

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD



**“ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA FACTIBILIDAD DE  
IMPLEMENTAR UN SISTEMA ELÉCTRICO DE EMERGENCIA EN  
INELECTRA, SEDE TERAMO, SECTOR EL PEÑONAL”**

REALIZADO POR:

**MARÍA ALEJANDRA LEÓN PERFECTO**

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

Puerto La Cruz, Agosto de 2009

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD



**“ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA FACTIBILIDAD DE  
IMPLEMENTAR UN SISTEMA ELÉCTRICO DE EMERGENCIA EN  
INELECTRA, SEDE TERAMO, SECTOR EL PEÑONAL”**

**Ing. Hernán Parra**

Asesor Académico

---

Firma

Puerto La Cruz, Agosto de 2009

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ELECTRICIDAD



**“ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA FACTIBILIDAD DE  
IMPLEMENTAR UN SISTEMA ELÉCTRICO DE EMERGENCIA EN  
INELECTRA, SEDE TERAMO, SECTOR EL PEÑONAL”**

---

**Ing. Hernán Parra**  
**Asesor Académico**

---

**Prof. Verena Mercado**  
**Jurado Principal**

---

**Prof. Pedro Rodríguez**  
**Jurado Principal**

Puerto La Cruz, Agosto de 2009

## ARTÍCULO 44

*De acuerdo con el reglamento de Trabajos de Grado de la Universidad de Oriente:*

***“Los trabajos de Grado son propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, el cual participará al Consejo Universitario”***

## DEDICATORIA

A mis padres Omaira y Pedro, por su infinito amor y dedicación para con sus hijos, por ser los mejores padres siempre y por toda la confianza depositada en mí al asumir este reto.

- Mamá: Eres la mujer más maravillosa que conozco, gracias a Dios por ser TÚ, por el placer de llamarte mamá y de siempre poder contar contigo. Siempre con palabras esperanzadoras. Serás siempre la primera persona a la que acudiré. Te amo y siempre te amaré, mi mejor amiga!!!!

- Papá: Por toda la confianza que me has dado, padre más abnegado que tu no existirá, siempre has sabido darme ánimo para seguir adelante sobretodo cuando las cosas salen mal o peor, nos has dado todo lo que está a tu alcance y mas para alcanzar este logro. Te amo.

A mis hermanos Pedro y Daniel, les dedico este triunfo a ustedes porque son parte fundamental de él.

- Pedro: tu gracia, buen humor y carisma siempre me inspira, eres la persona con quien siempre se puede contar, por eso todos los que te conocen te quieren, siempre se tú, un ser excepcional.

- Daniel: siempre hemos estado juntos, sin saberlo me ayudaste a madurar y aprender cosas para vivir fuera de casa, eres perseverante, dedicado y haces las cosas con pasión, y pronto celebraremos tu logro.

A mi tía Aleida: por ser mi segunda madre, has estado presente toda mi vida, tu preocupación y amor por nosotros lo has demostrado en todo momento, por eso eres parte de este triunfo.

A dos seres que ya no están conmigo, pero los quiero como siempre y extraño como nunca.

- Tío Agustín: aunque pasen los años tu sonrisa y buen humor nunca se borran de mi mente, fuiste el mejor. Sólo Dios sabe porque no estás ahora con nosotros pero quedaron tus hijos que son tu reflejo y por ellos nunca te olvidaremos.

- Antoper: no puedo pensar en ti sin poner una sonrisa en mi rostro y lagrima en mis ojos, simplemente el mejor abuelo, nunca te vi bravo o molesto y contagiabas a todos con tu alegría, extraño tus historias y cuentos.

A mis abuelos Tino y Juana: por todo su amor y por ser formadores de esa gran familia que somos los León, lo quiero siempre.

A mi amor José Manuel: Cielo desde que llegaste a mi vida me llenaste de alegría, luz y esperanza, me haces sentir completa y dichosa, tu sonrisa picara, tu buen humor y tu gentileza hacen que cada día te quiera mas, este triunfo te lo dedico porque es el primero de muchos que quiero obtener pero junto a ti. Ahora vienes tú y quiero que sepas que siempre puedes contar conmigo. Eres mi amor, mi amigo, mi confidente. Te amo mucho vida.

A mis tíos León por siempre estar pendiente de mi y todo su cariño: Arelis, Nelly, Rafael, Pedro Luis, Xiomara, Jeanett, Cheo, Argenis, Rixio, Omar, Miriam, Leyla, Carolina.

A mis tíos Perfecto por todo su apoyo y amor: Miguel, Blanca, Noel, Gladis, Alfredo, Fe, Gustavo.

A la comunidad de primos León y Perfecto los quiero a todos.

Cada de ustedes tienen un lugar en mi corazón, los quiero.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios Todopoderoso por darme la vida, por nunca dejarme caer, seguir luchando, por cuidarme y bendecirme a mí a mi familia. Dios sabe todo y nada se le escapa de sus manos, Descansa y confía en Él.

A mis padres Omaira y Pedro por toda su ayuda apoyo y sabiduría, son parte fundamental de este triunfo. Sé que siempre contaré con ustedes.

A mis hermanos Pedro, Daniel e Inmabel por toda la ayuda brindada.

Al Prof. Santiago Escalante por toda la confianza y ayuda que me brinda y me brindo durante toda mi carrera, por tomar en cuenta a los estudiantes y tratarnos como una gran familia que somos con él de guía. Lo quiero, respeto y aprecio mucho. Gracias.

A mi asesor académico Prof. Hernán Parra sin su ayuda y consejos no hubiese sido posible la realización de este proyecto, en todo momento conté con usted como profesor y amigo, considérelo un éxito suyo también.

A mi Prof. Pedro López, sus consejos me han ayudado y sé que lo seguirán haciendo, espero seguir contando con su amistad y cariño, gracias por alentarme a seguir luchando.

A mi madre de la Universidad Carmencita por tu ayuda y palabras de aliento en todo momento.



A José Manuel por siempre estar para apoyarme y siendo todavía amigos estuviste ahí para ayudarme, me das aliento cuando pienso que no se puede. Cielo como ya te dije te toca a ti y lo lograras con éxito.

A mis amigos que han estado conmigo muchas etapas de mi vida y hemos compartido alegrías y tristezas, mi amiga de toda la vida Luz María. Mi amiga de toda la carrera incondicional Miladis. A Martha con cariño. Chicos los quiero: Pedro Zabala, Pedro Bello, Carlos Dos Santos, Daniel Indriago, Pan, Nelson, Héctor, Esteban, Ronald, El Pollo Alex, Sonrisa, Anyelo. A todos gracias espero seguir contando con su cariño.

De manera muy especial a Alberto López, amigo toda la vida estaré inmensamente agradecida, siempre acudo a ti cuando tengo un problema y de alguna manera busca y consigues la forma de ayudarme. Gracias siempre, te quiero.

Al Ing. Edgar Torrealba y Sra. Liliana Madriz que fundamentalmente fueron de gran ayuda, en el momento preciso, gracias por la confianza depositada en mí, aún sin conocerme bien. Liliana el cariño que me has demostrado siempre lo llevo en el corazón y créeme es mutuo. Gracias.

A los Prof. Margarita Heraoui, Melquiades Bermúdez, Luis Suarez, Lenin Natera, Verena Mercado y Pedro Rodríguez, por todas sus enseñanzas y consejos.

A la ilustre Universidad de Oriente que a pesar de muchas caídas estoy logrando ser una profesional aquí, fue un placer estar en esos salones de clase todos estos años. Especialmente al Departamento de Electricidad y a su personal, gracias.

A mi asesor industrial Ing. Ysbelio Acosta por toda la ayuda brindada en este camino, muchas gracias.

A la empresa INELECTRA por permitirme realizar las pasantías de grado es tan prestigiosa empresa, al equipo de electricidad: Juan Castillo, Víctor Salazar, Pedro Ríos, Patricia Chacón, Jesús Coa, Miguel Salazar, Anthony Serrano, Fernando Larez, Jorge Medina, Gustavo López, Gustavo Barrios, Fabiola Silva, David Colón y Madeley Mendoza, gracias.

De manera muy especial quiero agradecer al Ing. Roberto Dos Ramos, Ing. Leslie Rosero, Carlos Chacón y Andrés Carico que de forma directa me brindaron su apoyo y ayudaron a la realización de esta tesis, sin ustedes no lo hubiese logrado. Gracias, muchas gracias.

A todas aquellas personas que me han ayudado a ser mejor persona y tener una buena formación, la Iglesia Biblia Abierta y toda su congregación, especial cariño a la familia Alfonso, gracias.

Todos son parte fundamental de este éxito, gracias. Dios los bendiga.

## RESUMEN

**Un Sistema Eléctrico de Emergencia** es una fuente independiente de respaldo de energía eléctrica, que actúa cuando hay una falla en la alimentación normal, proporcionando automáticamente energía eléctrica confiable, durante un tiempo específico a equipos y aparatos críticos. Este proyecto tiene como propósito establecer las especificaciones que deben de cumplir los Sistemas Eléctricos de Emergencia en las instalaciones de INELECTRA, Centro Empresarial Teramo, sector El Peñonal para el cumplimiento de un servicio continuo en el suministro de energía eléctrica a las cargas críticas prioritarias, como son: alumbrado de emergencia, comunicaciones, sistemas computadoras, control y protección, sistemas de aires acondicionados, sistemas de alarmas y otras cargas eléctricas de acuerdo a la instalación. Los Sistemas Eléctricos de Emergencia son requeridos en las instalaciones donde la interrupción de energía eléctrica puede provocar pérdidas de horas/hombres causadas por racionamientos de electricidad o fallas del servicio eléctrico.

Antes de implementar el sistema eléctrico de emergencia en el Centro Empresarial Teramo, INELECTRA estableció algunas premisas previas al estudio técnico-económico, las cuales son:

- Cargas tomadas en cuenta:
  - Iluminación y Tomacorrientes.
  - Cargas estáticas: máquinas, impresoras, copiadoras, entre otras.
- Economía.
- Limitación de espacio (no está contemplado compra o alquiler de otros espacios).
- Modificaciones mínimas del sistema eléctrico existente.

Con estas premisas se destaca que un aproximado de la carga que va al sistema eléctrico de emergencia es de un 40% del total del edificio, con ello se logrará el continuo funcionamiento de las instalaciones de INELECTRA, Centro Empresarial Teramo.

## CONTENIDO

.....	i
ARTÍCULO 44 .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	viii
RESUMEN.....	xi
CONTENIDO .....	xiii
LISTA DE TABLAS .....	xx
LISTA DE FIGURAS.....	xxi
CAPITULO I.....	23
INTRODUCCIÓN .....	23
1.1. Planteamiento del problema.....	23
1.2 Objetivos .....	25
1.2.1 Objetivo general.....	25
1.2.2 Objetivos específicos .....	25
1.3 La empresa. ....	26
1.3.1. Descripción .....	26
1.3.2. Estructura de INELECTRA .....	28
1.3.2.1. Organigrama.....	28
1.3.3. Naturalezas y objetivos .....	30
1.3.4. Estructura organizativa .....	31
CAPITULO II .....	34
MARCO TEÓRICO.....	34
2.1. Datos de perdidas en INELECTRA.....	34
2.2. Factibilidad.....	36
2.2.1. Factibilidad operativa.....	36
2.2.2. Factibilidad técnica .....	37

2.2.3. Factibilidad económica .....	37
2.2.4. Los Objetivos de la factibilidad .....	38
2.3. Diseño de instalaciones eléctricas para un edificio comercial .....	39
2.3.1. Circuitos de iluminación .....	40
2.3.2. Circuitos de tomacorrientes de uso general .....	41
2.3.3. Circuitos para tomacorrientes especiales .....	41
2.3.4. Estudio de cargas.....	41
2.3.5. Tablero general.....	42
2.3.6. Acometida eléctrica.....	42
2.3.7. Punto de medición.....	43
2.3.8. Sistema telefónico .....	44
2.3.9. Planos de servicio de comunicaciones .....	44
2.4. Canalizaciones eléctricas para un edificio comercial.....	45
2.4.1. Carga de iluminación .....	45
2.4.2. Ascensor.....	45
2.4.3. Ventilación forzada y Aires acondicionados.....	47
2.4.4. Equipo de bombeo .....	47
2.5. Componentes empleados en instalaciones eléctricas .....	47
2.5.1. Bancadas de tuberías .....	48
2.5.2. Cajetines, cajas de paso y tapas .....	49
2.5.2.1. Cruce mixto.....	50
2.5.3. Ductos .....	50
2.5.4. Tuberías.....	51
2.5.5. Tanquillas.....	51
2.5.6. Tanques o sótanos .....	52
2.6. Definiciones y características de los sistemas eléctricos de emergencia .....	52
2.6.1. Tipos de sistemas de emergencia .....	52
2.6.1.1. Generador eléctrico .....	53
2.6.1.2. Los UPS (El Sistema de Energía Ininterrumpida) .....	55

2.6.1.3. Las celdas solares.....	57
2.6.1.4. Energía eólica.....	60
2.7. Tablero de transferencia.....	62
2.7.1. Características del tablero de transferencia.....	63
2.7.1.1. El Conmutador en línea.....	63
2.7.1.2. Características generales.....	63
2.7.2. Accesorios.....	65
2.7.2.1. La cerradura de seguridad.....	65
2.7.2.2. Los ejes prolongados.....	65
2.7.2.3. Cubre bornes.....	66
2.7.3. Caja para el conmutador.....	66
2.8. Interruptores magneto-térmicos.....	66
2.8.1. Aplicaciones de los magnetotérmicos.....	68
2.8.2 Curvas de disparo.....	69
2.8.2.1. Curva B.....	69
2.8.2.2. Curva C.....	70
2.8.2.3. Curva D.....	71
2.8.2.4. Curva MA.....	72
2.8.2.5. Curva Z.....	72
2.8.2.6. Curva UNESA (ICP).....	73
CAPITULO III.....	76
MARCO METODOLÓGICO.....	76
3.1. El tipo de investigación.....	76
3.2. El diseño de la investigación.....	78
3.3. La población.....	78
3.4. Las técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	79
3.4.1. La observación directa, participante.....	79
3.4.2. La entrevista no estructurada.....	80
3.5. Los procedimientos y el análisis de los datos.....	81

CAPITULO IV .....	82
ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....	82
4.1 Levantamiento de la carga total del INELECTRA, sede Teramo, Sector El Peñonal.....	82
4.1.1 Carga de iluminación .....	85
4.1.2 Carga de circuitos varios.....	87
4.1.3. Carga circuitos independientes .....	89
4.1.4. Carga total de INELECTRA sede Teramo.....	92
CAPITULO V .....	94
SELECCIÓN DEL EQUIPO .....	94
5.1 Cálculo de la capacidad del sistema eléctrico de emergencia teniendo en cuenta el tipo de aplicación y cargas prioritarias.....	94
5.1.1 Potencia de las cargas de iluminación.....	95
5.1.2 Potencia de las cargas de tomacorrientes.....	95
5.1.3 Potencia por iluminación y tomacorrientes.....	96
5.1.4 Hidroneumático.....	96
5.1.5 Sistema de detección y alarma contra incendio .....	96
5.1.6 Aires acondicionados .....	96
5.2 Carga total.....	97
5.3 Ubicación del sistema eléctrico de emergencia .....	98
5.3.1 Opciones para el sistema eléctrico de emergencia.....	99
5.3.2 Opción seleccionada .....	101
5.3.3 Ubicación de sistema eléctrico de emergencia que mejor se adapte al espacio físico.....	102
5.3.4 Cálculo del conductor de baja tensión .....	102
5.4 Capacidad del generador Diesel.....	105
5.4.1 Capacidad de corriente.....	105
5.5 Cálculo de las canalizaciones eléctricas.....	106
5.6. Caída de tensión por cortocircuito .....	109



5.7 Especificaciones técnicas del generador Diesel.....	111
5.7.1 Componentes del grupo motogenerador .....	111
5.7.2 Las normas y especificaciones que complementan esta especificación...	113
5.7.3 Características técnicas de generador.....	114
5.8 Descripción general de funcionamiento del tablero de transferencia .....	119
5.8.1 Las Especificaciones técnicas del tablero .....	119
5.8.1.1 Las normas .....	119
5.8.1.2 Las certificaciones.....	120
5.8.2 Las Dimensiones .....	121
5.8.3 Características generales de la caja de protecciones para el conmutador	122
5.9 PROTECCIONES TERMOMANÉNTICAS PARA EL GENERADOR.....	123
5.10 El análisis económico de los productos y materiales necesarios para la implementación de la interconexión .....	125
5.11 Sistema de Señalización.....	126
CAPITULO VI.....	127
INGENIERÍA DE DETALLE .....	127
6.1 Cómputos métricos.....	127
6.1.1 Criterio para obtener cantidades definitivas.....	128
6.1.2 Registro de calidad.....	129
6.2 Coordinación de protecciones .....	129
6.2.1 Códigos y normas.....	130
6.2.2 Curva coordinación de protecciones .....	131
6.3 Documento lista de materiales .....	132
6.4 Análisis de retorno de inversión A 9 años .....	133
6.5 Documento de especificaciones técnicas del generador .....	135
6.5.1 Requerimientos funcionales.....	135
6.5.1.1 Descripción General de Funcionamiento .....	135
6.5.1.2 Requerimientos mecánicos.....	136
6.5.1.3 Requerimientos mecánicos.....	138

6.5.1.4 Admisión de aire y escape.....	139
6.5.1.5 Sistema de enfriamiento.....	140
6.5.1.6 El radiador.....	140
6.5.1.7 Sistema de lubricación.....	141
6.5.1.8 Sistema de combustible.....	141
6.5.2 Requerimientos particulares.....	142
6.5.2.1 Sistema de parada.....	143
6.5.2.2 Gobernador.....	143
6.5.2.3 Acoplamiento.....	144
6.5.2.4 Aisladores de vibración.....	144
6.5.3 Requerimientos eléctricos.....	144
6.5.3.1 Generador general.....	144
6.5.3.2 Sistema de excitación.....	146
6.5.3.3 Regulador de voltaje.....	147
6.5.4 Protecciones.....	148
6.5.4.1 Interruptor de salida.....	148
6.5.4.2 Protección de sobrevoltaje.....	149
6.5.4.3 Protección de falla a tierra.....	149
6.5.4.4 Sistema de puesta a tierra.....	150
6.5.4.5 Panel de control del generador.....	150
6.5.4.6 Indicadores e instrumentos.....	151
6.5.4.7 Selector de posiciones.....	152
6.5.5 Sistema de arranque cíclico.....	152
6.5.6 Panel de alarmas.....	153
6.5.6.1 Señales de alarma.....	154
6.5.6.2 Señales remotas.....	155
6.5.7 Instrumentos de medición.....	156
6.5.8 Transferencia de carga de motores.....	156
6.5.9 Contactos auxiliares.....	157

6.5.10 Cargador de baterías.....	157
6.5.11 Preparación de baterías y arranques.....	158
6.5.11 Inspecciones y pruebas.....	159
6.5.11.1 Inspecciones .....	159
6.5.11.2 Pruebas al grupo motogenerador.....	159
6.5.11.3 Pruebas en fábrica .....	160
6.5.11.4 Pruebas en sitio .....	161
6.5.12. Documentos a ser suministrados por el proveedor .....	163
6.5.12.1 Garantías .....	163
<b>CAPITULO VII .....</b>	<b>165</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>165</b>
7.1. Conclusiones .....	165
7.2. Recomendaciones.....	166
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>168</b>
.....	171

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. Personas que laboran en INELECTRA sedes Finestra y Teramo.....	34
Tabla 2.2. Estudio realizado en INELECTRA de horas/hombres pérdidas periodo Julio-Enero .....	35
Tabla 2.3. Características de desconexión .....	74
Tabla 4.1 Características de los aires acondicionados .....	89
Tabla 5.1 Selección del sistema eléctrico de emergencia .....	101
Tabla 5.2. Diametro del conductor.....	107
Tabla 5.3 Factor de Potencia.....	110
Tabla 5.4 Corrientes Nominales de los Conmutadores en Línea .....	120
Tabla 5.5 Intensidad Térmica, Rapidez Dieléctrica de los Conmutadores en Línea	120
Tabla 5.6 Apertura, Cierre, Potencia y N° de Ciclos de los Conmutadores en Línea	120
Tabla 5.7 Capacidad del Conmutador en Línea .....	121
Tabla 5.8 Intensidad de Empleo del Conmutador en Línea .....	121
Tabla 5.9 Potencia de Empleo y Comportamiento Ante Cortocircuito del Conmutador .....	121
Tabla 5.10 Descripción de Caja para el Conmutador .....	123
Tabla 6.1 Recomendación de aumento de cantidades.....	128
Tabla 6.2Análisis de retorno de inversión en 9 años .....	134
Tabla 6.3. Inversión a realizar.....	134
Tabla 6.4. Costos de los equipos.....	135

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Organigrama General de INELECTRA.....	29
Figura 1.2 Organigrama de Proyectos.....	29
Figura 2.1. Horas pérdidas de julio a noviembre por falla del servicio eléctrico. Datos CADAFE.....	35
Figura 2.2. Generador de emergencia .....	53
Figura 2.3. Sistema de Energía Interrumpida.....	56
Figura 2.4. Casa con celdas solares. Ubicación de las celdas.....	57
Figura 2.5. Características óptimas de funcionamiento de las celdas.....	59
Figura 2.6. Parque eólico .....	61
Figura 2.7. Conmutador en Línea (Transferidor).....	64
Figura 2.8 Cerradura de Seguridad del Conmutador. ....	65
Figura 2.9 Ejes Prolongados del Conmutador.....	66
Figura 2.10. Curva B.....	70
Figura 2.11. Curva C.....	71
Figura 2.12. Curva D.....	71
Figura 2.13. Curva Ma .....	72
Figura 2.14. Curva Z.....	72
Figura 2.15. Curva UNESCO (ICP).....	73
Figura 4.1 Tablero A.....	83
Figura 4.2 Tablero B .....	84
Figura 4.3 Nevera ejecutiva de INELECTRA .....	87
Figura 4.4 Copiadora e Impresora de INELECTRA.....	88
Figura 4.5 Aires Acondicionados.....	89
Figura 4.6 Hidroneumático del Centro Empresarial Teramo.....	91
Figura 5.1 Bancada del tramo A-B .....	108

Figura 5.2 Resistencia Eléctrica y Reactancia Inductiva para Cable .....	109
Figura 5.3 Modelo de Generador Diesel .....	111
Figura 5.4 Dimensiones en (mm) del Conmutador en Línea (transferidor).....	122
Figura 5.5 Caja o Armario Para el Conmutador en Línea (transferidor) .....	122
Figura 5.6 Especificaciones Interruptor Termo-magnético .....	124
Figura 5.7 Interruptor termo-magnético para generador.....	124

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

La importancia de la electricidad radica en que es una de las principales formas de energía usadas en el mundo actual. Sin ella la iluminación, comunicación, telefonía, radio, no existirían y las personas tuvieran que prescindir de aparatos eléctricos que ya llegaron a constituir parte integral del hogar y del trabajo. Además sin la electricidad el campo de las industrias no sería lo que es en la actualidad. De hecho, puede decirse que la electricidad se usa en todas partes.

La mayoría de las empresas hoy en día sobre todo las más exitosas y que lideran el mundo de los negocios se están insertando aceleradamente en programas de cambio y de innovación para acompañar lo que sucede en el ambiente y a su alrededor. Con ella viene acompañada el trabajo duro, resulta difícil poder funcionar y sacar adelante una empresa si existen problemas de electricidad y si no se cuenta con un sistema de emergencia para solventar el problema a corto plazo, se puede perder el trabajo de muchas horas con el hecho de quedar repentinamente sin el servicio eléctrico, ¿qué hacer en ese momento?, ¿sólo esperar la reactivación de la energía eléctrica? Es algo que se debe analizar, pues es parte importante en el crecimiento y desarrollo.

INELECTRA fundada en 1968 en Venezuela, la cual abarca toda la cadena de servicios de ingeniería desde los estudios de factibilidad, proyectos, procura, gerencia

de construcción y construcción directa, hasta actividades de operación y mantenimiento. En sus 40 años de operaciones ha ejecutado más de 1500 proyectos integrales para el sector petrolero, petroquímico e industrial, incluyendo proyectos mayores tipo IPC (Ingeniería, Procura) suma global. Esta gestión representa más de 28 millones de horas-hombre de servicios profesionales. La capacidad total acumulada de manejo de crudo y gas de las instalaciones de producción diseñadas y/o construidas por INELECTRA, está por encima de 1.250.000 barriles por día y unos 1500 pies cúbicos estándar por día de tratamiento y compresión de gas. En Venezuela, INELECTRA ha participado en la ingeniería, procura y construcción de más de 20 plantas de generación de electricidad para el sector eléctrico y la industria petrolera. Estos proyectos incluyen las dos mayores plantas termoeléctricas en operación en el país con una capacidad instalada de 3.800 MW. En el segmento de plataformas marítimas, INELECTRA cuenta con una vasta experiencia en el diseño y construcción de plataformas para producción de hidrocarburos costa afuera y de plataformas habitacionales.

En la actualidad, el incremento de la demanda eléctrica ha superado la capacidad de generación y distribución de la energía eléctrica, como consecuencia de ello el suministro de electricidad ha colapsado obligando a la industria eléctrica a realizar programas de racionamiento de dicho suministro.

Los racionamientos de electricidad generan la paralización de los procesos productivos de las empresas que dependan de esta fuente de energía. INELECTRA no escapa a esta problemática, afectándose la entrega de los productos pautados con los clientes y por congruente la pérdida de horas/hombre de trabajo que debieron emplearse en la elaboración y que son imposibles de recuperar dentro de los tiempos contractuales. Para INELECTRA esta situación le acarrea sanciones por parte del cliente, aparte de la pérdida económica de las horas/hombres no facturadas. En tal sentido, y con el objeto de resolver esta problemática, INELECTRA ha decidido



realizar un estudio de factibilidad para la implementación de un sistema de emergencia que permita sustituir la energía eléctrica suplida por la empresa de servicio eléctrico para los casos en que esta última decida implementar el racionamiento.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Estudiar técnica y económicamente la factibilidad de implementar un sistema eléctrico de emergencia para INELECTRA, sede Teramo sector El Peñonal, Lechería.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- 1.** Levantar la carga eléctrica existente en INELECTRA, sede Teramo, sector El Peñonal, Lechería.
- 2.** Calcular la capacidad del sistema eléctrico de emergencia teniendo en cuenta el tipo de aplicación y cargas prioritarias.
- 3.** Determinar la ubicación y los sistemas de interconexión del sistema eléctrico de emergencia que mejor se adapte al espacio físico apropiado.
- 4.** Efectuar un diagnóstico técnico y económico-financiero del sistema eléctrico de emergencia.

5. Elaborar las especificaciones técnicas de los equipos de emergencia.

### **1.3 La empresa.**

#### **1.3.1. Descripción**

INELECTRA, fundada en 1968 en Venezuela, es una empresa que abarca toda la cadena de servicios desde los estudios de factibilidad, ingeniería, procura, gerencia de construcción y construcción directa, hasta actividades de operación y mantenimiento.

En sus casi 40 años de operaciones ha ejecutado más de 1500 proyectos integrales para el sector petrolero, petroquímico e industrial, incluyendo proyectos mayores IPC suma global. Esta gestión representa más de 28 millones de horas-hombre de servicios profesionales.

La capacidad total acumulada de manejo de crudo y gas de las instalaciones de producción diseñadas y/o construidas por INELECTRA, está por encima de 1.250.000 barriles por día y unos 1500 pies cúbicos estándar por día de tratamiento y compresión de gas.

En Venezuela, INELECTRA ha participado en la ingeniería, procura y construcción de más de 20 plantas de generación de electricidad para el sector eléctrico y la industria petrolera. Estos proyectos incluyen las dos mayores plantas termoeléctricas en operación en el país con una capacidad instalada de 3.800 MW.

En el camino de la diversificación de actividades, luego de desarrollar un plan de entrenamiento, preparación de recursos y consolidación de la capacidad tecnológica, INELECTRA orientó su atención hacia el sector de hidrocarburos.

En este sentido se conformaron alianzas estratégicas para transferencias tecnológicas y se adquirió participación en empresas de servicios especializados, su experiencia, conocimiento técnico en petróleo y petroquímica, le permitió a INELECTRA, a partir de 1995 a través de su filial inepetrol, convertirse en operador privado en exploración y producción de hidrocarburos. Hoy en día INELECTRA es inversionista principal y operador de otros 2 campos de gas e inversionista en una planta petroquímica.

Otro reto asumido con éxito en la evolución de la empresa fue las ampliaciones de operaciones hacia la región andina, Centroamérica y el Caribe. Luego de varios años ejecutando proyectos en Colombia, INELECTRA decidió en 1996 establecer una sede permanente que permitiera su consolidación en ese país incorporando personal local capaz de ejecutar proyectos en el sur del continente americano.

Hoy en día, una experiencia acumulada de 28 millones de horas-hombres en servicios profesionales y más de 80 millones en horas- hombres de construcción fundamentan el liderazgo de INELECTRA como empresa de ingeniería y construcción de capital venezolano compuestos por unos 1050 accionistas, de los cuales el 28% son empleados de INELECTRA, manteniendo un 46% de la propiedad de la empresa y con una concentración accionaría individual que en ningún caso supera el 7% de participación.

### **1.3.2. Estructura de INELECTRA**

La organización de la empresa es de tipo matricial, para cada trabajo se asigna un gerente y se crea un grupo integrado por personal de los diferentes departamentos, quienes en lo referente al proyecto dependen de la organización, este tipo de estructura le permite al encargado del proyecto una supervisión directa sobre el personal a su cargo para garantizar una mejor coordinación. Por otra parte, existe una organización departamental por disciplinas o especialidades dentro de la cual se supervisan los trabajos desarrollados por el personal asignado al proyecto.

#### **1.3.2.1. Organigrama**

Debido a la organización tipo matricial, existen dos tipos de organigramas: el Organigrama General y el Organigrama de Proyectos.

