico blando

Material del aislamiento: papel de celulosa pura impregnados en aceite "no migrante", chaqueta interior de aleación de plomo y protección exterior con una chaqueta de PVC color rojo.

Tipo: NKY

Sección: 70 mm²

Espesor de aislamiento: 2.8 mm

Espesor de capa de plomo: 1.7 mm

Espesor cubierta PVC: 2.3 mm

Número de hilos por conductor: 19

Forma del conductor:	SM (sectorial cableado)
Diámetro total exterior:	42.3 mm
Peso aprox. total:	5,661 Kg/Km
Intensidad admisible:	235 A
Tensión de servicio:	10,000 V

D) Zanja.-

A efectos de determinar cantidad de profundidad mínima, de enterramiento del cable, adoptamos la relación siguiente, expresado para el radio mínimo de curvatura del cable de acceso a la sub estación.

Radio mínimo $< 15 \times$ Diámetro exterior del cable como ϕ cable NKY de $70 \text{ mm}^2 = 42.3 \text{ mm}$

Radio mínimo $< 63.45 \text{ cm}$

Luego la profundidad mínima de la zanja será de 65 cm.

No obstante, como se ha indicado líneas arriba, considerando factores de seguridad por cruces con redes de baja tensión, se efectuará el tendido del cable NKY - 35 mm^2 en zanjas de 1.00 mt de profundidad.

2.3.2.- Redes Eléctricas en Baja Tensión.-

Para efectuar el diseño de las redes eléctricas en baja tensión, partiremos de las necesidades de alumbrado para cada ambiente y salidas para tomacorrientes de uso ordinario; luego seguiremos con la ubicación de las salidas especiales para fuerza electromotriz en los ambientes que lo requieran, para conti-

nuar con la ubicación y diseño de los tableros de distribución de toda esta red; posteriormente se efectuarán los cálculos para el diseño de los alimentadores.

2.3.2.1.- Fuentes de Energía.-

Se ha previsto la instalación de un grupo electrógeno de emergencia para casos de falta del suministro del concesionario.

La selección de los puntos de alumbrado y tomacorrientes que han de ser alimentados por el grupo electrógeno, se ha efectuado considerando un nivel mínimo de iluminación necesaria para seguir desarrollando el trabajo de cada ambiente y también la presencia de tensión en los tomacorrientes en cantidades indispensables para que no se paralice la ejecución de actividades ordinarias.

El suministro y control de los puntos de alumbrado y tomacorrientes de emergencia se efectuará en tableros de distribución ubicados en cada pabellón como se muestra en el plano IE-09; así también se indican los tableros de control de suministro de energía provenientes del concesionario.

Cada uno de los tableros de distribución correspondientes al suministro desde la red del concesionario es alimentado por una misma red subterránea en baja tensión desde el tablero ubicado en la sub estación. Similarmente se ha previsto el tendido de una red

subterránea para la alimentación de todos los tableros de distribución portadores de energía proveniente del grupo electrógeno.

Para el dimensionamiento del grupo electrógeno, observamos que los circuitos de emergencia presentan una carga indicada en el cuadro siguiente:

Cuadro de Cargas de Emergencia

	<u>PI (Kw)</u>	<u>MD (Kw)</u>
Alumbrado	31.164	26.874
Fuerza	<u>110.9</u>	<u>69.05</u>
	142.064	95.924
Reserva	<u>35.516</u>	<u>23.981</u>
	177.580	119.905

Luego, el grupo deberá suministrar no menos de 120 Kw, a 220 V, 60 Hz, y observamos los catálogos de los fabricantes, el que más se aproxima genera 130 Kw a 60 Hz, 240 ± 10% V, con un motor de línea de 4 cilindros 1,800 RPM, enfriado con radiador.

El Tablero General Normal (TGN) deberá de ser metálico, del tipo autoportado de dimensiones suficientes para preservar los espacios entre fases y entre fase y tierra, mínimos de seguridad y protección; además deberá de presentar facilidad para su operación y mantenimiento y/o reparación, deberá de contener elementos de medición según especificaciones.

Los interruptores serán del tipo termomagnéticos de corriente nominal y corriente de cortocircuito igual a los indicados en los planos como mínimo.

Para el dimensionamiento de los interruptores del Tablero General se tomará como referencia las potencias de cortocircuito del punto # 3 del diagrama de 2.2.1, es decir 25.426 MVA a 220 V y la corriente de cortocircuito de 66.727 KA.

2.3.2.2.- Alumbrado.-

A) Niveles de Iluminación.-

Para el cálculo de la iluminación, se empleará el método de los lúmenes, para lo cual se procederá a asignar niveles de iluminación a cada ambiente de cada pabellón, teniendo como referencia la Tabla de Niveles de Iluminación del Manual de Westinghouse y la Tabla 7A-LXXIII-1 del Código Eléctrico del Perú.

B) Selección de Lámparas y Luminarias.-

Para seleccionar las lámparas y luminarias, tenemos en cuenta el sistema de alumbrado que más se adecúe a los requerimientos de los ambientes, a saber:

a) Sistema semidirecto.-

En este sistema, la luz proveniente de la lámpara se proyecta en un 80% directamente hacia el plano de trabajo; el mismo que lo ubicamos a 76 cm del suelo; y el resto se dirige hacia el techo proporcionando una ligera iluminación en los espacios circundantes de la luminaria. Ahora bien, teniendo en cuenta esta ligera brillantez de cada artefacto efectuamos

una distribución de luminarias por ambiente de tal forma de conseguir una uniformidad de brillos sobre la superficie del techo o por lo menos una disminución de contrastes de brillos.

Como los cuatro pabellones son instalaciones para uso de investigación y ensayos, se precisa la mayor utilización de la luz disponible y el sistema semi-directo es el que mejor responde a estas necesidades. A efectos de uniformizar artefactos y lámparas para su facilidad de pedido y mantenimiento, se considera una luminaria para cada salida y básicamente un mismo tipo de lámpara a utilizarse en todos los ambientes. De esta forma se facilita el almacenaje de un stock de lámparas de reserva.

b) Luminarias.-

Se ha seleccionado la luminaria semidirecta de dos lámparas de 40 w con visera, similar al Jوسفل RLM-R Pantalla aporcelanada con Rejilla, tipo RLM-2/40-R de 2 x 40 w - RS (para arranque rápido) de 1226 mm. Para su instalación en servicios higiénicos se usará el artefacto plástico oval extra pequeño de Jوسفل tipo OEP 1/40 de 1 x 40 w de 1225 mm con tapas esmaltadas al horno.

Para iluminación perimetral se utilizará el artefacto Spot light tipo A de Jوسفل denominado SLA-150, con circulina y vidrio, casquillo en chapa de aluminio, esmaltada en color blanco al horno; socket inte

gramente de porcelana, bisel en chapa de aluminio pulido y esmaltado transparente al horno.

c) Lámparas.-

Para permitir un adecuado funcionamiento del sistema de iluminación, se ha decidido el empleo de la lámpara de precalentamiento, arranque rápido, blanca, de 40 w - T-12-48", base media biclavillo, con las características siguientes:

Intensidad de servicio	0.430 A
Tensión de servicio	100 V
Tensión mínima de arranque	256 V
Flujo luminoso inicial	2,900 lúmenes
Flujo luminoso medio	2,600 lúmenes

Los accesorios a emplearse serán, para cada lámpara:

Un reactor Alpha de Jofel tipo 40 w - LxG-G60 cod. 2431-1721 de 0.430 A, 0.50 cos ϕ .

Un condensador de $4.5 \mu\text{Fd}$ 220 V.

Un cebador de destello similar al tipo S-10 de Philips. Sólomente para utilización en luminaria perimetral se utilizará la lámpara incandescente similar al "Argenta" de Philips, 100 w - 220 V; base E27 cod 9200.414; de 1240 lúmenes.

d) Aplicación de Selección de Lámparas.-

A manera de hacer un seguimiento de los cálculos efectuados para el diseño de iluminación, escogemos un ambiente de uno de los pabellones, a saber:

Pabellón: Corrosión - Biogas

Ambiente: Laboratorio de Electroquímica

Sistema de Iluminación: Semidirecto

Nivel de Iluminación: La iluminación requerida por este ambiente, es semejante a la necesaria para el laboratorio de un hospital en sus ambientes de Mesas de Trabajo. Y del Cuadro de Alumbrado General del Manual de Westinghouse optamos por un mínimo de iluminación en cualquier momento de 500 lux.

Esto es equivalente, en el Cuadro de Niveles de Iluminación del Código Eléctrico del Perú, tabla 7A-LXXIII-1; al nivel recomendado para exigencias de iluminación altas, de trabajo fino, que es también de 500 lux.

Luminaria: Pantalla fluorescente aporcelanada con rejilla; similar al tipo RLM-2/40-R de Josfel.

Lámpara: Fluorescente luz blanca de precalentamiento arranque rápido 40 W-T-12-48" base media biclavillo.

e) Coeficiente de Utilización.-

El coeficiente de utilización es un factor que señala la fracción de luz que se está aprovechando teniendo

en cuenta el flujo luminoso generado, las reflexiones sobre las paredes y techos, la altura de trabajo y la disposición de las lámparas.

Para tener una incidencia precisa de éstos elementos, calculamos la:

- Relación de Local.-

Es una expresión que tiene en cuenta las dimensiones de la paredes y techos a efectos de apreciar la absorción de luz; su formulación matemática es:

$$RL = \frac{A.L}{h (A + L)}$$

donde

RL = Relación de Local

A = Ancho del ambiente

L = Longitud del ambiente

h = Altura de montaje sobre el plano de trabajo; para nuestro propósito $h = 2.40 - 0.76 = 1.64\text{m}$

Indice de Local.-

Es una clasificación de los ambientes teniendo en cuenta el valor de la Relación del Local. Esta clasificación se encuentra en una Tabla de Manuales Westinghouse, y en nuestros cálculos usamos los índices siguientes:

<u>Relación Local</u>		
<u>IL</u>	<u>Valor</u>	<u>Pto. Central</u>
D	2.25 a 2.75	2.50
E	1.75 a 2.25	2.00
F	1.38 a 1.75	1.50
G	1.12 a 1.38	1.25
H	0.90 a 1.12	1.00
I	0.70 a 0.90	0.80
J	Menos de 0.7	0.60

- Reflectancia.-

Es la capacidad de reflexión de las superficies del techo y paredes del ambiente, tomados como un porcentaje estimado, sin considerar la depreciación de las lámparas.

Para nuestros cálculos, consideramos dos casos;

- Ambientes Sin Cielo Raso.-

Son los ambientes cuyo techo es el mismo del pabellón, es decir, tijerales soportando a una superficie de calamina a dos aguas con una altura máxima sobre el nivel del piso de 3.50 mt y mínima de 2.5 mt.

Aquí consideramos:

Reflectancia del techo	30%
Reflectancia de las paredes	30%

Ambientes con Cielo Raso.-

Son los ambientes que cuentan con un falso techo de baldosas orgánicas prensadas, con superficie de co-

lor blanco, altamente porosas del tipo acústicas.

En este caso consideramos:

Reflectancia del techo 80%

Reflectancia de las paredes 50%

Luego con el Índice de Local y las reflectancias, nos remitimos a la Tabla del Cap. VI del Manual de Westinghouse, que nos dá un valor para el coeficiente de utilización.

f) Aplicación para hallar el Coeficiente de Utilización.-

Para el caso del ejemplo, efectuamos los cálculos con los datos siguientes:

L = 5.90 mt

A = 5.00 mt

h = 1.64 mt

Relación de Local: $RL = \frac{5.0 \times 5.9}{1.64 (5.0 + 5.9)}$

RL = 1.65

Índice de Local: de la tabla indicada líneas arriba obtenemos:

IL = F

Reflectancia como el laboratorio de electroquímica es un ambiente sin cielo rasado, usamos:

Reflectancia del techo 30%

Reflectancia de las paredes 30%

Coeficiente de

Utilización: Con estos datos vamos a la tabla de coeficientes de utilización del Manual y obtenemos:

$$C.U. = 0.43$$

g) Factor de Conservación.-

Es un índice que contempla la adherencia de partículas de polvo y suciedad en los techos y paredes del ambiente; en la superficie reflectora de las luminarias y en las mismas lámparas. Genéricamente se clasifican de tres maneras:

Factor de Conservación Bueno.-

Cuando se prevee la limpieza del ambiente en forma regular; también la limpieza de las luminarias y el cambio de lámparas al término de su vida útil.

Factor de Conservación Medio.-

Cuando se espera la presencia de una ligera capa de suciedad y polvo en los techos y paredes del ambiente, para proceder a su limpieza, así como en las luminarias; y las lámparas se cambian inmediatamente después de fundirse.

Factor de Conservación Malo.-

Cuando las condiciones anteriores se prolongan por un largo tiempo y la atmósfera cargada de polvo contribuye a la permanencia de suciedad afectando sensi

blemente a las luminarias; y las lámparas se cambian por lo general cuando todas las de una luminaria se han fundido.

h) Aplicación de Factor de Conservación.-

Para nuestro caso, considerando que en ITINTEC no existe programa de mantenimiento eléctrico y que sólo se cambia de lámpara cuando se hace sensible la falta de iluminación; optamos por un factor de conservación medio.

Y de la tabla de Coeficientes de Utilización, obtenemos:

$$\text{Factor Conservación Medio} = 0.65$$

i) Número de Lámparas y Luminarias.-

Con todos los factores estudiados, calculamos el número de lámparas con la siguiente formulación matemática:

$$\text{Número de Lámparas} = \frac{\text{Nivel luminoso en Lux} \times \text{Superficie en m}^2}{\text{Lúmenes por lámpara} \times \text{C.U.} \times \text{F.C.}}$$

$$\text{Número de Luminarias} = \frac{\text{Número de Lámparas}}{\text{Lámparas por Luminaria}}$$

j) Aplicación de Números de Lámparas.-

Finalmente, para hallar el número de lámparas del ambiente tomado como ejemplo, hacemos uso de la formulación matemática indicada y obtenemos:

$$\text{Número de Lámparas} = \frac{500 \text{ lux} \times 29.5 \text{ m}^2}{2,900 \text{ lúmenes} \times 0.43 \times 0.65}$$

$$\text{Número de lámparas} = 18.19 \text{ aproximadamente } 18$$

$$\text{Número de Luminarias} = \frac{18}{2} = 9$$

k) Resultados.-

En el anexo # 1 se presenta una "Tabla de Cálculos de Lámparas" para los cuatro pabellones, donde se indican los resultados obtenidos para cada factor estudiado y las cantidades de luminarias para cada ambiente.

Además, como el resultado del cálculo no siempre se puede adecuar a la disposición geométrica del ambiente, es necesario efectuar un ajuste final en adición o sustracción de cantidad de artefactos que generalmente son en número de uno, teniendo en cuenta el nivel de iluminación de los ambientes vecinos, la frecuencia de permanencia del personal en el ambiente, la distribución del mobiliario, la formación de pasillos interiores, etc.

Este ajuste se indica en la columna final de la indicada tabla y forman los números utilizados en el trazo de los planos de alumbrado.

c) Iluminación Exterior.-

Para el diseño de la iluminación exterior aprovechamos la existencia del alerón perimetral en cada pabe

llón y optamos por la instalación de luminarias spotlight a efectos de conseguir una apreciación de medida y distinción a decir del arquitecto diseñador.

Para la determinación de la ubicación de cada salida de alumbrado tenemos en cuenta: nivel de iluminación 100 lux.

Altura del techo con respecto al plano de trabajo = 2.50 mt, rango de longitud de iluminación eficaz por foco: de 4 a 6 mt; tomamos la media, 5 mt.

Longitud del alerón: 48 mt.

Número de artefactos: $48/5 = 9.6$ artefactos.

Considerando la iluminación de los espacios siguientes a cada extremo del alerón, decidimos la instalación de 10 artefactos a todo lo largo del mismo.

Y para la iluminación de los lados menores de los pabellones, optamos por colocar 3 artefactos.

En consecuencia, cada pabellón deberá contar con un total de 26 artefactos de iluminación spotlight.

D) Tomacorrientes.-

El criterio que asumimos para la instalación de tomacorrientes en los pabellones, es que sirvan a cargas pequeñas típicas de oficinas; como máquinas de escribir, calcular, cafeteras, ventiladores, aspiradoras, lustradoras, etc.

Teniendo en cuenta el Art. 10.67 del CEP, estos tomacorrientes deben ser considerados dentro de las sali

das para iluminación general, y como se trata de ambientes dedicados a laboratorios, los consideramos como cargas especiales.

Luego, a efectos de dimensionar las cargas, aplicamos a 220 voltios, una corriente de 0.75 A, lo que nos lleva a considerar $220 \times 0.75 = 165$ watt por cada tomacorriente.

Los tomacorrientes aquí considerados será del tipo universal doble para empotrar, similar al TICINO 1208A.

Ahora bien, se ha previsto la instalación de circuitos de tomacorrientes con alimentación normal del concesionario, y circuitos con suministro del grupo eléctrico de emergencia; a efectos de que exista tensión en algunos tomacorrientes que permitan el funcionamiento normal del pabellón.

Además, la ubicación de los tomacorrientes se ha pre visto que sean en áreas donde su utilización se suje tará solamente al tipo de cargas indicado; es por es to que los Tableros de Alumbrado presentan escasos circuitos de tomacorrientes y algunos no presentan ninguno. Así tenemos:

a) Tecno Itintec.-

Este pabellón se orienta a la presentación, a manera de enseñanza pedagógica, de maquetas, modelos o pequeños prototipos de aparatos eléctricos que a la vez de demostrar experimentos físico químicos; explican

los fundamentos teóricos de procesos industriales sofisticados.

En consecuencia, el tipo de carga usual para el funcionamiento del pabellón se enmarca dentro de las previsiones tomadas para el dimensionamiento de carga. Por este motivo se ha considerado el tendido de circuitos de tomacorrientes en todos sus ambientes, con la recomendación de no excederse de las 16 salidas para éstos efectos que recomienda el CEP.

También se ha hecho un análisis de las prioridades de existencia de tensión en los ambientes del pabellón, llegándose a alimentación de tres circuitos desde el Tablero Normal del concesionario y los circuitos desde el Tablero de Emergencia.

La ubicación, trayectoria de circuitos e instalación de tableros para los tomacorrientes se muestra en el plano IE-01.

b) Energía y Electrónica.-

Este es un pabellón de trabajos de laboratorios, estudios e investigación en casi todos los ambientes, tanto para la sección de energía como para la sección de electrónica y sólo encontramos áreas de uso de tomacorrientes para servicio ordinario en las oficinas de Energía, Sala de reuniones y los pasillos.

Teniendo en cuenta esta observación es que se ha decidido la instalación de solamente un circuito de tomacorrientes.

Y como es menor la prioridad de estas áreas respecto al resto del pabellón, optamos por incluirlo en la red de alumbrado normal.

Los tomacorrientes serán de similares características que los indicados para el pabellón anterior.

La ubicación, trayectoria del circuito o instalación del tablero para los tomacorrientes se muestra en el plano IE-02

c) Corrosión y Biogas.-

Este pabellón también tiene casi todos sus ambientes dedicados a los trabajos de estudio, investigación y de laboratorio y sólo encontramos áreas de uso de tomacorrientes para servicios ordinarios en la Recepción, Sala de Reuniones y pasillos.

Y como la prioridad de atención respecto a los otros ambientes es menor, optamos por alimentarlos desde la red del tablero de alumbrado normal.

También los tomacorrientes serán similares a los anteriores. La ubicación y trayectoria del único circuito diseñado para este caso, se muestra en el plano IE-03.

d) Maestranza y Guardianía.-

Aquí funcionan dos secciones marcadamente diferentes y desde el punto de vista de la utilización de tomacorrientes en servicios ordinarios encontramos una mayor aplicación en una que en otra, a saber:

Maestranza.-

En los ambientes de esta sección sólo se encuentra aplicación en el uso de tomacorrientes en forma ordinaria en los almacenes, oficina y pasillo.

El resto de ambientes se dedica a trabajos de taller con necesidades de fuerza de mayor magnitud y cuya atención se efectúa en un tablero especial.

Luego, hacemos el diseño de la ubicación de los tomacorrientes y encontramos que sólo necesitamos de un circuito, el mismo que por tener una primera prioridad es alimentado desde el tablero de Alumbrado Normal. Es de observar que los almacenes no pueden quedar sin iluminación.

Los tomacorrientes, también serán de similares características que los indicados para los pabellones anteriores.

La ubicación y trayectoria del circuito de tomacorrientes se muestra en el plano IE-04.

Guardería.-

Esta sección dedica su esfuerzo al cuidado de los hijos de los servidores de ITINTEC, durante las horas de trabajo normal y a estos efectos utiliza muchos medios de entretenimiento adecuado para infantes.

Luego la carga que representa es del tipo doméstico, que se enmarca en los criterios indicados para el uso de los tomacorrientes, motivo por el cual se ha diseñado su instalación en todos sus ambientes.

En cuanto a las previsiones para el dimensionamiento de la carga preferimos considerar cada tomacorriente como carga especial según se indica en el art. 10.67 del CEP ya mencionado, por estar sujeto a una posible utilización como tópico de emergencia y afines, vale decir que la carga por cada tomacorriente será de 165 watts.

Ahora bien, como la magnitud de carga de la sección en su conjunto es relativamente pequeña y una falla del suministro podría acarrear situaciones angustiosas en los pequeños usuarios, optamos por alimentar toda la red de tomacorrientes desde el tablero de alumbrado de emergencia, para garantizar un suministro constante de energía.

En consecuencia, los tres circuitos de tomacorrientes que alimentan esta sección están controlados desde el tablero de emergencia correspondiente, es decir desde el TAE-MA1.

Las características de los tomacorrientes serán las mismas de los pabellones anteriores.

El diseño de los circuitos de tomacorrientes para esta sección también se muestra en el plano IE-04.

e) Resumen.-

Luego del diseño de los planos IE-01 al IE-04 tomamos las cantidades de tomacorrientes del circuito normal y del de emergencia, como se indica en la siguiente tabla; y los resultados servirán para los cálculos de

máxima demanda en el rubro de cargas móviles.