- Organigrama General: la empresa está organizada por divisiones, subdivisiones, departamentos técnicos y administrativos. (ver figura 1.1)
- Organigrama de Proyectos: cada proyecto tiene su propia organización temporal creada para la duración del mismo. Generalmente sufre modificaciones a lo largo de los avances del proyecto. Comprende funciones técnicas y a veces del tipo administrativo específicas para el proyecto. (ver figura 1.2)



Figura 1.1 Organigrama General de INELECTRA

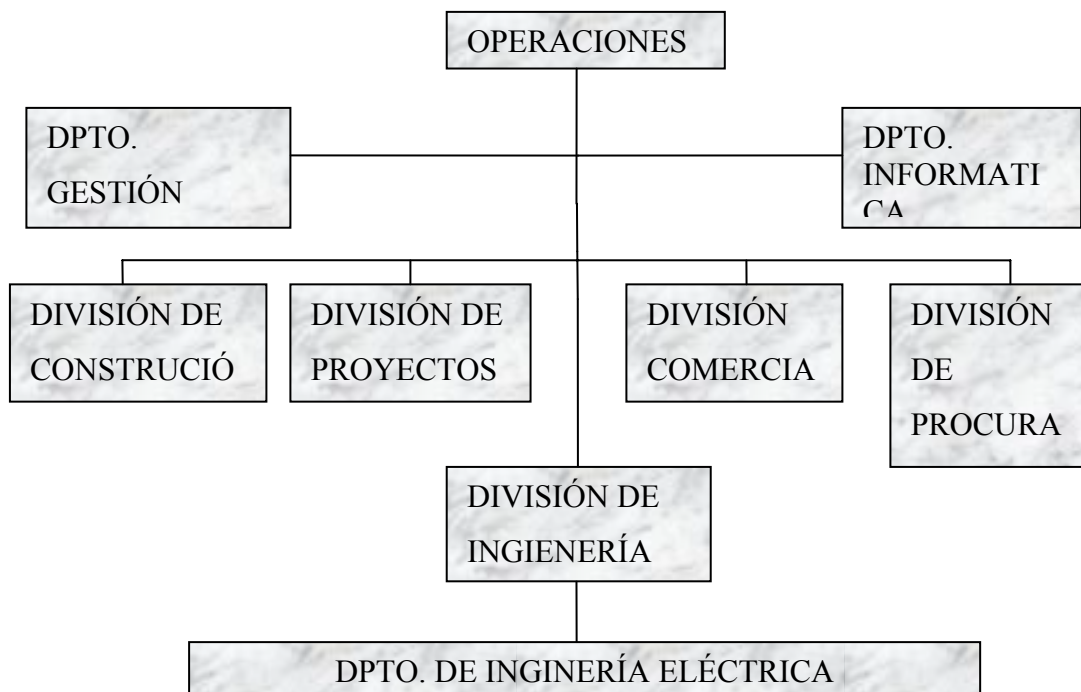


Figura 1.2 Organigrama de Proyectos

### 1.3.3. Naturalezas y objetivos

INELECTRA S.A.C.A es una de las compañías venezolanas líder en los Campos de Ingeniería y Construcción, Telecomunicaciones y servicios relacionados a la Industria Petrolera, lo cual la ha consagrado como una empresa exitosa y poseedora de una excelente trayectoria, con 40 años de experiencia, se encarga además de efectuar actividades de Ingeniería y Construcción, especialización en proyectos complejos y ejecución de operaciones permanentes en Colombia y Argentina y, con presencia en los países Andinos, Centro América y el Caribe.

Los objetivos principales de la empresa INELECTRA S.A.C.A son: proveer servicios técnicos multidisciplinarios de calidad. Prestar dichos servicios para los diversos sectores industriales en Venezuela y el exterior. Realizar estos servicios en formas responsables, éticas, efectivas y eficientes. Lograr niveles de rentabilidad que aseguren su supervivencia y crecimiento, contribuyendo al desarrollo humano y económico de la comunidad.

Tanto su objetivo general como específicos se encuentran globalizados en tres sencillas palabras:

- **MISION:**

Esta corporación tiene como propósito prestar servicios profesionales multidisciplinarios de ingeniería y construcción para proyectos de variada magnitud y complejidad en forma integral y para todas las fases; como también tiene como propósito ser un operador en las áreas de exploración y producción, transporte y distribución de hidrocarburos y servicios petroleros.

- **VISION:**

Tiene como visión impulsar una diversidad de desarrollos de proyectos para una operadora petrolera, química, manufacturera, pública, industrias básicas, etc. Tanto en el ámbito nacional como internacional.

- **POLITICA:**

Proveer servicios, proyectos e instalaciones de alta calidad, que cumplan con los requerimientos establecidos y garanticen la satisfacción de los clientes, conjugando exitosamente sus expectativas y la de los socios, accionistas, empleados y proveedores.

Entender los requisitos y exigencias del trabajo que se asigne, ejecutándolo correctamente desde la primera vez de manera segura, efectiva y eficiente.

Asegurar que el personal esté debidamente entrenado, motivado y mantenga una actitud innovadora, entienda el proceso de trabajo, se identifique con ellos y esté dispuesto a mejorarlos continuamente.

Promover el desarrollo sustentable a través de una operación responsable y respetuosa del medio ambiente y del entorno social.

#### **1.3.4. Estructura organizativa**

La estructura organizacional de la empresa se encuentra conformada de la siguiente manera:

- **JUNTA ADMINISTRATIVA**

1. Presidente de la organización.
2. Vicepresidente ejecutivo.
3. Los accionistas.

- **CONSEJO CONSULTIVO**

1. Presidente.
2. Vicepresidente ejecutivo.
3. Gerentes de las diferentes oficinas del país.
4. Accionistas.

- **GERENCIA DE RECURSOS HUMANO**

1. Gerente de Recursos Humanos oficina de Caracas.
2. Supervisor de Recursos Humanos oficina de Caracas.
3. Licenciado de Relaciones Industriales INELECTRA Puerto la Cruz.

- **GERENCIA LEGAL**

1. Abogados.
2. Gerente de Auditoría Interna.



- **GERENCIA DE PLANIFICACIÓN COOPERATIVA**

1. Gerente del proyecto.
2. Subgerente del proyecto.
3. Administrador del proyecto.
4. Controlador del proyecto.

- **GERENCIA DE FINANZAS**

1. Administradora de la oficina de Puerto la Cruz.
2. Analista de cuentas por pagar.
3. Coordinador de servicios especiales.
4. Asistente de la administradora y servicios especiales.
5. Emisario.

- **GERENCIA DE TELECOMUNICACIONES**

1. Sección Operación
2. Control administración

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Datos de perdidas en INELECTRA

INELECTRA es una empresa de ingeniería con sedes en Venezuela, destacandose las de Baruta Estado Miranda, Lechería Estado Anzoátegui y Maracaibo Estado Zulia. Este trabajo se limita específicamente a la sede de Anzoátegui, el cual consta de dos sub sedes en la Avenida principal que son los edificios Finestra (sede principal) y Teramo. En la tabla 2.1 se presenta cada de las sedes de Lechería con el número de personas que laboran en estos edificios.

Tabla 2.1. Personas que laboran en INELECTRA sedes Finestra y Teramo

FINESTRA				TERAMO				
F-PB	F-P1	F-P2	Total	Morro Mar	Teramo I	Teramo II	Teramo III	Total
44	50	46	140		33	38	36	107

En estudios realizados por personal de la empresa, con respecto a las pérdidas de horas/hombre registrado por INELECTRA, cada vez que se presentaron fallas de electricidad, en un periodo de siete (7) meses (entre Julio2008 a Enero de 2009).

En la tabla 2.2 se muestra la gran pérdida de horas/hombre que tuvo la empresa cada vez que se presentaron las fallas.

Tabla 2.2. Estudio realizado en INELECTRA de horas/hombres pérdidas periodo Julio-Enero

MES	Duración de la falla (Hrs)	Horas/Hombre No Facturadas
Julio	2	177
Agosto	9	1047
Septiembre	8	935
Octubre	10	1146
Noviembre	1	14
Diciembre	3	164
Enero	4	381
Total	37	3864

Haciendo una comparación del estudio hecho por INELECTRA y las fallas programadas y no programadas que tiene CADAFE se presenta en la figura 2.1 la información correspondiente a las horas mensuales perdidas por fallas presentada en las gráficas son datos específicos proporcionados por CADAFE):

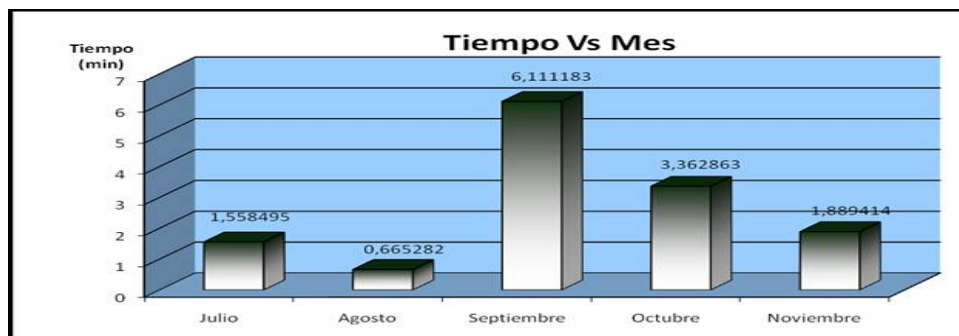


Figura 2.1. Horas pérdidas de julio a noviembre por falla del servicio eléctrico. Datos CADAFE

Revisando estos datos específicos de pérdidas que presenta INELECTRA, y observando la problemática que existen en cuanto a la continuidad de energía

eléctrica, se destaca que se presentaron más fallas eléctricas no programadas que programadas, se resalta lo importante que resultaría el estudio e implementación de un sistema eléctrico de emergencia y cuáles son los tipos que pueden usarse en este caso específico, para cuando exista una falla de electricidad la empresa continúe con sus actividades hasta que se restablezca el servicio eléctrico. (Ver anexo A)

## **2.2. Factibilidad**

La factibilidad se refiere a la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados, la factibilidad se apoya en 3 aspectos básicos:

### **2.2.1. Factibilidad operativa**

Se refiere a todos aquellos recursos donde interviene algún tipo de actividad (Procesos), depende de los recursos humanos que participen durante la operación del proyecto. Durante esta etapa se identifican todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo y se evalúa y determina todo lo necesario para llevarlo a cabo.

- Operación garantizada.
- Uso garantizado.

### **2.2.2. Factibilidad técnica**

Se refiere a los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencia, etc., que son necesarios para efectuar las actividades o procesos que requiere el proyecto. Generalmente nos referimos a elementos tangibles (medibles). El proyecto debe considerar si los recursos técnicos actuales son suficientes o deben complementarse.

- La mejora del sistema actual.
- La disponibilidad de tecnología que satisfaga las necesidades.

### **2.2.3. Factibilidad económica**

Se refiere a los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades o procesos y/o para obtener los recursos básicos que deben considerarse, como el costo del tiempo, el costo de la realización y el costo de adquirir nuevos recursos.

Generalmente la factibilidad económica es el elemento más importante ya que a través de él se solventan las demás carencias de otros recursos, es lo más difícil de conseguir y requiere de actividades adicionales cuando no se posee.

- El Tiempo del analista.
- El Costo de estudio.

- El Costo del tiempo del personal.
- El Costo del tiempo.
- El Costo del desarrollo / adquisición.

El éxito de un proyecto está determinado por el grado de factibilidad que se presente en cada una de los tres aspectos anteriores. El estudio de Factibilidad sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión, si procede su estudio, desarrollo o implementación.

Los objetivos de un estudio de factibilidad están sujeto a:

- Auxiliar a una organización a lograr sus objetivos.
- Cubrir las metas con los recursos actuales en las siguientes áreas.

#### **2.2.4. Los Objetivos de la factibilidad**

La investigación de factibilidad en un proyecto que consiste en descubrir cuáles son los objetivos de la organización, luego determinar si el proyecto es útil para que la empresa logre sus objetivos. La búsqueda de estos objetivos debe contemplar los recursos disponibles o aquellos que la empresa puede proporcionar, nunca deben definirse con recursos que la empresa no es capaz de dar.

En las empresas se cuenta con una serie de objetivos que determinan la posibilidad de factibilidad de un proyecto sin ser limitativos. Estos objetivos son los siguientes:

- La reducción de errores y la mayor precisión en los procesos.
- La reducción de costos mediante la optimización o eliminación de los recursos no necesarios.
- La integración de todas las áreas y de los subsistemas de la empresa.
- La actualización y el mejoramiento de los servicios a los clientes o a los usuarios.
- La aceleración en la recopilación de los datos.
- La reducción en el tiempo de procesamiento y ejecución de las tareas.
- La automatización óptima de los procedimientos manuales.

### **2.3. Diseño de instalaciones eléctricas para un edificio comercial**

El diseño de las instalaciones eléctricas residenciales se comienza promoviendo la entrevista con el propietario o el arquitecto, el cual suministrará los planos de arquitectura, también informará sobre los servicios eléctricos que se desean instalar, tanto en el presente como en el futuro. Esto resulta importante pues al realizar el

estudio de cargas se estimará la carga de reserva, la cual contemplará el uso de diversos equipos.

Por lo general los planos de edificios comerciales son dibujados en escala 1:50. En los ismos vendrán indicados la ubicación de los equipos en cocina, oficina, mobiliario u otro tipo de construcción exterior. Puede haber bombas de agua, aires acondicionados centrales.

Seguidamente en copias heliográficas del plano de planta (o de los que haya, sin son varios) se procederá a colocar en un sitio definitivo, los puntos o salidas de los servicios que se indican a continuación.

### **2.3.1. Circuitos de iluminación**

En principio se colocará un punto por ambiente. Para ambientes mayores de  $12\text{m}^2$ , habrá que hacer cálculos de iluminación, aplicando el método de la cavidad zonal para determinar el número de luminarias necesarias y sus características a fin de lograr un nivel de iluminación adecuado.

La ubicación de interruptores dependerá de la posición de las puertas a fin de que al entrar o salir se encienda o apague la luminaria con comodidad. Nunca se colocarán detrás de las puertas. La altura del montaje es a 1.25m del pis. En casos especiales si así lo solicita el propietario se instalarán a 0.90m. Se colocarán las llaves o palancas siempre en posición vertical. Las salidas para puntos de iluminación en pared se instalarán a 1.80m o 2.00m como máximo. El siguiente paso es unir con líneas los puntos de iluminación formando los circuitos que irán al tablero.



### **2.3.2. Circuitos de tomacorrientes de uso general**

En todo edificio deberá preverse circuitos de tomacorrientes de uso general. Cada toma de uso general estará diseñada para soportar 120V-15A. Podrán ser dobles para más facilidad de conexión de varios equipos a la vez, las tomas se colocarán en oficinas, pasillos, salas de conferencias, cubículos, a una altura de 0.40m del piso.

En el área de mesa de trabajo de cocina, se colocarán entre 3 y 4 del tipo doble a una altura de 1.10m del piso. Por lo general la canalización de tomacorrientes va por el piso o por las paredes y las de iluminación por el techo o paredes, por ello se representa por trazos distintos. El CEN recomienda que a cada salida de tomacorriente, para los efectos de diseño se le asigne una carga conectada de 180W o sea de 120V-15A., en cada uno. Cada circuito de tomacorriente de uso general poseerá como máximo diez (10) salidas. También recomienda el CEN que se instale un tomacorriente junto al lavamanos. En áreas exteriores se colocarán en sitios de interés por lo menos dos (2), debiendo tener en cuenta que sean del tipo intemperie, según donde estén ubicados.

### **2.3.3. Circuitos para tomacorrientes especiales**

Se proyectarán circuitos especiales exclusivos para equipos que así lo requieran y en especial que estén fijos en el mismo sitio; tales como: neveras, microondas, copiadoras e impresoras.

### **2.3.4. Estudio de cargas**

Mediante el estudio de cargas, se obtendrá la demanda de diseño requerida para seleccionar las características del tablero, protección general y acometida eléctrica.

Para los fines de obtener la demanda de diseño y la carga total de iluminación, se hará el estudio por medio de los datos de puntos del plano o bien considerando el área total y la densidad de carga respectiva (la que sea más desfavorable). Posteriormente, se considerará el factor de demanda correspondiente, afectando esto a las cargas de tomas de uso general. A esta demanda se le sumará la de los circuitos especiales, considerando los factores de demanda establecidos en el CEN. Se tendrá en cuenta que muchos de los equipos, en los cuales no se indican el factor de demanda, irán al 100%.

### **2.3.5. Tablero general**

Las características del tablero se determinan con el número de salidas de los circuitos ramales y protecciones secundarias obtenidas en el diseño previo. Con la demanda del diseño se obtendrán las demás características como: protección general, tipo de barras de fase, entre otras.

En cuanto a la disposición del mismo, se hará en forma empotrada en pared. Se tendrá en cuenta la ubicación, tomando en consideración que es el centro de distribución de carga del edificio. Igualmente debe cuidarse tanto el aspecto estético como el de operatividad del mismo, por lo que el acceso debe ser fácil. La puerta debe abrirse con facilidad sin que obstaculice puertas, ventanas u otro mobiliario o equipo.

### **2.3.6. Acometida eléctrica**

Con el dato de la demanda de diseño en amperios, se obtendrá las características de los conductores y tuberías que formarán la acometida eléctrica.

Desde el punto de vista físico, deberá observarse lo siguiente: la acometida irá desde el tablero principal al medidor y, luego hasta el punto de entrega de energía por parte de la compañía de electricidad. Todos los conductores serán del mismo calibre para las fases y el neutro un número menor (siempre que la corriente sea menor de 200A) a lo largo del recorrido antes señalado, sin cambiar la sección. Igual criterio se tendrá para el diámetro de tubería. Se prefiere colocar tubería de plástico PVC, recubierta con concreto, por su bajo costo y el aislante del conductor tipo TTU. En el caso de la acometida aérea, el aislante sería de neopreno resistente a la intemperie.

### **2.3.7. Punto de medición**

La forma de evaluar el costo del servicio de energía eléctrica durante un periodo de tiempo, es mediante la lectura de un equipo de medición. Así lo exigen las compañías de electricidad y ellas poseen sus normas para la instalación adecuada de los mismos. Para ello habrá que disponer de una caja, donde se alojen el medidor y la protección en comportamiento anexo, que podrá operar el suscriptor. La ubicación del medidor se hará fuera del edificio en sitio accesible, para que el lector pueda realizar su trabajo con facilidad.

En caso de que haya as de 12m, entre la protección principal y el tablero se colocará en el mismo una protección principal de desconexión de igual características que la principal. El medidor tendrá conexiones para 2, 3 ó 4 hilos según el servicio deseado en 120V, 120/240V monofásico, o 120/208V trifásico. Al hacer la solicitud del servicio, se especificará las características de la carga y la demanda del diseño.

Los medidores tienen capacidad por lo general de 10-30<sup>a</sup> o bien 50-150<sup>a</sup>. Para corrientes mayores se colocará transformador de medición de corriente, como en el caso de suscriptores de gran demanda (comercios, industrias).

### **2.3.8. Sistema telefónico**

El teléfono es un equipo eléctrico que transforma el sonido en corriente eléctrica y luego nuevamente en sonido. Por tal motivo el tubo telefónico consta de dos partes, una emisora o micrófono y otra receptora. El teléfono cuando se trata de un solo número, se alimenta de un solo par de cables y tendrá tantos pares como números asociados al equipo. Es el caso típico de una central telefónica donde llegan un número determinado de pares como 5.10 o más y salen para el interior del edificio 10 o más pares telefónicos, como números internos haya. Dentro de una central existen los conmutadores, que pueden operar en forma manual o automática. Las canalizaciones telefónicas, como también otros tipos de servicio de comunicaciones, irán siempre en tuberías exclusivas para tales servicios. Esto se respetará desde el punto de entrega de CANTV, hasta el sitio donde lo requiera el usuario, ya sea en instalaciones interiores de edificios; con el fin de evitar accidentes que podrían, en caso de falla, dañar el equipo eléctrico además de provocar interferencias y ruidos indeseables.

### **2.3.9. Planos de servicio de comunicaciones**

A fin de tener una buena representación de los planos de los servicios diversos, se elaborará un plano de comunicaciones, donde se representará los puntos o salidas con las canalizaciones correspondientes. Se utilizará la simbología aprobada por COVENIN (señalada en el capítulo VIII). Cada tipo de servicio tendrá un trazado diferente que tendrá que estar especificado en la leyenda del plano respectivo. Junto al trazado, irán señalados los calibres y números de conductores, así como también el diámetro de tubería.

## **2.4. Canalizaciones eléctricas para un edificio comercial**

### **2.4.1. Carga de iluminación**

La carga de alumbrado comprende los puntos de iluminación y circuitos de tomacorrientes de uso general para ambientes interiores y exteriores, esto abarca los servicios de las áreas comunes tales como: oficinas, cubículos, pasillos, cocinas baños y salas de conferencias. Es necesario al diseñar los circuitos ramales que servirán a cada sector seleccionar los conductores por capacidad de corriente y por caída de tensión, tomando en cuenta las distancias resultantes.

### **2.4.2. Ascensor**

Se define como ascensor, aquel mecanismo de ascenso y descenso, el cual está ocupado con una cabina o plataforma la cual se mueve entre guías metálicas, en forma vertical, a través de los diferentes niveles del edificio.

Los ascensores se fabrican de dos tipos: eléctricos e hidráulicos, ambos diseñados para transportar personas y cargas. El eléctrico está compuesto por un motor que impulsa y mueve la cabina, según lo establezca el sistema de control previsto. El hidráulico lo impulsa un líquido a presión, confinado en uno o más cilindros, equipados con émbolos. La presión se logra mediante un motor acoplado a una bomba hidráulica. Se refiere para este tipo los motores trifásicos de inducción, jaula de ardilla.

En Venezuela, se utiliza más el sistema eléctrico, lo cual se compone de una máquina impulsora de tipo tracción, acoplada a un eje con un tambor en el que se

enrolla y desenrolla la guaya que lo sostiene en la fosa, el carro o plataforma. Esta máquina posee un freno de fricción y desaplicación eléctrico, que actúa directamente sobre el eje de la misma.

El motor impulsor puede ser uno trifásico de inducción, el cual es empleado en sitios donde se requiere baja velocidad (0.6m/s) y poca carga (hasta 300Kg).

Para velocidades nominales mayores, como es el caso de un edificio empresarial (entre 1,0 y 1,5m/s) es empleado un motor impulsor de corriente continua. Este es apropiado para cargas mayores también. Dado que la fuente de energía eléctrica disponible es en corriente alterna, será necesario disponer de un convertidor, compuesto de un motor de inducción o sincrónico que mueve un generador. Esto produce una tensión que puede variar, logrando modificar el campo mediante un reóstato. La tensión variable se aplica al motor impulsor del ascensor, lográndose una buena regulación de velocidad y una suave y rápida aceleración. Es recomendado este sistema en aquellos casos de ascensores con grandes cargas.

En el diseño de un sistema de ascensores y montacargas, para lo cual será necesario determinar el tráfico, número de pasajeros, velocidad nominal, etc., se recomienda consultar la norma COVENIN 621-72, denominada como CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL PARA ASCENSORES DE PASAJEROS.

La instalación de ascensores dependerá del número de pisos que posea el edificio. En algunos de interés social que tengan hasta tres pisos, las ordenanzas Municipales no obligan a que sean instalados ascensores. De cuatro pisos en adelante sí habrá que instalarlos y el número de unidad y su tamaño dependerá de la cantidad de pisos y la densidad de tráfico por hora. La velocidad y la automatización de los equipos dependerán de la inversión disponible a las exigencias del propietario.

### **2.4.3. Ventilación forzada y Aires acondicionados**

Es requerimiento de la permisología, prever ventilación forzada para la fosa de ascensor (normas contra incendios) y presurización de escaleras. Estas cargas se alimentarán con circuitos ramales, diseñados en base a la corriente de diseño o potencia nominal, los cuales se conectarán al (TSP). El dato correspondiente lo suministrará el proyectista de los servicios mecánicos, tales como ascensores ventilación forzada, bombas, aire acondicionado central, entre otros. En edificios comerciales suelen proyectarse sistemas de aires acondicionados centrales.

Puede resultar, según el diseño, que cada piso posea su equipo su central individual; éste sería alimentado, bien desde el tablero de cada piso o desde los bornes de salida de cada interruptor del cuadro de medidores correspondiente al suscriptor, con circuito exclusivo para el equipo mencionado.

### **2.4.4. Equipo de bombeo**

Para fines diversos, es necesario, instalar equipos de bombeo. Lo habrá para aguas de lluvia, aguas servidas, aguas blancas, para impulsar el agua desde un tanque subterráneo a uno elevado en azotea o bien hacia un tanque hidroneumático. Todos estos equipos serán alimentados desde el (TSG). Se excluye de este grupo de bombas conectadas al (TSG), la bomba contra incendio.

## **2.5. Componentes empleados en instalaciones eléctricas**

A continuación se presenta una descripción de los diferentes elementos componentes de la canalización eléctrica desde el punto de vista físico, de los

materiales que se utilizaran, de su existencia y de la posibilidad de adquisición en el mercado nacional.

Las canalizaciones eléctricas serán instaladas en forma embutida. Se utilizaran tuberías metálicas livianas conocidas en el mercado como EMT o bien plásticas recubiertas siempre con concreto, mortero o material de friso.

### **2.5.1. Bancadas de tuberías**

Se denomina así al banco de uno o varios ductos o tuberías de hierro, asbesto, plástico, etc., alojados en una zanja o canal. En algunos casos pueden estar recubiertos con tierra compactada o bien se prefiere recubrimiento de concreto de baja resistencia. Cada tubería guarda una distancia mínima entre ellas de 5cm y separadas en las paredes de la zanja 7.5cm. Para las canalizaciones eléctricas subterráneas comúnmente son utilizadas para alumbrado público (A.P), redes de baja tensión (B.T) o alta tensión (A.T).

En el manual MOP aparecen los modelos más comunes de bancadas que suelen utilizarse en la construcción de redes subterráneas también en las normas de CADAFE y ELECTRICIDAD DE CARACAS. Con frecuencia suelen utilizarse modelos de bancadas en las acometidas subterráneas a edificios comerciales para llevar los conductores de alta tensión, hasta la subestación de transformación y de allí al tablero general.

En el diseño se determina el número y tamaño de las tuberías, adicionalmente al resultado del número calculado, suele agregarse tuberías de reservas para futuras expansiones.



### **2.5.2. Cajetines, cajas de paso y tapas**

Tanto los cajetines como las cajas de paso son intercaladas o ubicadas al final de un circuito eléctrico, con el objeto de realizar en ella derivaciones, empalmes de conductos eléctricos, o bien la conexión de los mismos a dispositivos de protección, maniobra tales como interruptores para la iluminación, tomacorrientes interruptores termomagnéticos.

Los cajetines son pequeñas cajas metálicas o plásticas, de formas rectangulares, cuadradas, octogonales o redondas por lo general poseen en forma troquelada orificios con tapas de fácil remoción, para la ubicación de tuberías que serán fijadas con tuercas tipos conector a las paredes del cajetín. También dispone el cajetín en su parte frontal de dos trozos de láminas en forma de lengüeta, perforadas para facilitar el paso de tornillos que fijarán el puente sujetador de dispositivo interruptor de iluminación, tomacorriente, o bien una tapa ciega que cubra totalmente el cajetín. En la tabla 370-6B del CEN, está indicado el volumen en centímetros cúbicos requerido para alojar un conductor desde el No 14 L No 6.

En el CEN (1981), en la tabla 370-6A, están indicados los tamaños normalizados de cajas metálicas; se pueden conseguir otras medidas y formas de cajetines, para lo cual se recomienda consultar los catálogos de fabricantes locales. Desde tomarse en cuenta que las dimensiones en los cajetines al igual que las cajas, dependen del número y diámetro de las tuberías que vayan a converger en los mismos.

Las tapas son diseñadas para cubrir o sellar la boca de cajetines. Las formas de las mismas son elaboradas conforme a las necesidades de acuerdo al espacio físico, el aspecto estético y el acabado de la instalación eléctrica. Las más comunes son: rectangulares, cuadradas y redondas, ya sean planas o ligeramente abombadas.

Existen tipos de tapas de diseño especial, construidas para cubrir tableros y paneles de protección o de maniobra.

Las cajas de paso se fabrican con láminas de acero de diferentes espesores, según las normas establecidas en el CEN (NEMA) respectivo. En esta última, se establece mediante una escala numérica las características de robustez de cajas y gabinetes para ser utilizados en instalaciones eléctricas.

#### **2.5.2.1. Cruce mixto**

Es cuando en una caja de paso, las tuberías entran por una cara y salen por la otra cara opuesta, además salen en dirección normal a la anterior, estamos en presencia de un caso mixto en una caja de paso.

#### **2.5.3. Ductos**

Estos elementos que se emplean en una canalización eléctrica, los hay abiertas o cerrados, modelo escalera con fondo de metal expandido o simplemente metálico. Se emplean por lo general en instalaciones industriales, donde se requiera hacer modificaciones en las instalaciones a bajo costo, de acuerdo a las necesidades en el tren de un proceso manufacturero; para lo cual hay que realizar cambios de motores y de su ubicación conforme a un programa industrial.

En obras civiles se construyeron en sub estaciones, en industrias o similares, canales en piso con paredes y fondo de concreto con tapa metálica, o bien con marco y contra marco metálico de concreto. Estos canales deberán ser diseñados con la

pendiente mínima necesaria y con drenaje para facilitar el escurrimiento del agua que pueda entrar al mismo.

En edificios construidos especialmente para oficinas o comercios, se suelen alojar los conductores eléctricos para uso generales de iluminación, tomacorrientes, teléfonos, timbres, intercomunicadores, sonido, entre otros. Esta disposición de los canales en piso permite la instalación de tomas para servicio en un sitio y hacer cambios posteriores conforme a las necesidades derivadas de modificaciones en tabiques o mobiliario.

#### **2.5.4. Tuberías**

Las tuberías juegan un papel importante en las canalizaciones eléctricas pues dentro de las mismas se alojan los conductores. Resulta ser la forma más comúnmente utilizada es Venezuela, debiéndose tomar en cuenta si las mismas irán empotradas o a la vista. El Código Eléctrico Nacional ha normalizado la longitud de tuberías en tres (3) metros y se dispone de diámetros:  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2.3.4.5 y 6 pulgadas.

#### **2.5.5. Tanquillas**

Es un pequeño recipiente perteneciente a un sistema de canalizaciones subterráneas, provistos de una abertura en el cual alcanza un hombre a realizar trabajos de instalaciones, mantenimiento o desconexiones de redes eléctricas. En el caso de tanquillas para alumbrado público (A.P), que suelen ubicarse junto a los postes respectivos, sólo podrá el operario introducir los brazos y manos. En otras de mayor tamaño podrá entrar en la misma, como en el caso de la baja tensión (B.T), o

alta tensión (A.T). Las tanquillas suelen construirse con paredes de concreto, fondo limpio de concreto recubierto con piedra picada No 2 que perita el drenaje del agua que ocasionalmente pudiera penetrar en la misma. La tapa se puede construir con marco y tapa metálica de lámina estriada, o bien, con contra marco y marco metálico relleno con concreto.

#### **2.5.6. Tanques o sótanos**

Se denomina así a las cámaras de empalme o recinto de cables. Poseen una abertura o boca de visita y pertenecen a un sistema subterráneo. En ellos pueden entrar obreros con cierta comodidad a realizar trabajos de instalaciones de cables, transformadores, caja de empalme, seccionadores, protecciones, pruebas o mantenimiento. Puede construirse en concreto armado las paredes, piso y techo. Las tapas se prefieren metálicas de hierro fundido, simples si están ubicadas en aceras, o reforzadas si están en la calle poseen en el piso un drenaje y escalera adosada a la pared para facilitar la entrada y salida del trabajador.

#### **2.6. Definiciones y características de los sistemas eléctricos de emergencia**

Es una fuente independiente de respaldo de energía eléctrica, que actúa cuando hay una falla en la alimentación normal, proporcionando automáticamente energía eléctrica confiable, durante un tiempo especificado a equipos y aparatos críticos.

## 2.6.1. Tipos de sistemas de emergencia

### 2.6.1.1. Generador eléctrico

Es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica. Esta transformación se consigue por la acción de un campo magnético sobre los conductores eléctricos dispuestos sobre una armadura (denominada también estator). Si mecánicamente se produce un movimiento relativo entre los conductores y el campo, se generará una fuerza electromotriz (F.E.M.). En la figura 2.2 se muestra un ejemplo de generador eléctrico.



Figura 2.2. Generador de emergencia

#### 2.6.1.1.1 Clasificación de los generadores eléctricos

- Primarios: Son generadores primarios los que convierten en energía eléctrica la energía de otra naturaleza que reciben o de la que disponen inicialmente.

- Secundarios: Los secundarios entregan una parte de la energía eléctrica que han recibido previamente. Se agruparán los dispositivos concretos conforme al proceso físico que les sirve de fundamento.

#### **2.6.1.1.2. Características de construcción**

La armazón del generador está construida con plancha de acero soldadas para proveer máxima resistencia, rigidez y soporte para el núcleo magnético del estator y sus devanados.

Los soportes verticales, de plancha de acero, están soldados a la estructura de armazón para proveer un arreglo adecuado de montaje. Los mismos están provistos con puños, espigas y gatos de tornillo.

El núcleo magnético del estator está fabricado con láminas barnizadas de acero, las cuales tienen el nivel bajo de pérdidas, alta duración y un nivel elevado de silicón. Los segmentos están revestidos con una capa especial, la cual contiene un barniz aislante con un alto grado de resistencia contra el calor; separa los segmentos y reduce al mínimo las pérdidas por corrientes parásitas.

El núcleo se mantiene unido por aros de presión. Un amplio número de separadores son colocados mientras se agrupa el núcleo; esto permite una circulación de aire que resulta en un enfriamiento uniforme a través del núcleo.

El generador tiene dos (2) cojinetes antifriccionales, o cojinetes de empuje, dotados con una extensión recta para el eje. Esta extensión es utilizada para conectar la caja de engranaje de reducción de velocidad Western, a través de un sistema de

acoplamiento. La ménsula del cojinete y de la carcasa está fabricada con una plancha pesada de acero.

La rueda del polo es del tipo saliente. Las planchas del polo están hechas de acero sólido. El ensamblaje del rotor está soldado según la longitud requerida por el estator. Las bobinas del campo se enrollan directamente a los polos del campo.

El ensamblaje del rotor, que consiste en la araña integral, en los polos y devanado de campo, es acomodado en posición con el eje de acero. El ensamblaje completo está equilibrado estático y dinámicamente, esto para asegurar larga operación y operación continua, posee seis (6) detectores de temperatura con resistencia de platino, las cuales están incrustados en el devanado del estator para obtener así las medidas de temperatura. Tres (3) de ellos son de repuesto, los cables de los detectores se conectan en una aja terminal situada al lado del generador. Esta caja es utilizada para la conexión del dispositivo de alarma ubicado en el panel de control de la turbina.

#### **2.6.1.2. Los UPS (El Sistema de Energía Ininterrumpida)**

Llamado también uninterruptible power supply (en Inglés), battery backup o conocido simplemente como **UPS** es un dispositivo que provee y mantiene energía eléctrica de respaldo en caso de interrupciones eléctricas o eventualidades en la línea o acometida. Adicionalmente los UPS cumplen la función de mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a las cargas, como el filtrado, protección de subidas (picos de tensión), bajadas de tensión (caídas), apagones y eliminación de corrientes parasitarias como ruidos EMI y RFI. ver figura 2.3, disrupciones de energía, perdida de data, etc.



Figura 2.3. Sistema de Energía Interrumpida

#### 2.6.1.2.1. Tipos de UPS

Según la tecnología que utilicen los UPS se dividen en dos grandes tipos:

- **UPS Interactivas:** Corrigen problemas de picos y caídas de tensión además de cortes y micro cortes de energía presentando a su salida un tiempo de conmutación menor a los 5 milisegundos, los cuales son perfectamente tolerados por todo tipo de PC's. Por la forma de trabajo están especialmente diseñadas para proteger PC's en ambientes tipo Oficina u Hogar con bajos niveles de problemas eléctricos en la red. En general no se recomienda usar con Grupos Electrónicos o en ambientes muy inestables eléctricamente. Brindan un nivel de protección adecuado a un precio conveniente en una amplísima porción de las aplicaciones.
- **UPS On Line Doble Conversión:** Corrigen problemas de picos, caídas, variaciones de frecuencia de una forma mucho más precisa que las Interactivas, además eliminan todos los micros cortes y cortes de energía sin que ningún tipo de corte se produzca a su salida. Esta precisión en la corrección de los disturbios eléctricos hace esta tecnología imprescindible cuando se trata de proteger



consumos altamente críticos y profesionales y/o instalados en ambientes extremadamente agresivos eléctricamente. Además son totalmente compatibles con el uso de Grupos Electrógenos.

### **2.6.1.3. Las celdas solares**

Una celda solar es un módulo que aprovecha la energía de la radiación solar. El término comprende a los colectores solares utilizados para producir agua caliente (usualmente doméstica) y a los paneles fotovoltaicos utilizados para generar electricidad. En la siguiente figura se muestra ejemplo de una casa con celdas solares.



Figura 2.4. Casa con celdas solares. Ubicación de las celdas

#### **2.6.1.3.1. Características óptimas de funcionamiento**

En una celda solar los fotones son absorbidos por el lado de la región P, por lo que es muy importante ajustar esta capa a las características de los fotones entrantes para absorber tantos como sea posible, y así, liberar la mayor cantidad de electrones. Otro desafío es guardar los electrones para que se reúnan con los huecos y se recombinen con ellos antes de que puedan escaparse de la celda. Para hacer todo el esto, se diseña el material para liberar los electrones tan cerca como se pueda de la

juntura, de modo que el campo eléctrico pueda ayudar a enviar los electrones libres a través de la capa de conducción (región N) y hacia fuera en el circuito eléctrico. Optimizando todas estas características, mejoramos la eficiencia de conversión de la celda, que es cuánto de la energía de la luz es convertida en energía eléctrica por la celda.

Contamos con tres tipos de paneles fotovoltaicos básicos: los de bajo voltaje o baja potencia, los pequeños y los grandes; los primeros son hechos conectando entre 3 y 12 segmentos pequeños de silicio amorfo obteniendo así voltajes de entre 1,5 y 6 V, se emplean en calculadoras, relojes, cámaras de fotos y luces automáticas. Los paneles grandes producen entre 10 y 60 vatios, son construidos conectando de 10 a 36 celdas en serie del mismo tamaño; los podemos divisar en bombeadores pequeños o equipos de energía hogareños, comunicaciones y fuentes de energía en áreas aisladas. Por último tenemos los paneles fotovoltaicos pequeños, estos generan entre 1 y 10 vatios y están hechos en pedazos de celdas monocristalinas o policristalinas de 100 cm cuadrados que se encuentran ensambladas en serie; los podemos encontrar en radios, juguetes y cercas eléctricas.

En resumen se persigue maximizar la absorción, reducir al mínimo la reflexión y la recombinación, y por tanto maximizar de esta manera la conducción, la figura 2.5 grafica lo descrito anteriormente.

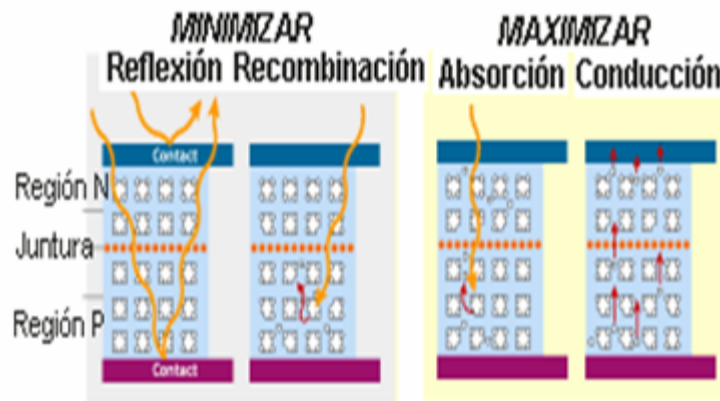


Figura 2.5. Características óptimas de funcionamiento de las celdas

#### 2.6.1.3.2. Características de las celdas solares

Los paneles fotovoltaicos están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas, que significa "luz-electricidad". Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico para transformar la energía del Sol y hacer que una corriente pase entre dos placas con cargas eléctricas opuestas. Numerosas empresas e instituciones están trabajando para aumentar la eficiencia de los paneles, principalmente compañías privadas las que realizan la mayor parte de la investigación y desarrollo en este aspecto.

Por otra parte, una serie de universidades trabajan en artefactos que usan la energía solar a través de estos paneles, especialmente vehículos eléctricos y recientemente los barcos solares, las que compiten para alcanzar la superioridad en este campo de la tecnología. Se reúnen en competiciones como la *Solar Splash*<sup>[1]</sup> en América del Norte, o la *Frisian Nuon Solar Challenge*<sup>[1]</sup> en Europa.

En 2005 el problema más importante con los paneles fotovoltaicos era el costo, que ha estado bajando hasta 3 ó 4 dólares por vatio. El precio del silicio usado para la

mayor parte de los paneles ahora está tendiendo a subir. Esto ha hecho que los fabricantes comiencen a utilizar otros materiales y paneles de silicio más delgados para bajar los costes de producción. Debido a economías de escala, los paneles solares se hacen menos costosos según se usen y fabriquen más. A medida que se aumente la producción, los precios continuarán bajando en los próximos años.

#### **2.6.1.4. Energía eólica**

Es la energía obtenida del viento, o sea, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas.

El término *eólico* viene del latín *Aeolicus*, perteneciente o relativo a Eolo, dios de los vientos en la mitología griega. La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas.

En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores. A finales de 2007, la capacidad mundial de los generadores eólicos fue de 94.1 gigavatios. Mientras la eólica genera alrededor del 1% del consumo de electricidad mundial,<sup>[2]</sup> representa alrededor del 19% de la producción eléctrica en Dinamarca, 9% en España y Portugal, y un 6% en Alemania e Irlanda (Datos del 2007).

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Sin embargo, el principal inconveniente es su intermitencia.

#### 2.6.1.4.1. Características de la energía eólica

La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales al gradiente de presión.

Los vientos son generados a causa del calentamiento no uniforme de la superficie terrestre por parte de la radiación solar, entre el 1 y 2% de la energía proveniente del sol se convierte en viento. De día, las masas de aire sobre los océanos, los mares y los lagos se mantienen frías con relación a las áreas vecinas situadas sobre las masas continentales.

Los continentes absorben una menor cantidad de luz solar, por lo tanto el aire que se encuentra sobre la tierra se expande, y se hace por lo tanto más liviana y se eleva. El aire más frío y más pesado que proviene de los mares, océanos y grandes lagos se pone en movimiento para ocupar el lugar dejado por el aire caliente. En la figura 2.6 se muestra un generador eólico.



Figura 2.6. Parque eólico

Para poder aprovechar la energía eólica es importante conocer las variaciones diurnas y nocturnas y estacionales de los vientos, la variación de la velocidad del viento con la altura sobre el suelo, la entidad de las ráfagas en espacios de tiempo breves, y valores máximos ocurridos en series históricas de datos con una duración

mínima de 20 años. Es también importante conocer la velocidad máxima del viento. Para poder utilizar la energía del viento, es necesario que este alcance una velocidad mínima de 12 km/h, y que no supere los 65 km/h.

La energía del viento es utilizada mediante el uso de máquinas eólicas (o aeromotores) capaces de transformar la energía eólica en energía mecánica de rotación utilizable, ya sea para accionar directamente las máquinas operátricas, como para la producción de energía eléctrica. En este último caso, el sistema de conversión, (que comprende un generador eléctrico con sus sistemas de control y de conexión a la red) es conocido como aerogenerador.

La baja densidad energética, de la energía eólica por unidad de superficie, trae como consecuencia la necesidad de proceder a la instalación de un número mayor de máquinas para el aprovechamiento de los recursos disponibles. El ejemplo más típico de una instalación eólica está representada por los "parques eólicos" (varios aerogeneradores implantados en el territorio conectados a una única línea que los conecta a la red eléctrica local o nacional).

En la actualidad se utiliza, sobre todo, para mover aerogeneradores. En estos la energía eólica mueve una hélice y mediante un sistema mecánico se hace girar el rotor de un generador, normalmente un alternador, que produce energía eléctrica. Para que su instalación resulte rentable, suelen agruparse en concentraciones denominadas parques eólicos.

## **2.7. Tablero de transferencia**

El sistema de control de transferencia automática estará monitoreando el estado de la fuente normal (red comercial). Si la fuente normal falla o su voltaje cae por

debajo de niveles aceptables, se iniciará el arranque del grupo motogenerador y su monitoreo. Cuando el voltaje y la frecuencia del grupo sean adecuados, se ejecutará una transferencia automática de carga, desde la fuente de alimentación normal a la fuente de emergencia.

Cuando la fuente normal se recupera, la carga es retransferida y el grupo motogenerador se detiene, después de un período permitido para enfriamiento. Luego de esta operación, el sistema quedará en condiciones de repetir el ciclo si fuese necesario. La operación completa es automática.

### **2.7.1. Características del tablero de transferencia**

#### **2.7.1.1. El Conmutador en línea**

La Especificación de este equipo pretende abarcar los requerimientos técnicos necesarios, para el funcionamiento adecuado del mismo; estableciendo condiciones eléctricas seguras. En este sentido, tener una implementación 100% satisfactoria del sistema de interconexión propuesto como proyecto factible.

#### **2.7.1.2. Características generales**

Son interruptores seccionadores, de maniobra manual independiente, diseñados para ser utilizados en circuitos de distribución y en circuitos de motores en baja tensión. Soporta e interrumpe corrientes en condiciones normales de operación, incluyendo operaciones de sobrecarga en servicio, así como también condiciones anormales de operación, tales como corrientes de cortocircuito. En la figura 2.7 se muestra un conmutador en línea.

- Apropriados para seccionamiento, según la norma IEC/EN 60947-3.
- Tres (3) funciones de mando I-0-II, Con total enclavamiento.
- Intensidad de corte de hasta ocho (8) veces la intensidad de empleo.
- Establece y soporta intensidades de cortocircuito de hasta 100 kA.

Contactos de tipo cuchilla con acción autolimpiante en la superficie de contacto, cuya disposición proporciona:

- Alto poder de cierre.
- Contacto sin rebote en entornos vibratorios
- Zona de trabajo de contacto libre de desgaste producido por arco eléctrico; existe una sección adicional para soportarlo.
- Gran resistencia a la Humedad (tropicalizados).
- Amplia gama de accesorios.

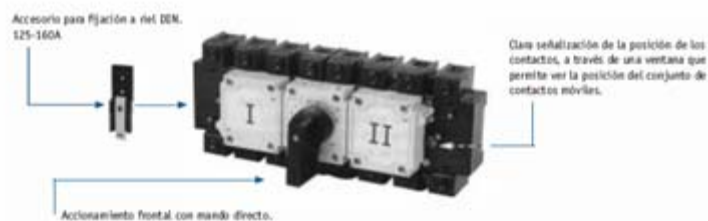


Figura 2.7. Conmutador en Línea (Transferidor).



## 2.7.2. Accesorios

### 2.7.2.1. La cerradura de seguridad

Este dispositivo de bloqueo puede ser simple o doble, para los efectos de la interconexión es vital que permita el bloqueo y extracción de la llave solamente en la posición de su normal enclavamiento. Es decir, si su normalmente cerrado se encuentra en la posición I, es allí donde debe permitir este fenómeno; a fin de mantener las cargas balanceadas y evitar manipulaciones no estratégicas. En la figura 2.8 se muestra la cerradura de seguridad del conmutador.

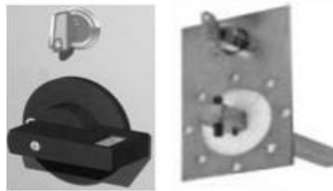


Figura 2.8 Cerradura de Seguridad del Conmutador.

### 2.7.2.2. Los ejes prolongados

Este permite que se conmute el equipo sin la necesidad de abrir la caja del mismo. Cabe resaltar la importancia de implemento, ya que se minimiza los riesgos al personal aislándolo del contacto con las partes energizadas del sistema. En la figura 2.9 se muestra los ejes prolongados del conmutador.

Tamaño	L máx. (mm)
1	400
	560
2	400
	590
3	400
	600

Figura 2.9 Ejes Prolongados del Conmutador.

### **2.7.2.3. Cubre bornes**

La gama dispone de tapas aislantes para los bornes de entrada y/o salida, este lo proporcionan en juegos de tres (3). Este protege al personal en caso de que por descuido o negligencia se haya dejado la caja abierta.

### **2.7.3. Caja para el conmutador**

Las cajas o gabinetes para los conmutadores son las que da protección a los mismos evitando el deterioro o manipulaciones no deseadas del equipo.

## **2.8. Interruptores magneto-térmicos**

Generalmente, los interruptores automáticos combinan varios de los sistemas de protección descritos, en un solo aparato. Los más utilizados son los magneto-térmicos.

Poseen tres sistemas de desconexión: manual, térmico y magnético. Cada uno puede actuar independientemente de los otros, estando formada su curva de disparo por la superposición de ambas características, magnética y térmica.

En el gráfico de la figura puede verse la curva de desconexión de un magneto-térmico, en la que se aprecia una zona A, claramente térmica, una zona B que corresponde a la reacción magnética, y la zona de solape C, en donde el disparo puede ser provocado por el elemento magnético o térmico indistintamente.

Normalmente, en los gráficos en que se ilustra la curva característica de los magneto-térmicos, se concede el eje vertical a la escala de tiempos, graduada logarítmicamente, y el eje horizontal a la escala de intensidades, graduada también a escala logarítmica, y en múltiplos de la intensidad nominal. Así, por ejemplo, un punto  $3 I_n$  corresponderá a  $30A$ , si el aparato es de  $10A$ , o bien a  $75A$ , si el aparato es de  $25A$ , etc.

Como en casos anteriores, la zona de tolerancia delimita las dos zonas características de "no desconexión" y de "segura desconexión". Así, para una intensidad  $2,5 I_n$  podría suceder la desconexión entre los 15 y los 60sg, siendo correcto cualquier tiempo intermedio de disparo.

Mecánicamente, podemos decir que estos interruptores disponen de desconexión libre, es decir, que cuando se produce una desconexión, ya sea por sobrecarga o cortocircuito, el aparato desconecta aunque se sujete la manecilla de conexión.

Para los magneto-térmicos bipolares o tripolares, podemos decir también que cuando una fase es afectada en la desconexión, ésta se efectúa simultáneamente en todos los polos mediante transmisión interna, independiente de la pieza de unión entre manecillas.

### **2.8.1. Aplicaciones de los magnetotérmicos**

Si comparamos los fusibles con los magneto-térmicos, veremos cómo estos últimos presentan una mayor seguridad y prestaciones ya que interrumpen circuitos con más rapidez y capacidad de ruptura que los fusibles normales. Después, a la hora de restablecer el circuito, no se precisa ningún material ni persona experta, basta presionar un botón o mover un resorte que se halla perfectamente aislado y visible.

Por contra, un fusible requiere el gasto de compra de un cartucho nuevo, su colocación en la base, sometida a tensión y una persona lo bastante capacitada para efectuar estas operaciones. Estas molestias ocasionadas por la fusión de un fusible, llevan en muchas ocasiones a colocar cartuchos inadecuados, por personas inexpertas, ignorando el peligro que esto puede ocasionar a las personas y aparatos que con él van asociados.

Cuando se trata de magneto-térmicos tripolares, si una fase sufre perturbaciones, al disparar su polo arrastra a los otros dos y desconecta completamente el sistema. Si este circuito se hubiera protegido sólo con tres fusibles, se fundiría el correspondiente a la fase perjudicada y dejaría a todo el sistema en marcha con sólo dos fases, con los consiguientes peligros de averías que tal estado acarrea en determinados circuitos.

Con todo lo dicho anteriormente no pretendemos descalificar los fusibles, pero sí podemos asegurar que su utilización se vio notablemente reducida después de la aprobación, en 1973, del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, el cual regulaba la utilización de estos aparatos. La fabricación masiva de los magneto-térmicos hace que su actual precio sea realmente sugestivo, por lo que muchos proyectistas no tienen reparo en colocarlos donde hasta no hace mucho colocaban fusibles.

Naturalmente los fusibles son imprescindibles en cuadros generales de protección y en todos aquellos casos en que se desee una protección adicional.

Otra aplicación muy interesante de los magnetotérmicos la tenemos en la posibilidad de su desconexión a distancia, ya que algunos modelos se fabrican con la particularidad de poder acoplarles una bobina llamada de *emisión* (accionada con la aparición de una tensión) o de mínima tensión (accionada cuando la tensión desaparece), encargada de accionar el resorte de desconexión del magnetotérmico.

### **2.8.2 Curvas de disparo**

Según sean los límites que posea la curva característica de un magnetotérmico, así será su comportamiento, debiendo adaptar en cada caso el aparato correspondiente a las peculiaridades del circuito que se pretenda proteger.

A continuación se exponen cada una de las curvas por separado, estudiando para cada una de ellas la forma que presentan y las aplicaciones en las que se utilizan.

#### **2.8.2.1. Curva B**

Estos magnetotérmicos actúan entre 1,1 y 1,4 veces la intensidad nominal  $I_n$  en la zona térmica y en su zona magnética entre un  $3 I_n$  y  $5 I_n$ , o  $3,2 I_n$  y  $4,8 I_n$ , según el tipo de aparato, de acuerdo con las normas EN 60.898 y EN 60947.2, respectivamente. Permiten realizar la protección de las personas para longitudes mayores que con la curva C, siendo indicado para instalaciones de líneas y generadores.

Así, por ejemplo, en un magnetotérmico de intensidad nominal 10A, para una intensidad de 20A., la desconexión la efectuará el elemento térmico en un tiempo comprendido entre 20 sg. y 200 seg. Para una intensidad de 50A, la desconexión la efectuará el elemento magnético en un tiempo del orden de comprendo entre 0,01 y 0,009s. en la figura 2.10 se muestra la curva B.

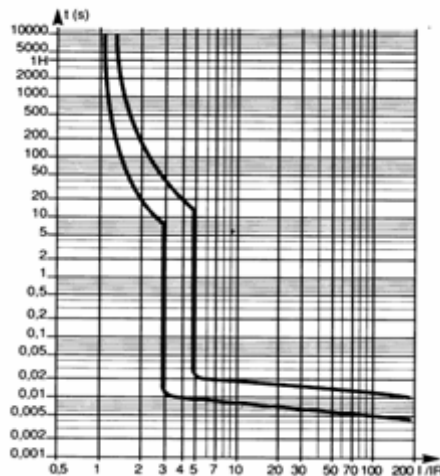


Figura 2.10. Curva B

### 2.8.2.2. Curva C

Estos magnetotérmicos actúan entre 1,13 y 1,45 veces la intensidad nominal en su zona térmica y en su zona magnética entre 5 In y 10 In, o 7 In y 10 In, según el tipo de aparato, de acuerdo con las normas EN 60.898 y EN 60947.2, respectivamente. Se aplican para evitar los disparos intempestivos, en el caso de la protección de receptores, que presentan, una vez en servicio, puntas de corriente de cierta consideración. Se utilizan en las instalaciones de líneas-receptores. En la figura 2.11 se muestra la figura C.

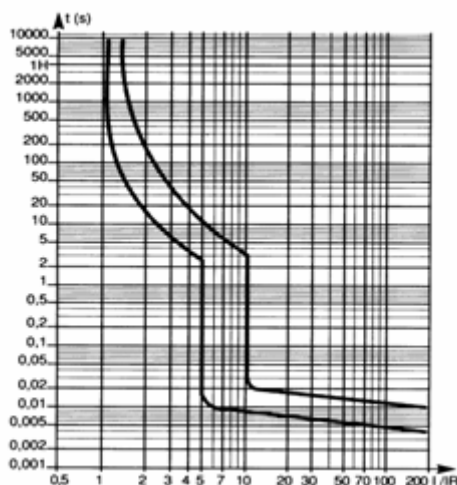


Figura 2.11. Curva C

### 2.8.2.3. Curva D

Estos magnetotérmicos actúan en la zona térmica con sobrecargas comprendidas entre 1,1 y 1,4 In y en su zona magnética actúan entre 10 In y 14 In, de acuerdo con las normas EN 60.898 y EN 60947.2. Son adecuados para instalaciones que alimentan receptores con fuertes puntas de arranque. En la figura 2.12 se muestra la curva D.

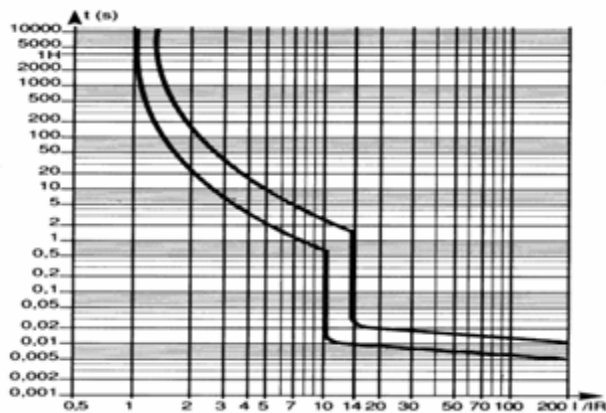


Figura 2.12. Curva D

### 2.8.2.4. Curva MA

Curva de disparo magnético exclusivamente, con un valor de 12 In, de acuerdo con la norma EN 60947.2. Se utilizan para la protección de motores. Los interruptores automáticos equipados con esta curva no son interruptores magnetotérmicos, ya que carecen de protección térmica. En la figura 2.13 se muestra la curva MA.

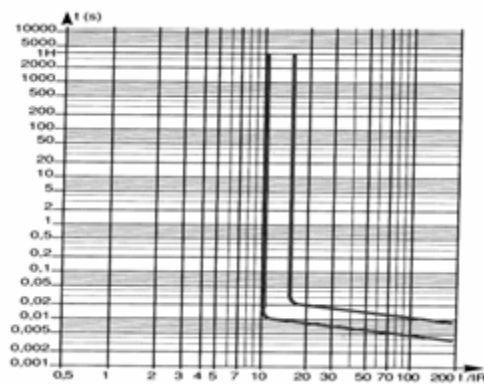


Figura 2.13. Curva Ma

### 2.8.2.5. Curva Z

Estos magnéticos actúan entre 2,4 In y 3,6 In, de acuerdo con las normas EN 60.898 y EN 60947.2. Se utilizan para proteger instalaciones con receptores electrónicos. En la figura 2.14 se muestra la curva Z.

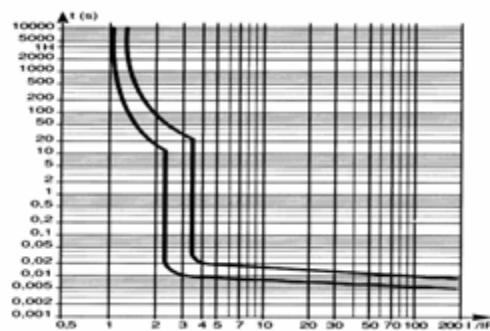


Figura 2.14. Curva Z



### 2.8.2.6. Curva UNESA (ICP)

El disparo térmico actúa entre 1,13 y 1,45 veces la  $I_n$ , siendo éste común para todas las curvas. El disparo magnético actúa entre 3,9  $I_n$  y 8,9  $I_n$ . Se emplean como Interruptores de Control de Potencia (ICPM). En uso general equivaldría a los interruptores de curva C. Esta curva no está englobada en la norma EN, sino en la recomendación UNESA: RU 6101B. en la figura 2.15 se muestra la curva UNESA.

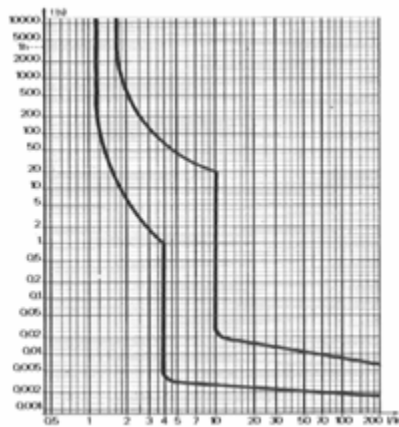


Figura 2.15. Curva UNESA (ICP)

Todos los magneto-térmicos utilizados como ICPM deberán poder ser identificados por su parte frontal y, además de estar homologados oficialmente y cumplir el Reglamento de Verificaciones Eléctricas, llevarán grabadas las siguientes características:

- Nombre del Fabricante o Marca comercial.
- Tipo del aparato.
- Intensidad nominal.
- Naturaleza de la corriente y frecuencia.

- Tensión nominal 220/380 V.
- Poder de cortocircuito.
- Número de fabricación.

Las intensidades nominales de los magneto-térmicos más corrientemente utilizados son las siguientes:

1,5 - 3 - 3,5 - 5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 y 63 A.

Las características de desconexión deberán ser las que se muestran en la tabla 2.2.

Tabla 2.3. Características de desconexión

k	Tiempo de "no desconexión" seg	Tiempo de "desconexión" seg.
1,13 In	7200	-
1,45 In	10	500
3,5 In	0,2	40
5 In	-	0,2

Referente al poder de corte de los magneto-térmicos, las normas exigen un poder de corte superior a los 4500 A., valor superado ampliamente por la mayoría de las casas fabricantes de estos aparatos.

Según la norma VDE-0100 los interruptores automáticos deben protegerse contra sobrecargas que rebasen su poder de corte. Por tal motivo en la caja general de protección de una instalación se colocan fusibles del tipo -gl- cuyo poder de corte supera los 50kA.

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Balestrini (2002), comenta: “El marco metodológico es la instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real”. (Pág. 126).

#### **3.1. El tipo de investigación**

Este tipo de estudio dada la característica presentada se ubica dentro de una investigación de campo a nivel descriptivo, bajo el enfoque de la modalidad de proyecto factible, por cuanto se presenta una solución viable ante una problemática planteada.

En virtud de ello Narváz (1997), argumenta que: ... la investigación descriptiva es aquella que se encarga de “describir, registrar, analizar e interpretar la naturaleza actual, la composición o los procesos de fenómenos para presentar una interpretación correcta”. (Pág. 35).

Según Sabino, (1986); define: “La investigación descriptiva, se propone conocer grupos homogéneos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento”. (Pág. 384).