<u>PABELLON/TABLERO</u>	<u>TOMACORRIENTES</u>		<u>TOMACORRIENTES USO SIMULTANEO</u>	
	Normal	Emergenc.	Normal	Emergenc.
Tecno Itintec				
TA-TI	44	-	29	-
TAE-TI	-	20	-	13
Energía Electrónica				
TA-EE	16	-	10	-
TAE-EE	-	-	-	-
Corrosión Biogas				
TA-CB	14	-	9	-
TAE-CB	-	-	-	-
Maestranza Guardería				
TA-MA1	-	-	-	-
TAE-MA1	-	41	-	27
TA-MA2	-	-	-	-
TAE-MA2	-	<u>15</u>	-	<u>10</u>
Totales	74	76	48	50

E) Conductores.-

Para el cálculo de los conductores de los circuitos de distribución indicados en los planos del IE-01 al 04; partimos de las recomendaciones del CEP en sus artículos 10.80 y 10.81; en cuanto a que los alimentadores deberán ser de calibre suficiente para transportar la carga calculada y la caída de tensión en el punto final de distribución no debe ser mayor del 1%, es decir de 2.2 voltios.

Obviamente la primera condición es fundamental para el primer intento de selección de conductores; respecto a la caída de tensión de los conductores, la calculamos con la formulación siguiente:

$$\Delta V = K \rho \cos \phi \frac{IL}{S}$$

donde

K = 2 constante de proporcionalidad para sistema monofásico.

ρ = 0.0175 ohm-mt x mm²/mt - resistividad del cobre

cos ϕ = 0.9 factor de potencia

I = corriente a transportar

L = longitud del conductor

S = sección del conductor

a) Aplicación.-

A efectos de señalar la forma en que se ha procedido a asignar los calibres de conductores a los circuitos de distribución, tomamos como ejemplo un circuito de uno de los pabellones, a saber:

Pabellón: Tecno Itintec

Tablero: TA-TI

Circuito: C-3

Servicio: este circuito sirve a los ambientes de auditorio, oficinas secretarías y dirección y servicios higiénicos.

Longitud: Al punto final de distribución se tiene 36.2 mt.

- Corriente: Son 9 salidas de iluminación en forma continuada, que multiplicadas por 96 watt dan en total 864 watt. Luego con 220 v, tenemos 3.92A
- Conductor: Considerando la carga, y de la tabla del fabricante, en este caso INDECO, suponemos que un calibre de 16 AWG es suficiente; pero la "buena práctica" de la ingeniería nos sugiere probar con el calibre 12 AWG, con una sección de 3.309 mm².
- Caída de tensión: La caída de tensión en el punto final de distribución, es el resultado de la suma de las caídas de tensión en cada una de las salidas. En este caso hay 9 salidas, por lo que se aplicará la fórmula 9 veces teniendo en cuenta que las longitudes son las existentes entre dos salidas contiguas y la corriente de un tramo del conductor es la suma de las corrientes de las salidas a las que alimenta. En el siguiente esquema se muestran los resultados de la caída de tensión en cada punto de salida y la correspondiente al punto final de distribución.

0

Pto. de Salida	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sección mm ²	3.309	3.309	3.309	3.309	3.309	3.309	3.309	3.309	3.309
Longitud m	8.7	7.0	4.5	3.0	2.5	2.5	2.5	2.0	3.5
Corriente A	3.927	3.49	3.084	2.618	2.181	1.745	1.309	0.872	0.436
Caída Tens. V	0.309	0.221	0.124	0.071	0.049	0.039	0.029	0.015	0.013
\sum Caída Tens. V	0.309	0.53	0.654	0.725	0.774	0.813	0.842	0.857	0.87

Caída de tensión en el punto final de distribución = 0.87 voltios

Observación: Es de notar que la caída de tensión es mucho menor que la recomendada por el C.E.P., lo que significaría la adopción de un calibre muy grueso.

Sin embargo, a efectos de evitar el calentamiento en el sistema eléctrico de distribución, y teniendo en cuenta las previsiones de seguridad de la construcción en su conjunto preferimos optar por el calibre # 12AWG asignado.

El mismo criterio se ha empleado en la asignación de los calibres de los conductores del resto de circuitos.

Los calibres de los conductores de los circuitos de distribución se indican en los planos de alumbrado respectivos.

F) Tubería.-

Para seleccionar la tubería a utilizarse en las instalaciones, seguimos las prescripciones del CEP en sus artículos 13.70 al 13.73 y decidimos el uso de la tubería plástica del tipo pesado.

Es de observar que según el CEP, en instalaciones con tubería plástica empotrada o visible se aceptará como mínimo la tubería de diámetro exterior equivalente a 3/8" de diámetro nominal americano, con un máximo de 2 conductores # 14 AWG; pero considerando que este tipo de tubería se encuentra en el mercado en

un diámetro mínimo de 3/4"; señalamos este diámetro como el mínimo a usarse.

A efectos de conservar un espaciamiento adecuado interior, se aceptará un máximo de 5 conductores por tubería de 3/4" S.A.P.; y para otros diámetros de tubería se seguirá la tabla 20-XII-2 del CEP.

G) Tableros de Distribución.-

Para decidir los parámetros adecuados que permitan la construcción de los tableros de distribución, debemos tener en cuenta la existencia de dos tipos de tableros, es decir, tableros de Alumbrado y Tableros de Fuerza.

a) Tableros de Alumbrado.-

Para estos tableros seguimos las recomendaciones del CEP en sus artículos del 14-70 al 14-96 de tal forma que el marco de los tableros deberá tener conexión a tierra; no deberá colocarse más de 21 interruptores bipolares por tablero; se proveerá un espacio horizontal de trabajo de 0.75 m de ancho alrededor del tablero; los tableros deberán llevar tapa de protección; y los interruptores deberán ser de una capacidad suficiente para la tensión empleada y para la corriente que deberá interrumpir.

En nuestro caso, es de observar que los cálculos de las corrientes nominales a plena carga que han de transportar cada uno de los circuitos oscila entre

3.5 Amp. a 12 A; sin considerar el factor de simultaneidad siempre presente en la utilización de la energía eléctrica.

Además, teniendo en cuenta el importante factor de seguridad para minimizar las posibilidades de siniestro por causas de origen eléctrico; decidimos la colocación de interruptores termomagnéticos de 2 x 15A en los tableros de distribución de alumbrado.

Los interruptores de protección por el lado de la alimentación será de capacidad inmediata superior a la suma de las corrientes nominales de los circuitos que va a alimentar considerando un factor de simultaneidad obtenido del análisis de funcionamiento de cada ambiente de trabajo a atender.

H) Puestas a tierra.-

En estas instalaciones, el objetivo de las puestas a tierra es la protección, tanto del hombre como de las máquinas, por lo que a efectos de obtener una resistencia aceptable, se efectuará un tratamiento de cada pozo de tierra y se construirá una por cada pabellón.

Considerando que el terreno presenta características de los de cultivo con la presencia de piedras pequeñas de canto rodado, se hace necesaria la excavación del pozo en no menos de 2.50 mt y 1 mt de diámetro; y el relleno con tierra cernida exenta de piedras, con la adición de carbón y sal en capas de 4 cm de espesor cada una, cada 50 cm.

Aun cuando es relativa la asignación de valores a la resistividad del terreno, a efectos de cálculos y considerando el tratamiento del área circundante como anotamos, podemos obtener:

$\rho = 2000 \text{ } \Omega\text{-cm}$, resistividad del terreno

$l = 240 \text{ cm}$, longitud de la varilla de cobre usada como electrodo.

$a = 0.952 \text{ cm}$, radio de la varilla

$R =$ Resistencia del electrodo.

$$R = \frac{\rho}{2 \pi l} \left(\ln \frac{4l}{a} - 1 \right)$$

$$R = \frac{2000}{2 \pi \times 240} \left(\ln \frac{4 \times 240}{0.952} - 1 \right)$$

$$R = 7.8 \text{ ohmios}$$

La ubicación de los pozos de tierra, así como el detalle para su construcción se indican en el plano IE-09.

I) Comunicaciones.-

Sólamante se prevee comunicación exterior, con una Central telefónica ubicada en el edificio de Metrología fuera de los Laboratorios conectada a cada área de cada pabellón.

Así, en las oficinas de cada Area de Laboratorio, se contará con servicio telefónico al exterior.

Considerando que cada área de trabajo se encuentra en ambientes contiguos, no se hace necesaria la colocación de intercomunicadores.

Con el propósito de facilitar el tendido de alambre

telefónico, se prevee la instalación de cajas de 4 x 4" de salida, en circuitos de comunicación con la central con tubería PVC-SAP-3/4" ϕ .

J) Fuerza.-

Como circuitos de fuerza, agrupamos las cargas fijas indicadas en 2.1.2. que tienen una aplicación específica según la disposición de máquinas y equipos de cada laboratorio.

Para el diseño de los circuitos de fuerza, se ha considerado como criterios generales: el suministro de la alimentación del concesionario será para cargas de fuerte demanda y de utilización prescindible en momentos de falla; y el suministro desde la alimentación de emergencia, para las cargas de moderada demanda y cuyo funcionamiento permitirá la operación casi normal de los laboratorios.

Los tableros de fuerza normal o de alimentación del concesionario se presentan como TF en todos los planos pertinentes; en cambio se designa como TFE a los tableros de fuerza de emergencia o de alimentación desde el grupo electrógeno.

a) Conductores.-

Similarmente al caso del cálculo de los conductores para los circuitos de alumbrado; seguimos las recomendaciones del CEP en cuanto a que los alimentadores deben permitir el paso de la carga calculada, y

la caída de tensión en el punto final de distribución no debe ser mayor del 3%, es decir 6.6 voltios. A estos efectos utilizamos la formulación siguiente:

$$V = K \rho \cos \phi \frac{IL}{S}$$

donde

K = constante de proporcionalidad, $\sqrt{3}$ para sistemas trifásicos, 2 para monofásicos.

= 0.0175 ohm - m x mm²/m resistividad del cobre.

cos ϕ = 0.9 factor de potencia.

I = corriente a transportar, en Amperios.

L = longitud del conductor, en metros.

S = sección del conductor, en mm².

Además, tenemos en cuenta las recomendaciones para calcular la sección de los conductores para circuitos de motor individual y de varios motores; es decir, que el calibre de los alimentadores deberá permitir el flujo del 125% de la corriente a plena carga del motor de mayor potencia en el caso pertinente.

Aplicación de Asignación de Cables.-

A manera de señalar la forma como se ha procedido a asignar los calibres de los conductores que alimentarán las cargas de fuerza, tomamos como ejemplo uno de los circuitos de uno de los pabellones, a saber:

Pabellón: Corrosión y Biogas

Tablero: TFE - CB3

Circuitos: C - 1

Servicio: este circuito alimenta a la incubadora, cromatógrafo, tecator y estufa # 2 del Laboratorio de Biogas.

Longitud: La longitud al punto final de distribución es de 20.1 cm.

Corriente: Son cuatro cargas a atender, las mismas que tienen como corriente nominal:

incubadora	5.0 A
cromatógrafo	8.2 A
tecator	4.6 A
estufa # 2	<u>7.0 A</u>
	24.8 A

y la corriente a considerar en la capacidad del conductor será:

$$5.0 + 8.2 \times 1.25 + 4.6 + 7 = 26.85 \text{ A}$$

Conductor: En el catálogo del proveedor, observamos que un conductor # 10 es suficiente, puesto que transporta, instalada en ducto, 30 A.

Caída de

Tensión: La caída de tensión, al igual que en el caso del alumbrado, será la suma de las producidas en cada tramo del circuito, teniendo en cuenta que un tramo de conductor transporta tanta corriente como los puntos de salida a alimentar lo requieran.

A continuación se presenta un diagrama con los cálculos de caída de tensión en cada tramo y la correspondiente al punto final de distribución.

	0	1	2	3	4
Sección mm ² (10AWG)	5.261	5.261	5.261	5.261	
Longitud m	0	4.1	4.1	9.6	2.3
Corriente A		26.85	21.85	11.6	7.0
ΔV volt.		0.846	0.689	0.366	0.220
$\Sigma \Delta V$ volt.		0.846	1.535	1.901	2.121

Caída de tensión en el punto final de distribución = 2.12 voltios

Observación: es de notar que en algunos casos, a efectos de evitar recalentamientos y dar mayor holgura a los conductores se puede adoptar el calibre superior, pero nunca menor que el calculado.

Los calibres de todos los circuitos de fuerza se muestran en los planos respectivos.

b) Tubería.-

También aquí utilizamos tubería plástica pesada tipo S.A.P. con diámetro mínimo de 3/4" y para otros diámetros observamos la tabla 2D-XII-2 del CEP.

c) Tableros.-

Los tableros de distribución de energía eléctrica para utilización en fuerza electromotriz, seguirán las pautas similares a las indicadas para los tableros de alumbrado, en cuanto a protección de tierra, espacio de trabajo y número de interruptores bipolares máximo.

Pero, a efectos de caracterizar los interruptores, seguiremos las recomendaciones del CEP art. 17.31 para los casos de alimentación de un motor monofásico individual, así tenemos que en casos de motores menores de 30 A, que conforman la mayoría de las cargas en los laboratorios; el interruptor no deberá ser mayor del doble de su capacidad de corriente nominal.

En casos de motores de mayor capacidad de corriente nominal, se han seleccionado del tipo trifásicos y sus interruptores responden a la aplicación de la tabla 3A-XVII-4 como límite máximo de corriente.

Ahora bien, teniendo en cuenta la necesidad de aplicar un régimen de confiabilidad elevada respecto a los factores de seguridad, decidimos la utilización de interruptores del tipo termomagnéticos en la protección y control de todos los circuitos de fuerza. En los planos de los circuitos de fuerza se indican las capacidades de los interruptores mencionados.

TECNO ITINTEC

AMBIENTE	L(m)	A(m)	H(m)	RL	IL	C.U.	Lux	S(m ²)	Lumin
Sala de exposición F	12.0	6.0	1.64	2.44	D	0.53	300	73	12
Auditorio	13.2	6.0	1.64	2.51	D	0.53	200	79	8
Taller 1	6.0	3.7	1.64	1.39	F	0.46	500	22	6
Biblioteca	7.1	3.4	1.64	1.40	F	0.46	400	24	6
Secretaría	2.4	6.0	1.64	1.04	H	0.40	400	14	3
Guardianía	2.3	3.6	1.64	0.85	I	0.36	200	8	1
Ayudantía	3.5	3.0	1.64	0.99	H	0.40	300	11	2
Recepción	3.6	3.5	1.64	1.09	H	0.40	300	13	2
Corredor	41.0	2.3	1.64	1.33	G	0.43	200	95	12
Taller	6.2	3.5	1.64	1.37	G	0.43	500	22	6
Dirección	6.0	5.5	1.64	1.75	F	0.46	400	22	4
Oficina 1	3.5	2.3	1.64	0.85	I	0.36	400	8	2
Oficina 2	3.5	2.3	1.64	0.85	I	0.36	400	8	2
Exposición A	6.0	4.8	1.64	1.63	F	0.46	300	29	4
Exposición B	6.0	4.9	1.64	1.64	F	0.46	300	29	4
Exposición C	6.0	6.0	1.64	1.83	E	0.50	300	36	6
Exposición D	6.0	3.5	1.64	1.34	G	0.43	300	21	4
Exposición E	6.0	3.5	1.64	1.34	G	0.43	300	21	4

LABORATORIO DE ENERGIA Y ELECTRONICA

AMBIENTE	L(m)	A(m)	H(m)	RL	IL	C.U.	Lux	S(m ²)	Lumin.
Tunel de viento	6.0	3.5	1.64	1.34	G	0.43	500	21.0	6
Banco de pruebas	10.8	6.0	1.64	2.35	D	0.53	500	64.8	15
Laboratorio Electrónica	10.8	8.8	1.64	2.95	C	0.54	500	95.6	24
Taller de Mecánica	6.0	5.0	1.64	1.66	F	0.46	500	30.0	9
Almacén 1	4.6	3.5	1.64	1.21	G	0.43	300	16.1	2
Impresos	5.0	3.5	1.64	1.25	G	0.43	300	17.5	4
Fotografía	3.6	2.1	1.64	0.86	I	0.38	300	8.0	1
Oficina Técnica Energía	8.4	6.4	1.64	2.21	E	0.46	400	53.8	13
Jefatura	3.5	2.5	1.64	0.89	I	0.36	400	8.8	2
Of. Técnica Electrónica	12.0	7.7	1.64	2.86	C	0.54	400	12.4	19
Sala de reuniones	6.0	4.2	1.64	1.50	F	0.55	300	25.2	4
Almacén 2	6.0	3.5	1.64	1.34	G	0.43	300	21.0	4
Recepción	8.6	4.8	1.64	1.87	E	0.50	300	41.3	7
Servicios higiénicos 1	6.0	3.0	1.64	1.22	G	0.43	200	18.0	2
Servicios higiénicos 2	6.0	3.0	1.64	1.22	G	0.43	200	18.0	2
Hall	3.5	2.2	1.64	0.82	I	0.36	300	7.7	1

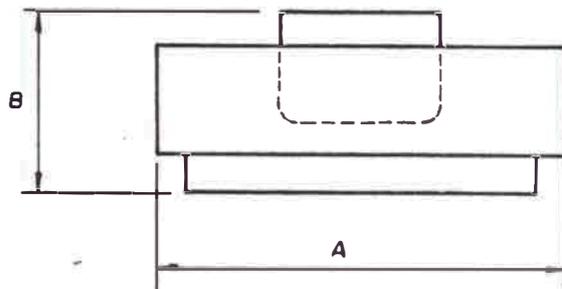
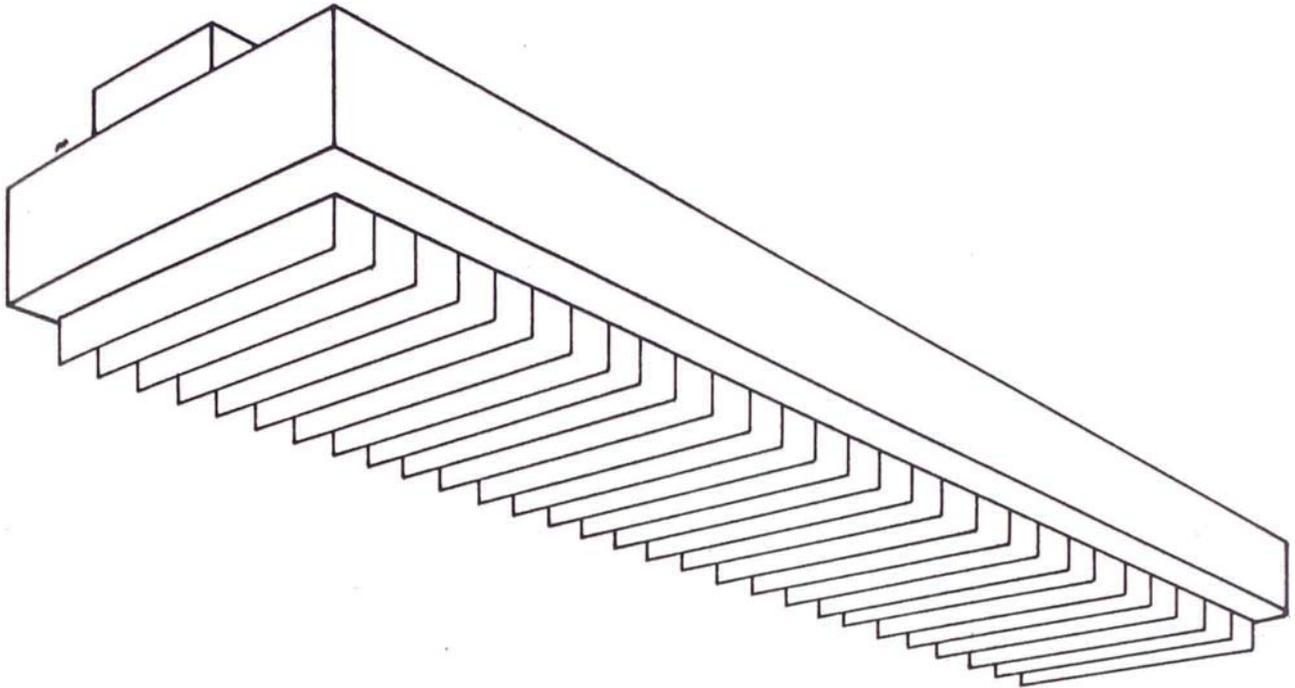
LABORATORIO DE CORROSION Y BIOGAS

AMBIENTE	L(m)	A(m)	H(m)	RL	IL	C.U.	Lux	S(m ²)	Lumin.
Laboratorio Químico de Corrosión	6.3	6.0	1.64	1.87	E	0.50	500	37.8	9
Electroquímica	5.9	5.0	1.64	1.65	F	0.43	500	29.5	9
Instrumentación	7.2	5.9	1.64	1.97	E	0.50	500	42.5	9
Balanza	3.6	3.6	1.64	1.10	H	0.40	400	12.8	2
Microscopio	4.7	3.6	1.64	1.24	G	0.43	500	16.9	4
Oficina Técnica 1	6.5	5.9	1.64	1.88	E	0.50	400	38.3	9
Almacén 1	3.6	2.3	1.64	0.85	I	0.36	300	8.3	1
Pesada 1	3.6	2.4	1.64	0.87	I	0.36	400	8.6	2
Sala de ensayos	8.4	3.6	1.64	1.53	F	0.46	500	30.2	8
Preparación de muestras	5.9	3.6	1.64	1.36	G	0.43	500	21.2	6
Pesada 2	3.6	2.4	1.64	0.87	I	0.36	400	8.6	1
Lab. de Minerales No Metálicos	7.2	5.9	1.64	1.97	E	0.50	500	42.5	12
Oficina Técnica Biogas	6.0	3.6	1.64	1.37	G	0.43	400	21.6	6
Sala de reuniones	6.0	3.6	1.64	1.37	G	0.50	300	21.6	4
Recepción	3.6	3.6	1.64	1.10	H	0.40	300	13.0	2
Corredor	41.0	2.3	1.64	1.32	G	0.43	200	94.3	12
Servicios higiénicos 1	5.9	3.0	1.64	1.21	G	0.43	200	17.7	2
Almacén 2	3.6	3.4	1.64	1.06	H	0.40	300	12.2	4
Almacén 3	3.6	3.5	1.64	1.08	H	0.40	300	12.6	2
Servicios higiénicos 2	5.9	3.0	1.64	1.21	G	0.43	200	17.7	2
Oficina Técnica 2	5.9	4.2	1.64	1.49	F	0.46	400	24.8	6
Instrumentación 2	3.5	3.5	1.64	1.06	H	0.40	500	12.3	4
Jefatura de muestras	3.6	2.4	1.64	0.87	I	0.36	500	8.6	2

TALLER MAESTRANZA - GUARDERIA

AMBIENTE	L(m)	A(m)	H(m)	RL	IL	C.U.	Lux	S(m ²)	Lumin.
Taller de máquinas	8.3	4.7	1.64	1.83	E	0.50	500	39	12
Taller de herramientas	4.8	3.3	1.64	1.20	G	0.43	500	16	4
Taller de mecánica y caldería	11.8	9.1	1.64	3.13	C	0.54	500	108	24
Almacén de productos terminados	6.0	3.6	1.64	1.37	G	0.43	300	21	4
Almacén de materia prima	6.0	3.5	1.64	1.34	G	0.43	300	21	4
Oficina Técnica	3.6	3.4	1.64	1.06	H	0.40	400	13	4
Oficina Técnica	3.6	3.4	1.64	1.06	H	0.40	400	12	4
Pasillo	3.6	1.2	1.64	0.55	J	0.29	300	5	1
Sala cuidado de niños 2	4.7	6.4	1.64	1.65	F	0.55	400	30	2
Hall	5.0	3.5	1.64	1.25	G	0.43	300	18	2
Sala cuidado bebes 2	4.8	4.7	1.64	1.49	F	0.55	400	23	4
Pediatría	4.8	3.5	1.64	1.23	G	0.50	500	17	2
Sala entretenimiento-lectura 1	3.5	3.5	1.64	1.06	H	0.44	400	15	2
Dirección	4.7	3.5	1.64	0.90	I	0.38	400	17	2
Corredor	19.0	4.0	1.64	2.01	E	0.50	200	76	9
Entretenimiento-lectura 2	4.7	3.5	1.64	1.22	G	0.50	400	17	2
Sala cuidado bebes 2	4.7	3.4	1.64	1.20	G	0.50	400	17	2
Sala cuidado niños 1	4.8	3.4	1.64	1.20	G	0.50	400	17	2
Recepción niños	3.5	2.3	1.64	0.84	I	0.38	400	8	1
Triaje	2.3	3.6	1.64	0.86	I	0.38	400	8	1

ARTEFACTO "A"



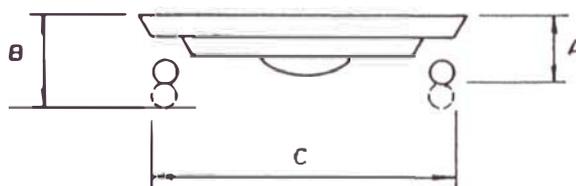
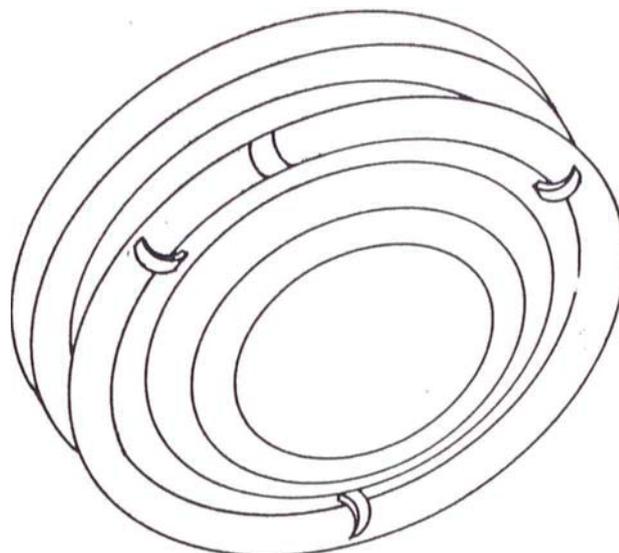
CONSTRUCCION:

PANTALLA Y REJILLA, CHAPA DE ACERO FOSFATIZADO YESMALTADO AL HORNO EN COLOR BLANCO.

LA SUJECION DE LA REJILLA CON LA PANTALLA SERA POR MEDIO DE PERNOS O ENGRAMPE ESPECIAL.

CARACTERISTICAS :

TIPO	WATTS	A mm.	B mm.	L mm.	SIMILAR
A - 4	2 x 40w.	290	200	1230	ARA - 240 JOSFEL

ARTEFACTO "C"**ARTEFACTO :**

CIRCULAR.

MATERIAL :

CONSTRUIDO EN PLANCHA DE ACERO EMBUTIDO.

ACABADO :

FOSFATIZADO Y ESMALTADO AL HORNO ,COLOR BLANCO, CONSTRUIDO COMO REFLECTOR Y SOPORTE DEL EQUIPO.

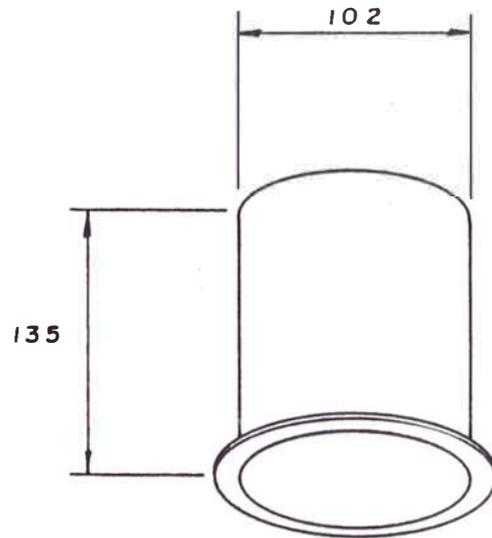
SUSPENSION :

POR MEDIO DE UN PERNO Y UNA PLATINA DE ANCLAJE , INCLUIDOS.

CARACTERISTICAS :

TIPO	WATTS	A mm.	B mm.	C # mm.	SIMILAR
C - 1	1 x 32w	57	68	306	CIR - 132 JOSFEL

SPOT LIGHT



BISEL RECTO
CON CIRCULINA

CONSTRUCCION

CASQUILLO EN CHAPA DE ALUMINIO ESMALTADO EN COLOR BLANCO AL HORNO.

SOCKET INTEGRAMENTE DE PORCELANA.

BISEL EN CHAPA DE ALUMINIO PULIDO Y ESMALTADO TRANSPARENTE AL HORNO.

CIRCULINA CON VIDRIO.

TIPO:

SPOT LIGHT CON CIRCULINA Y VIDRIO ,CON LAMPARA INCANDESCENTE CLARA DE 100 WATTS.

USO:

PARA ALUMBRADO EXTERIOR.

SIMILAR A SLA JOSFEL.

2.3.2.4.- Alimentadores.-

Para el cálculo de los conductores alimentadores de los tableros de distribución, partimos de la Demanda Máxima y del tipo de carga a atender.

Así tenemos que para alimentar todos los tableros de Alumbrado Normal, usaremos sólo un cable conductor; seleccionando otro para el alumbrado de emergencia; dos para uso de fuerza normal y uno para fuerza de emergencia respectivamente.

Luego los alimentadores en Baja Tensión formarán una red que partiendo desde la sub estación diseñada en 2.2; llegarán a todos los tableros de distribución ubicados en los pabellones.

El tendido de los cables alimentadores será en forma subterránea, en 220 V, 60 c/seg. con un factor de potencia inductivo de 0.8 con cables del tipo NYY directamente enterrado en zanjas de 0.40 m x 0.60 m de profundidad; protegido con una hilera de ladrillos corrientes y una cinta señalizadora de plástico; sobre y debajo de tierra cernida y compactada sin presencia de piedras u otros objetos.

Los empalmes serán de resina para uso y operación subterránea, herméticamente cerrados y con conectores de cobre de los calibres apropiados para efectuar una correcta derivación de corriente sin sobrecalentamientos ni fugas a tierra.

A) Cálculos.-

Para especificar los alimentadores se tomará en cuenta su capacidad de corriente respecto a las cargas y su caída de tensión.

a) Capacidad de Corriente.-

La corriente nominal a transportar viene dada por:

$$I_N = \frac{N}{\sqrt{3} V \cos \phi}$$

donde:

N = Suma de las Máximas demandas de los tableros de distribución a atender por el cable alimentador.

V = Nivel de Tensión de suministro, 220 V.

cos ϕ = Factor de potencia, en este caso 0.8

Ahora bien, la potencia N y la corriente nominal, aplicando la fórmula para cada cable de acometida se muestra en el cuadro siguiente:

<u>Acometida</u>	<u>N(Kw)</u>	<u>IN (A)</u>
Alumbrado Normal - C-1	29.808	98
Alumb. de Emergencia - C-1	26.874	88
Fuerza Normal - C-2	48.300	159
Fuerza Normal C-3	90.300	297
Fuerza de Emergencia C-2	69.050	203

Es de observar que la potencia N es el resultado de los valores del cuadro siguiente:

	<u>PI (Kw)</u>	<u>MD (Kw)</u>
TA - TI	14.660	9.585
TA - EE	11.192	7.602
TA - CB	10.862	7.437
TA - MAI	3.700	2.400
TA - MA2	4.048	2.784
Alumbrado Normal	44.462	29.808
TAE - TI	7.236	6.081
TAE - EE	5.088	5.088
TAE - CB	5.376	5.376
TAE - MA1	8.493	6.183
TAE - MA2	4.971	4.146
Alumbrado Emergencia	31.164	26.874
TF - TI	9.50	6.00
TF - CB1	10.20	5.20
TF - CB2	14.40	8.60
TF - CB3	8.80	5.80
TF - MA	37.70	22.70
Fuerza Normal c-2	80.60	48.30
TF - EE	127.60	90.30
Fuerza Normal C-3	127.60	90.30
TFE - EE	46.00	28.00
TFE - CB1	6.80	6.00
TFE - CB2	13.00	11.25
TFE - CB3	13.80	8.40
TFE - MA	31.30	15.40
Fuerza de Emergencia	110.90	69.05

b) Cable.-

Seleccionamos el cable de conformación triplex tipo NYY, para tensión de servicio de 1,000 voltios, de las siguientes características:

Norma de fabricación - ASTM B-3 y B-8 para los conductores.

- CEI 20-14 para el aislamiento

Forma del conductor: redondo cableado.

Número de hilos por conductor: 7 ó 19

Espesor de aislamiento: 1.5 ó 1.6 mm.

Espesor de chaqueta: 1.8 ó 2.0 mm.

Y trabajando en las siguientes condiciones:

Profundidad 70 cm

Temperatura de suelo-ambiente 20°C

Resistividad específica al paso del calor:

- del terreno $\rho = 70 \frac{^{\circ}\text{C} \times \text{cm}}{\text{W}}$

- del aislamiento y protección $\rho = 550 \frac{^{\circ}\text{C} \times \text{cm}}{\text{W}}$

Temperatura máxima del conductor 70 á 80°C

c) Factores de Corrección.-

Tomando en cuenta las condiciones reales de operación del cable, calculamos los factores de corrección:

i.- temperatura de suelo-ambiente: Consideramos 20°C como valor de esta temperatura y como es coincidente con el de las condiciones indica-

das, luego el factor es la unidad

$$K_1 = 1$$

ii.- Temperatura máxima del conductor: Consideramos como valor en este caso 80°C, que también es coincidente con el de las condiciones indicadas, luego el factor también es la unidad

$$K_2 = 1$$

iii.- Agrupamiento de ternas: Para este caso observamos que los fabricantes dan factores para separación de ternas de 7 cm (el ancho de un ladrillo), pero en la práctica es posible tener una separación de 20 cm, y es así como se indica en los cortes de detalles en los planos, luego podemos asumir una ligera influencia por la cercanía de las ternas, expresada así:

$$K_3 = 0.9$$

iv.- Resistividad térmica del terreno: En este caso, teniendo en cuenta que el terreno presenta condiciones ligeramente más desfavorables que las indicadas al comienzo; consideramos $100 \frac{^{\circ}\text{C} \times \text{cm}}{\text{w}}$ como valor práctico, luego el factor será:

$$K_4 = 0.91$$

El factor de corrección equivalente será:

$$K_e = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

$$K_e = 1 \times 1 \times 0.9 \times 0.91$$

$$K_e = 0.819$$

Luego podemos hallar la corriente aparente así:

$$I_a = \frac{I_N}{K_e}$$

Y los valores de esta corriente, así como la sección del cable por capacidad de corriente para cada alimentador será:

<u>Acometida</u>	<u>Ia(A)</u>	<u>Calibre cable NYY</u>
Alumbrado Normal C-1	120	3 x 1 x 16
Alumbrado Emergencia C1	108	3 x 1 x 16
Fuerza Normal C-2	194	3 x 1 x 70
Fuerza Normal C-3	363	3 x 1 x 120
Fuerza Emergencia C-2	248	3 x 1 70

d) Caída de Tensión.-

Para nuestro caso, observando las distancias entre la Sub Estación y los tableros de distribución, los mismos que oscilan los 80 mt, podemos afirmar que la caída de tensión es el factor determinante para seleccionar el calibre del cable alimentador.

A efectos de hacer los cálculos, usamos la fórmula

$$\Delta v = \frac{0.0309 \times LI \cos \phi}{S}, \text{ voltios}$$

donde:

L = longitud de la acometida en metros

I = corriente que fluye por el cable en Amperios

cos ϕ = factor de potencia

S = sección del conductor en mm²

También es necesario indicar que para este caso la caída de tensión permitida es de 5% Vn, vale decir 11 voltios.

A continuación se muestran los Cuadros de Caídas de Tensión para cada alimentador, referidas a los puntos indicados en los planos del Diagrama de Carga .

Alumbrado Normal (C - 1)

Punto	1	1.1	2	2.1	2.1.1	2.1.2	3	3.1	4
I (A)	98.1	31.5	66.6	49.5	24.5	25	17.1	9.2	7.9
L (m)	88	44	14	17	3	8	22	15	48
S(mm ²)	35	16	35	16	16	16	16	6	16
cos ϕ	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
$\Delta V(v)$	2.96	2.08	0.64	1.27	0.11	0.3	0.56	0.56	0.57
$\Sigma \Delta V(v)$	5.92	5.04	6.56	4.87	4.98	5.17	7.12	4.72	7.69

Alumbrado de Emergencia (c - 1)

Punto	1	1.1	2	2.1	2.1.1	2.1.2	3	3.1	4
I (A)	88.1	19.9	68.2	34.3	17.6	16.7	33.9	13.6	20.3
L (m)	88	44	14	17	3	8	22	15	48
S(mm ²)	35	16	35	16	16	10	35	10	35
cos ϕ	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
$\Delta V(v)$	5.31	1.31	0.65	0.87	0.08	0.32	0.51	0.49	0.67
$\Sigma \Delta V(v)$	5.31	6.62	5.96	6.83	6.91	7.15	6.47	6.96	7.14

Fuerza Normal (C - 2)

Punto	1	1.1	1.1.1	1.1.2	2	2.1	3	3.1	4
I (A)	158.4	47.2	28.2	19	111.2	17	94.2	19.7	74.5
L (m)	67	15	3	4	9	3	12	44	41
S (mm ²)	70	6	6	6	35	6	35	16	35
cos ϕ	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
$\Delta V(v)$	3.64	2.83	0.34	0.30	0.69	0.20	0.77	1.30	2.09
$\sum \Delta V(v)$	3.64	6.47	6.81	6.77	4.33	4.53	5.1	6.4	7.19

Fuerza Normal (C - 3)

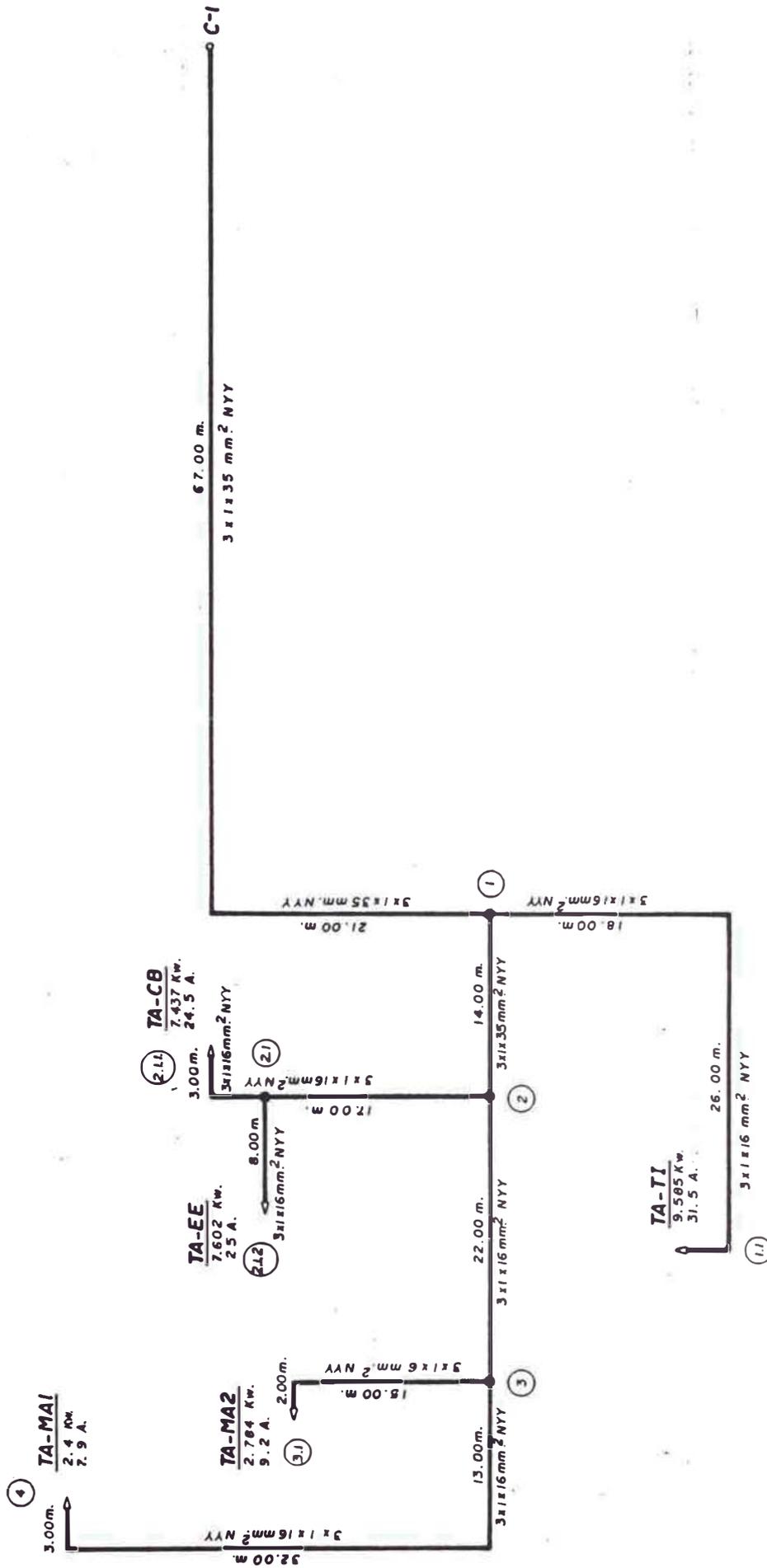
Punto	1
I (A)	296.3
L (m)	127
S (mm ²)	120
cos ϕ	0.8
ΔV	7.52

Fuerza de Emergencia (c - 2)

Punto	1	1.1	1.1.1	1.1.2	2	2.1	3	3.1	4
I (A)	226.6	64.5	36.9	27.6	162.1	19.7	142.4	91.9	50.5
L (m)	67	15	3	6	9	4	26	25	27
S (mm ²)	120	10	6	6	35	6	35	35	35
cos ϕ	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
$\Delta V(v)$	3.04	2.32	0.44	0.67	1.00	0.31	2.54	1.58	0.93
$\sum \Delta V(v)$	3.04	5.36	5.8	6.03	4.04	4.35	6.58	8.16	7.51

Luego los calibres de los cables de acometida son:

Acometida		Calibre	
Alumbrado Normal	C-1	3 x 1 x 35	NYY-triplex
Alumbrado Emergencia	C-1	3 x 1 x 35	NYY-triplex
Fuerza Normal	C-2	3 x 1 x 70	NYY-triplex
Fuerza Normal	C-3	3 x 1 x 120	NYY-triplex
Fuerza Emergencia	C-2	3 x 1 x 120	NYY-triplex