Este tipo de investigación tiene el firme propósito de detallar los aspectos principales de un proceso, bajo determinados parámetros o criterios que responden a las necesidades de la investigación, permitiendo visualizar las características del fenómeno, resaltando su estructura y mostrando el efecto del mismo en todas las partes que lo componen.

Se define como investigación De Campo debido a que los datos se recopilaron en forma directa en INELECTRA SACA, sede Teramo, Departamento de Electricidad, lo cual permitió realizar la investigación; Sabino (2000), señala que:

El Diseño de Campo son todos aquellos de interés que se recoge en forma directa de la realidad, mediante el trabajo correcto del investigador y su equipo. Este se basa en la información o datos primarios obtenidos directamente de la realidad como al igual con datos secundarios que son recolectados de otras investigaciones. (Pág. 93).

En el manual para proyectos de Investigación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2001), se define la investigación de Campo, de la siguiente manera: ...es el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlo, interpretarlo, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o producir su ocurrencia haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoque de investigación conocido o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos de forma directa de la realidad, en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios. (Pág. 5).

Para la realización de esta investigación y de acuerdo con el objetivo del tema, que consiste en estudiar técnica y económicamente la factibilidad de implementar un sistema eléctrico de emergencia en INELECTRA, sede Teramo.

Se requiere de una serie de aspectos que complementen su contenido y que son necesarios para el desarrollo de la misma.

### **3.2. El diseño de la investigación**

En el presente estudio la metodología empleada, según el propósito de la investigación y el nivel de conocimiento es de tipo descriptivo y según la estrategia empleada es documental y de campo.

### **3.3. La población**

Mario Tamayo y Tamayo (1998), define la población como: ... la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación. (Pág. 114).

En este mismo sentido Balestrini, (2002) aporta lo siguiente: La población es un conjunto finito de personas, casos o elementos que presentan características comunes, de los cuales pretendemos indagar, para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación". (Pág. 137).

En esta investigación los datos que permiten la evaluación del objeto de estudio, serán la totalidad de los elementos que conforman la implementación de un sistema eléctrico de emergencia en INELECTRA, sede Teramo.

### **3.4. Las técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Son los recursos de los que dispone el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. Dicha recolección depende en gran parte del tipo de investigador y del problema que se planteó.

Según Arias, F. (1997) las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información”. (Pág. 35).

Para el desarrollo de toda investigación es necesario el uso de ciertos métodos que permitirán recabar información a objeto de estudio, las técnicas utilizadas para el desarrollo de la investigación fue:

- Observación Directa, Participante.
- Entrevista no estructurada.
- Revisión Documental.

#### **3.4.1. La observación directa, participante**

Se utiliza esta técnica para obtener los datos necesarios a fin de conocer los valores reales de las cargas, corrientes, etc., que abarca el sistema de los equipos de INELECTRA SACA, sede Teramo.

### **3.4.2. La entrevista no estructurada**

Con este método, se puede obtener la información necesaria para el desarrollo del proyecto, mediante preguntas formales realizadas por el investigador, en el cual las respuestas tienden a ser espontáneas o surjan con mayor libertad.

Esta técnica fue de gran ayuda puesto que parte de la información necesaria para la investigación se obtuvo de las personas que laboran en el departamento de planificación de ingeniería.

Según Hernández, Fernández y Baptistas (2003), Son aquellas que se fundamentan en una guía general con temas no específicos y el entrevistador tiene toda la flexibilidad para manejarlas (Pág. 455).

#### **La Revisión Documental**

Esta técnica se aplicó con el objeto de recolectar elementos teóricos, primarios, libros, planos, manuales, informes que estén relacionados directamente con la empresa y, elementos secundarios, como tesis que se relacionen con la investigación.

Esta técnica permitió la adquisición y autenticidad de la información específica que se investigó; la cual se consolidó en la documentación que se necesitó, para respaldar las bases teóricas de la factibilidad de implementar un sistema eléctrico de emergencia.

Acevedo y otros (1990), Define que: Se basa en el estudio de documentos, entendiendo por tales, todo aquello que bajo en forma de relativa permanencia puede servir para suministrar o conservar la información (Pág. 118).



### **3.5. Los procedimientos y el análisis de los datos**

Una vez recopilada la información necesaria a través de los instrumentos diseñados para tal fin, se procedió a la cuantificación y sistematización de los resultados para luego realizar la evaluación respectiva y finalmente tabularlos.

Esta técnica establece reglas a través de las cuales los datos pueden representarse gráficamente, para ello, se utilizarán cuadros comparativos, también se realizó un análisis cualitativo de los datos obtenidos de las entrevistas no estructuradas aplicadas al personal a fin de obtener una visión amplia acerca del desarrollo de la investigación.

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA**

#### **4.1 Levantamiento de la carga total del INELECTRA, sede Teramo, Sector El Peñonal**

El diseño de las instalaciones eléctricas de un edificio comercial por lo general contempla en primer plano, con la definición relativa al área de oficinas, y lo concerniente a los servicios generales, se continúa con la definición del tablero general y el cuadro de medidores, la subestación y las acometidas en baja y alta tensión. Complementando lo anterior se diseñan los servicios comunes de comunicación, seguridad, entre otros.

Teniendo esto como premisa se realizó una investigación de la alimentación del edificio encontrando que éste se alimenta desde un banco de transformadores de 3\*50KVA, con una corriente de 600A y conductor 500 kcmil, de cobre.

En vista de que no se dispone de la información relativa a la distribución del sistema eléctrico de la edificación se realizó un levantamiento de la misma con base a una inspección de las instalaciones determinando de esta manera la ubicación y magnitud de cada una de las cargas existentes y que deben ser alimentadas tanto en condiciones normales como de emergencia. (Ver anexo B).

Una vez obtenida la información se procedió a realizar los planos eléctricos de cada piso y visualizar en ellos la ubicación de cada componente.

A objeto de que lo obtenido durante la inspección estuviera acorde con las normativas se llevo a cabo un proceso de cálculo y verificación cuyos resultados se compararon con el producto de la inspección, esto permitiría validar toda la información y en caso contrario realizar las recomendaciones pertinentes.

Los cálculos realizados estuvieron referidos al sistema de iluminación, tomacorrientes y cargas especiales.

Para el caso de la iluminación y tomacorrientes se procedió de la siguiente manera:

Área de cada piso=  $750\text{m}^2$ , se tomó como premisa que toda el área del piso, será iluminada en su totalidad.

Cada piso cuenta con un sub tablero A y un tablero B. se tiene un total de 7 circuitos de tomacorriente por piso y 5 de iluminación dividido como se muestra en las tablas 4.1 y 4.2. (Ver anexos C y D)

1	20		20	2
3	20		20	4
5	20		20	6
7	30		20	8
9	20		20	10
11			20	12

Figura 4.1 Tablero A

Posición 1 Luces de emergencia

Posición 7 Iluminación

Posición 2, 3,4 Circuitos de Tomacorriente

El resto son interruptores de reserva

<b>1</b>	<b>30</b>		<b>30</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>20</b>		<b>30</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>30</b>		<b>20</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>20</b>		<b>20</b>	<b>8</b>
<b>9</b>	<b>20</b>		<b>30</b>	<b>10</b>
<b>11</b>	<b>20</b>		<b>30</b>	<b>12</b>
<b>13</b>	<b>20</b>		<b>20</b>	<b>14</b>
<b>15</b>	<b>20</b>		<b>20</b>	<b>16</b>
<b>17</b>	<b>20</b>		<b>20</b>	<b>18</b>
<b>19</b>			<b>20</b>	<b>20</b>
<b>21</b>				

Figura 4.2 Tablero B

Posición 1 Luces de emergencia

Posición 4 y 8 Iluminación

Posición 4, 6, 8,13 Circuitos de Tomacorriente

Posición 5 Circuito independiente de copiadoras e impresoras

Posición 7 Circuito independiente de cocina

El resto son interruptores de reservas

#### **4.1.1 Carga de iluminación**

La carga de alumbrado comprende los puntos de iluminación y circuitos de tomacorrientes de uso general para ambientes interiores y exteriores, esto abarca los servicios de las áreas comunes tales como: oficinas, cubículos, pasillos, cocinas baños y salas de conferencias. INELECTRA, sede Teramo cuenta con tres (3) pisos y una planta baja, las cuales contienen 47 tomacorrientes para el piso 1, en el piso 2 se ubican 52, 47 se localizan en el piso 3 y 2 en la planta baja, para un total de 144 tomacorrientes. En el presente estudio se tomó en cuenta el 100% de ellos, ya que este es un edificio empresarial. (Ver anexos E y F).

Para las luminarias, se cuentan con un total de 152, distribuidas de la manera siguiente: 68 para cada piso y 3 ubicados en la planta baja.

De acuerdo con los requerimientos exigidos por la empresa, cada panel debe tener un margen de corriente de cien Amperios (100A), y una corriente total para los paneles sujetos a la interconexión de 300A.

- **En el alumbrado se toma en cuenta 100W por luminaria como el Edificio Teramo cuenta con 69 bombillos por piso, se plantea lo siguiente**

Vatios por Iluminación= número de bombillos\*vatios por bombillo=>

Vatios por Iluminación= 69bombillos\*100W/bombillo=> 6.900W=> 7kW

- **Para de tomacorrientes se toman en cuenta 1.500W por circuito, cada piso cuenta con siete (7) circuitos de fuerza**

Vatios por circuito de fuerza= número de circuitos\*vatios por circuito=>

Vatios por circuito de fuerza= 7circuitos\*1.500W/circuito=> 10.500=> 10.5kW

- **Con la suma de las dos (2) cargas se tiene**

Total de carga Alumbrado= Vatios por iluminación\*Vatios por circuitos de fuerza=>

Total de carga Alumbrado= 7kW+10.5kW=> 17.5kW

- **Multiplicando por tres (3) sería:**

Total de carga de alumbrado\*tres (3) piso de INELECTRA=> $17.5*3=>31.5\text{kW}$

#### 4.1.2 Carga de circuitos varios

En los circuitos varios se tomaron en cuenta las siguientes cargas: neveras, sistema contra incendio (alarma, luces de emergencia), copiadoras e impresoras, calculando sus vatios de la siguiente manera:

- **Nevera:** existen tres (3) neveras (ver figura 4.3) en todo el edificio Teramo, una en cada uno de los tres (3) pisos, se toma la carga al 100% porque siempre está en uso:

Nevera= 300W

Multiplicando por 3 se tiene=>  $300\text{W}*3= 900\text{W}$



Figura 4.3 Nevera ejecutiva de INELECTRA

- **Sistema de detección y alarma contra incendio:** El sistema contra incendio de INELECTRA sede Teramo está conformado por una alarma y luces de emergencia colocadas de forma uniforme en cada piso y su carga es de 150W.
- **Copiadoras e impresoras:** Cada piso cuenta con un (1) plot (ver figura 4.4), una (1) copiadora y dos (2) impresoras, se considera una coincidencia de 0,8, ya que su uso no es constante.

Vatios impresora y copiadoras= copiadora por piso\*vatios por impresora=>

Vatios impresora y copiadoras=  $4*300W= 1.200W$  multiplicando por 3 pisos=  
3.600W

Tomando en cuenta la coincidencia de 0.8=>  $3.600W*0.8=>2.880W=> 2,88Kw$



Figura 4.4 Copiadora e Impresora de INELECTRA

- **Filtros:** El edificio posee tres (3) filtros de agua eléctricos los cuales tienen una carga de 1.6kW
- **Carga total de los circuitos individuales**



Carga total C.V= Carga nevera+Carga sistema contra incendio+Carga impresoras y copadoras+Carga de filtros=

$$\text{Carga total C.V} = 0.9\text{kW} + 0.15\text{kW} + 2.88\text{kW} + 1.68 = 4.89\text{kW}$$

#### 4.1.3. Carga circuitos independientes

En los circuitos individuales se tomaron en cuenta las siguientes cargas: aires acondicionados, el hidroneumático y el ascensor.

- **Aires acondicionados:**

En la figura 4.5 se muestra un equipo de aire acondicionado de INELECTRA.



Figura 4.5 Aires Acondicionados

En la tabla 4.3 se detalla la cantidad de aires existentes en INELECTRA, sede Teramo.

Tabla 4.1 Características de los aires acondicionados

<b>AIRE ACONDICIONADO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>In (AMP)</b>	<b>Pn (WATT)</b>	<b>TOTAL In</b>	<b>TOTAL Pn</b>
Tipo compacto 2HP	13	24.8	2300	322.4	29900
Tipo compacto 3HP	03	37.3	3450	111.9	10350
Tipo Split de 1 ½ Hp	03	16.12	1850	48.36	5550

- Total consumo en vatios de equipos de aires acondicionados=  
3HP+2HP+1 ½ HP=>
- Total consumo en vatios de equipos de aires acondicionados= 45800W=>  
45.8Kw
- Total consumo en amperios de equipos de aires acondicionados=  
3HP+2HP+1 ½ HP=>
- Total consumo en amperios de equipos de aires acondicionados=  
482.66Amp

Corriente de arranque= 6\*In

$$I_{a_{2HP}} = 6 * 24.8 = 148.8^a$$

$$I_{a_{3HP}} = 6 * 37.3 = 223.8^a$$

$$I_{a_{1 \frac{1}{2} HP}} = 6 * 16.12 = 96.72A$$

- **Hidroneumático:** El hidroneumático es de 3HP, 220V, su corriente nominal es 14.5A, corriente de arranque 87A y su carga total es de 3.2kW. Está

ubicado al fondo del estacionamiento del edificio Teramo y proporciona agua a todos los piso incluyendo planta baja. En la figura 4.6 se muestra el hidroneumático del Centro Empresarial Teramo.



Figura 4.6 Hidroneumático del Centro Empresarial Teramo

- **Ascensor:** El edificio Teramo consta de un ascensor eléctrico compuesto por un motor que impulsa y mueve la cabina. Tiene la capacidad de cargar 330Kg, su corriente continua es de 21.67A y de arranque 130.02A. Su carga total es de 4.5kW.

- **Carga total de los circuitos varios:** Se calculó mediante la siguiente fórmula:

Carga total C.V= carga aires acondicionados+carga hidroneumático+carga ascensor=>

$$\text{Carga total C.V} = 45.8\text{kW} + 3.2\text{kW} + 4.5\text{kW} = 53.5\text{kW}$$

#### 4.1.4. Carga total de INELECTRA sede Teramo

La carga total de INELECTRA Edificio Teramo está comprendida por las cargas de alumbrado, circuitos varios y circuitos independientes y se calculó de la siguiente manera:

Carga total= Carga de alumbrado+Carga de circuitos varios+Carga circuitos independientes

$$\text{Carga total} = 31.5\text{kW} + 3.93\text{kW} + 53.5\text{kW} = 88.93\text{kW}$$

- La corriente neutro del edificio Teramo es:

$$I_{\text{Neutro}} = \frac{\text{vatios neutro}}{1.73 \cdot V_L \cdot \text{fp}} \quad \text{donde: fp} = 0.85$$

$$V_L = 208$$

$$I_{\text{Neutro}} = \frac{41130\text{W}}{1.73 \cdot 208 \cdot 0.85} = 134.471$$

- La corriente de fase es:

$$I_{\text{Fase}} = \frac{\text{Vatios totales}}{1.73 \cdot V_L \cdot \text{fp}} \quad \text{donde: fp} = 0.85$$

$$V_L = 208$$

$$I_{\text{Neutro}} = \frac{90000\text{W}}{1.73 \cdot 208 \cdot 0.85} = 294.24^a$$

- Los KVA de arranque son:

$$KVA_{\text{Totales}} = \frac{\text{vativos totales}}{fp} \Rightarrow$$

$$KVA_{\text{Totales}} = \frac{90000W}{0.85} = 105.88KVA$$

- Corriente de arranque:

$$I_a = \frac{KVA_{\text{TOTALES}}}{1.73 * 208 * fp}$$

$$I_a = \frac{105880}{1.73 * 208 * 0.85} = 346.16A$$

## **CAPITULO V**

### **SELECCIÓN DEL EQUIPO**

Para el Centro Empresarial Teramo es necesario tener en funcionamiento sus instalaciones en todo momento, por ello al ocurrir una falla eléctrica es indispensable un sistema eléctrico de emergencia. Al seleccionar este sistema se toman en cuenta muchos factores como los son la cargas prioritarias, especificaciones técnicas del equipo, la ubicación y sistema de interconexión del mismo, cálculo de las canalizaciones donde incluye caída de tensión por cortocircuito, diámetro del conductor y las protecciones termomagnéticas del equipo. Con estas características definidas es factible la selección del equipo y como realizar su instalación.

#### **5.1 Cálculo de la capacidad del sistema eléctrico de emergencia teniendo en cuenta el tipo de aplicación y cargas prioritarias**

Un sistema eléctrico de emergencia es una fuente independiente de respaldo de energía eléctrica, ya que actúa cuando hay una falla en la alimentación normal, proporcionando automáticamente energía eléctrica confiable, durante un tiempo específico a equipos y aparatos críticos.

El caso de INELECTRA, sede Teramo, sus cargas prioritarias son: iluminación, tomacorriente y el hidroneumático, considerando la posibilidad de instalar una bomba de agua contra incendios. Como se ha dicho anteriormente INELECTRA trabaja a base de horas/hombre facturadas y no facturadas, de tal manera que cuando existen fallas del servicio eléctrico se tienen pérdidas considerables de dinero y por

consiguiente inconvenientes en el cumplimiento de compromisos adquiridos con los clientes.

A continuación se presentan la potencia en vatios de las cargas prioritarias descritas anteriormente:

### **5.1.1 Potencia de las cargas de iluminación**

La siguiente relación permitió obtener el valor del consumo de las cargas de iluminación:

Consumo = número de lámparas\*vatios por lámparas

Sustituyendo valores.

Consumo= 69 lámparas \* 100 W/lámparas = 6.900 W  $\approx$  7 kW

### **5.1.2 Potencia de las cargas de tomacorrientes**

De igual forma la expresión con la cual se determino el consumo por circuito de tomacorriente fue la siguiente:

Consumo circuito de fuerza= número de circuitos\*vatios por circuito

Sustituyendo sus valores,

Consumo de los circuitos de fuerza = 7 circuitos \* 1.500 W / circuito = 10.500 W = 10,5 kW

### **5.1.3 Potencia por iluminación y tomacorrientes**

Consumo total = Iluminación + Tomacorriente

Consumo total = 3kW + 4kW = 7kW

Este consumo se repite para los tres pisos de manera que el consumo en este aspecto del area de oficinas será:

Total de consumo = 7 \* 3 = 21kW

### **5.1.4 Hidroneumático**

El consumo de este equipo es de 3,2kW

### **5.1.5 Sistema de detección y alarma contra incendio**

El sistema de detección y alarma contra incendio de INELECTRA sede Teramo está conformado por una alarma y luces de emergencia colocadas de forma uniforme en cada piso y su carga es en total de 150 W.

### **5.1.6 Aires acondicionados**

Cada piso contará con un equipo de aires acondicionado y su carga es 10,29Kw



## 5.2 Carga total

Se obtiene la carga total con la siguiente fórmula:

Carga total= Carga alumbrado y tomacorriente + Carga de hidroneumático +  
Carga alarma + Aires acondicionados

$$\text{Carga total} = 21\text{kW} + 3,2\text{kW} + 0,15\text{kW} + 10,29\text{kW} = 34,64\text{kW}$$

La corriente por fase de estas cargas es:

$$I_{\text{nominal}} = \frac{\text{Vatios totales}}{\sqrt{3} * V_L * \text{fp}} =$$

Donde:

$$\text{fp} = 0.85$$

$$V_L = 208 \text{ V}$$

Sustituyendo se tiene:

$$I_{\text{nominal}} = \frac{34,64\text{kW}}{\sqrt{3} * 208} = 96,27 \text{ A}$$

Los KVA de arranque son:

$$\text{KVA}_{\text{Totales}} = \frac{\text{vatios totales}}{\text{Fp}}$$

$$KVA_{\text{Totales}} = \frac{34,64kW}{0.85} = 40,75KVA$$

$$I_{\text{arranque}} = \frac{40,75kVA}{\sqrt{3} * 208} = 113,33A$$

$$I_C = \frac{In}{1.25} = 77,016A$$

Donde  $I_C$  = Corriente de conductor

### 5.3 Ubicación del sistema eléctrico de emergencia

El CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL es su sección 700 Sistemas de Emergencia dice

#### 1. Disposición general:

700.1 Alance: Las disposiciones de esta sección se aplica a la seguridad eléctrica de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de emergencia constituidos por circuitos y equipos diseñados para alimentar, distribuir y controlar la electricidad para iluminación y/o potencia, cuando se interrumpe el suministro de energía eléctrica.

Los sistemas de emergencia son aquellos sistemas legalmente requeridos y clasificados como de emergencia por ordenanzas municipales o cualquier entidad gubernamental competente. Estos sistemas están diseñados para suministrar automáticamente iluminación y/o potencia en determinadas áreas críticas y equipos en casos de fallas del suministro normal o en caso de falla para suministrar distribuir

y controlar la potencia eléctrica e iluminación indispensables para la seguridad de la vida humana.

Con las cargas prioritarias ya establecidas y teniendo los kW, los KVA de arranque y la corriente de fase de las cargas prioritarias para el sistema eléctrico de emergencia, se procede a escoger el sistema más óptimo y necesario para alimentar el edificio en caso de fallar el servicio eléctrico.

De los cálculos anteriores se tiene que se requiere suministrar 40,75kW a un voltaje de 208V, sistema trifásico, corriente nominal 96,27A y de arranque 113,33A.

### **5.3.1 Opciones para el sistema eléctrico de emergencia**

Al obtener la capacidad y las cargas prioritarias se llevó a cabo la investigación y búsqueda de los diferentes generadores, plantas de emergencia y paneles solares capaces de abastecer al edificio Teramo en caso de fallas del servicio eléctrico.

La idea del uso de celdas solares ganó mucho peso por muchos factores: el ahorro de energía eléctrica, menos contaminación ambiental porque no utiliza ni gas ni gasolina ni otros combustibles que suelen contaminar el ambiente expulsando CO<sub>2</sub> en exceso, entre otros; pero al hacer una encuesta a diferentes empresas que fabrican estas celdas se determinó que el material con el cual son construidas estas celdas, silicio, es muy costoso y el espacio dispuesto para colocarlas no es suficiente (tendrían que colocarse en el techo para absorber toda la energía solar), recordemos que cada panel grande proporciona entre 10 y 60W, lo que resulta poca capacidad para la carga que se desea alimentar. Para alimentar una potencia de 40,75kW se requerirán 200 celdas solares en área de 1200m<sup>2</sup>. A un costo de BsF.500.000.

Los UPS fueron propuestos para alimentar la carga total del Centro Empresarial Teramo para ello se necesitaría un espacio de 200m<sup>2</sup> donde se colocarían 20 baterías los 40kVA de la carga de emergencia del edificio, a un costo de BsF.460.000; por lo tanto no resulta viable para ser el sistema eléctrico de emergencia.

Sin embargo, cada máquina (computadora) ubicada con el edificio Teramo debe poseer un UPS instalado para evitar que estas se apaguen al momento de una falla en el servicio eléctrico. Los UPS son de gran ayuda porque mantendrán encendidas las máquinas para lograr guardar o salvar toda la información allí contenida, hasta el momento que entre en marcha el sistema eléctrico de emergencia, cabe destacar que nadie está preparado para una falla de electricidad, siempre esto toma por sorpresa a todo el personal de un edificio empresarial, por lo tanto, transcurrirán unos segundos importantes desde el momento que ocurra la falla hasta el momento que se active el sistema eléctrico de emergencia. Esto se hace con la finalidad de resguardar es trabajo ya realizado y asegurar el cumplimiento con los clientes.

La energía eólica también resultaba una buena opción si se plantea desde el punto de vista ambiental ya que el viento es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Sin embargo, el principal inconveniente es su intermitencia. Para poder utilizar la energía del viento, es necesario que este alcance una velocidad mínima de 12 km/h, y que no supere los 65 km/h. Un generador eólico tiene una altura de 20m y una potencia de 94,1gW. El edificio Teramo está ubicado en una zona residencial y está rodeado por edificios aun más altos que él, por lo tanto es casi improbable que lleguen vientos de gran fuerza constantemente, además el costo de un generador eólico es de BsF.1.000.000.

### 5.3.2 Opción seleccionada

Otro sistema eléctrico de emergencia factible es el generador o planta eléctrica diesel; entre todos es la opción más factible para ser instalado en Teramo. Se cuenta con el espacio físico adecuado, puede abarcar toda la carga eléctrica prioritaria que se dispondrá para ser conectada en él por el tiempo que sea necesario ya que funciona a base de combustible y sólo haría falta recargarlo si la falla eléctrica es de tiempo prolongado. Otro aspecto importante al escoger un sistema eléctrico de emergencia es la facilidad de compra y de mantenimiento del mismo. En Venezuela contamos con una cantidad de empresas encargadas de fabricar, instalar y mantener un generador diesel (ejemplo COMELECINCA), contrario es el caso de otras energías alternativas que el material para su producción no se encuentra en el país. En el aspecto ambiental, una planta eléctrica diesel si expulsa CO<sub>2</sub> pero lo ideal sería que ocurrieran la cantidad mínima de cortes y fallas del servicio eléctrico.

En la tabla 5.1 se detalla la potencia nominal, kVA, costos y el espacio que necesitaría cada sistema eléctrico de emergencia estudiado.

Tabla 5.1 Selección del sistema eléctrico de emergencia

SISTEMA	P <sub>n</sub>	kVA	COSTOS	MEDIDAS
CELDAS SOLARES	10-60W	-	500.000BsF	1200m <sup>2</sup>
ENERGÍA EÓLICA	94,1gW	-	100.000BsF	20M DE ALTURA
UPS	REQUERIDO	REQUERIDO	459.000BsF	200m <sup>2</sup>
GENERADOR ELÉCTRICO	REQUERIDO	REQUERIDO	145.000BsF	40m <sup>2</sup>

### **5.3.3 Ubicación de sistema eléctrico de emergencia que mejor se adapte al espacio físico**

El edificio Teramo tiene un área total de 750m<sup>2</sup> y un estacionamiento en la parte trasera que mide aproximadamente 900m<sup>2</sup>. Teramo cuenta con una escalera de emergencia en el estacionamiento (ver anexo D), quedando un espacio bastante amplio entre ella y la salida de vehículos que se encuentra en el estacionamiento a un lado del edificio. Ese espacio tiene un área de 15m<sup>2</sup> donde se colocaría el motogenerador.

Este lugar parece el indicado por muchos factores: no entorpece el paso de vehículos, es el lugar más cercano al tablero principal por lo tanto se obtiene menos costo en los materiales de interconexión, es de fácil acceso para su eventual mantenimiento y/o revisión y no incomoda a las personas que allí laboran por el ruido que pueda ocasionar (La Norma Venezolana COVENIN 1565 se denominó en su última revisión de 1.995: "Ruido Ocupacional. Programa de Conservación Auditiva. Niveles Permisibles y Criterios de Evaluación". En ésta norma se establece que para una jornada de trabajo de 8 horas el límite equivalente continuo para ruido es de 85 dB. Niveles de Intensidad mayores de ruido deben ser compensados con el acortamiento del tiempo de exposición en la jornada). (Ver anexo G).

### **5.3.4 Cálculo del conductor de baja tensión**

Las Normas CADAFE para la caída de tensión en sistema de distribución subterránea

Baja tensión= 3%

La corriente consumida por la carga= 96,27A

Su corriente máxima sería= 113,33A

De acuerdo a la capacidad de corriente el conductor a usar es de MCM, se usaran dos conductores por fase, ya que las capacidades de corriente por cada conductor es de 96,27A

Aplicando un factor de corrección por temperatura, se asume un máximo de 40°C

$$I = \frac{113,33}{0,95} = 119,29A = \frac{119,29 * 1,25}{1} = 149,113A$$

El valor del factor de temperatura se obtuvo de la tabla (Anexo 1), capacidad de corriente (A) permisible para los conductores aislados de tensión nominal de 0-2000V, 60°C a 90°C. No de tres conductores en canalizaciones, tomando como base una temperatura ambiente de 30°C

Para calcular el calibre del conductor de baja por caída de tensión, este se obtiene mediante la ecuación:

$$\Delta V = \frac{2\% Am Calculados}{Am \cdot de \cdot Tablas}$$

Donde:

Am Calculados:  $\sum(A * L_i)$

Am de Tablas: Este se obtiene de la Tabla (Anexo N°1), para conductores monopolares de cobre con aislante **TTU** sistemas trifásicos 2008/120V., 60Hz, y temperatura del conductor 75°C.  $\Delta V = 2\%$

$$\Delta V = \frac{0.02 * 29458.06 A * m}{14842 A * m} \Rightarrow \Delta V = 2.9\%$$

Calculo del área

$$CM = \frac{\Pi * d^2}{4} = \frac{\Pi * (14,6)^2}{4} = 167,42 mm^2$$

La sección del conductor será = 167,42mm<sup>2</sup>.

Entonces:

$$\begin{array}{l} 1CM \longrightarrow 162,42mm^2 \\ X \longleftarrow 67.34mm \end{array}$$

$$A = \frac{1CM * 67.34mm^2}{162,42mm^2} = 0,415CM$$

Luego el tiempo **t** se calcula:

$$t = \frac{1}{2} ciclo = 0,145 * \frac{1}{60} seg = 6,91 * 10^{-3} seg$$

Entonces:

A: Área del conductor en CM (circular mil).



T: Tiempo de corto circuito.

Constante: 0.0592.

$$I_{cc} = \frac{0.196 * 0.0592}{\sqrt{6,91 * 10^{-3}}} = 0,139kA$$

Este conductor esta bajo los parámetros.

#### **5.4 Capacidad del generador Diesel**

Suministro del grupo Electrógeno, marca FG WILSON, modelo P65E5SA con canopia de insonorización de 40KVA-35kW (en emergencia), 208/120V, 3 fases, 60Hz. Motor: Perkins (Diesel) modelo 1104A-44TG1, de 4 cilindros en línea, con gobernador mecánico. Generador: Leroy Somer, modelo LL2014H, sin escobillas aislamiento clase H.

El generador diesel debe tener una capacidad de 40kVA para poder alimentar las cargas prioritarias que necesita el Centro Empresarial Teramo al momento de una falla del servicio eléctrico. Se recomienda un generador diesel de una capacidad de 40 a 55kVA para tener una reserva de cualquier carga conectada al tablero principal que se considera como prioritaria más adelante o cualquier evento que pueda ocurrir. El generador diesel propuesto contiene la siguiente capacidad:

##### **5.4.1 Capacidad de corriente**

Dado que la corriente requerida es de 120A, la tabla de capacidad de corriente (Anexo No. A) muestra que el conductor es THW de 1/0 AWG o Kcmil No hilos 19.