ACOMETIDAS EN B.T.
DIAGRAMA DE CARGA ALUMBRADO NORMAL

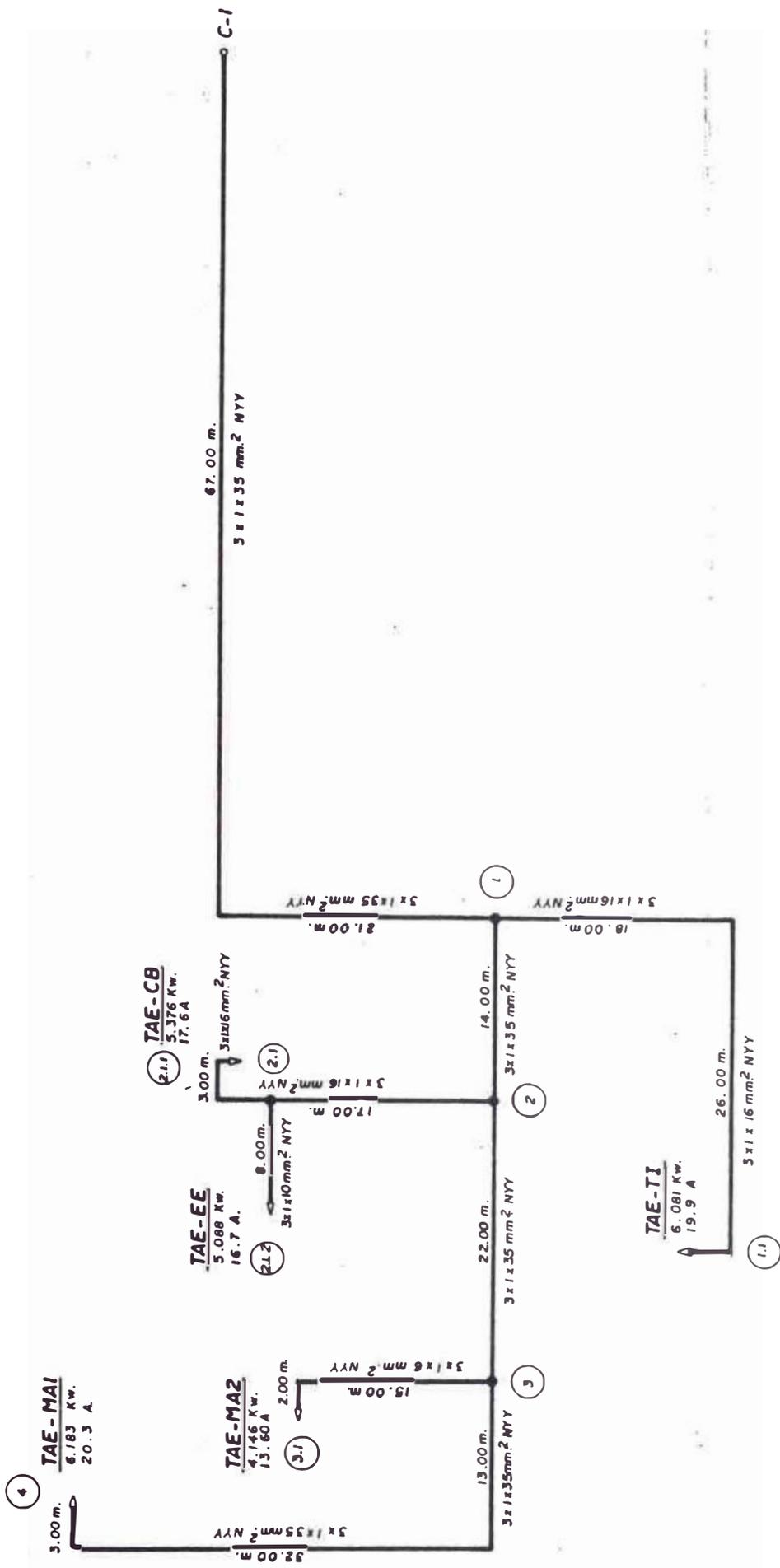


DIAGRAMA DE CARGA ALUMBRADO DE EMERGENCIA

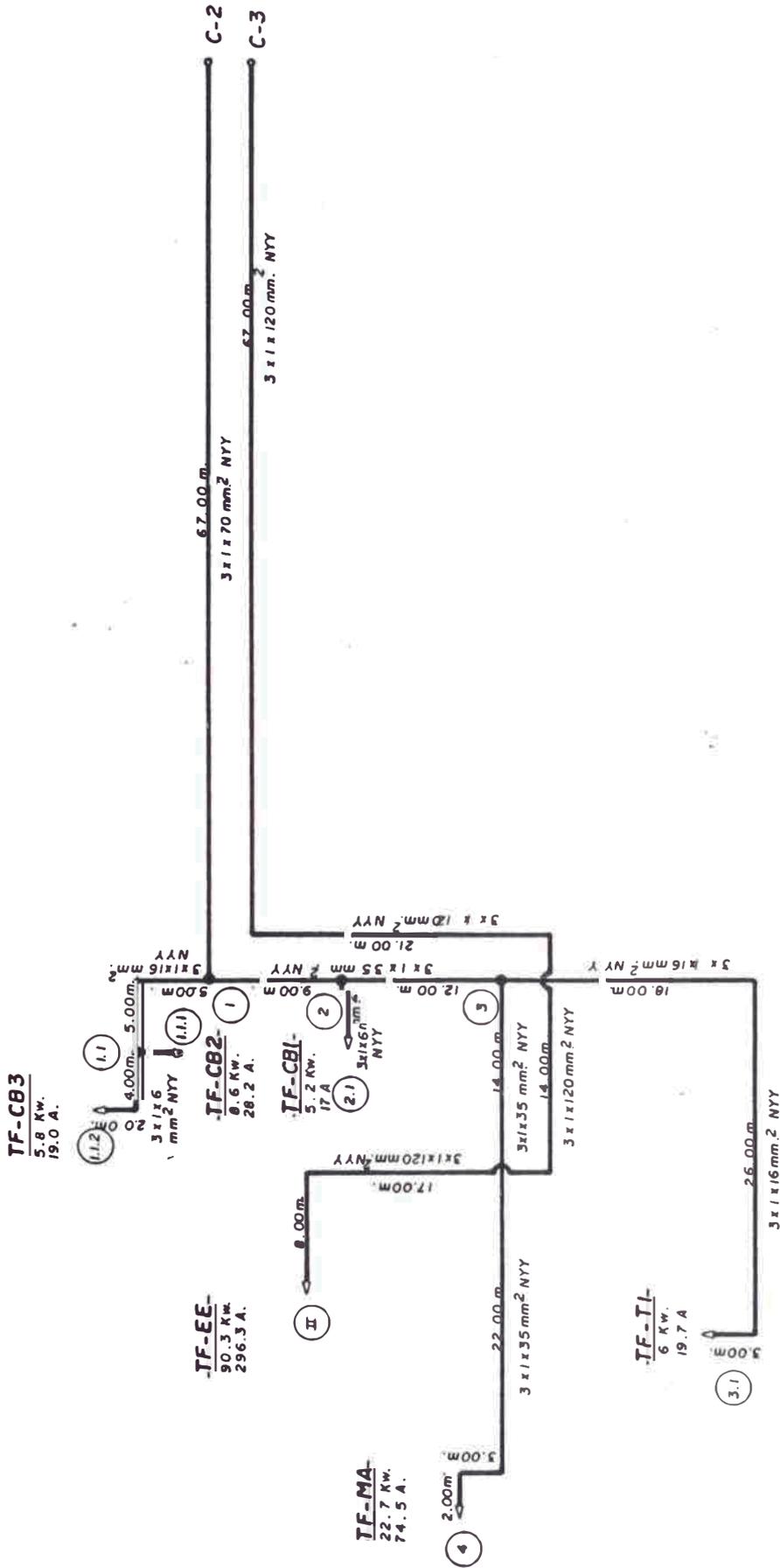


DIAGRAMA DE CARGA FUERZA NORMAL

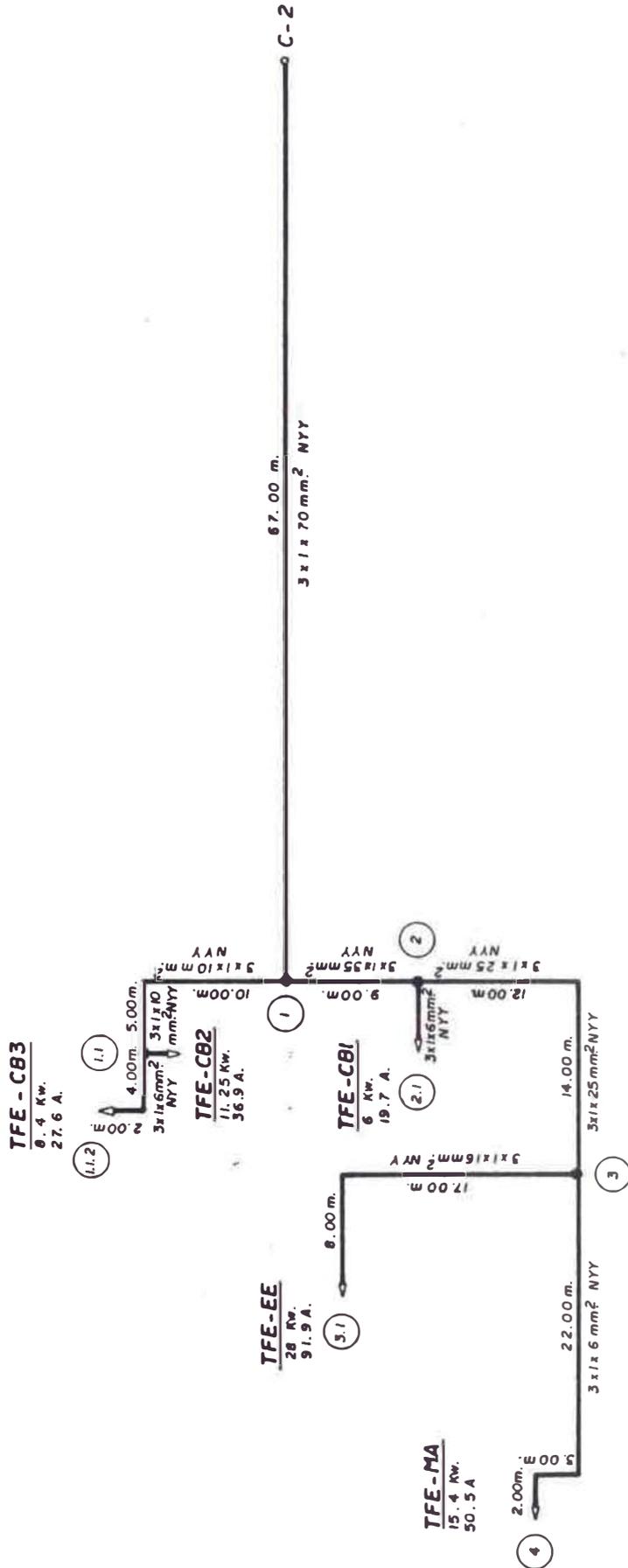


DIAGRAMA DE CARGA FUERZA EMERGENCIA

3. E S P E C I F I C A C I O N E S T E C N I C A S
P A R A A L T A Y B A J A T E N S I O N

3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA ALTA Y BAJA TENSION.

3.1.- GENERALIDADES.-

ITINTEC es propietario de la obra o instalaciones eléctricas materia del presente proyecto y tiene potestad para la supervisión, fiscalización y control de la construcción, montaje, instalación, conexión y pruebas a efectuarse.

El ingeniero electricista o mecánico electricista supervisor o inspector de la obra deberá ser colegiado y ostentará el nombramiento oficial de ITINTEC para cumplir esa función.

El ingeniero inspector cuenta con la autoridad delegada por ITINTEC para actuar en la obra con criterio técnico-profesional orientado a conseguir la mejor calidad en materiales y lograr métodos que coadyuven a la correcta ejecución de los trabajos.

A estos efectos, estas especificaciones tienen carácter genérico y referencial, no debiendo admitirse materiales de menor calidad o métodos que no conlleven a los resultados a alcanzarse con los que se señale.

El ingeniero inspector será encargado del control de la obra en cuanto al sistema eléctrico, cuidando que se cumplan los diseños, indicados en los planos, especificaciones, reglamentos y normas competentes; así como, autorizar los pagos al contratista por avances de obra y recepcionar la misma.

El contratista será la persona natural o jurídica a

quien ITINTEC confía la ejecución de la obra.

El contratista designará como su representante a un ingeniero electricista o mecánico electricista, quien se responsabilizará por la ejecución de la obra, permanecerá a tiempo completo y coordinará permanentemente con ITINTEC a efectos de resolver las situaciones intempestivas y/o no contempladas en el proyecto.

En casos de presentarse alternativas de solución a un impase técnico que impide el avance de la obra, el ingeniero representante del contratista aceptará la decisión del ingeniero supervisor.

3.1.1.- Materiales - Control de Calidad.-

Los materiales a emplearse en la obra deberán ser nuevos, de primera calidad, de conformidad con las especificaciones correspondientes y de utilización actual en el mercado nacional o internacional. Los nombres comerciales con que se especifican algunos materiales deberán ser considerados de referencia en tipo, acabado y calidad. No se acepta de calidad inferior. El contratista indicará la oferta a presentar a ITINTEC, la procedencia del material o equipo ofertado que ITINTEC haya considerado con su nombre comercial.

Para todos los casos se consideran como parte de estas especificaciones, las indicadas por los fabricantes de equipos y/o materiales para sus productos, siendo extensivo a sus recomendaciones de embalaje, transporte, montaje, instalación, pruebas y operación.

El incumplimiento de las especificaciones de los fabricantes será motivo de retiro de los materiales usados.

Todo material que llegue a la obra en mal estado o que se malogre durante la ejecución de los trabajos, será reemplazado por otro igual, nuevo y de calidad especificada; sin costo adicional alguno para ITINTEC.

Los materiales que se expenden envasados, deberán entrar a la obra en sus envases o recipientes originales, intactos y debidamente sellados, pudiendo el ingeniero inspector, rechazar aquellos que no cumplen con este requisito.

ITINTEC se reserva el derecho de pedir al contratista muestra por duplicado de los materiales que juzgue necesario para la ejecución de la obra, los que deberán aprobarse por la inspección antes de su uso.

El ensayo o prueba de él o los materiales a usarse en obra, así como los muestreos, se llevarán a cabo por cuenta del contratista en la forma que el inspector especifique y las veces que lo indique.

El contratista deberá suministrar sin costo para ITINTEC, todos los resultados de las pruebas y ensayos técnicos que permitan determinar si la calidad de la obra es igual a la especificada.

En caso que ITINTEC observara que una parte de la obra ha sido mal ejecutada o no cuenta con materiales de calidad exigidos en las especificaciones y/o planos, podrá rechazarlo, debiendo el contratista rehacer el trabajo a satisfac-

ción y sin costo alguno para ITINTEC.

Todo equipo, en general, deberá tener la aprobación de ITINTEC antes de ser construído, así como, una vez construídos, antes de enviarse a obra. En caso de omisión de esta disposición, el contratista deberá asumir los costos totales de cualquier observación técnica hecho por ITINTEC.

3.1.2.- Oficina.-

La oficina técnica consistirá en un ambiente dentro de la obra que el contratista adecuará para el trabajo de gabinete del ingeniero inspector y este deberá dar su aprobación.

3.1.3.- Prioridades de Planos y Especificaciones.-

El contratista deberá tener en obra una copia de los planos y especificaciones del proyecto, presentándolos al inspector en el momento que lo requiera; así mismo, deberá tener copia de los planos de las otras especialidades a efectos de proceder a un trabajo del tipo integral de la obra en conjunto.

El contratista deberá considerar que en el presente proyecto, los planos, especificaciones técnicas y metrado se complementan para orientar el trabajo; de forma que en casos de discrepancias las prioridades siguen este orden, primero los planos, segundo las especificaciones y tercero el metrado.

3.1.4.- Mano de Obra.-

El contratista deberá poner al servicio de la ejecución de la obra a personal técnico con experiencia en trabajos similares; así también se cuidará de verificar que este personal cuente con valores personales de honestidad, lealtad y elevada moral.

ITINTEC se reserva el derecho de exigir el cambio del personal técnico que, a su juicio, no tiene calificación para trabajar en la obra.

Todo personal técnico puesto por el contratista en obra, deberá tener vigente su documentación respecto a la seguridad social.

El contratista está obligado moralmente a cumplir con los pagos de su personal en forma puntual cumpliendo con los topes mínimos cuando menos, establecidos por las disposiciones legales en curso.

ITINTEC no tiene responsabilidad en los asuntos laborales entre el contratista y su personal.

3.1.5.- Modificaciones.-

ITINTEC podrá ordenar en cualquier momento, modificaciones en disminución o aumento de la obra siempre que no excedan los límites de capacidad de energía eléctrica previstas.

Los cambios ordenados serán evaluados por el contratista y el inspector para una disminución o aumento justo de los costos y el reajuste del contrato.

El contratista ejecutará la orden de modificación

dada por ITINTEC sin esperar el resultado de la evaluación y reajuste indicados.

Si el contratista considera necesario introducir cambios a una parte del proyecto, deberá comunicarlo al inspector y esperar su aprobación. De lo contrario, todo cambio que mejore la instalación será por cuenta del contratista. En todos los casos, las modificaciones que obliguen a cambiar el proyecto original deberán contar con la aprobación del proyectista.

3.1.6.- Garantías.-

El contratista garantizará las instalaciones ejecutadas, tanto en materiales, como en mano de obra, por el tiempo de vida útil de los elementos empleados.

Los tiempos de vida útil de los materiales serán los ofertados por los proveedores y/o expresados por las normas técnicas o reglamentos. Toda falla imputable a una defectuosa instalación será resuelta en el tiempo de garantía por el contratista sin costo alguno para ITINTEC.

3.1.7.- Condiciones de Trabajo.-

El contratista tomará sus previsiones para la obtención de energía, agua y usos de desague en la obra.

También preveerá que no haya interferencias con otros trabajos inherentes a la obra.

El contratista ejecutará los trabajos de instalaciones temporales, provisionales, con aprobación del inspector, que permitan el mejor desarrollo de los trabajos en

obra, tales como almacén, oficinas, servicios higiénicos, roperos u otros.

ITINTEC dispondrá el control de entrada y salida de materiales y herramientas; pero no se responsabiliza por la pérdida de los mismos. El contratista deberá proveer el retiro de la obra, de los equipos y/o materiales excedentes que no se utilizarán en el futuro; en caso que el inspector lo considere necesario, podrá exigir el retiro de los mismos.

El contratista deberá percatarse que ningún interruptor o elemento de control queden detrás de las puertas, sino que deberán ser fácilmente accesibles al abrirse estas.

Al término de los trabajos, el contratista deberá proceder a la total limpieza de los desperdicios que existan, ocasionados por la ejecución de la obra.

El contratista deberá esperar la aprobación del inspector antes de efectuar el empotramiento de las tuberías y/o cajas.

Toda salida eléctrica o terminales de tubos que deban permanecer abiertos durante la ejecución de la obra, deberán ser taponeados con planchas de fierro galvanizado de 1/32" de espesor.

El contratista deberá pintar con diferentes colores, las salidas correspondientes a, diferentes sistemas, reportando a la inspección la denominación utilizada.

Los alimentadores principales de cada sistema deberán

llevar físicamente un sistema de identificación de fácil reconocimiento, haciendo de conocimiento del inspector la identificación de cada uno.

El contratista está obligado a entregar al inspector, al momento de recepción de la obra, toda instrucción de mantenimiento de equipos e instalaciones, catálogos de repuestos u otra información que facilite el total conocimiento de los mismos, por triplicado.

También el contratista presentará a ITINTEC los planos originales de replanteo de las instalaciones que indiquen la real distribución de los circuitos.

3.1.8.- Uso de Instalaciones.-

ITINTEC, en caso de que lo juzgue necesario podrá hacer uso de parte de la instalación que haya sido terminada sin que ésto signifique aceptación de la obra en forma parcial. Si el contratista considera que esta utilización prematura afecta los costos de la obra, deberá indicarlos por escrito al inspector; y ambos evaluarán la situación en montos y tiempo de duración de la obra.

El contratista deberá prever las medidas de seguridad para la energización de la parte utilizada, coordinando con el inspector en la operación de los controles.

3.1.9.- Rescisión de Contrato.-

ITINTEC podrá notificar por escrito la rescisión del contrato por incumplimiento del cronograma por el contratista, esa puede ser una parte o por el total de la obra.

Para todos los casos se seguirá lo establecido por el Reglamento Unico de Licitaciones y Construcciones de Obras Públicas, sin que signifique la omisión de las instancias legales vigentes.

En caso de rescisión de contrato parcial o total, ITINTEC podrá concluir la obra con la modalidad más conveniente a sus intereses, es decir por contrato o por administración directa.

El contratista asumirá los costos que resulten de la evaluación de daños y perjuicios en calidad de obra y tiempo de culminación. ITINTEC podrá tomar posesión de los materiales y herramientas que el contratista tenga en obra en caso que lo considere necesario.

3.1.10.- Planos.

Los planos que forman parte del presente proyecto tienen el objetivo de orientar la ejecución de partes sustanciales del sistema eléctrico propuesto; siendo de responsabilidad del contratista la colocación de todo elemento que aunque no estén especificados, sea necesario para cumplir con el objetivo indicado.

El mismo criterio es plicable a los croquis y/o planos de detalles, cartas, leyendas o notas, que forman parte del proyecto.

En los planos se indican el esquema de principios del proyecto en su integridad, los circuitos de salidas para fuerza y alumbrado y la ubicación de sus controles; la ubicación de equipos, tableros y sus controles; el recorrido

del cable de acometida, con sus detalles de derivación e ingreso a la Sub-estación; etc.; todo en forma esquemática. El contratista deberá ceñirse en lo posible a todo lo indicado en los planos; consultando con el inspector en los casos que considere necesario a la optimización del desarrollo del proyecto.

La ubicación de las salidas de pase, alumbrado o fuerza indicadas en los planos, serán considerados sólo aproximados, decidiéndose su exacta ubicación en el desarrollo de la obra, teniendo en cuenta las condiciones que se presenten, como cruce con conductos sanitarios, ubicación de muebles u objetos de decoración, etc. En todos los casos el contratista someterá la decisión técnica al criterio del inspector.

El contratista notificará por escrito, de cualquier material y/o equipo que se indique en los planos o especificaciones y que a su juicio considere inadecuado o inaceptable de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas de autoridades competentes, así como de cualquier método de trabajo que haya sido omitido o que juzgue improcedente en la ejecución del proyecto. Las eventuales infracciones u omisiones en que se incurra serán asumidas directamente por el contratista sin costo alguno para ITINTEC.

3.1.11.- Códigos y Reglamentos.-

La ejecución del proyecto se sujetará a las prescripciones del Código Eléctrico del Perú, última edición, a las Reglamentaciones Municipales vigentes sobre la materia, a

las Normas de Fabricación de equipos VDE, CEI. A los requerimientos del concesionario Electrolima y a la buena práctica de la ingeniería.

3.2.- ESPECIFICACION TECNICA DE MATERIALES:

3.2.1.- Acometida en 10 KV.-

Comprende desde la captación de energía eléctrica del concesionario hasta su llegada a la Sub-estación interna de ITINTEC.

3.2.1.1.- Celda de Derivación.-

Celda metálica del tipo autosoportado, con estructura de fierro ángulo de 2" x 2" x 1/8" soldados eléctricamente; de dimensiones indicadas en planos; protegida por una base de pintura anticorrosiva y acabado de color gris martillado. Malla de alambre # 10 de 1" de cocada.

3.2.1.2.- Seccionador de Potencia.-

Del tipo para instalación interior en celda metálica, para 10 KV de tensión nominal, 250 MVA de potencia de cortocircuito en el punto de instalación; de mando manual; trifásico, de accionamiento simultáneo en las tres fases.

Base portafusible montada en la parte inferior y fusible para 10 KV de tensión y 50 A de intensidad nominales.

El seccionador deberá contar con soplado autoneumáti-

co y autogeneración de gas para la interrupción de la corriente; de diseño modular que facilite cualquier modificación con un mínimo de recambios; de apertura visible en posición de "abierto" y distancias entre contactos de acuerdo a normas.

El mando deberá ser un elemento equipado con dos resortes de acción independiente de la fuerza del operador.

3.2.1.3.- Cabeza Terminal.-

Tipo para servicio interior, con cuerpo de aluminio fundido y con cono de plomo en su parte inferior; con tapones para rellenado y purga de la masa aislante; dispuesto de tal forma que los conductores emerjan inclinados lateralmente para mejorar el distanciamiento entre fases, para 13 KV de tensión nominal, preparado para cables de 70 mm^2 NKY.

3.2.1.4.- Cable de 10 KV.-

Conductor de cobre electrolítico blanco, de forma sectorial cableado, con norma de fabricación ASTM-B-3 y B-8. Aislamiento de cintas de papael de celulosa pura impregnado en aceite "no migrante", chaqueta interior de aleación de plomo y protección exterior con una chaqueta de PVC color rojo; con norma de fabricación EEI-20-1

Tensión de servicio, 10 KV. Temperatura de operación 70°C . Calibre $3 \times 70 \text{ mm}^2$. 19 hilos por conductor.

Espesores: de aislamiento, 2.8 mm; de capa de plomo, 1.7 mm; cubierta PVC, 2.3 mm. Diámetro total exterior 42.3 mm. Peso aproximado, 5,661 Kg/Km.

3.2.1.5.- Zanja.-

De 0.80 m x 1.20 m de profundidad, con fondo perfectamente nivelado. Rellenado con tierra cernida apisonada. Con hilera de ladrillos para protección mecánica a 0.50 m sobre el cable. Cinta señalizadora plástica de color rojo, con inscripción "Peligro, cable de Alta Tensión" a 0.25 m debajo del ras del piso. Detalles y cortes presentados en plano, y en 3.33.

3.2.1.6.- Buzones.-

Construïdos con paredes de ladrillo corriente, de cabeza, asentado con mortero 1:3, piso de concreto de mezcla 1:4:8; tapa de concreto con armadura de fierro en dos sentidos de 1/2" cada 18 cm, loza continúa de mezcla 1:2:4, con marco y gancho de fierro, de espesor y resistencia adecuados para soportar el tráfico peatonal y/o vehicular, según su ubicación, colocado a nivel del piso circundante, preparado para cerradura hermética.

Paredes enlucidas con mezcla de 1:5, con arena de grano fino. Con sumideros y drenajes que permitan evacuar los líquidos ajenos a sus instalaciones.

Libres de desperdicios o desmonte.

3.2.1.7.- Cruzadas.-

Será construído en cruce de cable de tránsito vehicular señalado en plano. Formado por ductos colocados unos a continuación de otros; sobre solado de concreto de mezcla 1:4:8, usándose piedra partida no mayor de 3 cm; la mezcla para el asentado de los ductos será de proporción 1:3 con arena limpia y granulada; el solado será de 0.05 m de espesor, sobresaliendo 0.05 m a ambos lados del ducto; perfectamente nivelado.

La zanja para estos efectos será de 1.20 m de profundidad, relleno con tierra cernida y apisonada. Los ductos serán de concreto de 2 vías de 4", de concreto, no embreado interiormente. La instalación se detalla en 3.3.4.-

3.2.2.- Sub Estación de Transformación.-

3.2.2.1.- Celdas de Recepción y Transformación.-

Celdas metálicas del tipo autosoportado, de estructura de fierro de ángulo de 2" x 2" x 1/8", soldadas eléctricamente formando una unidad; rígidamente fijadas al piso.

Con malla de protección con alambre N° 10 y 1" de cocada.

De dimensiones indicadas en plano. Los soportes-guías para transformador y disyuntor serán de fierro ángulo, en "U" de 4" x 2" x 1/4". Celdas protegidas con una base de pintura anticorrosiva y acabado de color gris martillado.

3.2.2.2.- Interruptor de Potencia.-

El interruptor de potencia o disyuntor será del tipo automático, de volumen reducido de aceite, de ejecución extraíble, con mecanismo de apagado del arco por chorro de aceite.

A ubicarse en la celda de recepción.

Deberán responder a las características eléctricas siguientes: para 10 KV de tensión y 100 amperios de intensidad nominales; para 200 MVA de cortocircuito eficaz, 60 ciclos por segundos. Equipado con elementos de protección, a saber:

- Relé de Sobre intensidad.-

Para instalación sobre el interruptor de potencia, directamente en los bornes, con accionamiento combinado por sobrecarga (térmico); cortocircuito (magnético) y tiempo (temporizador).

Serán dos relés de gran resistencia mecánica a los cortocircuitos, con tiempo regulable de funcionamiento e independiente de la corriente; pero de desconexión instantánea para el caso de elevadas sobre intensidades.

De las siguientes características eléctricas:

Tensión nominal: 10 KV

Corriente nominal: 100 A

Corriente de desbloqueo: Regulable de 1.2 a 2 veces la nominal.

Corriente de retención: 90% de la corriente de desbloqueo.

Frecuencia: 60 Hz

Corriente permanente admisible: 1.7 veces la intensidad nominal.

Corriente admisible durante 1 segundo (térmico):
1.25 veces la intensidad nominal.

Corriente admisible instantánea (dinámica): 500 veces la intensidad nominal.

Tiempo de desconexión: regulable entre 0 y 0.3 a 6 segundos.

Tolerancia sobre el tiempo de desconexión: \pm 0.1 segundos.

Desconexión instantánea a la intensidad límite: la corriente nominal debiendo ser bloqueable.

3.2.2.3.- Portafusibles.-

Tipo interior, trifásico, para 10 KV de tensión nominal preparado para montaje de fusibles de 100 A. Anclados a la estructura frontal de la celda.

3.2.2.4.- Fusibles.-

Montados en sus respectivas bases portafusibles. Serán tres cortocircuito fusibles para 10 KV de tensión nominal y 100 A de capacidad, del tipo de alto poder de ruptura para cada transformador de 640 KVA; de 50 KA.

3.2.2.5.- Transformadores de Potencia.-

Dos transformadores trifásicos refrigerados por aceite mineral, para montaje de tipo interior, con hembrillas

para el transporte; núcleo de hierro laminado en frío para temperatura ambiente de 12 a 20°C, enfriamiento por circulación natural de aire, para altura de trabajo de 500 m.s.n.m., con indicador del nivel de aceite y de máxima temperatura, con 4 tomas suplementarias conmutables en vacío y de accionamiento a mano con el transformador sin tensión.

Norma de construcción ITINTEC-370-002-NOP; con placa de características; con orejas sobre la tapa para izaje de la parte activa o del transformador completo; ruedas orientadas en dos direcciones perpendiculares; con tapón de llenado, grifo para el vaciado y toma de muestras de aceite, borne de puesta a tierra del tanque y dotación de aceite y con las siguientes características:

Potencia nominal continua:	640 KVA
Tensión primaria:	10,000 voltios
Tensión secundaria:	230 voltios
Frecuencia:	60 HZ
Fases:	3
Taps de regulación sin carga:	+ 2.5% ± 5% de la tensión primaria
Tensión de cortocircuito:	4.5%
Sobreaceleración máxima de temperatura a plena carga:	55°C
Conexión:	Estrella-triángulo
Grupo:	YD5
Fabricación:	Normas CEI-ITINTEC

3.2.2.6.- Barras.-

De sección rectangular, de cobre electrolítico de 99.9% de pureza, de elevada conductividad eléctrica, alta resistencia a la corrosión, adecuada maquinabilidad y propiedades para trabajarse en frío o en caliente.

Llevados a obra pre-fabricadas y listas para su montaje, con extremos biselados.

Cada fase será protegida con dos capas de pintura resistente a la temperatura de base de vinilo, de colores verde para la fase R, blanco para la fase S y rojo para la fase T, con 0.02 m aproximadamente de los extremos sin pintar; y agujeros para uso futuro. De las siguientes características:

- Tensión nominal	10,000 voltios
sección rectangular	250 mm ²
dimensiones	5 x 50 mm
peso por metro	2.23 Kg
- Tensión nominal	230 voltios
sección rectangular	1,000 mm ²
número de barras por fase	2
dimensiones	10 x 100 mm
peso por metro	8.9 Kg

3.2.2.7.- Accesorios.-

Consiste en la especificación de materiales menores necesarios para complementar la instalación de la subestación.

a) Aisladores.-

Serán de porcelana, con esfuerzo de rotura superior al producido en las barras por la corriente de choque.

Para el lado de alta tensión:

tipo	tubular
tensión de servicio	10 KV
corriente de choque en servicio	32 KA
esfuerzo de rotura en servicio	400 Kgf/cm ²

Para el lado de baja tensión:

tipo	tubular
tensión de servicio	230 V
corriente de choque en servicio	170 KA
Esfuerzo de rotura en servicio	2,200 Kgf/cm ²

b) Pértiga.-

Para accionar y maniobrar los seccionadores en vacío, de aislamiento no menor de 30 KV, de longitud no menor de 3 m, con disco central para aumentar la superficie de contorneo para protección del operador, con indicador luminoso de existencia de tensión tipo tropicalizado para trabajo pesado, de material aislante de alta resistencia mecánica a la tracción y a la flexión.

c) Extractor de Fusibles.-

Para alta tensión, de material aislante y para trabajar con 30 KV; con muelas de extracción adecuadas para los fusibles que se instalen, de longitud no menor

de 1.3 m, con pantalla intermedia de aprox. 0.12 m de diámetro. De probada y reconocida calidad, resistente a la tracción y flexión.

d) Banco de Maniobra.-

Hecho de madera, con listones de soporte no menor de 2-1/2", de 0.60 m de alto y listones de estructura adecuados, debidamente encolados, para soportar un peso no menor de 100 Kg, con plataforma de 0.80 x 0.80 m de madera dura, de 1" de espesor como mínimo; acabado con doble mano de barniz.

La plataforma estará soportada por cuatro aisladores de porcelana de alta resistencia mecánica a la compresión, impacto y dureza, con piezas de fijación a la plataforma.

El banco deberá estar preparado para trabajar con 24 KV de tensión nominal y responderá a una capacidad de aislamiento según norma VDE 011/2.61.

e) Balde con Arena.-

De material plástico para una capacidad de 10 Kg de arena aproximadamente, de pared suficientemente gruesa que responda a una elevada resistencia mecánica, con asas para suspensión, también de plástico.

f) Zapatos.-

Un par de zapatos N° 40, de cuero, con suela y tacos de jebe de alto aislamiento eléctrico. Cosidos o clavados con estacas de madera. No se permiten cla-

vos u otros elementos metálicos.

g) Guantes.-

Para trabajo en 30 KV, 1 par, de jebe u otro material aislante, de uso eléctrico con superficie exterior medianamente lisa. Tamaño grande.

h) Piso de jebe.-

De 1/2" de espesor como mínimo de 1.20 m de ancho y largo igual a la distancia total de las celdas.

De una sola pieza, de superficie lisa.

i) Avisos.-

En idioma castellano de 1.00 m x 0.80 m de primeros auxilios en caso de accidentes por contacto eléctrico
En idioma castellano de dimensiones adecuadas y lugar preferencial, que contenga ¡PELIGRO ALTA TENSION! para cada celda de la sub-estación.

3.2.2.8.- Sistema de Medición.-

a) Transformador de Corriente.-

Con arrollamientos primario y secundarios en cápsulas en una resina sintética que proporcione un aislamiento y una rigidez mecánica según normas, que presenten una gran resistencia a los esfuerzos dieléctricos y ondas de choque y soporten los efectos térmicos y electrodinámicos de las corrientes de cortocircuito manteniendo una alta precisión.

Tipo para montaje interior.

Clase de precisión	0.5, 1
Tensión de servicio	12 KV
Frecuencia	50-60 HZ
Potencia	30 VA
Relación de transformación	50/5 A

b) Transformador de Tensión.-

Con arrollamientos en aceite, presentan gran rigidez dieléctrica y similares características a los transformadores de corriente.

Clase de precisión	0.5, 1
Tensión de servicio	12 KV
Frecuencia	50-60 HZ
Relación de transformación	10,000/220 V.

c) Fusibles de Protección.-

Fusibles de 2A para 10 KV, montados en portafusible bipolar para montaje interior de 12 KV, con aisladores de 15 KV y accesorios de sujeción y anclaje.

3.2.2.9.- Puesta a Tierra.-

Estará ubicada en la misma subestación de transformación, compuesta por una varilla de cobre de 3/4" de diámetro, de 2 m de longitud, enterrado en un pozo de 1 m de diámetro por 2.05 m de longitud; y relleno con tierra vegetal, carbón vegetal y sal; en capas de 25, 15 y 15 cm; perfectamente compactados.

El conductor de interconexión con los elementos metálicos de la subestación, será de calibre 2/0 AWG, des

nudo, sujeto a la varilla con un conector que ésta llevará a 5 cm del extremo superior y en un espacio libre.

El pozo estará cubierto con una tapa de concreto provisto de gancho para su mantenimiento y medición.

La resistencia que debe obtenerse no deberá ser mayor a 10 ohmios.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas que no llevan corriente eléctrica, incluye estructuras metálicas; aislamientos de botella terminal o de conductores; gabinetes de tableros eléctricos; carcasa de equipos y máquinas. Las barras de tierra estarán formados por platinas de cobre electrolítico, sin pintar de 50 x 5 mm; adosadas a la pared y dobladas en forma de "C" con orejas hacia afuera.

3.2.3.- Sala de Fuerza.

Se describe bajo este título, el grupo electrógeno, los sistemas de eliminación de gases, de enfriamiento, de suministro de combustible, el tablero de transferencia automático, el cargador de baterías y otros elementos necesarios para la generación de energía eléctrica de emergencia su control y aplicación a las cargas esenciales.

El sistema de emergencia tiene doble alimentación eléctrica; una es desde el concesionario y la otra desde el grupo electrógeno; ambas se efectúan a través del tablero de transferencia automática.

El grupo electrógeno suministrará energía eléctrica

solamente en casos de falla del suministro del concesionario.

La transferencia de la alimentación eléctrica al grupo electrógeno se efectuará automáticamente en tiempos entre 0.5 y 3 minutos.

Cuando retorna la energía del concesionario, el control automático de voltaje espera un tiempo entre 1 y 10 minutos de normalización para pesar la carga del grupo al servicio normal.

Luego de un tiempo entre 0 y 5 minutos de funcionamiento del grupo electrógeno en vacío, éste se detiene volviendo a su estado inicial normal de reserva para casos de repetición de fallas. A estos efectos, el sistema deberá conservar las baterías de arranque en un estado de carga permanente mediante un cargador de baterías de flotación.

También el sistema deberá asegurar un suministro adecuado de combustible al motor, mediante el respectivo sub-sistema, el cual incluye tanques de almacenamiento, con sencillos medios de llenado desde los camiones cisterna habituales.

Así mismo, se dispondrá de un sub-sistema de evacuación de gases de escape con un alto grado de eliminación de ruido, así como de un apropiado sub-sistema de eliminación del aire de refrigeración.

3.2.3.1.- Grupo Electrógeno.-

A) Generalidades.-

Para todos los equipos eléctricos a instalarse en la Sala de Fuerza, la distribución de los componentes se efectuará con criterio de bloques funcionales con recorrido sencillo, accesible y claramente identificables.

Para el cableado de interconexión se usará el conductor flexible unipolar o múltiple de calibre # 18 como mínimo siguiendo ejes de cableado con espirales y canaletas plásticas. Los circuitos impresos serán de la mejor calidad con borneras del tipo enchufable.

Todos los elementos de ajuste de parámetros de operación serán del tipo tuerca y tornillo con indicación del ajuste versus grado de giro del elemento, fácilmente accesibles e identificables.

Toda lámpara o diodo emisor de luz de señalización y/o alarma será del tipo de muy larga vida útil y se instalará sobre los paneles con sockets de primera calidad. Todos los componentes serán frontalmente accesibles y frontalmente desmontables.

Para todos los elementos de ajuste, señalización, alarma, control; terminales, conductores, borneras, bloques, componentes, subsistemas, etc. deberá tomarse las precauciones necesarias para presentar una identificación sencilla, confiable y segura.

Todos los equipos, así como sus componentes serán contruídos a prueba de vibraciones mecánicas y cho-

que, así como a prueba de serias exigencias ambientales como elevada humedad y ambiente polvoriento.

Asi mismo, los equipos deberán ser protegidos contra transitorios de tensión y corriente, así como sobre tensiones.

En la medida de lo posible todos los equipos serán de estado sólido, particularmente los elementos integrantes de los sistemas de control, señalización y alarmas.

Las interconexiones de control y/o señalización y/o alarma entre equipos, será hecho con conductores de control flexibles (mínimo número 18 AWG) cableados y con "chaqueta" común, convenientemente identificados en sus extremos.

Para la instalación de equipos, materiales y/o sistemas, se deberán seguir las recomendaciones de los fabricantes de los mismos.

Los equipos deben ser apropiados para operar en las condiciones ambientales para Lima: temperatura máxima 30°C, humedad relativa máxima 95%, altura sobre el nivel del mar 100 m.

B) Motor.

El motor deberá responder a las siguientes características:

- Diseño: diesel de cuatro ciclos
- velocidad: 1800 RPM
- Cilindros: cuatro en línea.

- Sistema de refrigeración: con agua, radiador, ventilador, bomba y termostato.
- Regulador de velocidad: ajustable, tipo hidráulico, lubricado a presión.
- Sistema de lubricación: con aceite a presión, con enfriador de aceite y filtros.
- Sistema de combustible: diseñado para petróleo diesel N° 2, equipado con filtros primario y secundario, bomba de alimentación de combustible cuya carga máxima total de aspiración sea mínimo de 3.60 m; tal bomba tendrá elemento manual de purga, corte automático de combustible, bomba de inyección en línea, común para todos los cilindros. Tal sistema debe permitir la alimentación de combustible desde niveles de 3.6 m por debajo del motor. Se deberá tener, filtro de aire en baño de aceite con indicador de restricción.
- Sistema de combustión: con cámaras de precombustión y bujía de precalentamiento.
- Sistema de arranque: eléctrico, 24 VDC, con solenoide de arranque y arrancador, batería de elevada capacidad, arranque y parada local y remoto, con alternador de carga de baterías y su

respectivo regulador de voltaje estático.

- Características especiales: mínima producción de ruido, adecuado a este tipo de aplicación.
- Bastidor de base: de perfil de acero estructural, comun al motor y generador. El perfil se fijará a la losa base de cimentación mediante cuatro amortiguadores de vibración.

C) Generador:

El generador deberá responder a las siguientes características:

- Diseño: campo rotatorio, excitación sin escobillas construcción a prueba de goteo, arrollamientos, amortiguadores y estator de ranuras inclinadas para excelente comportamiento transitorio y reducción de armónicos de voltaje, arrollamientos impregnados de resina para excelente protección contra severas condiciones ambientales, generador rígidamente alineado.
- Excitación: autoexcitado, sin escobillas con elementos fácilmente accesibles, con interruptor de protección del circuito de campo.
- Regulador de voltaje: tipo estático, compensado por temperatura, debe incluir circuitos limitadores de corriente de salida del gene-

rador. Poseerá elementos de ajuste de tensión.

- Aislamiento: tropical, según condiciones ambientales.
- Cojinetes: sellados y prelubricados, de muy larga vida.
- Enfriamiento: con soplador de accionamiento directo.
- Los bornes de las bobinas estáticas serán presentadas en caja de terminales robusta y estanca, que permita reconexión.
- Parámetros: deberá presentar una salida en bornes de 150 KVA en régimen continuo, trifásico, a 60 HZ, $240 \pm 10\%$ voltios, con 10% de capacidad de sobrecarga por una hora en un periodo de 12 horas, factor de potencia 0.8, tiempo de arranque y aceptación de carga de 10 segundos.
- Regulaciones:
 - i para la frecuencia: del tipo automático de $\pm 2\%$ entre vacío y plena carga en régimen estacionario; y $\pm 5\%$ entre carga y descarga súbita de los kilovatios nominales, recuperación en dos (2) segundos en régimen transitorio.
 - ii - para la tensión: del tipo automático, de $\pm 1\%$ entre vacío y plena carga en régimen estacionario, y $\pm 5\%$ entre carga y descarga súbita de los kilovatios nominales, recuperación en dos (2) segundos, en régimen transitorio.

- Panel de control: compacto, montado sobre el generador mediante cojinetes antivibratorios, conteniendo lo siguiente:
 - Amperímetro, voltímetro y selectores respectivos. Frecuencímetro, horómetro.
 - Sistema de protección, alarma visual y salida remota (contacto) contra: baja presión de aceite, alta temperatura de motor, sobrevelocidad, sobrearranque, todos con su respectivo elemento de "resert" y prueba.
Medidor de presión y aceite y amperímetro de batería.
 - Elemento de arranque temporizado hasta por tres oportunidades, elemento de ajuste de voltaje del tipo tornillo y tuerca de fijación.
 - Luz de iluminación de panel e interruptor.
Selector de comando local y remoto, así como desconectado. Poseerá también terminales de control remoto.
 - Selector de arranque y parada manual y local.

D) Accesorios.-

Para el caso del grupo electrógeno son los complementos imprescindibles para su operación eficaz.

- silenciados del tipo residencia, conexión flexible

con bridas y accesorios.

adaptador a ductos de descarga del aire de refrigeración.

Amortiguadores de vibración (cuatro) para instalar entre bastidores base y losa base de concreto (máxima transmisibilidad del 15%).

elementos de bloqueo, en caso de ser necesarios, que permitan al alternador propio del motor y al cargador de baterías externo actúen simultáneamente sobre las baterías sin que se genere ningún problema.