## 5.5 Cálculo de las canalizaciones eléctricas

Bancadas:

Calculo de la sección del conductor:

$$S = \pi * \left( \frac{\phi_c}{2} \right)^2$$

Donde:

$\phi$  es el diámetro del conductor.

$$S = \pi * \left( \frac{14,6}{2} \right)^2 = 167,42 \text{ mm}^2$$

Área ocupada:

$$A_{ocup} = 4 * S$$

$$A_{ocup} = 4 * 167,41 \text{ mm}^2 = 669,66 \text{ mm}^2$$

$$A_{total} = \frac{A_{ocup}}{0.4}$$

$$A_{total} = \frac{669,66}{0.4} = 1,674 \text{ mm}^2$$

Según las normas de protección por conductos. “La suma de la sección de los conductores en un porcentaje del área del conducto no será mayor que el 40%”.

Diámetro del conducto:

$$\phi = 2 * \sqrt{\frac{A_{total}}{\pi}}$$

$$\phi = 2 * \sqrt{\frac{1674,15mm}{\pi}} = \frac{49.96mm}{25.4mm} = 1,82 \text{ pulg}$$

Debido a que se tienen que colocar dos conductores por fase más un neutro entonces se tomara un ducto de 2pulg., de acuerdo a la tabla 5.2, donde par un conductor de calibre 1/0 MCM, se pueden introducir 8 conductores en un ducto de 2pulg.

Tabla 5.2. Diámetro del conductor

Calibre AWG/MCM	N° de hilos	Espesor aislamiento (mm)	Diámetro exterior (aprox.) (mm)	Radio mínimo de curvatura (mm)	Capacidad (Amp) @ 30°C		Peso (aprox.) Kg / Km
					Al aire	Canalizados	
14	7	1,14	4,5	18	30	20	36
12	7	1,14	5,1	20	35	25	50
10	7	1,14	5,8	23	50	35	73
8	7	1,52	7,4	30	70	50	118
6	7	1,52	8,5	34	95	65	174
4	7	1,52	9,8	39	125	85	259
2	7	1,52	11,3	45	170	115	391
1/0	19	2,03	14,6	58	230	150	622
2/0	19	2,03	15,8	63	265	175	767
3/0	19	2,03	17,2	68	310	200	950
4/0	19	2,03	18,8	75	360	230	1.179
250	37	2,41	20,9	84	405	255	1.404
350	37	2,41	23,8	95	505	310	1.923
500	37	2,41	27,4	137	620	380	2.694
750	61	2,79	33,2	166	785	475	4.007
1000	61	2,79	37,4	187	935	545	5.265

Diseño de la Bancada:

### Bancada del tramo A-B:

El tramo A-B es la distancia que hay entre generador hasta el tablero principal del edificio.

De acuerdo a la normas en tuberías de alta tensión: Distancia mínima entre el nivel superior de la tubería o bloques de tubería y el rasante del terreno: 0.30mts.

Se utilizaran 3 ductos PVC de 3pulg. En disposición horizontal, donde en los ductos de los extremos irán 3 fases y un neutro y en el ducto del centro se dejar como reserva de acuerdo a las normas de CADAFE. En la figura 5.1 se puede un modelo de bancada. (Ver anexo G).

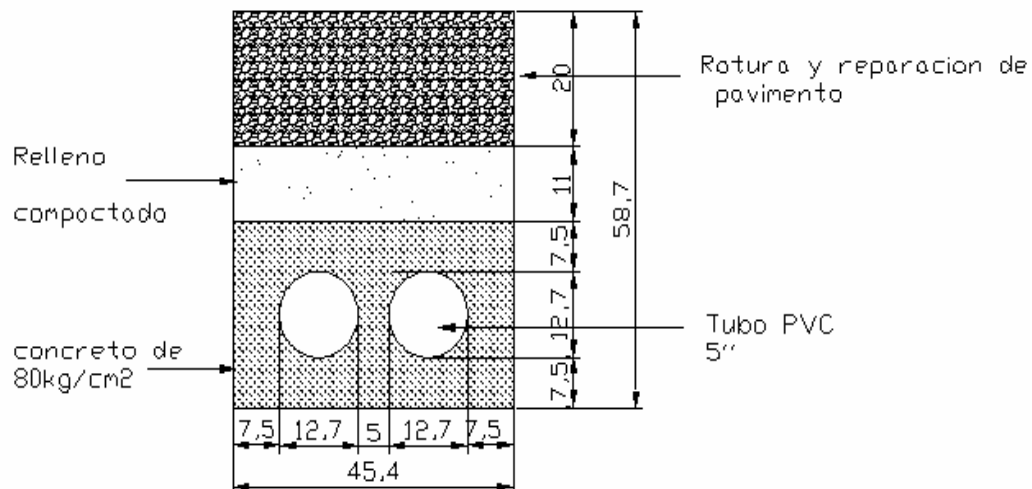


Figura 5.1 Bancada del tramo A-B

### 5.6. Caída de tensión por cortocircuito

De acuerdo con el valor de la corriente dispuesto para el sistema de emergencia se calcula la caída de tensión del conductor (%V). Para conductor THW de 1/0 AWG o Kcmil, de cobre, a 30 °C. Se tomó de la figura 5.1 siguiente los valores de resistencia eléctrica y reactancia inductiva en conduit de PVC.

Resistencia eléctrica c.a. y reactancia inductiva para Cables de Cobre, instalación trifásica para 600V a 60Hz y 75°C. Tres conductores sencillos en tubo conduit					
Calibre AWG / kcmil	Resistencia a corriente alterna R (ohm/km)			Reactancia Inductiva X <sub>L</sub> (ohm/km)	
	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de Acero
14	10.17	10.17	10.17	0.190	0.240
12	6.56	6.56	6.56	0.177	0.223
10	3.94	3.94	3.94	0.164	0.207
8	2.56	2.56	2.56	0.171	0.213
6	1.61	1.61	1.61	0.167	0.210
4	1.02	1.02	1.02	0.157	0.197
2	0.623	0.656	0.656	0.148	0.187
1/0	0.394	0.427	0.394	0.144	0.180
2/0	0.328	0.328	0.328	0.141	0.177
3/0	0.253	0.269	0.259	0.138	0.171
4/0	0.203	0.219	0.207	0.135	0.167
250	0.171	0.187	0.177	0.135	0.171
350	0.125	0.141	0.128	0.131	0.164
500	0.089	0.105	0.095	0.128	0.157

Figura 5.2 Resistencia Eléctrica y Reactancia Inductiva para Cable

Donde:

$$L = 0,394 \text{ Km}$$

$$I = 125 \text{ A}$$

De la tabla 4.2 se tiene que:

$$R = 0,394 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

$$X_L = 0.141 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

En la tabla 5.2 se obtienen los valores de factor de potencia.

Tabla 5.3 Factor de Potencia

FP = Cos $\theta$	Sen $\theta$
1.00	0.00
0.95	0.31
0.90	0.44
0.85	0.53
0.80	0.60
0.75	0.66
0.70	0.71

De la tabla 4.3 se

$$fp = \text{Cos} \theta = 0,8$$

$$\text{Sen} \theta = 0,6$$

$$Z_{EF} = (0,394 \times 0,8) + (0,144 \times 0,60)$$

$$Z_{EF} = 0,027 \Omega / \text{Km}$$

$$\Delta V_{\text{FASE-NEUTRO}} = (0,15) \times (0,027) \times (139) = 0,57$$

$$\Delta V_{\text{FASE-FASE}} = \sqrt{3} \times 0,57$$

$$\Delta V_{\text{FASE-FASE}} = 0,98V$$

$$\%V = \frac{0,98V}{V} \times 100$$

Con este porcentaje de caída de tensión se demuestra que el conductor es el adecuado para la interconexión.

## 5.7 Especificaciones técnicas del generador Diesel

En la figura 5.2 se muestra un modelo de generador diesel.



Figura 5.3 Modelo de Generador Diesel

Conjunto Generador diesel

Modelo DGCB 60 Hz

35kW, 45kVA

I=120A

### 5.7.1 Componentes del grupo motogenerador

- Motor Diesel.
- Tablero de transferencia de control del motor.
- Sistema de lubricación (bombas, filtros, tuberías, instrumentación, tanque de aceite).

- Sistema de enfriamiento (radiador, ventilador, bomba, tuberías, instrumentación).
- Sistema de combustible (tanque principal, tanque diario, filtros, bomba, tuberías, instrumentación).
- Turbocargadores o sopladores, si son requeridos.
- Gobernador de velocidad.
- Filtro de aire de entrada y malla protectora.
- Sistema de escape (manifold, ductos, junta de expansión, silenciador, etc.).
- Sistema de arranque.
- Generador eléctrico y excitatriz.

Suministro del grupo Electrógeno, marca FG WILSON, modelo P65E5SA con canopia de insonorización de 40KVA-35kW (en emergencia), 208/120V, 3 fases, 60Hz. Motor: Perkins (Diesel) modelo 1104A-44TG1, de 4 cilindros en línea, con gobernador mecánico. Generador: Leroy Somer, modelo LL2014H, sin escobillas aislamiento clase H. Incluye:

- Base de vigas de acero con montura anti-vibratoria.
- Radiador tropical integral con ventilador mecánico.



- Sistema de encendido eléctrico con baterías de alto rendimiento y sistema de carga por alternador de 12VDC.
- Filtro seco de alta capacidad de aire, “cartridge” para combustible y flujo pleno para el aceite lubricante.
- Protección automática por baja presión de aceite, alta temperatura sobre-velocidad y falla en el arranque.
- Tablero de Control Digital Power Wizard.
- Interruptor termomagnético tripolar.

### **5.7.2 Las normas y especificaciones que complementan esta especificación**

- Código Eléctrico Nacional (CEN)
- Diesel Engine Manufacturer's Association (DEMA)
- National Electrical Manufacturer's Association (NEMA)
- American National Standards Institute (ANSI)
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- Standard for Emergency and Standby Power Systems (NFPA 110)

- Standard for the Installation and Use of Stationary Combustion Engines and Gas Turbines (NFPA 37)
- Instrument Society of America (ISA)
- ISO R 1966
- Emergency Generators Engineering Applications (GTE)
- Section Five Standby Generator Set (GET)

### **5.7.3 Características técnicas de generador**

- Alternador: alternador con motor de arranque con baja capacidad de la reactancia 2/3 devanados, la baja distorsión de forma de onda con cargas no lineales, sistema de aislamiento eléctrico alternador es UL1446.
- Sistema de control: el control electrónico PowerCommand es un equipo estándar y proporciona total genset, sistema de integración incluido el mando a distancia de inicio y parada la frecuencia y la precisión de regulación de voltaje, alarma y pantalla de mensaje de estado, la protección de medición, de auto-apagado en la detección de fallos.
- Sistema de refrigeración: es estándar proporciona funcionamiento confiable en el nivel de potencia nominal, a 50°C hasta temperatura ambiente.

- E-coat finalizar: doble electro deposición de pintura ofrece una alta resistencia a la corrosión y la decoloración.
- Tanque de combustible: doble pared de la sub base y los depósitos de combustibles en tanques

Especificaciones:

- ✚ Unidad de ancho (mm): 1016
- ✚ Unidad de altura (mm): 1207
- ✚ Unidad de longitud(mm):2104
- ✚ Unidad de peso seco (Kg): 721
- ✚ Unidad de peso húmedo (Kg): 780
- ✚ Velocidad nominal (rpm): 1800
- ✚ Reglamento de tensión a plena carga: +/- 1.0%
- ✚ Variación de tensión: +/-1.0%
- ✚ Frecuencia: 5%
- ✚ Variación de frecuencia aleatoria: +/-0.5%, isocrónica opcional +0.254%

- Interferencia de radio frecuencia: facultativo de excitación PMG opera de conformidad con el BS800 y VDE nivel G y N. la adición de protección de RFI permite el funcionamiento por el MIL-STD-461 y VDE nivel K

- ✚ Ventilador de carga (kW): 3.4
- ✚ Capacidad de refrigerante del radiador (L): 16.9
- ✚ Velocidad del flujo del refrigerante (L/min): 170.3
- ✚ Rechazo de calor al refrigerante (BTU/min): 2450
- ✚ Jefe máximo de fricción de refrigerante (kPa): 34.5
- ✚ Estático jefe máximo de refrigerante (m): 14
- ✚ Aire de combustión (m<sup>3</sup>/min): 5.8
- ✚ Alternador de aire de refrigeración (m<sup>3</sup>/min): 37
- ✚ Radiador de aire de refrigeración (m<sup>3</sup>/min): 138.7
- ✚ Máxima restricción estática en H<sub>2</sub>O (Pa): 124.5

- Calificación: basada en el modo de espera, aplicable para el suministro de energía eléctrica de emergencia por el tiempo que dure la interrupción de la fuente de energía. No sostenida es la sobrecarga de la capacidad disponible para esta

calificación (equivalente a potencia para combustible de acuerdo con ISO3046, AS2789, DIN6271, BS5514).

- Calificación: en el modo primer, aplicable para suministro de energía en lugar de poder adquirirlo comercialmente. Primer poder es la máxima potencia disponible en una carga variable durante un número ilimitado de horas. Un 10% de la sobrecarga de la capacidad disponible por un tiempo limitado (equivalente al primer poder de acuerdo con ISO 8528, y de sobrecarga de energía de acuerdo con ISO 3046, AS2789, DIN6271, BS5514).

- Base de carga: aplicable para suministrar potencia continuamente a una carga constante hasta el pleno rendimiento de calificación para un número ilimitado de horas. No sostenida es la sobrecarga de la capacidad disponible para esta calificación.

- La potencia del motor disponible hasta 1600m a temperatura ambiente hasta 40°C. por encima de 1600m durante en el 4% por cada 305m y 2% por cada 11°C por encima de 40%.

- Motor de base: de uso avanzado de la tecnología de combustión, fiable y estable de energía, bajas emisiones y una respuesta rápida a los cambios súbitos de carga. Mecánica que rige es estándar. Electrónica que rige está disponible para aplicaciones que requieren constante la regulación de frecuencia tales como sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS), sistemas de cargas no lineales o cargas electrónicas sencillas.



Cummins Modelo 4BT3.9-G4

- ✚ Desplazamiento (L): 3.9
- ✚ Límite exceso de velocidad (rpm): 2100+/- 50
- ✚ Potencia regenerativa (kW): 11.90
- ✚ Bloque de configuraciones de cilindros, hierro fundido, el línea 4 cilindros
- ✚ Corriente de arranque (A): 460 a temperatura ambiente de 0°C
- ✚ Carga de la batería del alternador (A): 37 a partir de 12Volts, negativo a tierra
- ✚ Tipos de filtro de aceite lubricante Spin de flujo total
- ✚ Sistema de refrigeración estándar 50°C ambiente radiador
- ✚ Potencia de salida del motor (kW): 73.9
- ✚ Diámetro (mm): 102.1
- ✚ Velocidad del pistón (m/s): 7.2
- ✚ Relación de compresión: 16.5:1
- ✚ Capacidad de aceite lubricante (L): 10.9
- ✚ Flujo de combustible a carga nominal (L/h): 47.7

- ✚ Filtro de aire máximo de restricción (kPa): 6.2
- ✚ Flujo de gases de escape en la carga nominal (m<sup>3</sup>/min): 14.3
- ✚ Temperatura de escape (°C): 496.1

- Sistema de combustible: inyección directa número 2 diesel, filtro de combustible, separador de agua, combustible de apagado automático eléctrico.

Calificaciones de 60Hz (KVA): 40

## **5.8 Descripción general de funcionamiento del tablero de transferencia**

### **5.8.1 Las Especificaciones técnicas del tablero**

De acuerdo con los valores de tensión, carga y niveles de cortocircuito se dió escogencia al conmutador de línea (transferidor), que satisface las necesidades del sistema planteado. Este es el TC-50160 perteneciente a la serie 5000L de Telergon.

#### **5.8.1.1 Las normas**

- IEC 947-3:1990
- EN-60947-3:1992

- UNE-EN 60947.3:1994

### 5.8.1.2 Las certificaciones

- KEMA.
- BUREAU VERITAS.
- LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING.

Tabla 5.4 Corrientes Nominales de los Conmutadores en Línea

Interruptor	Intensidad térmica I <sub>th</sub> (A)	Rigidez dieléctrica (V)	Tensión de impulso U <sub>imp</sub> (kV)	Corriente de corta duración admisible 1 seg I <sub>cm</sub> (kArms)	Poder de cierre en cortocircuito I <sub>cw</sub> (kApico)	Intensidad de cortocircuito I <sub>p</sub> (kArms)
TC-50160	160	5.000	8			100

Tabla 5.5 Intensidad Térmica, Rapidez Dieléctrica de los Conmutadores en Línea

Interruptor	Tensión de aislamiento (V)	Corriente nominal AC-21 (A)			Corriente nominal AC-22 (A)			Corriente nominal AC-23 (A)		
		415 V	500 V	690 V	415 V	500 V	690 V	415 V	500 V	690 V
TC-50160	800	160	160	140	160	160	125	160	140	100

Tabla 5.6 Apertura, Cierre, Potencia y N° de Ciclos de los Conmutadores en Línea

Interruptor	Tensión de aislamiento (V)	Capacidad @415V (kA) categoría AC-23		Potencia (kW) motores trifásicos		N° de ciclos	
		Apertura	Cierre	415 V	500 V	Con carga AC-23 A/B	Sin carga AC-23 A/B
TC-50160	800	1,28	1,6	90	90	1000/200	20.000



Tabla 5.7 Capacidad del Conmutador en Línea

Capacidad interruptor (A)		160
Intensidad térmica, $I_{th}$ en ambiente @40°C	A	160
Tensión de aislamiento	V	800
Rigidez dieléctrica	V	4000
Tensión de impulso	kV	8

Tabla 5.8 Intensidad de Empleo del Conmutador en Línea

Intensidad de empleo AC, $I_e$				
	A	400V	AC21A	160

Tabla 5.9 Potencia de Empleo y Comportamiento Ante Cortocircuito del Conmutador

Potencia de empleo AC, $P_e$				
	kW	3X400V	AC23A	55
Potencia reactiva	kVAR	400V		75
Capacidad de interrupción	A	400V		1000
Capacidad de cierre	A	400V		1250
Comportamiento ante cortocircuitos				
Intensidad pico máxima establecida, $I_{cm}$	kA			8,5
Intensidad eficaz soportada durante 1s, $I_{cw}$	kA rms			5
Intensidad eficaz de cortocircuito condicional	kA rms			100
Intensidad pico limitada máxima	kA			20
Energía disipada máxima ( $I^2t$ )	A <sup>2</sup> s(x10 <sup>3</sup> )			198
N° mínimo de maniobras con carga	ciclos	400V	AC23	1000
Cable rígido (Cu)	mm <sup>2</sup>			95
Torque máximo	Nm			4

Este punto es uno de los más importantes ya que ofrece una perspectiva del tamaño del equipo, generando un patrón para dimensionamiento de los paneles y accesorios.

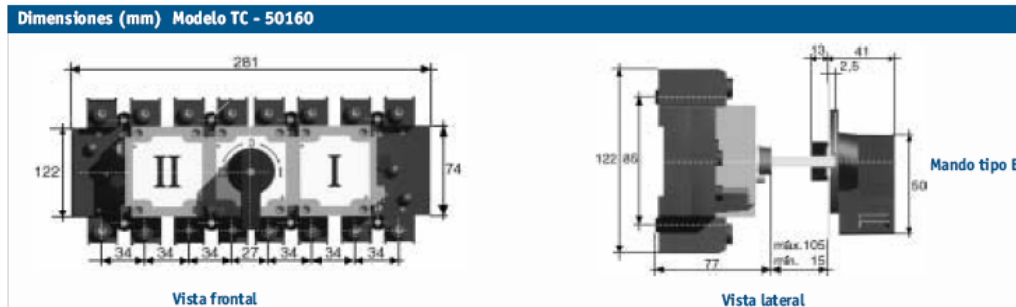


Figura 5.4 Dimensiones en (mm) del Conmutador en Línea (transferidor)

### 5.8.3 Características generales de la caja de protecciones para el conmutador

- Grado de protección IP55.
- Salida de conductores inferior y superior.
- Enclavamiento en puerta en “I”.
- Puentes Incluidos.

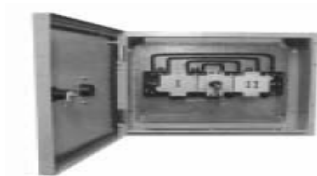


Figura 5.5 Caja o Armario Para el Conmutador en Línea (transferidor)

Tabla 5.10 Descripción de Caja para el Conmutador

Serie S5000L					
Modelo	Descripción	Amperaje (A)	Dimensiones (mm)		
			A	B	C
TC-50160-CM	Gabinete fabricado en lámina de acero galvanizado	160	500	400	230
TC-50250-CM		250	500	400	230
TC-50400-CM		400	700	500	270
TC-50630-CM		630	800	600	300
TC-50160-PVC	Gabinete fabricado en PVC	160	500	400	230
TC-50250-PVC		250	500	400	230
TC-50400-PVC		400	700	500	270
TC-50630-PVC		630	800	600	300

## 5.9 PROTECCIONES TERMOMANÉNTICAS PARA EL GENERADOR

El CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL en su sección 445.11 dice:

Marcación: Los generadores llevarán una placa de características en la que conste el nombre del fabricante su frecuencia nominal, su factor de potencia, el número de fase si son de corriente alterna, su potencia nominal es kW o kVA de arranque, los voltios y amperios correspondientes a su potencia nominal, su velocidad en revoluciones por minuto, su clase de aislamiento, su temperatura de funcionamiento o aumento nominal de la temperatura, su protección eléctrica y su tiempo nominal de funcionamiento.

Las protecciones eléctricas son incluidas por el fabricante en el generador. Los interruptores deben estar de forma accesible para manejarlos mecánicamente, podemos decir que estos interruptores disponen de desconexión libre, es decir, que cuando se produce una desconexión, ya sea por sobrecarga o cortocircuito, el aparato desconecta aunque se sujete la manecilla de conexión.

La protección que se dispondrá o solicitara al fabricante será la protección térmico-magnética ya que poseen tres sistemas de desconexión: manual, térmico y magnético. Cada uno puede actuar independientemente de los otros, estando formada su curva de disparo por la superposición de ambas características, magnética y térmica. La función que deben cumplir estos interruptores térmico-magnéticos es de protección, aislamiento y desconexión del generador si llegará a ocurrir una falla en él. Se usará el interruptor UDB2125 125<sup>a</sup>. (Ver figura 7.1).

### F-Frame



### Technical Data and Specifications

Table 147. UL 489 Interrupting Capacity Ratings

Circuit Breaker Type	Number of Poles	Interrupting Capacity (kA Symmetrical Amperes)					
		Volts ac (50/60 Hz)				Volts dc <sup>(1)</sup>	
		240	277	480	600	125	250 <sup>(2)(3)</sup>
EDB	2, 3	22	—	—	—	10	—
EDS	2, 3	42	—	—	—	10	—
ED	2, 3	65	—	—	—	10	—
EDH	2, 3	100	—	—	—	10	—
EDC	2, 3	200	—	—	—	10	—
EHD	1	—	4	—	—	10	—
	2, 3	18	—	14	—	—	10
FDB	2, 3, 4	18	—	14	14	—	10
FD,	1	—	35	—	—	10	—
FDE <sup>(4)</sup>	2, 3, 4	65	—	35	18	—	10
HFD,	1	—	65	—	—	10	—
HFDE <sup>(5)</sup>	2, 3, 4	100	—	65	25	—	22
FDC <sup>(6)</sup> ,	2, 3, 4	200	—	100	25	—	22
FDCE <sup>(4)(5)(6)</sup>							

Figura 5.6 Especificaciones Interruptor Termo-magnético

Table 155. Types EDB and EDS Thermal-Magnetic Circuit Breakers with Non-Interchangeable Trip Units Suitable for Reverse Feed

Maximum Continuous Ampere Rating at 40°C	240 Vac Maximum, 125 Vdc (Includes Terminals on Load End Only)							
	22 kAIC at 240 Vac				42 kAIC at 240 Vac			
	Type EDB				Type EDS			
	2-Pole		3-Pole		2-Pole		3-Pole	
	Catalog Number	Price U.S. \$	Catalog Number	Price U.S. \$	Catalog Number	Price U.S. \$	Catalog Number	Price U.S. \$
100	EDB2100	423.	EDB3100	1,119.	EDS2100	501.	EDS3100	1,243.
110	EDB2110	423.	EDB3110	1,119.	EDS2110	501.	EDS3110	1,243.
125	EDB2125	423.	EDB3125	1,119.	EDS2125	501.	EDS3125	1,243.
150	EDB2150	423.	EDB3150	1,119.	EDS2150	501.	EDS3150	1,243.
175	EDB2175	423.	EDB3175	1,119.	EDS2175	501.	EDS3175	1,243.
200	EDB2200	423.	EDB3200	1,119.	EDS2200	501.	EDS3200	1,243.
225	EDB2225	423.	EDB3225	1,119.	EDS2225	501.	EDS3225	1,243.

Figura 5.7 Interruptor termo-magnético para generador

## 5.10 El análisis económico de los productos y materiales necesarios para la implementación de la interconexión

### Análisis Económico General de los Productos y Materiales

Para un estudio de factibilidad es de vital importancia obtener un análisis económico o de costos de todos los materiales y equipos a utilizar en la obra o proyecto, el cual proporciona mayor facilidad al presentar el presupuesto final a INELECTRA. A continuación se presenta el análisis de costo.

<b>Análisis de Costo</b>				
<b>EQUIPO</b>	<b>Costo Unitario (BsF)</b>	<b>Cantidad</b>		<b>Costo Total (BsF)</b>
		<b>Nº de Equipo</b>	<b>Metros</b>	
Generador diesel de 40kVA	145.000,0	1	-	145.000,0
Tablero de Transferencia	30.000,0	1	-	30.000,0
Tubería plástica rígida PVC diámetro 3" (19mm)	15,0	-	30,0	450,0
Cable THW, 1/0Mcmil, Cobre, 75°C	11	-	10	110,0
Bancada de baja tensión 4P+1P	450,0	-	3,0	1.350,0
Bancada de baja tensión 2P	250,0	-	2,0	500,0
Tablero metálico superficial tipo NLBA con puerta TS-01	3.500,0	1	-	3.500,0
Multiconductor de cobre, trenzado, revestido, THW-THW	80,0	-	20,0	1.600,0
Cable de cobre trenzado	8,0	-	60,0	480,0

revestido THW calibre 12AWG				
Mantenimiento preventivo mensual	1.000,00	-	-	1.000,00
Curva para bancadas 3”	67,71	-	10	670,00
<b>Monto Total (BsF)</b>				<b>184.660,00</b>

### 5.11 Sistema de Señalización

La señalización es el proceso mediante el cual se notificará al personal de INELECTRA que la falla de electricidad ha culminado. Para este específico la señalización será una alarma instalada en el tablero principal que enviará la misma señal en dos oportunidades: la primera cuando el entro Empresarial Teramo quede sin el servicio eléctrico, la alarma se activará indicado que debe entrar en servicio el sistema eléctrico de emergencia; y la segunda cuando la electricidad sea repuesta la alarma indicará que la función del generador ha culminado.

La alarma o señalización siempre que exista una variación de la energía eléctrica.

## **CAPITULO VI**

### **INGENIERÍA DE DETALLE**

La ingeniería de detalle se realiza en todo proyecto con la finalidad de determinar detalladamente las secciones que conforman dichos proyectos. Estos aspectos son: el documento de cómputos métricos que sirve para especificar la cantidad de obras a realizar, la coordinación de protecciones que indica como actuarán los interruptores de protecciones de los equipos al producirse una falla, la lista de materiales que especifica la cantidad de materiales a utilizar, el análisis de retorno de inversión y el documento de especificaciones técnicas del equipo a utilizar verificando que este cumpla con las características exigidas de la empresa, estos aspectos se desarrollan a continuación:

#### **6.1 Cómputos métricos**

De acuerdo a los planos de instalación de generador y definición de la bancada se hace necesario hacer un documento de cómputos métricos para calcular o tener una especificación de los materiales a usar y el costo de los mismo y hacer tener un control de lo que se va a comprar sin que falte ni sobre material. INELECTRA cuenta con su documento guía para la realización de cómputos métricos y este proyecto se realizó en base a dicho documento

Otro propósito de realizar un documento de partida y cómputos métricos en INELECTRA es establecer un procedimiento para la obtención de la cantidad de

materiales y equipos a ser generados por la disciplina de electricidad de un proyecto, para asegurar una ejecución consistente de los mismos. (Ver anexo H).

### 6.1.1 Criterio para obtener cantidades definitivas

El criterio para obtener cantidades definitivas se realiza para tener el estimado de los costos de los materiales a utilizar ya que los precios de los mismos están propensos a variar. Ante esta situación se obtiene un porcentaje de aumento de cada material que se presenta en la tabla 4.1.

Tabla 6.1 Recomendación de aumento de cantidades

DESCRIPCION	* % AUMENTO
Tubería eléctrica	10
Accesorios canalizaciones	5
Accesorios iluminación	5
Luminarias	2-5
Cables uso general	20
Cables uso específico (pedidos por tramos)	5
Accesorios Sistema Detección de Incendio y Gas.	5
Accesorios Sistema de Puesta a Tierra y Protección	5
Catódica.	5
Tornillos y material a granel	5

\* Este % dependerá del criterio establecido en cada proyecto y deberá ser sometido, previo a la elaboración del cómputo, a consideración del Cliente especialmente en aquellos proyectos de naturaleza reembolsable.



### **6.1.2 Registro de calidad**

Son registros de la calidad de este procedimiento:

- Archivos de planos utilizados en la elaboración de los cómputos.
- Catálogo de Materiales del Proyecto.
- Lista de Materiales “Requeridos por Plano”.
- Lista de Materiales por Sistema o según requerimientos del proyecto.
- Listas de Verificación, debidamente completadas.

Los mismos se encuentran en el archivo de Electricidad durante el periodo de vigencia del proyecto, posteriormente a la culminación proyecto, pasan a archivo inactivo de INELECTRA.

### **6.2 Coordinación de protecciones**

En este documento se incluye:

- Coordinación de protecciones para el nuevo generador 55kVA que alimentarán al Centro Empresarial Teramo.

### 6.2.1 Códigos y normas

- COVENIN 200: Código eléctrico nacional.
- COVENIN 733: Interruptores automáticos de potencia de baja tensión.
- National Electric Code NFPA-70-2002.
- Insulated Cable Engineers Association (ICEA).
- ANSI/IEEE C37.2 Standard Electrical Power System Device Function Numbers and Contact Designations. • ANSI/IEEE C37.06 AC High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis-Preferred Ratings and Related Required Capabilities.
- ANSI/IEEE C37.20.1 Standard for Metal Enclosed Low-Voltage Power Circuit Breaker Switchgear.
- ANSI/IEEE C37.91 Guide for Protective Relay Applications to Power Transformers
- ANSI/IEEE C37.96 Guide for AC Motor Protection.
- ANSI/IEEE C37.97 Guide for Protective Relay Applications to Power System Buses.
- ANSI/IEEE Std 141 Recommended Practices for Electric Power Distribution for Industrial Plants

- ANSI/IEEE Std 242 Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems – the Buff Book.
- UL 489-9 Standard for Safety for Molded-Case Circuit Breakers, Molded-Case Switches, and Circuit-Breaker Enclosures.
- UL 1053 Ground-Fault Sensing & Relaying Equipment

### **6.2.2 Curva coordinación de protecciones**

Cada generador trae consigo un relé termomagnético para su protección interna esto lo proporciona el fabricante. El tablero de transferencia estará conectado a través de dos (2) interruptores al banco de transformadores y al generador, estos interruptores son bipolares y tienen capacidades de 600 y 200A respectivamente.