- soporte metálico compacto para batería y cargador de batería.

Interruptor de protección del generador, para montaje sobre el generador, con protección contra sobrecarga al grupo electrógeno muy fiable, ajustable y con graduación adecuada a sus fines, con características de respuesta como se indica: tensión nominal 600 VAC, corriente nominal de 360 A, rango de regulación de sobrecarga de 60 a 100% I_N , capacidad de ruptura 65 KA simétricos en 600 VAC.

E) Sistema de Escape de Gases.-

Constituido por la tubería de escape, silenciador y accesorios; tales como tubería flexible, codos, bridas, colgadores, soportes, elementos para pase de muros, etc.

El material de todos estos componentes deberá ser resistente a las acciones mecánicas y a la oxidación,

incluso en condiciones de alta temperatura.

El diámetro del sistema de escape se determinará considerando que la contrapresión en el mismo, sea menor que la establecida por el fabricante del motor. El espesor de tal tubería no debe ser menor de $1/8$ pulgadas.

El silenciador debe ser de tipo residencial; los codos deben ser de amplio radio de curvatura.

Los colgadores y soportes de los diversos componentes deben ser para servicio pesado y permitir las dilataciones del sistema; deberán ser fijados sólidamente a la pared o techo o si es necesario, a un ángulo metálico auxiliar fijado a su vez a la pared o techo correspondientes. La longitud mínima de la tubería flexible estará determinada por la adecuada eliminación de vibraciones.

Todo el sistema debe ser concebido para dejar el máximo espacio disponible en la sala de grupo electrógeno también para permitir las dilataciones de los componentes.

La protección se efectuará con dos manos de pintura color aluminio resistente a las altas temperaturas.

El extremo de expulsión de gases a la atmósfera, deberá estar ubicada en lugar y altura tal que eviten que tales gases lleguen a lugares temporal o permanentemente ocupados por personas o equipos y dispondrá de un elemento que evite la entrada de agua de lluvia u objetos al sistema.

El sistema deberá poseer los respectivos elementos de registro y fuga.

F) Sistema de Ventilación y Eliminación de Calor

La ventilación y eliminación de calor del motor y de la sala de grupo electrógeno se obtendrá mediante la admisión, conducción del aire y expulsión del mismo hacia el ambiente exterior a la sala, impulsado únicamente por el ventilador de enfriamiento del motor.

La concepción de la trayectoria y dimensiones tanto de la entrada, ductería de conducción y salida del aire de este sistema, será tal que deje el máximo espacio disponible y exija del ventilador de enfriamiento una presión de impulsión menor que la máxima permisible según datos del fabricante.

La entrada y salida del aire deberá tener lugar a través de marcos apersianados fijos ubicados en los muros.

La conducción del aire de salida del motor tendrá una porción flexible de lona y los ductos propiamente dichos; toda esta conducción deberá ser estanda.

El sistema deberá ser pintado con dos manos de pintura, tanto interior como exteriormente.

G) Sistema de Alimentación de Combustible.-

Este sistema estará constituido por el tanque de almacenamiento de petróleo, sus elementos de llenado, las tuberías de interconexión (alimentación al motor y retorno) y los diversos accesorios.

La instalación estará provista de los accesorios necesarios (válvulas, uniones, etc.) para obtener facilidad de operación, mantenimiento y reparación del sistema; y deberá poseer una porción de tubería flexible adyacente al grupo electrógeno.

Las tuberías y accesorios será todos de fierro negro. En general cualquier componente del sistema será adecuado para su operación con petróleo.

Tanto el tanque como las tuberías recibirán dos manos de pintura anticorrosiva y luego dos manos de pintura de acabado final.

Antes del proceso de pintado, toda la instalación será sometida a pruebas de presión.

El diámetro de las tuberías de interconexión será establecida de manera tal que la caída de presión total no exceda lo recomendado por el fabricante.

3.2.3.2.- Tablero de Transferencia Automática (TTA).-

Será del tipo autotransportado con estructura de fierro ángulo de 1-1/2" x 1-1/2 x 1/8", soldado, plancha de fierro de 3/32" de espesor, con doble base de pintura anticorrosiva y acabado interior en gris máquina exterior en gris martillado, puertas abisagradas, manija, chapa y llave cromadas.

Todo elemento de control, señalización, medición y alarma, deberá tener letreros indicativos acrílicos compactos y con excelente fijación.

Además deberá tener lo siguiente:

A) Panel de Medición y Señalización.-

Ubicada en la parte frontal y exterior del T.T.A.

- 1.- Voltímetro (0-500 V) para medición en lado de energía comercial y también en lado de grupo eléctrico, con medición en las fases y entre líneas de dimensiones 90 x 90 mm.
- 2.- Cuatro amperímetros para medición en líneas y neutro, de dimensiones 90 x 90 mm.
- 3.- Frecuencímetro (55-65 HZ) para medición el lado comercial y lado de grupo eléctrico de dimensiones 90 x 90 mm.
- 4.- Accesorios para la medición, como fusibles, selectores, transformadores de corriente, etc.
- 5.- Portalámparas, del tipo lente de aumento y lámparas para indicar tensión en:
 - servicio normal, de color verde, 3 unidades.
 - servicio de emergencia, de color rojo, 3 unidades.
 - salida a la carga, de color ambar, 3 unidades.
- 6.- Portalámparas y lámparas para indicar:
 - carga en red comercial, color verde.
 - carga en grupo eléctrico, color rojo.
- 7.- Botón de prueba de lámparas.
- 8.- Diagrama unifilar indicativo del funcionamiento del sistema, en el que figuren el grupo eléctrico, transformador, interruptor de transferencia y líneas de entrada y salida.
Sobre este diagrama se colocarán las lámparas ya

descritas.

Tal diagrama será ejecutado en material acrílico, en alto relieve, será de gran resistencia, larga vida y excelente fijación. Todos los elementos deberán ser muy compactos y de excelente calidad. Las lámparas deben ser de muy larga vida.

B) Dispositivo de Conmutación de Fuerza.

Será del tipo de interruptores termomagnéticos tetrapolares y un servomotor común para maniobra de ambos interruptores.

El servomotor sólo se activará en los instantes en que tenga lugar la transferencia.

Los interruptores tendrán capacidad de interrupción de 65 KA simétricos en 220 V, con dispositivos de disparo ajustables tanto térmico como magnético.

Ambos estarán trabados mecánica y eléctricamente para que nunca entren en paralelo, tendrán accionamiento manual directo mediante una palanca rotativa, accionable luego de abrir la puerta del T.T.A.

El sistema automático será accionado mediante el servomotor que maniobra ambos interruptores, comandados por relés del control y supervisión, con contactos auxiliares que brinden referencia de su posición para la supervisión local y remota.

Los dispositivos de transferencia deberá ser alimentados por la tensión alterna.

Las salidas hacia la carga será mediante barras y aisladores portabarras apropiadamente dimensionadas.

C) Sistema de Control de Transferencia
y Control de Motor.-

Básicamente se encarga de supervisar las tensiones de la red y mandar la transferencia según el programa; contendrá lo siguiente:

- 1.- Tres sensores de voltaje monofásico anormal 220 VAC + 20% - 15°ajustable con destornillador, para red comercial. Cada uno de ellos poseerá dos ajustes: uno para máximo y otro para mínimo.
- 2.- Un sensor de frecuencia anormal (red comercial) en 60 HZ + 10% ajustable con destornillador. Con dos ajustes uno para máximo y otro para mínimo.
- 3.- Un temporizador de 0-3 min. para la transferencia de carga de la red al grupo una vez que la misma está en marcha. Con ajustes cada 5 segundos.
- 4.- Un temporizador de 0-60 seg. para mandar arranque del grupo. Con ajuste cada 3 segundos.
- 5.- Un temporizador ajustable 0-10 min. para que al retorno del voltaje de la red comercial, se ejecute la transferencia de carga del grupo a la red comercial. Con ajuste cada minuto.

Los sensores de voltaje y frecuencia anormal, deberán tener incorporados los correspondientes diodos emisores de luz (LED) que indiquen tal estado.

Otros dispositivos del sistema de Control de Transferencia y motor, a colocarse en la parte visible de la puerta son:

- 1.- Un selector, automático - cero - manual, del modo

de operación.

Para el funcionamiento manual, sólo es accionada la transferencia por botones o mediante la palanca rotativa.

En posición automático trabajan todos los temporizadores y comandos por tensión y frecuencia anormal.

- 2.- Dos pulsadores, en accionamiento manual, uno conecta el servomotor a la posición comercial y la otra al grupo electrógeno.
- 3.- Dos pulsadores, en accionamiento manual, para arranque y parada del grupo electrógeno.
- 4.- Un pulsador de prueba, con contacto mantenido, para falla de energía comercial.
- 5.- Un pulsador de parada de emergencia.

Todos y cada uno de los componentes de este sistema y el sistema mismo, serán del tipo alimentado por corriente alterna.

Cada uno de los sensores de voltaje y frecuencia anormal, así como cada uno de temporizadores, será unidades independientes de estado sólido, del tipo "plug in".

Así mismo, cada uno de los elementos lógicos del sistema serán unidades independientes.

El sistema deberá tener protección contra sobretensiones y transitorios de tensión y corriente similar a varistores.

D) Sistema de Supervisión.-

El sistema de supervisión poseerá en la parte visible de la puerta del T.T.A., una lámpara y una bocina que indiquen falla mecánica del motor.

Ambos elementos deberán ser de bajo consumo y elevada eficiencia, debiendo ser alimentados por la batería del grupo electrógeno; deberán asimismo, poseer su respectivo reseal, así como su elemento de bloqueo.

A efectos de su propia protección, el T.T.A. poseerá en su interior un detector de incendio, de humo, con bocina incorporada, así como la respectiva fuente de alimentación y batería, todo en un sistema muy compacto.

E) Cargador de Baterías de Arranque.-

Deberá mantener un floating y también dar carga rápida a las baterías de arranque del grupo electrógeno.

La entrada será monofásica, 220 VAC \pm 10%, 60 HZ.

Salida en flotación, ajustable entre 24 y 28 VDC, regulada automáticamente con un máximo del \pm 2%.

La salida en carga rápida, ajustable y regulada automáticamente hasta 32 VDC.

Capacidad de corriente, 15 ADC.

Panel con medidores de corriente, voltaje de salida, elementos de control y señalización, interruptores de protección contra sobrecorriente.

3.2.4.- Sala de Tableros.-

En esta sala estarán ubicados los Tableros Generales Normal y de Emergencia, dejándose espacio para futuros tableros.

La comunicación con la Sub-estación de Transformación y la Sala de Fuerza, se efectuará por canaletas con sus tapas correspondientes.

Asi mismo, la trayectoria de las acometidas en baja tensión, dentro de la sala de tableros, será a través de canaletas con tapa y su salida será a través de tubos de PVC-SAP de 3" ϕ , desde una capa colgante de fierro galvanizado de 0.80 x 0.80 x 0.25 m, de 1/16" de espesor.

Las canaletas serán de sección variable, según se muestra en planos, y deberán permitir un fácil y ordenado tendido de los conductores, además de proporcionar espacio para disipación del calor.

Las canaletas recorrerán las ubicaciones del tablero de transferencia automático, transformadores y tableros generales y bordeará el perímetro de la base del grupo eléctrico.

Las tapas de las canaletas de la Sala de Fuerza serán de fierro estriado de 3/16" de espesor; y las de las Salas de Sub-estación y Tableros serán de madera de 1/2" de espesor; en todos los casos deberán presentar agarraderas para su retiro y colocación.

3.2.4.1.- Tableros Generales.-

Las características que se indican a continuación, se

rán aplicables a los Tableros Generales Normal y de Emergencia:

- Tipo autosoportado, para uso interior, de frente muerto, acceso frontal y posterior, formado por secciones verticales de aproximadamente 0.80 , de ancho x 2.10 m de alto x 0.60 m de profundidad; con dos zonas claramente definidas, la delantera alojará los interruptores e instrumentos de medida y la posterior alojará los aisladores, barras de cobre, etc.
- La estructura será de fierro ángulo de 1-1/2" x 1-1/2" x 1/8", unidos con soldadura eléctrica de 1/8" de penetración y cubierta con plancha de acero al carbono laminado en frío de 3/32" de espesor mínimo con refuerzos, empernados a la estructura.
- Arenada y protegida con doble base anticorrosiva (Wash primer epóxica), acabado interior con gris máquina y exterior con gris martillado.
- Las puertas serán del mismo material que los paneles laterales y tendrán la bisagra interior al gabinete, con cerradura manual para llave tipo dado o similar. Cada sección tendrá frotalmente puerta abisagrada para cada compartimento.

Con bolsillo metálico en la parte interior de la puerta, conteniendo el plano real de principio de conexión eléctrica.

Las barras estarán en la parte superior, pintadas en color verde (fase R) blanco (fase S) y rojo (fase T)

Abajo estará la de tierra pintada de color negro.

- Todos los cables sin excepción, de salida o entrada serán amarrados por circuitos a los bastidores.
- Cada panel vertical debe ser alimentado con 3 barras horizontales de 10 x 100 mm. separadas, de manera que los circuitos derivados serán conectados a las barras con conductores unipolares alineados, paralelos y separados, unidos con sus respectivos terminales de cobre y pernos cadmiados con arandela plana y de presión; las barras deben permitir futuras extensiones.
- Los aisladores serán de porcelana con portabarras de bronce.
- Llevarán en la parte frontal:
 - a) un voltímetro de cuadro 0 - 500 V, con conmutador voltimétrico OR-OS-OT-RS-RT-ST.
 - b) un amperímetro de cuadro con conmutador amperimétrico O-R-S-T.
 - c) tres transformadores de corriente, uno en cada barra.

Todos los instrumentos serán para empotrar de 96 x 96 mm y además de contener las indicaciones generales, se colocará un letrero acrílico debajo de cada dispositivo de control que se colocará en la parte visible del tablero.

- Los interruptores serán del tipo termomagnéticos del tipo caja moldeada de material aislante no higroscópico con cámara paga chispa y uso en circuitos indus-

triales; La conexión y alumbrado deberán ser con tornillos y contactos de presión; deberán ser del tipo intercambiable, de tal forma que los interruptores puedan ser removidos sin tocar los adyacentes; todos trifásicos de 220 V, 60 HZ, de 65 KA de interrupción asimétricos.

Deben ser operables manualmente y disparados automáticamente cuando ocurran sobrecargas o cortocircuitos. Las corrientes de disparo tanto en sobrecarga como en cortocircuito deberán ser ajustables. Deberán contar con mecanismo de disparo común no aceptándose interruptores unipolares con las palancas unidas externamente

- Piso de jebe de 0.6 m de ancho de longitud mínima de 3 metros y de 1/2" de espesor, de una sola pieza.

3.2.5.- Acometida en Baja Tensión.-

3.2.5.1.- Cables.-

Serán del tipo NYY, para 1,000 voltios de tensión de servicio, y deberán responder a las Normas de fabricación ASTM-B3 y B8 para los conductores y CEI-20-14 para el aislamiento; para una temperatura de operación de 80°C.

Los conductores serán de cobre electrolítico blanco, sólidos o cableados concéntrico; con aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC) y protección exterior con una chaqueta de PVC color negro; que permitan su instalación en canaleta, en tubería, a través de cajas

metálicas y buzón y directamente enterrado; por lo que deberán ser resistentes a ácidos, grasas, aceites, a la abrasión, y no deberán propagar la llama. Las envolturas de cada conductor serán de colores blanco, negro y rojo.

Para los calibres a utilizarse, las características de los conductores serán las siguientes:

Calibre	Forma del Conductor	N° de Hilos	Espesor		Ø Exterior mm	Peso aprox. Kg/Km.	Corriente AMP	
			Aislam. mm	Cubierta mm			en tierra	en aire
3 x 6	re	1	1.0	1.8	16.28	404.0	60	48
3 x 10	re	1	1.0	1.8	18.24	557.2	80	64
3 x 16	rm	7	1.0	2.0	21.00	882.5	110	88
3 x 35	sm	19	1.2	2.0	22.49	1444.5	165	130
3 x 70	sm	19	1.4	2.2	29.00	2618.1	245	195
3 x 120	sm	37	1.6	2.2	35.22	4234.5	340	270

3.2.5.2.- Empalmes.-

Serán del tipo para ejecución subterránea, rectos, o en derivación, a base de resina aislante de gran protección dieléctrica que además de empalmar permita sellar cualquier tipo de cable eléctrico para baja tensión; compuesto además por moldes plásticos de alta densidad y catalizador.

La conexión de los elementos metálicos de los conductores a empalmar, será ejecutado con conectores de cobre del calibre adecuado, de tal forma de lograr un traslape seguro.

Las características del empalme han de ser: resistencia al aislamiento de 22,000 a 58,000 mg ohms, rigidez dieléctrica de hasta 5 KV, ninguna absorción de agua, una resistencia a la tracción de 5 Kg/cm² e insoluble en disolventes hidrocarburos, aromáticos o alifáticos; resistencia dieléctrica de 500 volt/mm, ninguna corrosión electrolítica, tiempo de fraguado de 35 minutos, temperatura de fraguado máxima de 75°C y mínima de 40°C.

3.2.5.3.- Cajas Colgantes.-

Serán de fierro galvanizado con tapa empernada con huecos laterales para ingreso y salida de tubería PVC-SAP, de 0.80 x 0.80 x 0.25 m.

Sujetos del techo con cuatro varillas de fierro redondo con extremos roscados, de longitud tal que permita alineación vertical y horizontal entre cajas.

3.2.5.4.- Tubería.-

Serán de PVC-SAP, 3 ϕ , de alta resistencia a la tracción, flexión, compresión, impacto, para 65°C de temperatura máxima de trabajo; ante combustión se apagará sola, de 35 KV/mm de tensión de perforación, de 10^{14} ohm/cm de resistencia específica de volumen para el aislamiento.

Se deberá poner juntas de dilatación o relleno de mezcla asfáltica en aquellos tubos que atraviezan las paredes. oe forman juntas.

3.2.6.- Sistema General de Distribución.-

3.2.6.1.- Tablero Eléctrico de Distribución.

Serán del tipo para adosar, metálicos con planchas de fierro galvanizado de 1/16" de espesor, debiendo tener huecos ciegos en sus cuatro costados, de diámetros variados de 3/4", 1" y 1-1/2", de acuerdo a planos.

Las dimensiones serán las estándares recomendadas por fabricantes dependiendo del número de polos que contengan; debiendo tener suficiente espacio en los cuatro costados para poder hacer todo el alambrado en ángulo recto.

Contarán con marco y tapa de fierro similar a la caja; empernada interiormente a la misma. El marco deberá llevar una plancha que cubra los interruptores para presentar un frente muerto.

La bisagra de la puerta será del tipo exterior corrido, a todo lo largo del tablero.

Deberán tener manija y chapa, y bolsillo metálico en la parte interior de la tapa, conteniendo el plano real de principio de conexión eléctrica y el directorio de circuitos.

Deberán ser arenados y protegidos con doble mano de pintura anticorrosiva, de acabado interior de color gris máquina y exterior con gris martillado.

3.2.6.2.- Barras de Derivación.-

Serán integramente de cobre electrolítico, de sección rectangular y pintados según norma, verde (fase R), blanco (fase S) y rojo (fase T); con agujeros para uso futuro.

Todos los pernos para la derivación será cadmiados con arandelas planas y de presión.

Las barras deberán instalarse de manera que permanezcan aisladas de todo el gabinete, con aisladores de resina para 600 voltios.

Serán capaces de soportar 20,000 amperios de corriente de cortocircuito asimétrico, con capacidad mínima de 200 A.

En todo tablero existirá una barra para conexión de los circuito a tierra y ubicado en la parte inferior y pintado de color negro.

3.2.6.3.- Interruptores.-

Serán del tipo termomagnético, intercambiables, de manera que pueda removerse uno de ellos sin tocar los adyacentes.

Deben llevar claramente marcadas las palabras FUERA (OFF) y SOBRE (ON); con protección contra sobrecarga por medio de plata bimetálica y con contactor de aleación de plata de tal forma que asegura un excelente contacto eléctrico disminuyendo la posibilidad de picaduras y quemado.

Deben ser operables manualmente y disparados automáticamente cuando ocurran sobrecargas o cortocircuitos.

Las corrientes de disparo tanto en sobre carga como en cortocircuito deberán ser ajustables.

Presentarán mecanismo de disparo común, no aceptándose interruptores unipolares con las palancas unidas externamente.

Serán monofásicos o trifásicos según planos, para 240 voltios, 60 ciclos. Los de rangos de 20, 30, 40, 50, 70, 90, 100 A serán de 5,000 A de interrupción asimétrica; y los rango de 100 a 200 A serán de 20,000 A de interrupción asimétrica.

La conexión de los alambres deben ser lo más simple y segura; las "orejas" serán fácilmente accesibles; la conexión eléctrica debe asegurar que no ocurra la menor pérdida de energía por falsos contactos.

El alumbrado de los interruptores debe ser hecho por medio de terminales de tornillos con contactos de pre-

sión.

3.2.6.4.- Conductores.-

Todos los conductores para distribución de alumbrado y tomacorrientes serán de cobre suave, sólido o cableado según su calibre, con aislamiento de cloruro de polivinilo PVC, tipo TW o THW según indicación en planos; para 600 V y 60°C de temperatura en operación.

Cumplirán las normas ASTM-B3 y B8 para el conductor y VDE-0250 para el aislamiento en TW y UL-83 en THW.

Serán resistentes a la humedad, no propagarán la llama, además en el tipo THW serán resistentes a aceites grasas y agentes químicos.

No se emplearán calibres menores del # 12 AWG de sección, siendo éste el calibre de las líneas sin indicación en los dibujos.

3.2.6.5.- Tuberías.-

Similar a lo indicado en 3.2.4.4., de calibres según indicados en planos; siendo el calibre mínimo el de 3/4" \emptyset PVC-SAP.

Así mismo, las tuberías para las redes de teléfono e intercomunicadores serán de calibre mínimo 3/4" \emptyset PVC-SAP.

3.2.6.6.- Cajas.-

Todas las cajas serán del tipo pesado, de fierro galvanizado, fabricados con estampado, con planchas de 1/32" de espesor mínimo.