Al momento de ocurrir una falla o falta de servicio eléctrico y antes de poner a funcionar el generador se apagan los interruptores de las cargas que no están dispuestas para el sistema eléctrico de emergencia. Cuando estos interruptores están apagados actúa se realiza la transferencia manualmente para que entre a funcionar el generador, alimentando solo las cargas prioritarias cuyos interruptores estarán cerrados.

Para un generador de baja tensión se obtienen las curvas de coordinación de las protecciones, en el caso de la instalación de un generador diesel de emergencia se usaría un interruptor UDB2125 de 125A ya que se trata de un generador pequeño de

40kVA y el tablero principal del Centro Empresarial Teramo ya está protegido (Ver figura 6.1).

El panel de transferencia automática realiza las operaciones de transferencia de carga ante una falla del sistema eléctrico de manera automática, sin la presencia de personal y en un lapso de tiempo muy corto, por medio de dispositivos electrónicos, lo que reduciría los tiempos de espera para el arranque del equipo, en comparación con el panel de transferencia manual. Es de hacer notar que el valor de un panel de transferencia automática es 400% más costoso que el de un panel de transferencia manual. En caso de requerirse el panel de transferencia automática, se deberá realizar una lógica de tiempo para que el equipo solo opere durante fallas ocurridas en el horario de trabajo de la empresa, y de esta manera evitar operaciones innecesarias

Se sugiere que el transferidor o tablero de transferencia sea manual para así abaratar costos a la empresa, así se pueden sacar de funcionamiento las cargas no prioritarias y no será necesario instalar un tablero de emergencia y se obtendrán ahorros en instalación de canalizaciones (ver anexo K).

Se presenta una curva de coordinación de protecciones entre el interruptor del generador y los principales interruptores del tablero general con la finalidad de verificar que ante una falla aguas debajo de estos interruptores abran ellos y no el interruptor del generador. (Ver anexo I).

### **6.3 Documento lista de materiales**

La lista de materiales se realiza con la finalidad de tener en forma detallada los materiales que se necesitan, la cantidad y posibles fabricantes de los mismos. Esto ayuda al control que se debe tener al momento de comprar dichos materiales y no

sobrepasar los costos dispuestos para el proyecto, pero siempre teniendo en cuenta la calidad que deben tener los materiales con los que se vayan a trabajar para un trabajo óptimo. (Ver anexo J).

#### **6.4 Análisis de retorno de inversión A 9 años**

Para el análisis de retorno de inversión se tomará una ventana de depreciación de los equipos de 9 años. Las primeras estimaciones para la instalación del Motogenerador están por el orden de BsF. 120.000,00; incluye la instalación, conexión y puesta en servicio del equipo. (Incluye panel para transferencia Manual, canalizaciones, cableado, etc).

En caso de requerirse un panel de transferencia automática el mismo incrementaría los costos del equipo y su instalación, aunque daría mayor autonomía al funcionamiento del equipo por lo que no deberá contar con la presencia de personal para realizar la transferencia de carga ante una situación de falla en el suministro eléctrico, lo que por el contrario si debe realizarse al colocar un panel de transferencia manual cuyo costo e instalación es considerablemente menor al de el panel de transferencia automática.

Como premisas adicionales tenemos un estimado de 100 personas laborando en el edificio Teramo, cuyo valor hora-hombre promedio esta por el orden de los BsF. 30,00.

Se considera una tasa de falla en el servicio de electricidad de media hora semanal. (Expresado en miles de BsF).

Tabla 6.2 Análisis de retorno de inversión en 9 años

	<b>AÑOS DE ESTUDIO</b>									
	<b>2.009</b>	<b>2.010</b>	<b>2.011</b>	<b>2.012</b>	<b>2.013</b>	<b>2.014</b>	<b>2.015</b>	<b>2.016</b>	<b>2.017</b>	<b>2.018</b>
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>INVERSIÓN</b>	190 mil									
<b>DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS</b>		-3.33 mil	-3.33 mil	-3.33 mil	-3.33 mil	-3.33 mil	-3.33 mil	-3.33 mil	-3.33 mil	-3.33 mil
<b>RETORNO POR DISMINUCIÓN DE FALLAS</b>		-80 mil	-80 mil	-80 mil	-80 mil	-80 mil	-80 mil	-80 mil	-80 mil	-80 mil
<b>COSTO COMBUSTIBLE</b>	13 mil	13 mil	13 mil	13 mil	13 mil	13 mil	13 mil	13 mil	13 mil	13 mil
<b>GANANCIA NETA</b>	-120 mil	-120 mil	-120 mil	-120 mil	-120 mil	-120 mil	-120 mil	-120 mil	-120 mil	-120 mil

Tabla 6.3. Inversión a realizar

<b>INVERSIÓN</b>	<b>190.000</b>
<b>DEPRECIACIÓN EQUIPOS</b>	<b>-30.000</b>
<b>RETORNO POR DISMINUCIÓN DE FALLAS</b>	<b>-300.000</b>
<b>COSTO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>55.000</b>
<b>GANANCIA NETA</b>	<b>-240.000</b>
<b>TASA DE INFLACIÓN</b>	<b>30%</b>

Tabla 6.4. Costos de los equipos

<b>MOTOGENERADOR</b>	<b>140.000,00</b>
<b>TRANSFERENCIA MANUAL</b>	<b>30.000,00</b>
<b>INSTALACIÓN</b>	<b>20.000,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>160.000,00</b>

<b>PERSONAL TERAMO</b>	<b>100,00</b>
<b>COSTO H/H EN BsF:</b>	<b>30,00</b>
<b>TASA DE FALLA H-SEM</b>	<b>0,50</b>
<b>TOTAL PERDIDAS ES BsF</b>	<b>6.000,00</b>

## 6.5 Documento de especificaciones técnicas del generador

Adicional a las características eléctricas el generador debe ser fabricado para que cumpla las condiciones de operación requeridas por la empresa, además debe cumplir con las normas que rigen la construcción de estos equipos, en tal sentido el generador a ser adquirido deberá cumplir con los requerimientos que se indican en las siguientes secciones.

### 6.5.1 Requerimientos funcionales

#### 6.5.1.1 Descripción General de Funcionamiento

En líneas generales, el modo de funcionamiento se explica a continuación:

- El sistema de control de transferencia manual estará monitoreando el estado de la fuente normal (red comercial). Si la fuente normal falla o su voltaje cae por debajo de niveles aceptables, se iniciará el arranque del grupo motogenerador y su monitoreo.
- Cuando el voltaje y la frecuencia del grupo sean adecuados, se ejecutará una transferencia automática de carga, desde la fuente de alimentación normal a la fuente de emergencia.
- Cuando la fuente normal se recupera, la carga es retransferida y el grupo motogenerador se detiene, después de un período permitido para enfriamiento. Luego de esta operación, el sistema quedará en condiciones de repetir el ciclo si fuese necesario.
- La operación completa es automática. Los retardos de tiempo y demás aspectos involucrados en esta operación se describen en el punto 6.3 de esta especificación.

#### **6.5.1.2 Requerimientos mecánicos**

##### **General**

- El Proveedor será responsable de la coordinación y garantía de la operación conjunta del motor, generador y equipos asociados.



- El equipo será suministrado completamente ensamblado en fábrica, probado y desarmado solamente hasta el grado requerido para inspección y embarque.
- Todos los componentes deberán ser nuevos, de fabricación corriente y ser producto de una compañía regularmente dedicada a la manufactura de esos equipos.
- Cada unidad motogeneradora deberá estar montada en una base común precableada, con el sistema de tuberías conectado y alineada. La base común será continua, de acero estructural y lo suficientemente rígida para soportar adecuadamente todos los componentes y asegurar la alineación permanente del motor y el generador. Las tuberías y sus soportes, las baterías y el cargador deberán ir montados en la base común.
- Aisladores de vibración del tipo y la cantidad recomendados por el Fabricante deberán ser suministrados por El Proveedor. Los agujeros de montaje para los aisladores deberán ser ubicados en la base por el Fabricante del motor de manera de asegurar una distribución pareja del peso.
- Todos los accesorios incluidos deberán ser equivalentes a los especificados.
- Los sistemas deberán ser completos, incluyendo las bombas y controles necesarios para mantener la unidad lista para arrancar. La unidad debe ser diseñada para alcanzar su velocidad de operación y tomar plena carga a los 15 segundos de recibir una señal de arranque.

- Cada unidad deberá ser diseñada para servicio de emergencia durante 24 horas/día y deberá ser adecuada para instalación en área no clasificada.
- Cada unidad deberá ser capaz de soportar sin daño mecánico una sobrevelocidad de 125% de su velocidad nominal. El disparo por sobrevelocidad deberá ser ajustado a 110% de la nominal.
- Cada unidad deberá ser capaz de desarrollar su potencia nominal durante 24 horas/día a la temperatura ambiental máxima.
- Cada unidad deberá ser capaz de soportar una sobrecarga de 10% por una hora como mínimo.

### **6.5.1.3 Requerimientos mecánicos**

Motor Diesel

#### **General**

El motor deberá ser de inyección directa para combustible Diesel, ignición por compresión, de cuatro (4) tiempos.

Para los Grupos Motogeneradores menores de 150kVA, el motor podrá ser del tipo turbocargado con post-enfriamiento (After Cooler). El motor deberá ser diseñado con cilindros múltiples verticales dispuestos en línea, de camisas recambiables, asientos de válvulas recambiables y cigueñal de una sola pieza.

La velocidad máxima del motor será 1800 RPM para el voltaje y frecuencia nominales del generador, turbocargado o de aspiración natural.

El tablero de control deberá parar y bloquear la máquina bajo las siguientes condiciones:

- Si el motor falla en arrancar después de tres intentos de arranque (75 segundos).
- Sobrevelocidad.
- Baja presión de aceite de lubricación.
- Alta temperatura del refrigerante.
- Accionamiento de botón pulsador para parada de emergencia.

#### **6.5.1.4 Admisión de aire y escape**

Se debe suministrar un filtro de aire para servicio pesado montado en el motor, con protección contra lluvia. Los elementos del filtro deben ser del tipo seco reemplazables. Cada unidad deberá ser suministrada con un silenciador tipo residencial de alta calidad según las recomendaciones del fabricante del motor. Se proveerá un conector flexible de acero inoxidable, de longitud mínima de 18 pulgadas, entre el motor y el silenciador.

Para todas las condiciones de operación, el nivel de ruido deberá ser menor de 80 Dba medido a una distancia de 1 m alrededor de la fuente de ruido, de acuerdo a la norma ISO R 1966.

El sistema de escape debe ser aislado para protección personal y debe poseer una trampa de condensación de humedad.

#### **6.5.1.5 Sistema de enfriamiento**

La unidad debe ser enfriada por un sistema cerrado de refrigerante líquido incluyendo un radiador, un termostato y un ventilador tipo soplador. El refrigerante debe ser del tipo estándar del fabricante. La bomba de circulación de refrigerante debe ser accionada por el motor.

#### **6.5.1.6 El radiador**

El radiador podrá ir incorporado o separado del grupo motogenerador. En los grupos motogeneradores con radiador separado el accionamiento del ventilador se hará mediante un motor trifásico de acople directo, el arranque será automático con el arranque del grupo. Además, se incorporará un tanque de compensación de refrigerante (T.C.R.), con una capacidad mínima equivalente al 15% del volumen del sistema.

El radiador deberá ser protegido por ambas caras mediante mallas metálicas y deberá estar montado sobre bases antivibratorias similar a los del Motogenerador. Se deberá instalar un interruptor que bloquee al grupo Motogenerador en caso de falla

del motor eléctrico del radiador. Se deberá instalar una bomba adicional accionada por el motor eléctrico en caso de requerirse.

#### **6.5.1.7 Sistema de lubricación**

Cada motor deberá llevar un sistema de lubricación a presión con una bomba mecánica de desplazamiento positivo de presión y flujo completo. La bomba será accionada por el motor y estará equipada con un regulador de presión no ajustable. El sistema de lubricación deberá estar constituido por:

Un filtro duplex con válvula de cambio (by-pass), que permita mantener la alimentación del aceite aunque el filtro se obstruya y un filtro de by-pass.

Un tanque de aceite auxiliar para cada motor, conectado al motor por tubería de cobre a través de una válvula ren o similar, que regule el nivel de aceite en el cárter. Llevará un indicador que permita medir el nivel del aceite; en la boca de llenado un filtro y el drenaje deberá ser a través de una llave de compuerta.

Se deberá prever conexión en el cárter para la instalación de un enfriador o un precalentador de aceite en caso necesario, de acuerdo a la ubicación geográfica del motogenerador a fin de mantener la temperatura del lubricante en los rangos exigidos por el fabricante del motor.

#### **6.5.1.8 Sistema de combustible**

El sistema de inyección de combustible deberá ser autocebante y estará constituido por:

- Filtro primario de combustible.
- Una bomba de combustible accionada por el motor capaz de proveer el combustible adecuado al sistema de inyección para cualquier condición de operación.
- Un tanque diario de combustible (TDC) para cada motor, que permita su funcionamiento continuo durante ocho (8) horas, equipado con filtro en línea de entrada de combustible, llave de cierre rápido, boca de inspección, drenaje con llave de salida, tubo de ventilación y línea de retorno de combustible. Este tanque deberá estar ubicado de tal manera que el nivel del combustible no sea más alto que el de las válvulas de inyección de combustible del motor.
- Un Tanque Principal de combustible (TPC), en montaje superficial, que permita el funcionamiento continuo durante 3 días como mínimo.

### **6.5.2 Requerimientos particulares**

Deberá llevar trampa de agua y de sedimentos, tapa para inspección interna, boca de llenado con tapa atornillable con malla de paso grueso (desmontable), drenaje con llave de cierre rápido y dispositivo para alarma remota cuando el nivel descienda a 1/3 de la capacidad del tanque. También llevará un indicador del nivel de combustible (visual) con llaves de compuerta y protección metálica. Llevará escalera para el acceso a la parte superior.

Una bomba eléctrica de transferencia de combustible del TPC al TDC.

Sistema de Arranque: Deberá ser eléctrico de 12 ó 24 VCC y a tal fin deberá llevar equipado un motor de arranque y la batería correspondiente, la cual deberá ser de bajo mantenimiento.

#### **6.5.2.1 Sistema de parada**

La unidad Diesel deberá detenerse automáticamente por corte de combustible y bloquearse cuando se produzca cualquier falla operacional de la unidad. Así mismo deberá existir la posibilidad de parada manual. Esta función deberá realizarse mediante una válvula solenoide, la cual se mantenga energizada mientras persista la orden de parada y hasta tanto no se detenga la máquina.

#### **6.5.2.2 Gobernador**

La velocidad del motor deberá estar controlada por un gobernador a fin de mantener la frecuencia del generador dentro de los límites requeridos para la aplicación y para cambios de carga entre 0% y 100% del valor nominal.

Se considerarán dos opciones:

- Regulación máxima del 3% de la velocidad para cambios de carga entre 0% y 100% de la carga nominal, retornando al valor de régimen permanente en 2 seg. Con el motor a temperatura de operación normal.
- Regulación con caída de 0% (isocrono) a 10%, ajustable externamente para cambios de carga entre 0% y 100% de la nominal.

El gobernador deberá mantener la frecuencia del generador dentro de un rango de  $\pm 0.25\%$  en condiciones de régimen permanente. La variación de frecuencia en régimen permanente causada por diferencia en la temperatura del motor entre arranque en frío y operación normal no debe exceder de 0.2 Hz. El gobernador deberá ser clase D según la norma NEMA SM 21.

### **6.5.2.3 Acoplamiento**

El acoplamiento entre el generador y el motor deberá ser directo y con disco flexible de acero laminado. El protector del acople deberá ser hecho de láminas sólida de metal y cumplir con los requerimientos de OSHA.

### **6.5.2.4 Aisladores de vibración**

La unidad deberá estar montada sobre amortiguadores de goma tipo resorte o muelles de acero ajustables con suspensión elástica. Se deben suministrar amortiguadores para cada punto de fijación de la unidad.

## **6.5.3 Requerimientos eléctricos**

### **6.5.3.1 Generador general**

El generador deberá reunir las siguientes características:



- Sincrónico, trifásico, de tipo campo rotante.
- La tensión nominal de salida será la indicada en las Especificaciones Particulares.
- La frecuencia nominal de salida será 60 Hz.
- Para montaje horizontal, de un solo cojinete.
- Construcción a prueba de goteo ("Dripproof Construction").
- De polos salientes, para una velocidad sincrónica máxima de 1800 RPM.
- El rotor deberá tener arrollado amortiguador.
- El factor de potencia nominal será 0,80.
- El aislamiento deberá estar de acuerdo con la norma Nema (MG1) para clase H.
- El aumento de temperatura observable bajo condiciones de carga nominal, no excederá los límites correspondientes a la clase F según Nema MG1.
- El aislamiento debe ser resistente a la humedad.
- Se deberán utilizar calentadores de espacio "Space Heaters" para evitar condensación y humedad en el interior del generador. Estos calentadores de

espacio serán especialmente importantes en lugares con humedad elevada o en ambientes salinos.

- El generador deberá tener un factor TIF ("Telephone Influence Factor"), menor que 50, por NEMA MG1-22.43.
- El generador deberá estar provisto con supresión de interferencia de radio ("Radio Interference Suppression").
- Las cajas principales de terminales deberán ser ubicadas para permitir fácil acceso y de dimensiones adecuadas.

#### **6.5.3.2 Sistema de excitación**

El sistema de excitación será del tipo sin escobillas ("Brushless"), con generador de imán permanente ("Permanent Magnet Generator"). Esto último para suministrar potencia de excitación al regulador automático de voltaje, aumentando su inmunidad a la distorsión de voltaje, causada por cargas no lineales alimentadas por el generador, tal como es el caso de UPS y cargas controladas por SCR.

Sólo se permitirá otro tipo de sistema de excitación, cuando el imán permanente no sea de fabricación estándar ni se ofrezca como opción. En este caso el Fabricante deberá garantizar, por medio de pruebas certificadas, que el regulador de voltaje proporcionará una estabilidad y control de voltaje, de calidad equivalente al que puede obtenerse con excitatriz de imán permanente, ante la distorsión en la forma de onda, producida por cargas no lineales como SCR, cargadores de baterías y UPS.

El sistema de excitación deberá mantener la potencia del campo principal de excitación para el arranque óptimo de motor es y permitirá corriente de cortocircuito sostenida, para la coordinación y operación selectiva de los dispositivos de protección contra sobrecorriente del sistema. La excitatriz principal estará rotando en conjunto con el eje del generador.

### **6.5.3.3 Regulador de voltaje**

El regulador de voltaje deberá mantener, dentro de los límites aquí indicados, el voltaje de salida del generador antes cambios de carga, controlando la corriente de excitación. El regulador de voltaje deberá ser automático, del tipo estado sólido, con una característica de "Volt/Herz" para lograr la recuperación rápida del grupo ante cambios grandes de carga.

El regulador deberá controlar el voltaje de salida del generador aún cuando la carga conectada produzca formas de onda distorsionadas. Para ello el regulador deberá censar las tres fases y tener un buen filtrado para minimizar los efectos de la distorsión en la forma de onda, con el objeto de mejorar su respuesta.

El regulador será capaz de mantener el voltaje dentro de  $\pm 2\%$  del valor nominal para cualquier cambio de carga entre 0% y 100% de la carga nominal y deberá mantener una estabilidad de voltaje de  $\pm 0.5\%$  en cualquier condición de régimen permanente.

El regulador de voltaje permitir

- Rango de ajuste del voltaje de referencia:  $\pm 5\%$  del voltaje nominal.

- Ganancia de tensión para compensar la caída de velocidad (RPM) de la máquina, con la carga.

El regulador de voltaje incorporará protección contra sobre-excitación producida como resultado de sobrecarga severa al generador o un cortocircuito trifásico simétrico. En este último caso se permitirá una corriente de cortocircuito sostenida al menos de 250% de la corriente nominal, máximo 300%, por un tiempo aproximado de 10 segundos. Si la condición de sobrecorriente persiste luego de este tiempo, el regulador cortará la señal de excitación.

La caída de voltaje transitoria, no deberá ser mayor que 10% del voltaje nominal cuando se aplica la carga completa, a factor de potencia nominal. Esta caída de voltaje se presentará durante el arranque de motores, por tanto el voltaje se debe recuperar a  $\pm 2\%$  del voltaje nominal tan pronto como los motores aceleren hasta su velocidad nominal, aproximadamente en 1 segundo.

#### **6.5.4 Protecciones**

##### **6.5.4.1 Interruptor de salida**

Se deberá suministrar un interruptor con característica inversa tiempo-corriente, que protegerá el generador contra daño debido a su propia alta capacidad de corriente. Este interruptor no deberá dispararse dentro de un tiempo de 10 segundos para permitir la operación selectiva con otros dispositivos de sobrecorriente ubicados aguas abajo, en condición de falla.

El Fabricante debe ajustar el dispositivo de protección y garantizar que es adecuado, para proporcionar la protección mínima al generador de acuerdo con su característica de capacidad límite ("Capability Limit"), tomando en cuenta todos los componentes tales como estator, rotor, arrollado amortiguador, arrollado del excitador.

Este interruptor no tendrá reposición automática, y deberá tener capacidad de interrupción mayor o igual que la máxima corriente de cortocircuito disponible en su punto de instalación.

#### **6.5.4.2 Protección de sobrevoltaje**

Se incorporará una protección de sobrevoltaje, que ocasione la parada del grupo motogenerador si el voltaje de salida está 15% por encima del nominal, por un tiempo mayor a 1 segundo. Esta protección cubre la eventualidad de pérdida de señal que está censando el regulador de voltaje o falla en el mismo regulador, en cuyo caso se enviaría una señal errónea al excitador para incrementar el voltaje.

#### **6.5.4.3 Protección de falla a tierra**

La fuente de emergencia no requiere tener equipo de protección de falla a tierra con medio para desconexión automática. Si el grupo motogenerador de emergencia esta conectado en estrella sólidamente puesta a tierra, en sistemas de más de 150 voltios a tierra, y el dispositivo de protección principal del generador es de 1000 amperios o más, el CEN en su artículo 700-7 (d) requiere una indicación de falla a tierra en el interruptor principal del generador. En este último caso el equipo sensor de falla a tierra, requiere que el generador sea un sistema derivado separadamente

(ver CEN, artículo 250-5 (d) para definición de sistema derivado separadamente), para lograr la instalación y operación adecuada del sensor de falla a tierra.

#### **6.5.4.4 Sistema de puesta a tierra**

La puesta a tierra del neutro del generador deberá estar de acuerdo con los requerimientos del CEN en sus artículos 250-5, 250-26 en el caso del switch de transferencia de 3 polos, la conexión del neutro a tierra no deberá violar los requerimientos del artículo 250-21 del cen.

En este caso, para evitar caminos divididos de la corriente por el neutro, sólo deberá existir una conexión física del conductor de neutro a tierra. Esta conexión será en el punto de alimentación de la fuente normal, tal que el neutro del generador no esté puesto a tierra.

#### **6.5.4.5 Panel de control del generador**

El panel de control deberá:

- Ser del tipo electrónico modular.
- Estar localizado en las proximidades del grupo motogenerador en una ubicación tal que permita su observación sin cambiarlo de posición. El panel de control podrá estar montado en el grupo motogenerador, en cuyo caso este deberá disponer de aisladores contra vibración, en sus puntos de fijación al generador. El gabinete del panel deberá tener cerramiento tipo NEMA 3R.

- Operar satisfactoriamente en el rango de temperatura de -40 C a 70 C.
- Incluir un medio de protección de los componentes de estado sólido, contra sobrevoltajes, picos transitorios y ruido eléctrico.

#### **6.5.4.6 Indicadores e instrumentos**

El panel de control deberá poseer los siguientes elementos:

- Un voltímetro AC, analógico o digital, con precisión mínima de  $\pm 2\%$  del valor indicado. La escala del voltímetro deberá estar de acuerdo con la tensión de salida del grupo motogenerador.
- Un amperímetro AC, analógico o digital, con precisión mínima de  $\pm 2\%$  del valor indicado. La escala del amperímetro deberá estar de acuerdo con la capacidad del grupo motogenerador.
- Un frecuencímetro, con escala de 45-65 Hz, con precisión mínima de  $\pm 0.5\%$  del valor indicado, analógico o digital.
- Un switch selector que permita lectura de voltaje entre fases y corriente en cada fase del generador. El switch selector dispondrá de una posición "OFF".

#### **6.5.4.7 Selector de posiciones**

El panel de control deberá disponer de un switch selector que permita las posiciones “run-off-auto” para lograr las siguientes funciones:

- Posición Auto: Permitirá arrancar automáticamente el grupo motogenerador por el cierre de un contacto remoto y lo detendrá por la apertura del mismo contacto remoto.
- Posición Run: Manualmente se arranca y se pone a funcionar el grupo motogenerador sin depender de la posición de los contactos de arranque remoto.
- Posición Off: Manualmente detendrá el grupo motogenerador y no arrancará aún cuando se cierre el contacto de arranque remoto. Esta posición también permitirá la reposición de señales de falla, o podrá disponerse de otra posición para esta función.

Las posiciones del selector podrán estar marcadas con otra denominación, pero en cualquier caso sus funciones deberán ser las mismas descritas anteriormente como “RUN-OFF-AUTO”. En posición automático, el selector deberá permitir un tiempo de funcionamiento sin carga, luego de recibirse la señal de parada, para efectos de enfriamiento del motor.

#### **6.5.5 Sistema de arranque cíclico**

El panel de control deberá incluir un sistema de arranque del tipo cíclico, que cumpla con los siguientes requerimientos:



- Deberá permitir ciclos de arranque automático de aproximadamente 15 segundos de duración seguido por un período de descanso de aproximadamente 15 segundos de duración.
- En el arranque y puesta en marcha del grupo, cesará el sistema de arranque cíclico.
- El sistema de arranque tipo cíclico deberá poder ser iniciado por cualquiera de las siguientes condiciones:
  - Arranque manual.
  - Pérdida de la fuente normal en el sistema de transferencia automática asociado al grupo motogenerador. En este caso, el motor arrancará por el cierre de un contacto remoto y se detendrá, después de un retardo de tiempo apropiado, cuando se abra el contacto remoto.
  - Un ejercitador ubicado en el sistema de transferencia automática.
  - Un switch de prueba, operado manualmente ubicado en el sistema de transferencia automática.

#### **6.5.6 Panel de alarmas**

Se deberá suministrar, en montaje separado, un panel anunciador de alarmas, alimentado por las baterías de arranque del grupo, para anunciar visualmente la ocurrencia de cualquiera de las siguientes condiciones:

### 6.5.6.1 Señales de alarma

- Sobrearranque
- Alta temperatura del refrigerante
- Baja presión de aceite
- Sobrevelocidad
- El switch de control no esta en posición "AUTO"
- Mal funcionamiento del cargador de baterías de arranque
- Bajo voltaje en las baterías de arranque

Estas señales de alarma serán puntos lumínicos de color rojo.

- Baja temperatura del refrigerante.
- Bajo nivel de combustible en el tanque principal.

Estas señales podrán ser puntos lumínicos de color amarillo.

Señales de pre-alarma, que se activarán cuando los parámetros se acerquen a un punto crítico para la máquina. Estas son:

- Alta temperatura del refrigerante.

- Baja presión de aceite.

Estas señales de pre-alarma podrán ser puntos lumínicos de color amarillo.

Tanto las señales de alarma como las señales de pre-alarma, deberán ser ajustadas en fábrica para cada grupo motogenerador, al valor que el Fabricante considere seguro y adecuado para el grupo.

#### **6.5.6.2 Señales remotas**

Deberán ser proveerse contactos secos, para la transmisión remota de señales de alarma. Estos contactos secos deberán ser cableados hasta una regleta terminal, perfectamente identificada, ubicada en el panel de control del motogenerador. Cada punto de conexión estará numerado para su fácil identificación y cableado posterior.

El acceso a estos puntos de conexión no deberá presentar dificultades ni afectar el panel de control del generador.

Los contactos secos estarán disponibles para las siguientes señales de alarma:

- Generador alimentando la carga
- Bajo voltaje de baterías de arranque
- Sobretensión del generador
- Baja tensión del generador

- Bajo nivel de combustible
- Bajo nivel de aceite
- Alta temperatura del medio de enfriamiento
- Falla de red

### **6.5.7 Instrumentos de medición**

Deberá preverse un voltímetro con switch selector y un frecuencímetro, para la medición de la fuente normal. Estos instrumentos podrán estar montados en la puerta del tablero de transferencia automática, o en un gabinete adyacente para instalar únicamente los instrumentos y el switch selector. Los instrumentos deberán estar perfectamente identificados, al igual que las posiciones del switch selector.

### **6.5.8 Transferencia de carga de motores**

Deberá incluirse una previsión para reducir la corriente excesiva que puede resultar al transferir carga de motores, de una fuente a la otra, producto de una conexión fuera de fase entre los motores y la fuente. Una opción de solución podrá ser el uso de un retardo de tiempo ajustable, para permitir que el voltaje residual de los motores disminuya a un nivel seguro (aproximadamente 25% del voltaje nominal), antes de completar la transferencia a la otra fuente.

Otra opción de solución puede ser el uso de monitores de fase. Este elemento es necesario en lugares con sistemas de aire acondicionado importantes, que involucren motores compresores y ventiladores. También se incluyen ascensores y motores en general.

#### **6.5.9 Contactos auxiliares**

El sistema de transferencia tendrá uno o más contactos auxiliares para la fuente normal y la fuente de emergencia que puedan ser utilizados para señalización remota de la posición del switch.

#### **6.5.10 Cargador de baterías**

Se suministrará un cargador para las baterías de arranque del grupo motogenerador.

Los cargadores deberán tener las siguientes características, sin intervención manual:

- Voltaje de entrada: Según se indique en las Especificaciones Particulares.
- Voltaje nominal de salida: 12 ó 24 voltios según sea requerido por el grupo motogenerador.

- Dos regímenes de carga con conmutación automática del modo flotación al modo equalización. La conmutación automática prevendrá sobrecarga de las baterías.
- Regulación de voltaje de  $\pm 1\%$  ó menos, sin carga a plena carga, con variaciones de tensión de línea de 10%.
- Alta capacidad de corriente de carga (10 amperios) para recarga rápida de las baterías.