Las orejas para la fijación de los accesorios formarán una sola pieza con el cuerpo de la caja. De manera general las cajas deberán ser las adecuadas para el número y el calibre de conductores y tuberías que acometan.

No se aceptará el uso de cajas plásticas.

Para tomacorrientes, interruptores y salida telefónica, las cajas serán rectangulares de 4" x 2" x 1-7/8" de profundidad y para salidas de alumbrado en techo o pared y para pases o unión, será octogonales de 4" ϕ y 2-1/2" de profundidad.

Las cajas para recepción de la acometida telefónica serán cuadradas de 4" x 4" de lado.

3.2.6.7.- Tomacorrientes.-

Todos los tomacorrientes serán del tipo doble (duplex) universal, para empotrar, para tensión de servicio de 250 V, 20 A de capacidad de corriente; con placas y soportes de empotramiento.

3.2.6.8.- Artefactos de Iluminación.-

Todos los artefactos serán del tipo para adosar; y cumplirán las exigencias indicadas para cada caso.

En los planos de iluminación se indicará el tipo de artefacto a utilizarse en cada ambiente y la cantidad de lámparas por artefacto.

A efectos de aprovechar al máximo la eficiencia lumínica de los artefactos y lámparas fluorescentes, éstos se colocarán en todos los ambientes interiores.

La selección del color de la lámpara fluorescente seguirá la siguiente premisa:

blanca fría, para ambientes de trabajo que requieran gran concentración y sensación de tranquilidad, como en laboratorio, bibliotecas, salas de exposiciones, auditorio, sala de reuniones, oficinas técnicas.

blanca cálida, para ambientes de trabajo normal, sin las exigencias anteriores, como oficinas, salas de guardería y otros.

Todos los artefactos fluorescentes con reactores de máxima interferencia magnética, bajo nivel de zumbido y de alto rendimiento; y con condensadores de compensación en paralelo que aseguren un factor de potencia igual o mayor a 0.9.

Para iluminación perimetral exterior se usarán artefactos tipo spot light con lámparas incandescentes, como se indica en planos.

Se adjunta láminas con descripción de artefactos según tipos indicados en planos.

3.2.7.- Comunicaciones.-

Las salidas para teléfonos externos se efectuarán en cajas de fierro galvanizado pesado de 2" x 4". La trayectoria estará formada por un tubo de plástico PVC-SAF de 3/4" ϕ y la caja de ingreso de la acometida telefónica será cuadrada de 4" x 4" de fierro galvanizado pesado.

Las características de las tuberías y cajas serán las mismas descritas para el sistema de distribución eléctrica.

Similarmente, el circuito de teléfonos internos estará formado por tubería de 3/4" PVC-SAF y cajas de F° G°

SAP-2" x 4".

Todas las salidas telefónicas llevarán tapas de plástico con una perforación central.

3.2.8.- Alarmas Contra Incendio.-

Será del tipo "aviso de incendio"; el sistema sólo se limitará a alertar mediante efecto sonoro y óptico, del fuego en un ambiente, más no procederá a apagarlo.

Consistirá en la distribución de detectores de humo y fuego en los ambientes a proteger, conectados a una central electrónica que, en casos de recepción de señal, ordena la acción de zumbadores, también conectados a él.

El sistema se complementa con la colocación de interruptores del tipo "rompa el vidrio", que en forma manual pueden hacer operar, el sistema.

Las características del sistema serán las siguientes:

- deberá trabajar con 24 VDC y contará con un sistema de transformación y rectificación de tal forma de permitir su trabajo con 220 VAC; serán de un consumo promedio de 100 mA en total.
- Contará con batería propia para operación en ausencia de suministro desde la red exterior, con 48 horas de autonomía.

3.2.8.1.- Detectores de Humo.-

Serán del tipo ionizante o fotoeléctrico; en todo caso llevarán un circuito integrado sensible a variaciones de parámetros eléctricos por presencia de humo. Con LED (diodo emisor de luz), incorporado y de encendido sólo en caso de accionamiento del circuito. Área de protección de 18 m². Con sensibilidad graduada para evitar falsas alarmas.

3.2.8.2.- Zumbadores.-

Serán del tipo óptico-acústicos, con acción simultánea de la bocina y de la luz intermitente en casos de emergencia.

3.2.8.3.- Alertadores.-

Serán del tipo "rompa del vidrio", con un switch permanente abierto por la presión del vidrio de la cámara que lo contiene, el mismo que se cerrará en caso de rotura del vidrio. A prueba de agua y polvo.

3.2.8.4.- Central de Alarma Contra Incendio.-

Consistirá en un Tablero conteniendo un "circuito integrado que recepciona las señales de los detectores de humo, y ordena la acción correspondiente, las que pueden ser:

- Encendido de luz verde, en caso de que la señal de los detectores indique ausencia de humo y funcionamiento normal de los circuitos.
- Encendido de luz ámbar.
- Encendido de luz roja, en caso de que la señal de los detectores indique presencia de humo en uno de los ambientes del local protegido.

La central está zonificada, es decir dividida en no menos de 4 zonas, con posibilidades de protección de 20 ambientes por cada zona.

En todos los casos de encendido de las luces indicadas la Central mostrará la zona desde donde procede la señal; las luces estarán ubicadas en la parte frontal del tablero de la Central.

Todos los zumbadores estarán conectados en un solo circuito a la Central de Alarmas, de modo tal, que en caso de emergencia, todo el personal estará prevenido de la ocurrencia.

El tablero de la Central de Alarmas será del tipo para adosar.

El tendido de tuberías y la colocación de salidas sobre el techo, seguirán lo prescrito para las salidas de alumbrado.

3.2.9.- Puestas a Tierra.-

Formados por electrodos de bronce, varillas de 3/4" ϕ por 2 m de largo, sólidas, terminadas en punta; conductor de cobre desnudo, conectados a la varilla con un conector tipo de presión con perno; el conductor debe ser de calibre no menor a # 6 AWG y el conector será de calibre adecuado para lograr una perfecta unión eléctrica. También se usarán barras de puesta a tierra que serán de platina de cobre electrolítico sin pintar, adosados a la pared, doblada y de las medidas conforme se indica en planos.

Todas las conexiones de conductores de tierra a las barras, se efectuarán mediante terminales de cobre del tipo soldado y con pernos cadmiados.

Todas las barras de puesta a tierra, deberán responder a mediciones no mayores de 10 ohmios.

3.3.- ESPECIFICACION DE INSTALACIONES.

3.3.1.- Celda de Derivación.-

El montaje de la celda de derivación presentará un acabado similar a las celdas existentes en la S.E. # 599 de Electrolima y será coordinado con los representantes de este concesionario.

Sustancialmente se conservará las mismas dimensiones de las celdas y las mismas distancias entre partes vivas y respecto a tierra.

También el color de la pintura de acabado de la celda será en lo posible igual al existente.

Los ajustes de tiempo de operación del sistema de protección también serán coordinados con el concesionario.

La instalación de los equipos en la celda de derivación se efectuará respetando las distancias mínimas de las partes vivas entre sí y respecto a tierra, y siguiendo las recomendaciones de los fabricantes en cada caso.

3.3.2.- Acometida en 10 KV.-

En el interior de la S.E. # 599, el cable de acometida en 10 KV seguirá un recorrido visible por canaleta hasta el buzón existente al exterior de la S.E. desde donde seguirá por zanjas, cruzadas y ductos hasta llegar a la celda de recepción en la Sub-estación interior.

En todos los casos, el tendido se efectuará tomando las precauciones para evitar esfuerzos mecánicos, de abra-

sión y otros sobre el mismo.

Así, cuando se ejecute el tendido sobre la zanja, se extenderá aproximadamente la misma longitud de cable al borde de la misma, para luego, suavemente depositarlo en su lugar, evitando innecesarios esfuerzos y dobleces, y cuando se ejecute el tendido por ductos, se cuidará de tener perfectamente limpio el interior del ducto por donde haya de pasar el cable, colocando en lo posible, una cinta de lona en el interior del ducto para el manipuleo del cable, evitando un innecesario rasguño por fricción.

Una vez instalado el cable directamente enterrado o por ductos, no deberá quedar en tensión mecánica, sino que deberá quedar de forma holgada.

El cable de acometida deberá ser de una sola pieza en toda su extensión, no se permitirá empalmes, enmendaduras o refacciones en cualquier punto de su trayectoria.

3.3.3.- Zanjas.-

Serán de 0.80 x 1.20 m de pro undidad.

El cable descansará sobre una capa de 10 cm de tierra cernida con malla de 1/2" de cocada, exento de piedras y será relleno con la misma tierra en su totalidad, debiendo efectuarse un apisonado cada 25 cm de cubierta la zanja con pisón manual de 20 Kg de peso.

La protección mecánica del cable, a todo lo largo de la zanja, se efectuará con una hilera de ladrillos corrientes, colocándolos a 0.50 m exactamente sobre el cable ins-

talado. Además se colocará a 0.25 m debajo del nivel del piso, una línea continua de cinta señalizadora de plástico de color rojo con la inscripción "PELIGRO, CABLE DE ALTA TENSION" y con dos señales convencionales de "PELIGRO DE MUERTE".

3.3.4.- Cruzadas.-

Se construirá atravesando la calle ubicada en el recorrido del cable.

Se efectuará en zanja de las mismas dimensiones que las indicadas, con ductos de concreto embonados unos a continuación de otros y hermetizados con anillos también de concreto 1:2; y colocados sobre una capa de concreto pobre perfectamente nivelado.

El relleno de la zanja se efectuará una vez que haya fraguado el concreto de la base y del anillo; con tierra cernida y sin piedras grandes, perfectamente apisonadas cada 0.25 m.

Para evitar esfuerzos entre el ducto y el cable, la longitud de los ductos se prolongarán en no menos de 0.50 m hacia las veredas en ambos extremos.

En todo caso, se efectuará las reparaciones necesarias para dejar el área de terreno ocupada por la cruzada, en idénticas condiciones en que se encontraba antes de ejecutar los trabajos; ésto se aplicará también para el caso de zanjas.

3.3.5.- Celdas y Equipos de Recepción y Transformación.-

El montaje de las celdas presentará una estructura total coherente, funcional y uniforme; aún cuando sean independientes unas de otras.

Todos los ángulos de la base de la estructura, estarán anclados al piso formando una unidad, fija y sólida.

Las uniones entre ángulos serán con perno, tuerca y contratuerca de no menos de 1/2" ϕ o con soldadura eléctrica.

El perímetro de la celda estará cubierto con malla de fierro de 1" de cocada.

Los ángulos de soporte de los equipos serán de las medidas indicadas en el plano IE-09, y perfectamente nivelados.

El acceso al interior de cada una de las celdas, se efectuará por la parte frontal con doble puerta y chapa, de apertura hacia el exterior. Estas puertas y su malla de protección forman parte de la estructura de la celda.

Los aisladores estarán sólidamente sujetos a los ángulos ubicados preferentemente como se indica en el plano y de tal forma que permitan facilidad de maniobra, remoción y mantenimiento de los elementos que soportan.

La protección de las celdas se efectuará con dos manos de pintura anticorrosiva y acabado de color gris martillado pintados antes del montaje y con retoque general en obra.

El montaje de los equipos en las celdas se efectuará

respetando las distancias mínimas de las partes vivas entre sí y respecto a tierra y considerando las especificaciones de los fabricantes como parte de las presentes para su cumplimiento y de acuerdo a las indicaciones y disposiciones del plano IE-09.

3.3.6.- Equipos de Medición.-

El montaje se efectuará según se indica en el plano IE-09 y las recomendaciones de los fabricantes para cada equipo.

En todos los casos los equipos deberán presentar estabilidad de ubicación y solidez de sujeción, resistentes a esfuerzos de tracción u otros movimientos bruscos imprevistos.

Los espacios entre partes vivas y respecto a tierra, además de permitir el aislamiento, deberán dar comodidad de montaje, maniobra y mantenimiento de los equipos.

El portafusible deberá presentar compatibilidad con el fusible a instalarse, a efectos de lograr un perfecto contacto entre ambos.

3.3.7.- Equipos de Sala de Fuerza.-

El montaje del grupo electrógeno, deberá responder a las exigencias del fabricante para un funcionamiento óptimo, vale decir, que no existan esfuerzos mecánicos entre generador, motor, ni ventilador, ni accesorios.

Para ésto deberá tenerse mucho cuidado con la nivela-

ción de la base.

La construcción de la base del grupo se efectuará con concreto formando un paralelepípedo de mezcla resistente a esfuerzos de compresión y vibraciones, aislado del piso adyacente con tapas de tecnopor u otros elementos que no transmitan las vibraciones.

Para disminuir al máximo los efectos de la vibración; el grupo electrógeno se instalará sobre amortiguadores de alta resistencia y larga duración.

A efectos de ahorrar espacio, el grupo electrógeno estará instalado dando frente a la puerta de ingreso de la sala de fuerza.

La puerta constará de dos hojas, siendo una de ellas de 0.80 m de longitud y la otra de 1.20 m.

La puerta de 1.20 m deberá de adaptarse a las dimensiones del ducto de ventilación y sólo se utilizará en casos de ingreso o retiro del grupo electrógeno.

Las baterías y el cargador de baterías se colocarán como se indica en el plano.

El montaje del Tablero de Transferencia Automático deberá seguir las indicaciones del plano y presentará facilidad para trabajos de reparaciones, mantenimiento y operación.

Las conexiones serán a través de canaletas ubicadas en el piso y por la parte posterior del Tablero, de tal forma que no deberá existir ningún conductor a la vista con o sin tensión.

El T.T.A., deberá presentar también, todos sus controles y luces de señalización debidamente identificados.

3.3.8.- Tableros Generales.-

El montaje de los Tableros Generales se efecturá según se indica en el plano.

La ubicación de todos los tableros serán uno a continuación de otros, formando una unidad panorámica de control maestro.

El acceso de los conductores de entrada y salida, serán por la parte inferior, por canaleta según se indica en el plano, de tal forma que no deberá existir, visible, conductor alguno con o sin energía.

La distancia del tablero a la pared posterior deberá permitir el fácil acceso para una persona y contará con espacio suficiente para efectuar trabajos de mantenimiento, reparación, mediciones u otros.

El piso adyacente a los tableros generales, en toda su longitud, tanto en la parte frontal como posterior, llevarán una alfombra de jebe de no menos de 1/2" de espesor de 1.10 de ancho; de una sola pieza, de superficie liza.

Para protección, las estructuras de los gabinetes de los tableros generales se conectarán a una barra de tierra que estará ubicada sobre la pared lateral más próxima del Tablero General, a 0.40 m sobre el nivel del piso terminado.

La barra será de 50 x 5 mm, adosada a la pared. Toda conexión interna en cualquiera de los tableros generales de

deberá efectuarse con conductor de cobre del calibre adecuado y de una sola pieza, no se deberá permitir empalmes para éstos casos. Así mismo, no deberá existir tensión mecánica en el tendido de conductores de conexión interior. La unión de todas y cada una de las conexiones eléctricas en los tableros generales se efectuará con terminales del calibre adecuado al conductor, con pernos y arandelas planas cadmiadas.

3.3.9.- Acometidas en Baja Tensión.-

La trayectoria de las acometidas en baja tensión, en el interior de la Sala de Tableros, será por canaletas con tapa de madera al nivel del piso terminado.

La salida del ambiente de Sala de Tableros será por la parte superior del mismo, con tubo PVC-SAP-5" ϕ , con curvas de similares medidas hechas en fábrica, y con caja colgante de fierro galvanizado de 0.80 x 0.80 x 0.25 m y de 1/16" de espesor.

Esta caja colgante estará alineada con otra caja similar ubicada en el ambiente contiguo de Taller Mecánico, que servirá de cambio de dirección y estará al mismo nivel del buzón subterráneo que coincide con el frente del edificio de Metrología; todo esto según se indica en el plano.

A efectos de evitar la rigidez total de recorrido, las tuberías no deberán unirse sólidamente con las cajas de fierro, vale decir que existirá una holgura suficiente para permitir las elongaciones por dilatación.

El pase de los cables dentro de las cajas y en el buzón, deberán seguir el recorrido de diámetro máximo para permitir facilidad de montaje, evitar los efectos punta y evitar esfuerzos mecánicos de tracción.

En todos los casos, para el montaje de los cables, los huecos de las cajas deberán contar con protección de plástico o jebe de tal forma de evitar rasgaduras del aislante.

Las cajas colgantes mostrarán acceso por su parte inferior con una tapa del mismo material, sujeta con pernos, tuerza y contratuerca de fierro galvanizados.

El buzón será de las dimensiones y forma que se indican en el plano, de paredes y tapas de concreto, con superficie interior tarrajada; la tapa contará con ganchos para su retiro y colocación.

El nivel exterior y el acabado de la tapa y la parte superior del buzón será coincidente con el del piso del lugar de su ubicación.

La trayectoria de todos y cada uno de los cables de acometida deberán seguir el orden de ubicación del circuito que alimentan, según se indica en el plano.

Saliendo del buzón, el recorrido de los cables de acometida deberán seguir el orden de ubicación del circuito que alimentan, según se indica en el plano.

Saliendo del buzón, el recorrido de los cables de acometida en B.T. será directamente enterrado en zanjas de

0.60 m de profundidad; protegidos mecánicamente por una hilera de ladrillos y cinta señalizadora sobre cada cable.

La cinta señalizadora será de plástico, color amarillo con inscripción "PELIGRO - CABLES ELECTRICOS EN BAJA TENSION" y con dos símbolos convencionales e inscripción de "PELIGRO DE MUERTE". Toda esta anotación se repetirá cada 0.80 mt, a todo lo largo de la cinta, la misma que será de una sola pieza y estará ubicada a 0.25 m debajo del nivel del piso terminado.

La hilera de ladrillos corrientes será continua ubicada a 0.15 m debajo de cada cinta señalizadora. Para los empalmes subterráneos se efectuará ampliaciones de las zanjas que permitan la protección de los mismos con cajas hechas con ladrillos en forma de "U" invertida.

La separación entre cables de acometidas deberán respetar las distancias indicadas en planos como mínimo.

El relleno de las zanjas se efectuará con tierra cernida con malla de 1/2" de cocada, exento de piedras y debidamente compactadas cada 0.20 m, con pisón mecánico de 25 Kg de peso.

El ingreso de los cables de acometida a los tableros de distribución será con tubería PVC-SAP 2" \varnothing con curvas hechas en fábrica uno sobre otro según se indica en planos, por la parte inferior del tablero.

3.3.10.- Sistema General de Distribución.-

El montaje de los tableros eléctricos de distribución se efectuará según se indica en planos; del tipo adosado sobre perfiles de fierro horizontales, los cuales estarán sujetos a los perfiles "H" que sirven de columna a la estructura.

Todos los Tableros estarán ubicados en el hall de ingreso de los pabellones, salvo indicación en planos.

Cada tablero está diseñado para una función específica así se tiene que en un pabellón existirá:

- un tableros "TA" de alumbrado y tomacorriente general de suministro normal del concesionario.
- un tablero "TAE" de alumbrado y tomacorriente general de suministro del concesionario y del grupo electrógeno selectivamente, a través del tableros de transferencia automático.
- un tablero "TF" para tomacorrientes especiales de fuerza de suministro normal del concesionario.
- un tablero "TFE" para tomacorrientes especiales de fuerza de suministro del concesionario y del grupo electrógeno selectivamente a través del tableros de transferencia automático.

Los tableros de alumbrado TA y TAE se ubican contiguos similarmente los tableros TF y TFE.

El todos los casos, los tableros de suministro normal del concesionario (TA y TF) se instalarán próximos a la puerta de ingreso del ambiente en que se ubiquen.

La altura del montaje de todos los tableros deberá presentar 1.50 m de espacio libre entre el nivel del piso terminado y la parte inferior del tablero.

La ubicación de la chapa de la puerta de cada tablero será de tal forma que al abrir la puerta no impida la llegada de la luz natural.

La ubicación de los interruptores y barras deberán proporcionar un fácil acceso para conexiones.

La distribución del cableado interior deberá ser en forma ordenada, sujetos con correas o anillos de plástico.

Cada tablero deberá contener, en la parte interior de la tapa, el diagrama de conexiones real y la identificación de los circuitos y sus interruptores, del tal forma que permita la operación del usuario no especializado.

Los tableros deberán llegar a obra con los huecos de ingreso y salida indicados en planos y con dos perforaciones del tipo K.O. de 3/4".

El extremo de toda tubería interior a los tableros deberá protegerse con bushing o tubería de diámetro inferior abierto en forma de sombrero de copa para evitar el daño de los conductores en su instalación.

Los tubos estarán unidos con pegamento especial para plástico según recomendación del fabricante; los cambios de dirección se efectuarán con curvas del mismo calibre y material, hechos en fábrica.

En todos los casos, los circuitos por tubería PVC-SAP,

presentarán recorrido contínuo entre cajas contíguas, por ningún motivo se permitirá la omisión de un tramo de longitud cualquiera.

El empotramiento de las tuberías se efectuará en simultáneo, con el armado de los paneles, y estará ubicado entre las planchas de madera y presionado por todos sus lados por el material central, tecnopor u otro.

Similarmente las cajas de salidas y de pase, serán empotradas en simultáneo con la colocación de los paneles.

En ningún caso se deberá permitir la rotura de la placa de madera para el posterior empotramiento de tubos o cajas.

Las cajas octogonales de salida de alumbrado serán soldadas eléctricamente a los perfiles de la estructura.

Para casos en que la ubicación de las cajas no sea coincidente con perfil de estructura alguno, se añadirán platinas de fierro soldadas a la estructura de tal forma que permitan la colocación de la caja.

En ningún caso se permitirá el cambio de la ubicación de una salida de alumbrado.

El tendido de tubería para salidas de alumbrado, sobre el techo de los ambientes, deberá ser en lo posible, sobre perfiles de fierro de las estructuras, o atravezándolos de tal forma de no presentar más de 1.20 m de longitud libre, para evitar esfuerzo mecánico por el peso del propio tubo y de los conductores que lleva en su interior.

La tubería estará sujeta con abrazaderas de fierro galvanizado ubicados cada metro como mínimo. No se aceptarán más de 4 curvas entre cajas.

En cada caja de salida o pase, se dejará una longitud no menor de 0.20 cm de conductor para conexiones.

El pase de conductores será entre cajas contiguas, con ayuda de talco industrial.

Los empalmes entre conductores se efectuarán en cajas de pase o salida, no se aceptará empalmes en tuberías.

Los empalmes deberán protegerse con cinta vulcanizada y cinta aislante plástica en dos y tres capas respectivamente como mínimo.

El montaje de los artefactos de iluminación deberá seguir las recomendaciones del fabricante.

Adicionalmente los accesorios deberán ubicarse de tal forma de impedir la concentración de calor en un solo extremo.

3.3.11.- Comunicación.-

El presente proyecto sólo prevee la colocación de tubería y cajas de salida para el circuito de teléfonos interno y externo.

El tendido del circuito, incluyendo tuberías y cajas, será similar a las tuberías y capas de alumbrado y tomacorrientes.

3.3.12.- Alarmas Contra Incendio.-

El presente proyecto sólo prevee la colocación de las salidas para los detectores y zumbadores y alertadores, y panel central de alarmas, pero el cableado dependerá del tipo y marca del sistema a instalarse.

También las salidas y tuberías seguirán todos lo prescrito para el circuito de alumbrado y tomacorrientes.

3.3.13.- Pruebas.-

Para las instalaciones de alumbrado y tomacorrientes, en general, antes de la colocación de los artefactos, se efectuarán pruebas de aislamiento a tierra y entre conductores, incluyendo los circuitos alimentadores y los circuitos derivados.

Los resultados mínimos a obtenerse, de acuerdo al artículo 10.37 del Código Eléctrico del Perú son:

Para circuitos de 20A	1'000,000 ohmios
Circuitos de 25 a 50 A	250,000 ohmios
Circuitos de 51 a 100 A	100,000 ohmios
Circuitos de 101 a 200 A	50,000 ohmios
Circuitos de 201 a 400 A	25,000 ohmios
Circuitos de 401 a 800 A	12,000 ohmios
Circuitos de más de 800 A	5,000 ohmios

Después de instalar los artefactos, se efectuará una segunda prueba, cuyos resultados serán satisfactorios si se obtienen valores iguales o mayores al 50% de los valores indicados líneas arriba.

La inspección para la recepción de parte o del total de la obra, deberá verificar el cumplimiento de todas las especificaciones de materiales y de instalaciones, así como, deberá cumplir con las recomendaciones de los fabricantes y la buena práctica de la ingeniería.

En todos los casos se observará el cumplimiento de la operatividad de las instalaciones, de la seguridad de su montaje, de la sencillez de su acceso, facilidad de manobra y de su protección eléctrica; así como, de la seguridad y protección del personal de operación y usuario del sistema.

4. METRADO Y PRESUPUESTO
ACTUALIZADO DEL PROYECTO

METRADO Y PRESUPUESTO ACTUALIZADO DEL PROYECTO

(A JULIO - 86) (EN INTIS)

P A R T I D A S		M E T R A D O S			C O S T O S	
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1	<u>Acometida en 10 KV</u>					
	1.1. Celda de derivación, estructura de fierro ángulo de 1-1/2" x 1-1/2" x 3/16" con malla # 12 de 1" de cocada de dimensiones según plano; suministro y montaje.	1	u	8,000	8,000	
	1.2. Seccionador de potencia de 250 MVA de 10 KV, 50 A, 3 ϕ , mando manual, con base portafusible y fusible de 10 KV-50 A. Suministro y montaje.	1	u	2,600	2,600	
	1.3. Botella terminal 13 KV para cables de 70 mm ² , tipo interior. Suministro y montaje.	2	u	3,000	6,000	
	1.4. Cable NKY - 3 x 70 mm ² , 10 KV. Suministro y tendido.	220	m	420	92,400	

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S		
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.5.	Apertura y relleno de zanja de 0.80 x 1.20 m. de profundidad.	147	m	120	17,640	
1.6.	Buzón y tapa de concreto de 1.20 m. de profundidad; suministro y ejecución según plano.	2	u	1,800	3,600	
1.7.	Cruzada de pista con ductos de concreto de más de 2 vías, suministro y ejecución según plano.	8	m	250	2,000	
1.8.	Ducto de concreto de 2 vías en pista interior; suministro y colocación según plano.	45	m	170	7,650	
						139,890

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S		
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2	<u>Sub Estación de Transformación.</u>					
2.1.	Celda de recepción y medición, estructura de fierro ángulo de 2" x 2" x 1/8" con malla # 10 de cocada, de dimensiones según plano. Suministro y montaje.	1	u	8,000	8,000	
2.2.	Interruptor de potencia de reducido volumen de aceite, tipo extraíble, 15 KV-100A 200 MVA, 3 Ø con relés térmicos y temporizador. Suministro y montaje.	1	u	45,000	45,000	
2.3.	Portafusible tipo interior, trifásico, 10 KV, con fusibles de 100 A, de 5 KA; suministro e instalación.	1	u	2,000	2,000	
2.4.	Transformador de corriente de resina tipo interior, 12 KV - 50/60 HZ, 30 VA, 50/5 A clase 0.5-1. Suministro y montaje.	2	u	6,000	12,000	

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S		
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
2.5.	Transformador de tensión, en aceite, 12 KV, 50/60 HZ, 10,000/220 V; clase 05 - 1. Suministro y montaje	2	u	15,000	30,000	
2.6.	Portafusible bipolar tipo interior 12 KV, con fusibles 10 KV - 2 A. Suministro e instalación.	1	u	1,600	1,600	
2.7.	Medidor de energía Kw-H, 220 V, 3 ϕ , 60 HZ. Suministro e instalación	1	u	5,000	5,000	
2.8.	Celda de transformadores, de estructura de fierro ángulos de 2" x 2" x 1/8" y 4" x 2" x 1/4", con malla # 10, se 1" de cocada, de dimensiones según plano. Suministro y montaje.	2	u	8,000	16,000	

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S		
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
3.	<u>Sala de Tableros.</u>					
3.1.	Tablero General (TG), del tipo autosoportado, de frente muerto, acceso frontal y posterior; estructura de fierro ángulo de 1-1/2" x 1-1/2" x 1/8"; con 2 barras de cobre de 10 x 100 mm por cada fase; aisladores de porcelana con portabarras de bronce; con medidores de tensión, corriente y frecuencia; formado por 2 cuerpos de dimensiones 0.80 x 2.00 x 0.80 m de profundidad. Según indicaciones de planos y especificaciones técnicas. Con interruptores termomagnéticos de 65 KA de corriente de cortocircuito:					
	2 - 3 x 1000 A - - (IG)					
	2 - 3 x 800 A					
	Suministro e instalación	1	u	158,000	158,000	

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S	
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
3.2. Tablero General Normal (TGN); del tipo autosoportado, de características similares al TG; según planos y especificaciones técnicas, de 2 cruces de 0.80 x 2.00 x 0.80 m de profundidad. Con interruptores termomagnéticos de 65 KA de corriente de cortocircuito:					
1 - 3 x 800 A - - IG					
2 - 3 x 300 A					
1 - 3 x 175 A					
1 - 3 x 100 A					
Suministro e instalación.	1	u	74,000	74,000	
3.3. Tablero General de Emergencia (TGE); del tipo autosoportado, de características similares al TG, según planos y especificaciones técnicas; de un suerpo de 0.80 x 2.00 x 0.80 m de profundidad. Con in-					

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S	
Nº	DE SCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	TARIFARIO PARCIAL	TOTAL
4.	<u>Sala de Fuerza.</u>				
4.1.	Grupo E lectrógeno.				
4.1.1.	<u>Motor:</u> de 4 cilindros, 1800 RPM, con regulador de velocidad, sistema de refrigeración, lubricación, combustible, escape de gases, ventilación y eliminación de calor y de arranque según planos y especificaciones técnicas; suministro e instalación	1	u	110,000	110,000
4.1.2.	<u>Generador:</u> potencia en regimen contínuo de 150 KVA, 3 ϕ , 60 HZ, 240 \pm 10% V, con regulaciones y características según planos y especificaciones técnicas. Suministro e instalación.	1	u	70,000	70,000
4.1.3.	<u>Accesorios:</u> incluye silenciador, ductos de descarga de aire de refrigeración,				

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S		
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
	amortiguadores e interruptor de protección, según planos y especificaciones técnicas. Suministro e instalación.	1	u	27,000	27,000	
4.2.	Tablero de Transferencia Automático tipo autosoportado, para 220 V, con interruptores termomagnéticos de transferencia de 300 A y 65 KA de capacidad de ruptura, con medidores, lámparas de señalización, diagramas según planos y especificaciones técnicas. Suministro e instalación	1	u	93,000	93,000	300,000

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S		
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
6.	<u>Tableros de Distribución.</u> Del tipo para adosar, con planchas de fierro galvanizado de 1/16" de espesor, con huecos ciegos según el número de circuitos que controlen, con chapa, manija, bolsillo metálico interior. Según planos y especificaciones técnicas. Se incluye suministro e instalación. Con interruptores termomagnéticos como se indica:					
6.1.	<u>TA - TI</u> 1 - 3 x 100 A - - - IG 11 - 2 x 15 A - - -	1	u	7,500	7,500	
6.2.	<u>TAE - TE</u> 1 - 3 x 100 A - - - IG 7 - 2 x 15 A	1	u	5,500	5,500	

P A R T I D A S		M E T R A D O S			C O S T O S	
Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
6.3.	<u>TF - TI</u>					
	1 - 3 x 60 A - - - IG					
	1 - 3 x 20 A					
	1 - 3 x 50 A	1	u	2,500	2,500	
6.4.	<u>TA - EE</u>					
	1 - 3 x 100 A - - - IG					
	9 - 2 x 15 A	1	u	6,500	6,500	
6.5.	<u>TAE - EE</u>					
	1 - 3 x 60 A - - - IG					
	5 - 2 x 15 A - - -	1	u	4,000	4,000	
6.6.	<u>TF - EE</u>					
	1 - 3 x 500 A - - - IG					
	3 - 3 x 200 A					
	2 - 2 x 30 A	1	u	33,600	33,600	

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S		
Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
6.7.	<u>TFE - EE</u>					
	1 - 3 x 250 A - - - IG					
	1 - 3 x 150 A					
	1 - 3 x 50 A					
	3 - 2 x 20 A	1	u	13,500	13,500	
6.8.	<u>TA - CB</u>					
	1 - 3 x 100 A - - - IG					
	10 - 2 x 15 A	1	u	8,000	8,000	
6.9.	<u>TAE - CB</u>					
	1 - 3 x 60 A - - - IG					
	5 - 2 x 15 A	1	u	4,500	4,500	
6.10.	<u>TF - CB1</u>					
	1 - 3 x 80 A - - - IG					
	1 - 3 x 50 A					
	1 - 2 x 50 A	1	u	2,900	2,900	

P A R T I D A S		M E T R A D O S			C O S T O S	
Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
6.11.	<u>TF - CB2</u>					
	1 - 3 x 100 A - - - IG					
	1 - 3 x 50 A					
	1 - 2 x 60 A	1	u	2,900	2,900	
6.12.	<u>TF - CB3</u>					
	1 - 3 x 70 A - - - IG					
	1 - 2 x 50 A					
	1 - 2 x 20 A	1	u	2,900	2,900	
6.13.	<u>TFE - CBI</u>					
	1 - 3 x 50 A - - - IG					
	1 - 3 x 30 A					
	4 - 2 x 10 A	1	u	3,800	3,800	
6.14.	<u>TFE - CB2</u>					
	1 - 3 x 60 A - - - IG					
	2 - 2 x 30 A					
	2 - 2 x 20 A	1	u	3,200	3,200	

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S		
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
6.15.	<u>TFE - CB3</u>					
	1 - 3 x 100 A					
	2 - 2 x 50 A					
	2 - 2 x 15 A	1	u	3,200	3,200	
6.16	<u>TA - MA1</u>					
	1 - 3 x 60 A - - - IG					
	4 - 2 x 15 A	1	u	4,000	4,000	
6.17.	<u>TAE - MA1</u>					
	1 - 3 x 30 A - - - IG					
	6 - 2 x 15 A	1	u	2,800	2,800	
6.18	<u>TA - MA2</u>					
	1 - 3 x 60 A - - - IG					
	4 - 2 x 15 A	1	u	3,000	3,000	

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S		
N°	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
7.	<u>Alumbrado Interior</u>					
7.1.	Salidas para alumbrado, incluye tubo 3/4" PVC-SAP, alambre # 12 Tw, caja fog° SAP octogonal, accesorios	417	Pto.	148	61,716	
7.2.	Salidas para interruptores, incluye tubo 3/4" ø PVC-SAP, alambre # 12 Tw, caja fog° SAP rectangular 2 x 4", accesorios	165	Pto.	111	18,315	
7.3.	Artefacto fluorescente A4; 2 x 40 w, con reactores, condensadores, accesorios. Incluye lámpara; suministro e instalación	411	u	670	275,370	
7.4.	Artefacto fluorescente C1; 1 x 40 w, con reactor, condensador, accesorios. Incluye lámpara, suministro e instalación.	6	u	400	2,400	

P A R T I D A S		M E T R A D O S			C O S T O S	
N°	DE SCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
9.	<u>Fuerza Electromotriz.</u>					
9.1.	Salida para fuerza, incluye tubo PVC-SAP, Alambre tW, caja rectangular F°G°-SAP y accesorios según planos	335	pto.	117	39,195	
9.2.	Tomacorriente doble para empotrar, tipo universal 220 V - 15 A, colocación	286	u	43	12,298	
						<u>51,493</u>

P A R T I D A S		M E T R A D O S		C O S T O S		
Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
10.	<u>Teléfono</u>					
10.1	Salida para anexo telefónico, incluye caja f° g° SAP, tubo 3/4" ø según planos	12	pto.	107	1,284	
						<u>1,284</u>

<u>R E S U M E N</u>	<u>C O S T O S</u>
1. Acometida en 10 KV	139,890
2. Sub Estación de Transformación	389,600
3. Sala de Tableros	254,000
4. Sala de Fuerza	300,000
5. Acometida en Baja Tensión	261,845
6. Tableros de Distribución	124,400
7. Alumbrado Interior	362,304
8. Alumbrado Exterior	47,784
9. Fuerza Electromotriz	51,493
10. Teléfono	1,284
11. Alarmas Contra Incendio	51,166
12. Puestas a Tierra	11,950
	<hr/>
TOTAL I/.	1'995,716
	<hr/> <hr/>

Total de Costos.-

Costo Parcial	1'995,716
Gastos Generales Directos	199,572
Gastos Generales Indirectos	99,786
Utilidad	<u>199,572</u>
Costo Total	2'494,646

Fórmula Polinómica

La ejecución del presente proyecto se regirá con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$K = 0.202 \frac{A}{A_0} + 0.146 \frac{C}{C_0} + 0.315 \frac{M}{M_0} + 0.137 \frac{I}{I_0} + 0.200 \frac{G}{G_0}$$

donde los subíndices cero son los del presupuesto base con precios al 30 de Octubre de 1986 y los índices son:

A:	Artefactos de alumbrado interior	...índice Crepco 012
C:	Cable NYY	...índice Crepco 019
M:	Maquinaria y equipo nacional	...índice Crepco 048
I:	Maquinaria y equipo importado	...índice Crepco 049
G:	Indice de precios al consumo, ONE	...índice Crepco 039

II. CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

II.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El esfuerzo de nuestro país por encontrar un desarrollo acelerado, se refleja, de manera oficial, en el decidido apoyo que los sucesivos gobiernos vienen prestando al Instituto de Investigación Tecnológica Industrial.

En el complejo camino que a éste le queda por descubrir, está entre otros, el aprovechar los adelantos técnicos de actualidad, adecuándolos y dándoles la utilización apropiada a nuestra realidad; estudiar métodos artesanales de utilización industrial, estableciendo métodos de manufactura de aplicación en serie; investigación de nuevas técnicas pragmáticas y prontamente realizables que coadyuden al encuentro de su objetivo inicial.

Es por esto que se está formando un complejo industrial, del cual los laboratorios que forman parte de este proyecto, sólo son una parte.

En este proyecto se presenta el trabajo completo del suministro de energía eléctrica considerando el complejo industrial en su integridad; desde la toma de energía desde el concesionario, con una celda propia de derivación; la transmisión de esa energía con cable en 10,000 voltios; y la Sub-estación interior, con transformadores de capacidad suficiente para responder a todo el requerimiento actual y futuro, tableros generales de control y operación del sistema y una Sala de Fuerza conteniendo un grupo electrógeno y tablero de transferencia automático que funcionará en casos de emergencia.

Para cada una de estas partes del proyecto se presentan los estudios, cálculos, criterios, especificaciones y recomendaciones para su dimensionamiento e instalación.

Como se ha indicado, además de los resultados de los cálculos, aplicación de normas técnicas y orientaciones que se anotan; se deberá tener en cuenta el criterio de la buena práctica de la ingeniería, para llegar a resultados satisfactorios del sistema, cuando entre en funcionamiento.

En éste proyecto se hace más necesaria esta condición puesto que el presente es la aplicación de un sistema de instalación convencional en una disposición arquitectónica que combina la estructura de perfiles de fierro con el revestimiento de madera, orientándose su ejecución, a formar un prototipo en su género.

La ubicación de las salidas para circuitos de fuerza e iluminación, así como su acabado, serán similares a las convencionales, para construcciones en material noble; de tal forma que no se apreciará tubería ni conductores de ningún circuito porque todos serán del tipo empotrado.

Considerando que la introducción de nuevas formas constructivas para oficinas y laboratorios con material no convencional, acarrea inercias y cuestionamientos por situaciones de seguridad ante siniestros, el presente proyecto pone especial énfasis en la parte dimensionamiento e instalación; previéndose la operación de todos los elementos constitutivos del sistema eléctrico, dentro de los márgenes de temperatura aceptables, previéndose también, la colocación

suficientemente elevadas de salidas de fuerza y su racional distanciamiento de tubería o salidas de agua o desagüe la previsión de esfuerzos mecánicos súbitos, la suficiente respuesta a transitorios eléctricos en márgenes previsibles y la protección del elemento humano usuario o técnico encargado del sistema.

Para el diseño del alumbrado interior, se ha considerado los criterios de la funcionalidad de los ambientes de trabajo que requieren de alto nivel de iluminación; la estética en cuanto al tipo de artefacto y su disposición en cada ambiente; y la sencillez de su mantenimiento, traducido en la uniformización de las lámparas.

Así también, para el alumbrado exterior se ha considerado la colocación de artefactos que otorguen espacios de mesura y tranquilidad.

Los circuitos de fuerza responden al requerimiento actual y futuro inmediato de los laboratorios; habiéndose analizado previamente la distribución de las máquinas y equipos en cada sala de trabajo. Los resultados de los estudios previos, han dado lugar a la elaboración de los planos que muestran las ubicaciones precisas de cada salida; así como el dimensionamiento de sus elementos eléctricos.

A efectos de prevenir interferencias entre el alumbrado y las tomas de fuerza electromotriz, se ha dispuesto el tendido de circuitos de acometida exclusivos para cada uno, los cuales seguirán un recorrido subterráneo protegidos como se indica en planos y debajo de una losa de cemento.

Aquí también se pone especial cuidado en los detalles del recorrido a fin de indicar expresamente, las mínimas condiciones de montaje para una excelente operación.

Es de observar que los puntos de mayor riesgo en el recorrido de las acometidas, son los empalmes de derivación por lo que se explican detalladamente los métodos de ejecución y protección que garanticen un buen funcionamiento.

La distribución de las Salas de Transformación; de tableros y de fuerza en forma contigua, obedece al criterio de la unidad de mando y control del sistema eléctrico para una sencilla operación; y sus puertas de comunicación entre sí, forman parte de las medidas de seguridad. Su ubicación semisubterránea forma parte de la distribución arquitectónica del área que servirá de asiento al futuro edificio.

En el presente trabajo se muestran los detalles de los cálculos electromecánicos de las salas indicadas, así como de las instalaciones y montaje; todo lo cual se complementa con los planos respectivos.

Teniendo en cuenta los elevados niveles de flujo de corriente eléctrica, se recomienda un cuidadoso seguimiento de los métodos de instalación, un riguroso examen de cada circuito con sus pruebas correspondientes, una adecuada selección de personal técnico encargado de su operación y mantenimiento y su preparación y entrenamiento para su familiarización con el sistema; y también una estrecha coordinación con el concesionario para el ajuste de los parámetros eléctricos.

Es de observar que el cumplimiento de las dimensiones y demás indicaciones presentadas en el presente trabajo, garantizan un funcionamiento óptimo del sistema, no se deberá admitir, por lo tanto, ejecuciones que presenten magnitudes menores a los aquí señalados.

La acometida en 10,000 voltios es la muestra de la importancia y magnitud del complejo industrial proyectado; puesto que el nivel de potencia requerido no permite una atención del concesionario en 220 voltios.

En el presente trabajo se detallan, tanto la celda de derivación del concesionario, como el recorrido, ingreso y dimensionamiento del cable de acometida; debiendo tenerse cuidado en un estricto cumplimiento de las indicaciones, de dimensionamiento mínimo, una adecuada maniobra de tendido de cable, una coordinación con el concesionario y autoridades locales para el trabajo en el lugar público y ejecución de pruebas de aislamiento y continuidad rigurosas.

5.- BIBLIOGRAFIA.-

1. Manual AEG - Novena Edición.
2. Westinghouse - Manual de Alumbrado.
3. Philips - Compact Lighting Catalogue
4. Instalaciones Eléctricas II - Ing. José Aguirre R.
5. Diseño Instalaciones Eléctricas - Ing. Mario Rodríguez.
6. Código Eléctrico del Perú - Edición 1960.
7. Selección, Pruebas e Instalación de Cables - Ing. Orlando Chávez Ch.
8. Centrales Eléctricas - Ing. G. Castelfranchi.
9. Catálogo de Cables - Indeco Peruana S.A.
10. Catálogo de Iluminación - Manufacturas Metálicas Josfel.
11. Catálogo de Cables - Firelli Peruana S.A.
12. Cálculo de Barras Colectoras Rígidas - Ing. Jorge Linares.
13. Estaciones Transformadoras de Distribución - G. Zappeti.
14. Reglamento Nacional de Construcciones - Capeco.