El cargador tendrá fusibles en la entrada de alimentación y en la salida de alimentación C.C. para evitar daños al cargador por condiciones de sobrecarga y cortocircuito. El cargador tendrá amperímetro y voltímetro para indicar el régimen de carga de las baterías, con precisión mínima de 5%. El cargador deberá ser capaz, a su voltaje nominal, de suministrar energía a una batería completamente descargada, sin daño al cargador.

El cargador tendrá la corriente limitada durante el arranque del motor y condiciones de cortocircuito para evitar que el equipo sea sobrecargado. El cargador será adecuado para las baterías que se suministren. En caso de que se indique un tipo particular de baterías a utilizar, el cargador suministrado deberá adaptarse a las características de dichas baterías.

#### **6.5.11 Preparación de baterías y arranques**

Todas las superficies metálicas expuestas deberán tener una pintura base con inhibidor de corrosión y un acabado de esmalte a máquina, duradero. El acabado de

superficies y pintura debe ser de acuerdo al sistema de pintura estándar del fabricante y a las condiciones del ambiente especificado.

## **6.5.11 Inspecciones y pruebas**

### **6.5.11.1 Inspecciones**

Todos los equipos pueden ser inspeccionados por El Comprador o su representante durante la fabricación, pruebas de funcionamiento y cuando el equipo esté listo para su despacho.

### **6.5.11.2 Pruebas al grupo motogenerador**

Para garantizar que el equipo ha sido diseñado y construido con la mayor confiabilidad y estándares de calidad, el Fabricante deberá realizar las siguientes pruebas:

- Pruebas en Fábrica. De acuerdo con NFPA-110, 1993, Punto 6-4.2.
- Pruebas en Sitio (Si son requeridas en las Especificaciones Particulares).

### **6.5.11.3 Pruebas en fábrica**

La unidad debe tener pruebas estándar de funcionamiento en fábrica antes de la instalación en sitio. El Comprador se reserva el derecho a atestiguar las pruebas y debe ser notificado al menos con 10 días de antelación.

La unidad debe ser probada en fábrica bajo condiciones de diseño. El Fabricante debe suministrar al Comprador un reporte de todas las pruebas de funcionamiento de la unidad. Las siguientes pruebas son requeridas como mínimo:

- 100% de la carga - 4 horas
- 75% de la carga - 1 hora
- 50% de la carga - 1 hora

Durante la realización de estas pruebas, las siguientes lecturas deben ser monitoreadas y registradas:

- Salida: Potencia, Voltaje, Corriente.
- Presión de aceite antes del motor.
- Temperatura del agua de enfriamiento después del motor.
- Consumo de combustible.
- Vibración.



- Nivel de ruido a 100% de carga.

Los dispositivos de alarma y disparo del grupo serán probados simulando las condiciones requeridas para forzar su operación. Cualquier defecto que se haga evidente en estas pruebas deberá ser corregido antes de que el grupo completo sea aceptado por el Comprador.

#### **6.5.11.4 Pruebas en sitio**

Las pruebas en sitio deberán ser realizadas por el Fabricante o por el representante autorizado del Fabricante del grupo motogenerador. Deberá notificarse al personal de ingeniería, operadores y personal de mantenimiento, relacionados con el grupo motogenerador, de la fecha y hora de estas pruebas.

Las pruebas incluirán pero no estarán limitadas a:

- Verificar los accesorios que funcionan normalmente mientras el generador esta detenido, antes del arranque del grupo. Estos accesorios incluirán: calentadores, cargador de baterías, señales luminosas y otros.
- Con la carga que será servida por el grupo, se iniciará el arranque automático del grupo desde la condición "en frío", mediante la pérdida de voltaje de la fuente normal. Esto permitirá probar el arranque automático remoto del grupo, transferencia de carga con las temporizaciones correspondientes, retransferencia y parada automática.

Durante estas pruebas deberá llevarse el control de los siguientes parámetros:

- Presión de aceite.
- Temperatura del medio de enfriamiento.
- Nivel de carga de las baterías en intervalos de 5 minutos durante los primeros 15 minutos, y luego en intervalos de 15 minutos.
- Voltaje, corriente y frecuencia del generador.
- Retardo de tiempo en iniciarse el arranque.
- Tiempo de arranque hasta que el motor arranca y comienza a funcionar.
- Tiempo para alcanzar la velocidad de operación.
- Tiempo requerido para alcanzar la condición de operación en estado estable.

Se deberá:

- Continuar la prueba con carga por un tiempo máximo de 2 horas, tomando nota de los cambios de carga y el efecto resultante en voltaje y frecuencia.
- Restablecer la fuente de alimentación normal y tomar el tiempo de retransferencia y el tiempo de enfriamiento del motor antes de su parada.
- Luego de 5 minutos se debe iniciar otra pérdida de voltaje en la fuente normal e inmediatamente después de alcanzar la velocidad nominal, se debe aplicar en un paso, el 100% de los KW indicados en la placa con los factores de

derrateo aplicables, utilizando la carga del sistema complementada por un banco de carga (si esto último es requerido).

- Se debe llevar el control de todos los parámetros mencionados previamente.

#### **6.5.12. Documentos a ser suministrados por el proveedor**

Todos los documentos que debe suministrar El Proveedor - como mínimo -, están detallados en la requisición, en el anexo "Documentos Requeridos del Proveedor" para cada fase (Licitación y después de otorgada la Orden de Compra), con indicaciones de la cantidad de copias para aprobación y demás instancias.

##### **6.5.12.1 Garantías**

###### Mecánicas

- Toda Unidad Motogeneradora y sus partes componentes deberán ser garantizadas por El Proveedor, contra defectos en materiales, diseño y mano de obra, por el tiempo a partir de la fecha de embarque indicado en las Especificaciones Particulares.
- Si ocurre algún mal funcionamiento o defecto durante el período de garantía, El Proveedor deberá hacer todas las alteraciones, reparaciones, reemplazos y transporte necesarios para que el equipo funcione correctamente,

libre de costos para El Comprador y realizará de nuevo, todas las pruebas que originalmente hayan sido efectuadas, a plena satisfacción de El Comprador.

#### De Funcionamiento

- El Proveedor garantizará por escrito que el comportamiento del equipo cumple con todas las condiciones de operación garantizadas según la oferta y aprobadas en la Orden de Compra.

#### De Suministro de Repuestos

- El Proveedor deberá garantizar la disponibilidad de los repuestos para sus equipos durante un período de 10 (diez) años, contados a partir de la fecha de la orden de compra.

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1. Conclusiones**

En el presente trabajo, se llevaron a cabo todas las etapas establecidas tanto en el objetivo general como en los específicos, necesarias para realizar el estudio.

De los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- 1.** El sistema eléctrico de emergencia a escoger es el motogenerador por poseer la capacidad necesaria para el Centro Empresarial Teramo.
- 2.** La capacidad del generador se estima en 40kVA, teniendo en cuenta las cargas y que el edificio no es propiedad de INELECTRA.
- 3.** El generador se dimensiona con una autonomía de cuatro (4) horas, ya que es el tiempo que dura el combustible, después de estas cuatro (4) se tiene que abastecer nuevamente.
- 4.** La capacidad del generador incluye las cargas asociadas a tres (3) unidades de aires acondicionados de 9000 BTU cada una. Lo que implica la realización de trabajos para la separación de la carga que tomará el generador en caso de contingencia.

5. Se recomienda la instalación de una transferencia manual, en este caso se debe realizar la adecuación del tablero principal del edificio, para luego colocar la transferencia en dicho tablero, ya que existe espacio suficiente para ubicarlo.
6. Del análisis de retorno de inversión se observa que con tasas de falla relativamente bajas y menores a las que estamos presentando actualmente la inversión puede ser recuperada en un corto plazo (aproximadamente en 3 años). De ser la tasa de falla mayor se recuperaría con mayor rapidez la inversión. Al igual que si la tasa de inflación es menor. Y en diez (10) años asumiendo que el equipo no tenga un valor de retorno, se tendría una cantidad considerable de ganancia.
7. Los valores presentados en este documento tales como: carga del edificio, capacidad del generador, valor de la hora hombre en Bsf., gastos de combustibles, precio del Generador, tasa de falla, etc. son referenciales.

## **7.2. Recomendaciones**

1. Se deben incluir UPS a cada máquina estática para asegurar la continuidad del trabajo, ya que la transferencia será manual.
2. Mejorar el tablero principal de manera que puedan ser distribuidas las cargas de aires acondicionados provistos para el sistema eléctrico de emergencia.
3. Dividir las cargas de emergencia del tablero principal colocando un tablero de emergencia o de transferencia que entraría en servicio al momento de una falla eléctrica de forma manual.

4. Colocar el Motogenerador de Emergencia o Planta sobre una Bandeja de recolección o contenedora de hidrocarburos; la cual recoja el combustible del tanque de almacenamiento en caso de un derrame por rotura del mismo o los residuos de aceite que ésta pudiera generar por el uso continuo.
  
5. Realizar mantenimiento preventivo periódicamente para evitar el deterioro del equipo, y así tenga la vida útil prolongada. Una vez al mes es lo que aconsejan los fabricantes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Touron, Elio, en **“Calculo y diseño de un motor-generator D.C.”** Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela. (1973)
2. Ciccarella, Carmelo, **“Factibilidad de uso de subestaciones móviles para el sistema eléctrico de CORPOVEN Distrito Anaco”** Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela. (1995)
3. Heredia, Jesús, en **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y RENDIMIENTO DE LOS GENERADORES DE EMERGENCIA C.V.G BAUXILUM”** Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela. (1999)
4. Fink, Donald, en **“Manual Práctico de Electricidad para Ingenieros Tomo III”**. Editorial Reverté. México 2.000.
5. Harper, Enríquez, en **“Diseño de sistemas eléctricos”** Editorial Limusa. México, 2.005.
6. Morales, Arturo, en **“La electricidad que viene del Sol: Una Fuente de Energía Limpia”** Editorial Reverté. México 2.006.
7. Hernández, Richard, en **“Estudio de carga sistemático y análisis económico para la incorporación de un sistema de energía alternativa en el edificio la FINESTRA sede principal de INELECTRA entro de ejecución Oriente**



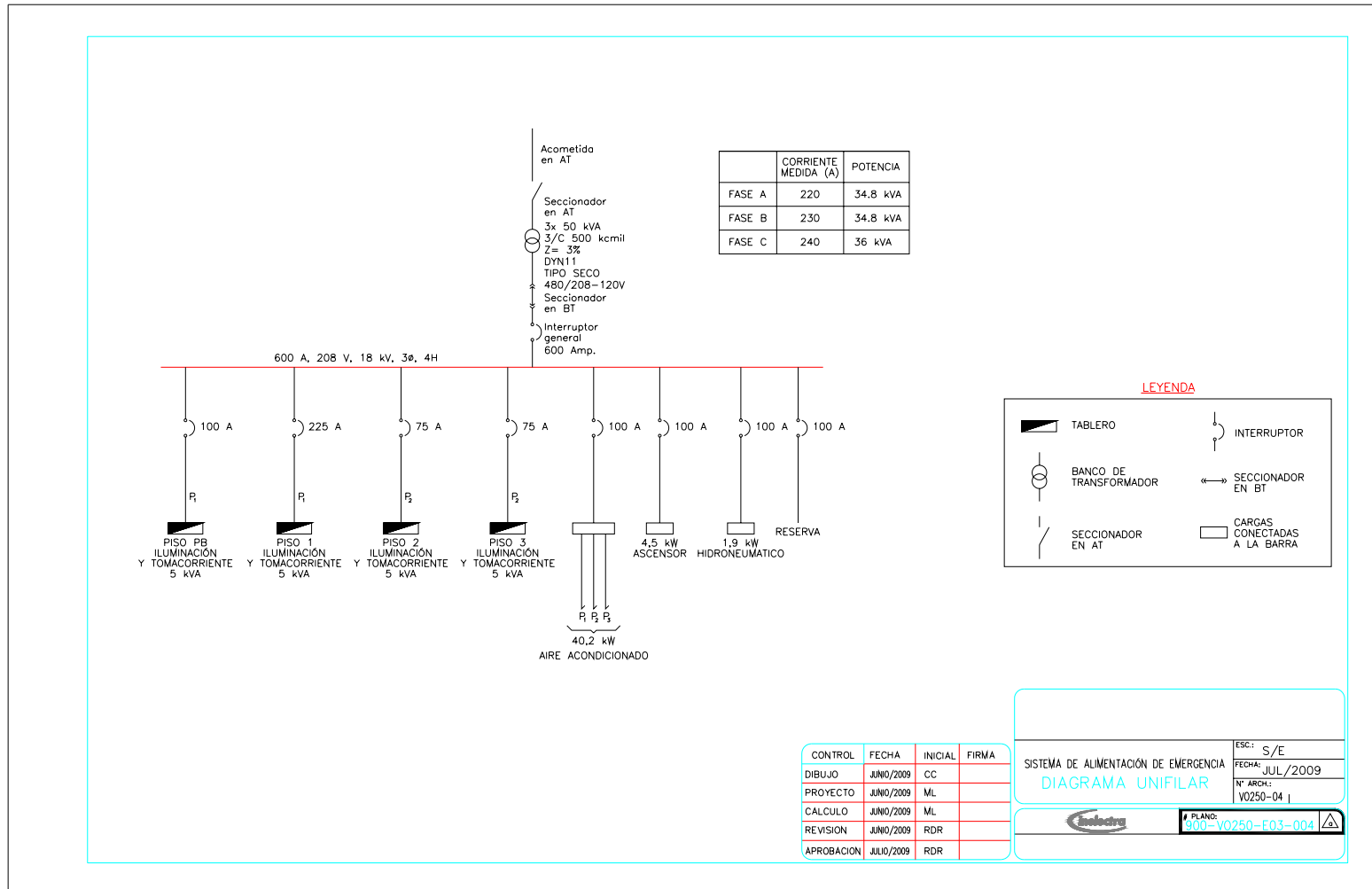
**ubicado en la ciudad de Lehería del Estado Anzoátegui**” Politécnico Santiago Mariño, Barcelona, Venezuela. (2007)

8. Chablé, Miguel, en **“Sistemas eléctricos de emergencia, Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios”** PEMEX. (2007)
9. Indriago, Daniel, en **“Análisis de la factibilidad de interconexión entre los switchgear de las líneas I y II del Complejo I de CVG Venalum,** Universidad de Oriente, Barcelona, Venezuela (2.009)
10. Gil, Knier. En **“Cómo Funcionan las Celdas Fotovoltaicas”**, [http://www.ciencia.nasa.gov/headlines/y2002/solarcells\\_spanisha.htm](http://www.ciencia.nasa.gov/headlines/y2002/solarcells_spanisha.htm) [Consulta; 2.009, Marzo 13].
11. Guzmán, José. En **“Celdas Solares”**, <http://www.textoscientificos.com/energia/celulas> - 22k. [Consulta; 2009, Marzo 14].
12. Hernández, Jesús. En **“Generador Eléctrico”**, <http://www.es.wikipedia.org/wiki/Generador>. [Consultada; 2.009, Marzo 11].
13. Muñoz, Juan. En **“Generador de Corriente”**, [http://www.walter-fendt.de/ph11s/generator\\_s.htm](http://www.walter-fendt.de/ph11s/generator_s.htm). [Consulta; Marzo 11].
14. Castro, Carlos. En **“Generadores de Emergencia”**, [http://statefarm.convertlanguage.com/statefarm/enes/24/\\_www\\_statefarm\\_com/.../learning\\_lossprev\\_generators.asp](http://statefarm.convertlanguage.com/statefarm/enes/24/_www_statefarm_com/.../learning_lossprev_generators.asp). [Consulta; 2.009, Marzo 12].

15. Guzman, Pedro. En **“Plantas Eléctricas de Reserva”**, [http://www.articulosinformativos.com/Plantas\\_Electricas\\_de\\_Reserva\\_Wyoming-r926662-Wyoming.html](http://www.articulosinformativos.com/Plantas_Electricas_de_Reserva_Wyoming-r926662-Wyoming.html).

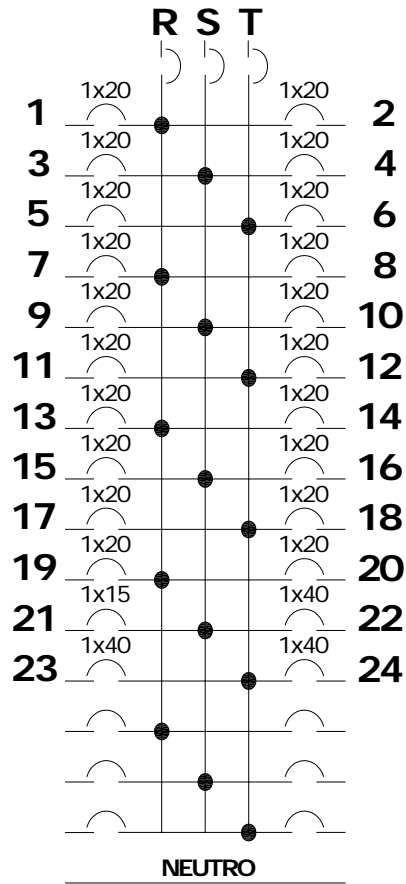
## Anexo A

### Diagrama Unifilar del Centro Empresarial Teramo



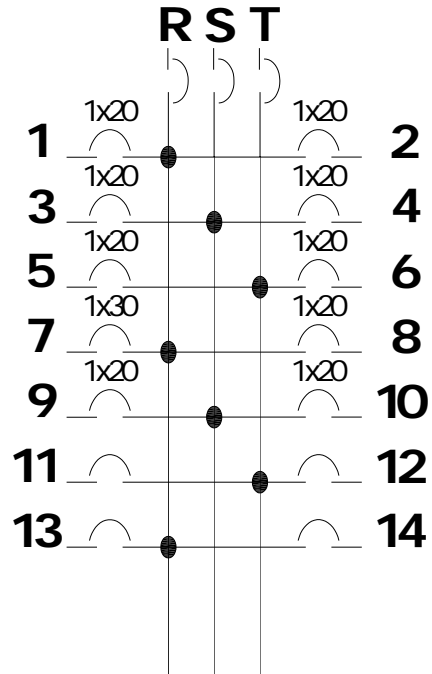
**Anexo B**

**Diagrama Trifilar del Tablero Principal del Centro Empresarial Teramo**



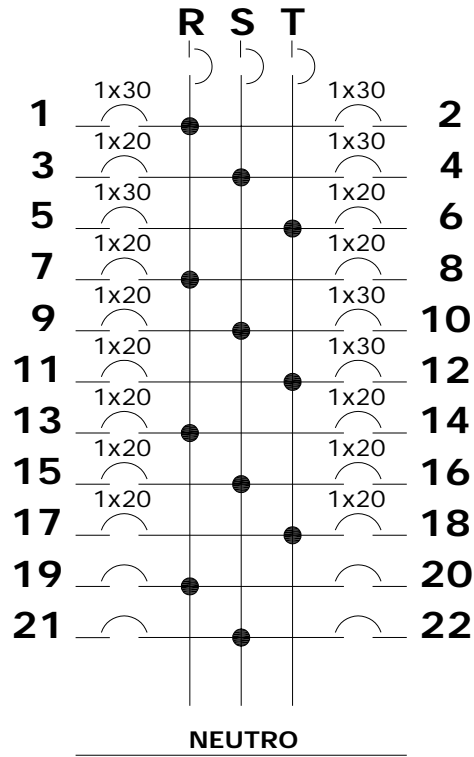
Anexo C

Diagrama Trifilar del Sub Tablero A del Piso 3 del Centro Empresarial Teramo



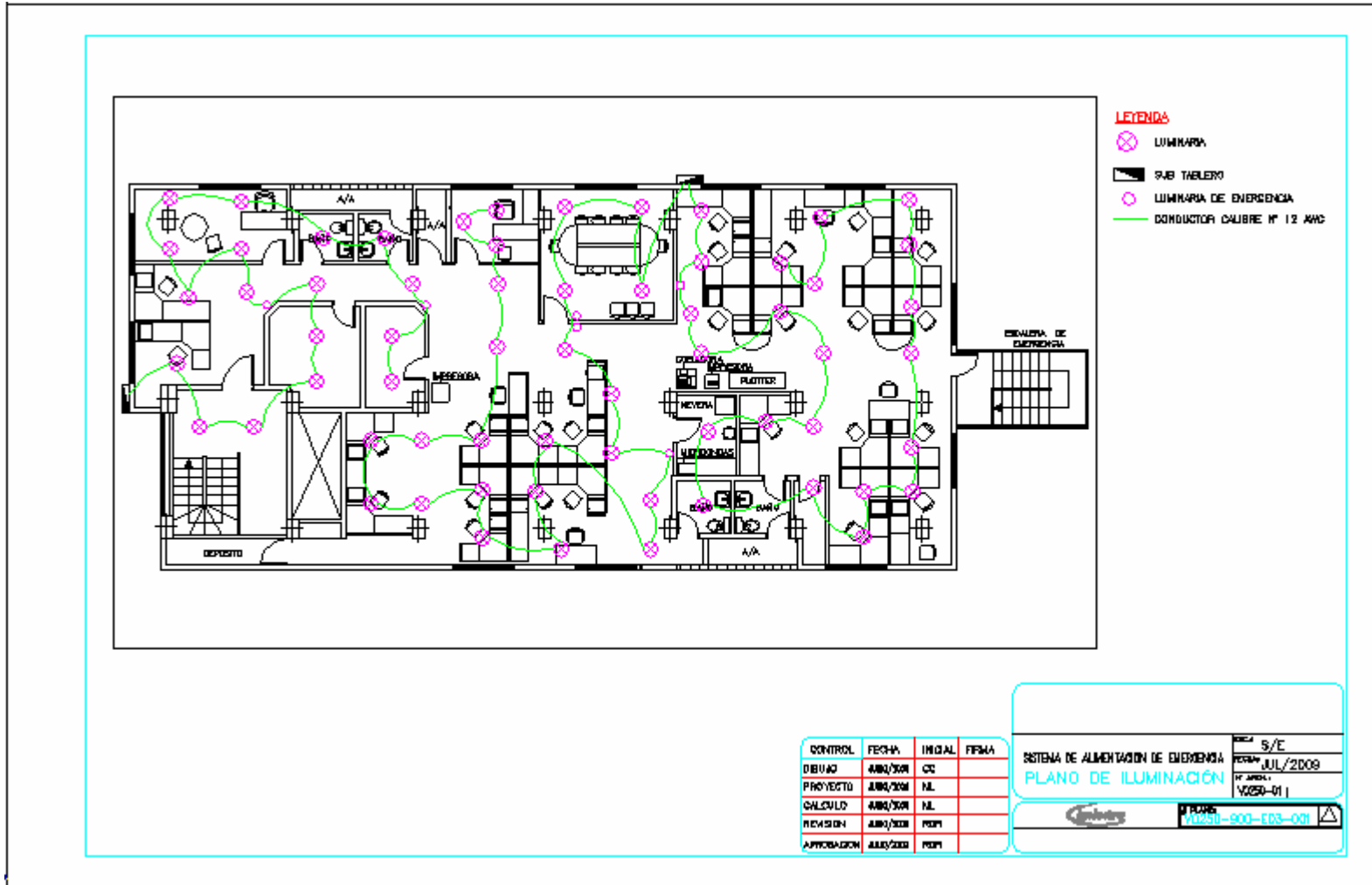
Anexo D

Diagrama Trifilar del Sub Tablero B del Piso 3 del Centro Empresarial Teramo



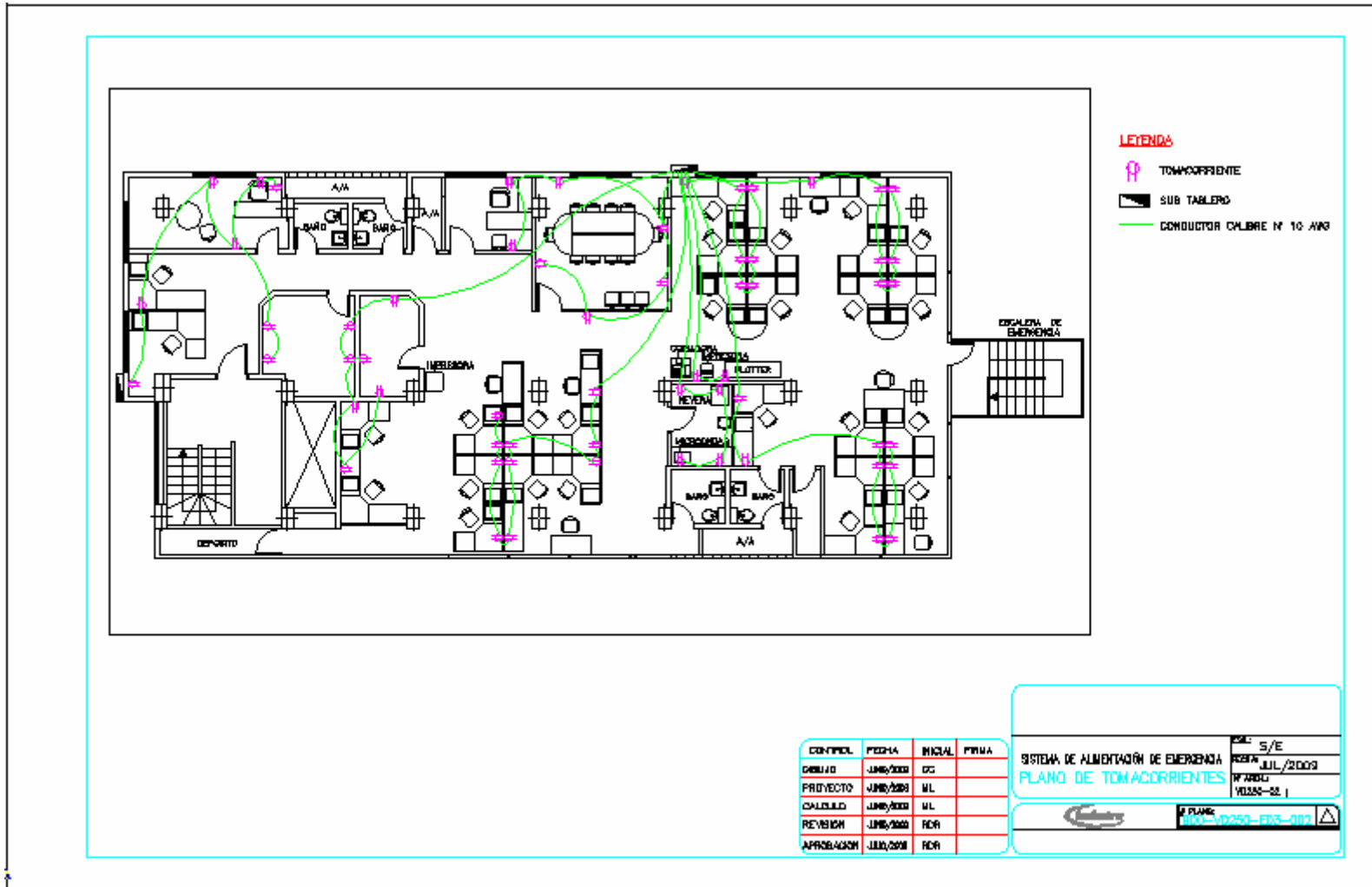
## Anexo E

### Plano de Iluminación del Piso 3 del Centro Empresarial Teramo



## Anexo F

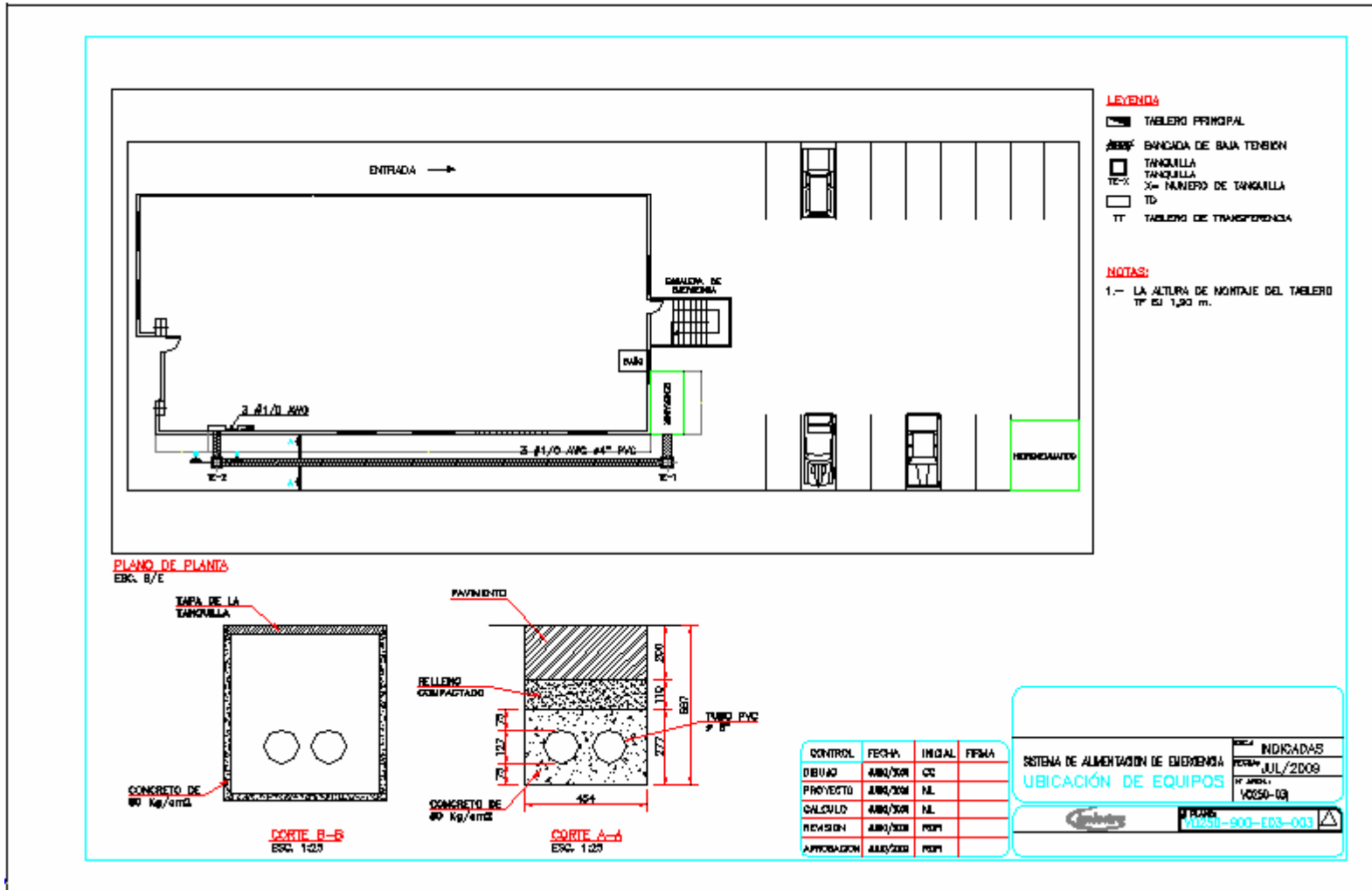
### Plano de Tomacorrientes del Piso 3 del Centro Empresarial Teramo





## Anexo G

### Plano de Ubicación del Generador y Bancadas



## Anexo H

### Documento de Cómputos Métricos

<b>GENERADOR CENTRO EMPRESARIAL TERAMO ESTADO ANZOATEGUI CANTIDADES DE OBRAS OBRA: GENERADOR TERAMO</b>		Recibido por: .....		
		Estimador: .....		
		Revisado por: .....		
		Elaboración: .....		
		Licitación: .....		
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.	TOTAL B.
<b>1. OBRAS PROVISIONALES</b>				
DEMOLICIÓN DE OBRAS DE CONCRETO	m3	3.00	600.00	1,800.00
<b>2. MOVIMIENTO DE TIERRA</b>				
EXCAVACIÓN EN TIERRA A MANO PARA FUNDACIONES Y ZANJAS HASTA PROFUNDIDADES COMPRENDIDAS ENTRE 0.00 Y 1.50 METROS.	m3	2.00	45.00	90.00
RELLENO COMPACTADO CON TIERRA / MATERIAL DE LA EXCAVACIÓN AL 95% DE COMPACTACIÓN.	m3	4.00	80.00	320.00
RELLENO CON PIEDRA PICADA COMPACTADA DIÁMETRO 20 mm A 30 mm.	m3	0.20	150.00	30.00
TRANSPORTE URBANO EN CAMIONES, A DISTANCIAS MAYORES DE 200 m DE MATERIALES, A DISTANCIAS COMPRENDIDAS ENTRE 4 Y 20 KM. INCLUYE CARGA Y DESCARGA.	m3xkm	20.00	30.00	600.00
<b>3. COLOCACIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS</b>				
SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 4" PVC CLASE AB, ACOMETIDA Y DISTRIBUCIÓN EN LA PLANTA	m	4.00	250.00	1,000.00
CONSTRUCCIÓN DE TANQUILLA Y SUMINISTRO DE TUBERÍA DE DESCARGA DE PVC DE DIA = 4" A, PARA AGUAS SERVIDAS. INCLUYE TODOS LOS MATERIALES.	und	1.00	2,500.00	2,500.00
<b>4. OBRAS DE CONCRETO</b>				
CONCRETO DE F'c 300 KG/CM2 ACABADO DE ACABADO CORRIENTE, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE FUNDACION, TIPO MACIZA, VIGAS Y COLUMNAS	m3	3.00	1,200.00	3,600.00
SUMINISTRO, TRANSPORTE, PREPARACIÓN Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO Fy 4200 KG/CM2	kg	20.00	3.00	180.00
<b>5. OBRAS METÁLICAS</b>				
SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE PUERTAS BATIENTES ENTAMBORADAS DE LÁMINAS DE ACERO CALIBRE 16. INCLUYE HERBAJES	m2	0.00	350.00	2,600.00
SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE MARCOS PARA PUERTAS DE CHAPA DOBLADA DE ACERO PARA PAREDES DE 15 CM DE ESPESOR. INCLUYE VISOR SUPERIOR	und	2.00	250.00	500.00
<b>6. OBRAS ELÉCTRICAS E INSTRUMENTACIÓN</b>				
I.E. TUBERÍA PLÁSTICA RÍGIDA PESADA DE PVC EMBUTIDA, DIÁMETRO 3/4 " (19 mm).	m	30.00	15.00	450.00
I.E. CABLE DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 12 AWG (2.92 mm).	m	60.00	8.00	480.00
I.E. CABLE DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 10 AWG (2.95 mm).	m	10.00	11.00	110.00
I.E. CABLE DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 8 AWG (3.71 mm).	m	260.00	18.00	4,680.00
I.E. CABLE DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 6 AWG (4.76 mm).	m	200.00	20.00	4,000.00
I.E. CABLE DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 2/0 AWG (10.7 mm).	m	30.00	35.00	3,150.00
I.E. CABLE DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, THW, CALIBRE 4/0 AWG	m	70.00	110.00	7,700.00
I.E. MULTICONDUCTOR DE COBRE, TRENZADO, REVESTIDO, THW-THW, 12 CONDUCTORES CALIBRE 12 (2.92 mm).	m	20.00	80.00	1,600.00
I.E. TABLERO METÁLICO TIPO NUBAS CON PUERTA, 12-01, TRES FASES-NEUTRO, 16 CIRCUITOS, ICC-14 KA, BARRAS 100 A, CON INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 3X50 A Y SECUNDARIOS: 4 DE 1X20 A, 1 DE 1X30 A, 3 DE 2X20 A Y 2 DE 2X30 A	pas	1.00	3,500.00	3,500.00
I.E. LUMINARIA FLUORESCENTE 2x48 W BALASTO ELECTRÓNICO, MONTAJE SUPERFICIAL EN TECHO	pas	1.00	150.00	150.00
I.E. TOMACORRIENTES CON TAPA PLÁSTICA, PUENTE Y TORNILLOS, COMBINABLE DOBLE, UNA FASE, 20 A	pas	2.00	45.00	90.00
I.E. INTERRUPTOR CON TAPA PLÁSTICA, PUENTE Y TORNILLOS, SIMPLE, 20 A.	pas	1.00	35.00	35.00
BANCADEA DE CUATRO TUBOS DE BAJA TENSIÓN DIÁMETRO 4P+NP CON ENVOLVENTE DE CONCRETO RCC 120 KG/CM2 TIPO BICIA.	m	3.00	450.00	1,350.00
BANCADEA DE DOS TUBOS DE BAJA TENSIÓN DIÁMETRO 2P CON ENVOLVENTE DE CONCRETO RCC 120 KG/CM2 TIPO BICIA.	m	2.00	250.00	500.00
I.E. CABLE DE COBRE, TRENZADO, DESNUDO, CALIBRE 2/0 AWG (10.64 mm).	m	5.00	90.00	450.00
I.E. ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA.	pas	1.00	190.00	190.00
I.E. SOLDADURA EXOTÉRMICA TIPO CADWELL.	und	2.00	250.00	500.00
CONEXIONADO DE ESTRUCTURA METÁLICA O EQUIPO A TIERRA	und	4.00	250.00	1,000.00
TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE GENERADORES DE EMERGENCIA, USO INTERIOR DE 69/75 KW/VA, 205/120 V, 3F-3H. INCLUYE CONEXIONADO, NIVELACIÓN, TRANSPORTE, IZAJE, ETC.	und	1.00	6,500.00	6,500.00
TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA DE GENERADOR DE EMERGENCIA USO INTERIOR DE 550A, 4 POLOS, 3F, INCLUYE CONEXIONADO, NIVELACIÓN, TRANSPORTE, IZAJE, ETC.	und	1.00	2,500.00	2,500.00
PRUEBAS, CALIBRACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	und	1.00	1,000.00	1,000.00
<b>8. ALBAÑILERÍA</b>				
CONSTRUCCIÓN DE PAREDES DE BLOQUES HUECOS DE ARCILLA, ACABADO CORRIENTE E= 15 CM. NO INCLUYE MACHONES, DINTELES NI BROCALES	m2	30.00	160.00	4,800.00
CONSTRUCCIÓN DE REVESTIMIENTO INTERIOR EN PAREDES CON MORTERO A BASE DE CAL, ACABADO LISO. INCLUYE FRISO BASE.	m2	30.00	35.00	1,050.00
CONSTRUCCIÓN DE REVESTIMIENTO EN PAREDES EXTERIORES CON TABILLAS DE ARCILLA IGUALES A LA EXISTENTE, OBRA LIMPIA INCLUYE FRISO BASE.	m2	26.00	60.00	1,560.00
CAPA IMPERMEABILIZANTE EN LOSAS O PLACAS HORIZONTALES CON RECUBRIMIENTO ELÁSTICO APLICABLE EN FRÍO CON BROCHA O RODILLO COLOR BLANCO TIPO ADESTOP 34 O SIMILAR	m2	11.00	90.00	990.00
CONSTRUCCIÓN DE REVESTIMIENTO INTERIOR Y EXTERIOR EN TECHO CON MORTERO A BASE DE CAL, ACABADO LISO. INCLUYE FRISO BASE.	m2	11.00	45.00	495.00
SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE BLOQUES TIPO TABELON PARA TECHO	m2	11.00	25.00	275.00
<b>9. ESTRUCTURA</b>				
SUMINISTRO, TRANSPORTE Y CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS EN TUBULAR ESTRUCTURAL DE 100x100, INCLUYE CORTE SOLDADURAS Y PINTURA FONDO MINIO	m	10.00	3.50	35.00
SUMINISTRO, TRANSPORTE Y CONSTRUCCIÓN DE VIGAS EN TUBULAR ESTRUCTURAL IPN 100, INCLUYE CORTE SOLDADURAS Y PINTURA FONDO MINIO	m	15.00	3.50	142.50
SUMINISTRO, TRANSPORTE Y CONSTRUCCIÓN DE CORREAS EN TUBULAR ESTRUCTURAL DE 120x60, INCLUYE CORTE SOLDADURAS Y PINTURA FONDO MINIO	m	15.00	0.50	127.50
SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE CENTRO PISO 4"	und	1.00	120.00	120.00
PINTURA CAUCHO INTERIOR EN PAREDES, INCLUYE FONDO ANTIALCALINO	m2	24.00	4.00	96.00
PINTURA CAUCHO INTERIOR EN TECHOS, COLOR BLANCO INCLUYE FONDO ANTIALCALINO	m2	12.00	4.00	48.00
RECUBRIMIENTO EN REJAS DE LÁMINA DE ACERO ACABADO COLOR GRIS MEDIO.	m2	3.00	8.00	24.00
RECUBRIMIENTO "SIGMA" COATING EN PUERTAS METÁLICAS DE LÁMINA DE ACERO, ACABADO COLOR GRIS MEDIO.	m2	5.00	9.00	45.00
CONSTRUCCIÓN DE ACERA ESPESOR DE 10CM. INCLUYE ENCOFRADO Y ACERO DE REFUERZO.	m3	0.60	1,200.00	720.00
RECUBRIMIENTO PROTECTOR DE LAS TABILLAS DE ARCILLA CON PRODUCTO A BASE DE SILICONA MATE TIPO SIKASILICÓN O SIMILAR.	m2	24.00	4.00	96.00
<b>11. MISCELÁNEOS</b>				
VARIACIÓN DE PRECIOS 10%	SG	1.00	1.00	1.00

# Anexo I

## Curva de Coordinación de Protecciones para un Interruptor EDB 125A

Series C F-frame circuit breaker  
time current curves

Trip Curves TC01200002E  
Effective May 2009

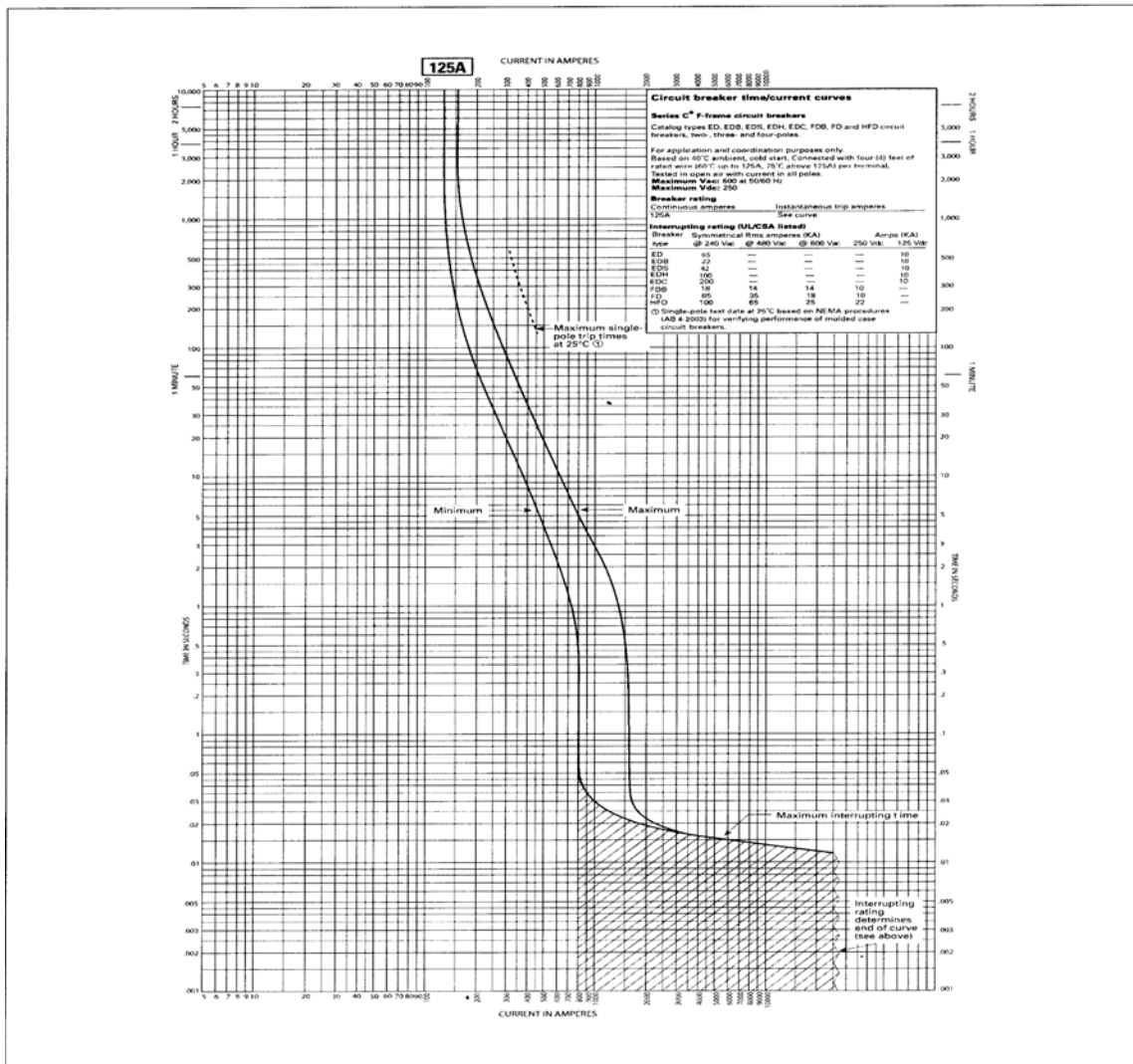


Figure 31. Types ED, EDB, EDS, EDH, EDC, FDB, FD, and HFD 125A—Curve No. SC-4148-87B

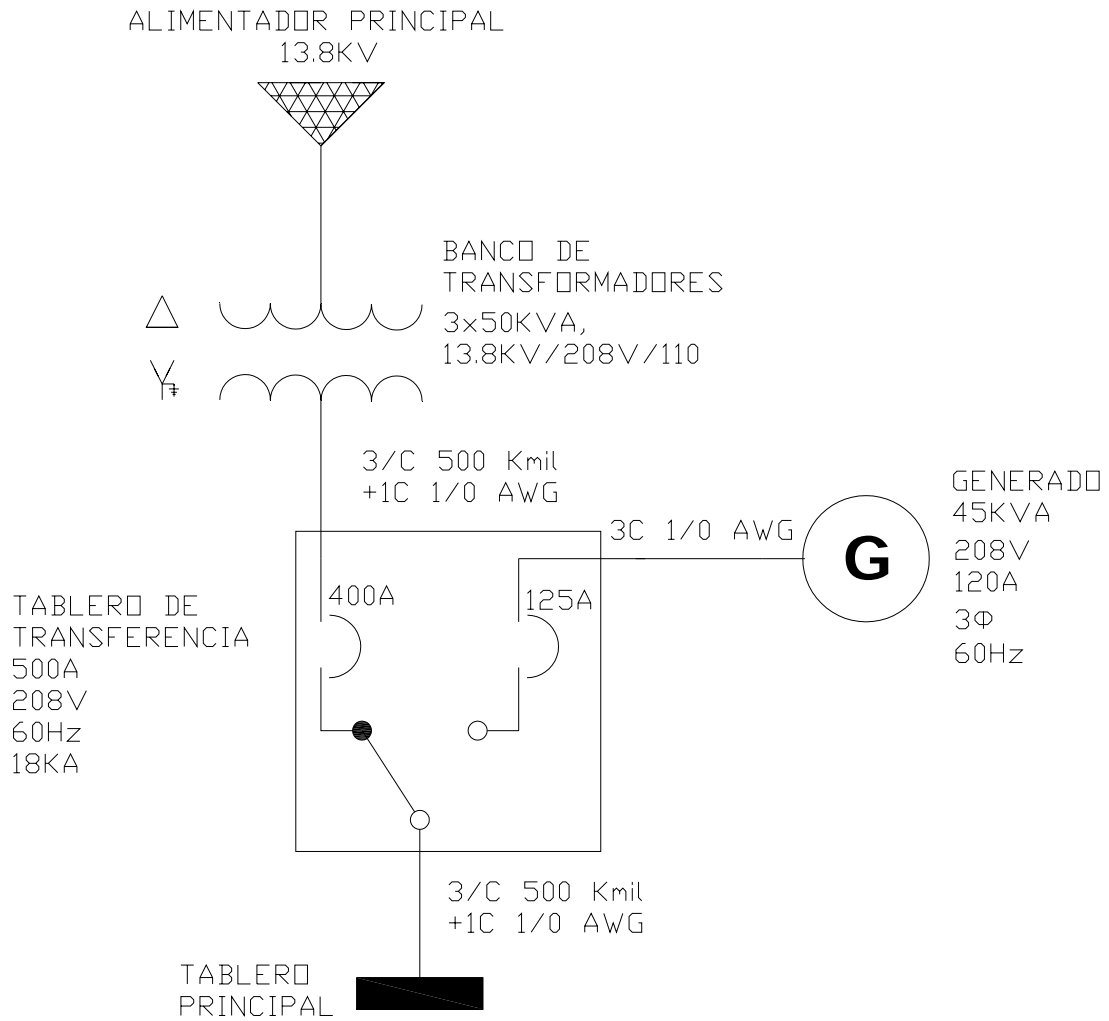
## Anexo J

### Documento de Lista de Materiales

LISTA DE MATERIALES				
SISTEMA ELÉCTRICO DE EMERGENCIA PARA EL CENTRO EMP				
renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	
<b>Tubería Eléctrica y Accesorios</b>				
1.1	Tubería eléctrica PVC diámetro 3 pulgadas longitud 3 mts. espesor 1.52 mm. Fabricante: PAVCO; Modelo: 16303 ó equivalente aprobado.	PZA	6	
1.2	Tubo metálico flexible de acero diámetro 3/4 pulgadas. Fabricante: GARDON ELECTRIC; Modelo: tipo E3C ó equivalente aprobado.	m	10	
1.3	Tubería MTI de acero galvanizado, acabado galvanizado eléctrico aprobado. 3 mts. diámetro 2 pulgadas. Fabricante: ARMCO ó equivalente aprobado.	PZA	10	
1.4	Accesorios para Tubería			
1.5	Bushing aislado de hierro maleable zincado para tubería EMT uso en áreas no peligrosas con tornillos. Diámetro 1 pulgada. Fabricante: C-2/GEDNEY; Modelo: 1 pulgada. Fabricante: C-2/GEDNEY; Modelo: 1 pulgada.	PZA	2	
1.6	Bushing rígido de hierro maleable zincado para tubería EMT uso en áreas no peligrosas. Rosca macho hembra diámetro 1 pulgada. Fabricante: C-2/GEDNEY; Modelo: 1 pulgada. Fabricante: C-2/GEDNEY; Modelo: 1 pulgada.	PZA	2	
1.7	Conector recto con tornillos y contratuercas de acero galvanizado para tubería EMT rosca macho diámetro 1 pulgada. Fabricante: C-2/GEDNEY; Modelo: 4 1005 ó equivalente aprobado.	PZA	4	
1.8	Conector recto con tornillos y contratuercas de acero galvanizado para tubería EMT rosca macho diámetro 1 pulgada. Fabricante: C-2/GEDNEY; Modelo: 4 1005 ó equivalente aprobado.	PZA	2	
2	Union universal hembra de acero electrogalvanizado cromado para conduit rígido metálico rosca hembra. Modelo: UNF305 ó equivalente aprobado.			
2.1	Union universal macho de acero electrogalvanizado cromado para conduit rígido metálico rosca hembra. Modelo: UNF305 ó equivalente aprobado.			
2.2	Union universal macho de acero electrogalvanizado cromado para conduit rígido metálico rosca hembra. Modelo: UNF305 ó equivalente aprobado.			
2.3	Misceláneos			
2.4	Contratuercas de acero zincado para conduit rígido 4 pulgadas. Fabricante: C-2/GEDNEY; Modelo: 1-1005 ó equivalente aprobado.	PZA	24	
2.5	Conduits rígidos de hierro maleable zincado galvanizado para fijación tubería rígida metálica IMC. Modelo: 14-1005 ó equivalente aprobado.	PZA	4	
2.6	Conduits rígidos de hierro maleable zincado galvanizado para fijación tubería rígida metálica IMC. Modelo: 14-1005 ó equivalente aprobado.	PZA	695	
2.7	Perfil sencillo para fijación "strut", fabricado con lamina de aluminio. Para un conductor de cobre máximo diámetro 1.5cm. alto 1 7/8 pulgadas ancho 1 7/8 pulgadas. Largo 1 pulgada. Fabricante: CABLETRAY; Modelo: NA-1 ó equivalente aprobado.	PZA	10	
2.8	Perfil sencillo para fijación "strut", fabricado con lamina de aluminio. Para un conductor de cobre máximo diámetro 1.5cm. alto 1 7/8 pulgadas ancho 1 7/8 pulgadas. Largo 1 pulgada. Fabricante: CABLETRAY; Modelo: NA-1 ó equivalente aprobado.	PZA	748	
2.9	Tornillo cabeza hexagonal de acero galvanizado en caliente rosca americana (UNC). Diámetro 3/8" pulgada. Fabricante: TORVENCA ó equivalente aprobado.	PZA	8	
2.10	Tornillo cabeza hexagonal de acero galvanizado en caliente rosca americana (UNC). Diámetro 1/4 pulgada. Fabricante: SAIEN ó equivalente aprobado.	PZA	4	
2.11	Cadena 3/8" de acero galvanizado en caliente diámetro 3/8" eslabón 1/4 pulgada ó equivalente aprobado.	PZA	12	
2.12	Caliente rosca americana (UNC). Diámetro 3/8" pulgada. Fabricante: TORVENCA ó equivalente aprobado.	PZA	4	
2.13	Arandela plana aleación de bronce galvanizado en caliente diámetro 3/8" pulgada. Fabricante: TORVENCA ó equivalente aprobado.	PZA	4	
2.14	Clavo para fijaciones en concreto y acero, de acero de alta resistencia galvanizado en caliente, cabeza 1.9 mm y arandela 8 mm longitud 12 mm. Fabricante: HILTI; Modelo: X-DNI 19P8 ó equivalente aprobado.	PZA	4	
3	<b>Tornillos</b>			
3.1	Tapa para cajetín de 4 1/8 pulgadas con salida para interruptor. Modelo: BURNDY; Modelo: GE26 ó equivalente aprobado.	PZA	16	
3.2	Caja rectangular de acero galvanizado en caliente con huecos preperforados áreas no perforadas. Largo 6 pulgadas ancho 4 pulgadas. Capacidad 1200V. Fabricante: CROUSE HINDS; Modelo: 15A ó equivalente aprobado.	PZA	32	
3.3	Interruptor bipolar para empotrar en cajetín de uso interior operación frontal Voltaje 120V. Fabricante: EAGLE; Modelo 271W ó equivalente aprobado.	PZA	4	
3.4	Interruptor bipolar para empotrar en cajetín de uso interior operación frontal Voltaje 120V. Fabricante: EAGLE; Modelo 271W ó equivalente aprobado.	PZA	24	
3.5	Interruptor bipolar para empotrar en cajetín de uso interior operación frontal Voltaje 120/277 V. 15A. Fabricante: EAGLE; Modelo 1412 ó equivalente aprobado.	PZA	32	
3.6	<b>Puesta a Tierras y Accesorios</b>			
3.7	Conector para cable de cobre a barra de aleación de cobre para un conductor de cobre máximo calibre principal 4S-2/0T AWG. Diámetro de perno 3/8 pulgadas. Fabricante: BURNDY; Modelo: GE26 ó equivalente aprobado.	PZA	580.0	
3.8	Conector para cable de cobre a barra de aleación de cobre para un conductor de cobre máximo calibre principal 4S-2/0T AWG. Diámetro de perno 3/8 pulgadas. Fabricante: BURNDY; Modelo: GE26 ó equivalente aprobado.	PZA	594.0	
3.9	Perfil tipo "U" de acero grado PS-25 natural alto 65 mm ancho 65 mm largo 6 m. Fabricante: SIDOR ó equivalente aprobado.	PZA	172.0	
3.10	Perfil tipo "U" de acero grado PS-25 natural alto 100 mm ancho 100 mm longitud 12 mts. Fabricante: SIDOR ó equivalente aprobado.	PZA	922.0	
3.11	Platina de acero grado A-36 natural espesor 6 mm ancho 100 mm long 12 mts. Fabricante: SIDOR ó equivalente aprobado.	PZA	16.0	
3.12	Arandela plana aleación de bronce y silicio "durum" diámetro 3/8 pulgadas. Fabricante: BURNDY; Modelo: 38 FW BOX ó equivalente aprobado.	PZA	24.0	
3.13	<b>Cables</b>			
3.14	Cable monopolar con aislamiento de THVFN 90° 208 V 100% Conductor de cobre trenzado clase B. Cubierta exterior negro calibre 12 AWG de Fabricante: OKONITE ó equivalente aprobado.	PZA	631.0	
3.15	Cable monopolar con aislamiento de THVFN 90° 208 V 100% Conductor de cobre trenzado clase B. Cubierta exterior negro calibre 10 AWG de Fabricante: OKONITE ó equivalente aprobado.	PZA	32.0	
3.16	Cable monopolar con aislamiento de THVFN 90° 600 V 100% Conductor de cobre trenzado clase B. Cubierta exterior marrón calibre 12 AWG de Fabricante: OKONITE ó equivalente aprobado.	PZA	52.0	
3.17	Suministro, instalación y fijación de generador trifásico de transformación 480/208-120 V - capacidad 55 kVA. Modelo: interior 12 unidades. Fabricante: DYN11.	m	1	

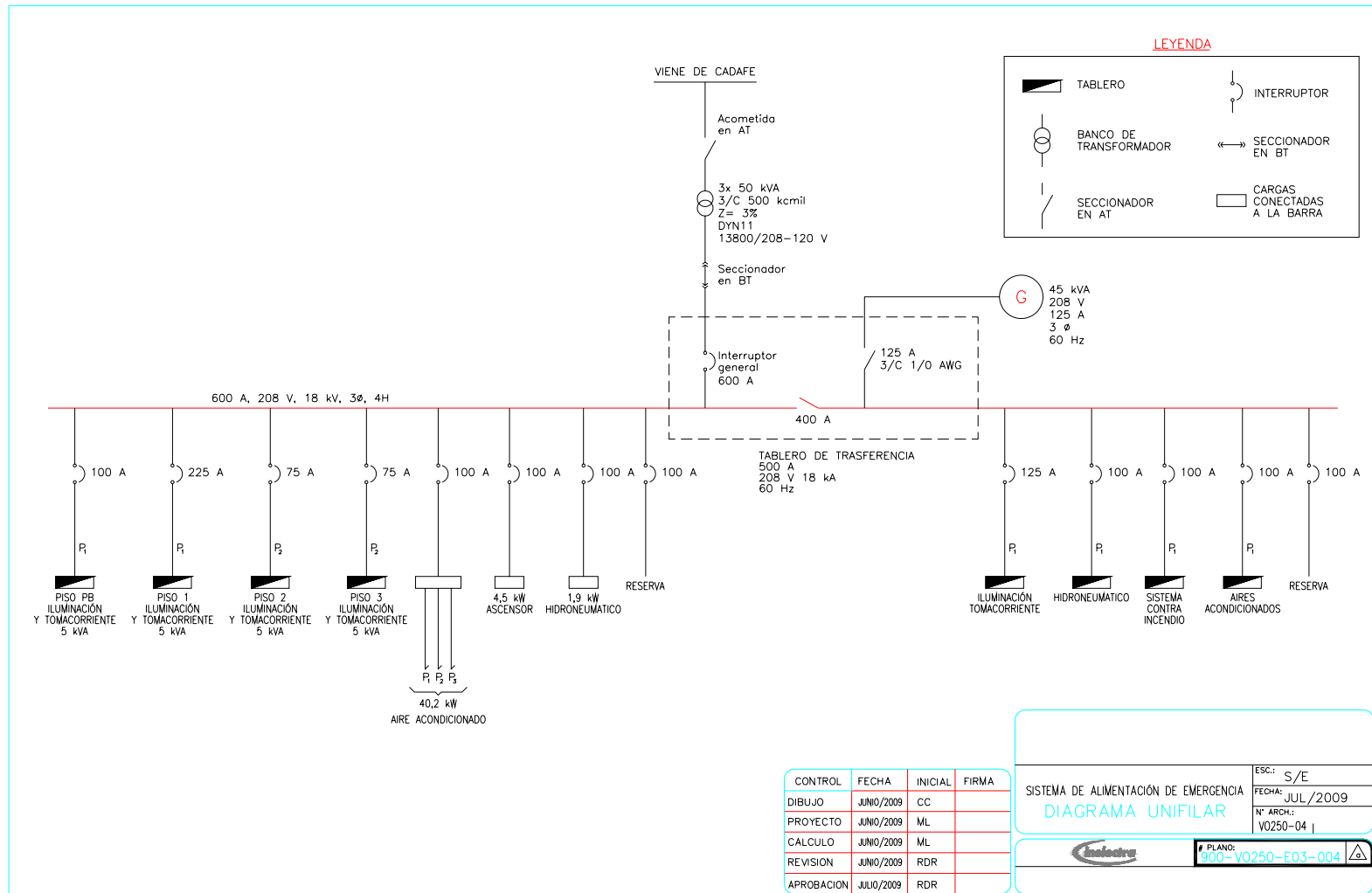
## Anexo K

### Esquema General del Sistema



## Anexo L

### Diagrama unifilar con tablero de emergencia



METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO

TÍTULO	<b>“ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA ELÉCTRICO DE EMERGENCIA EN INELECTRA, SEDE TERAMO, SECTOR EL PEÑONAL”</b>
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CVLAC / E MAIL
<b>María Alejandra León Perfecto</b>	<b>CVLAC: CI: 16.471.157 EMAIL: mleon8520@gmail.com</b>

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

**Estudio**

**Económico**

**Sistema Eléctrico**

**Inelectra**

**Sede Teramo**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

<b>ÁREA</b>	<b>SUB ÁREA</b>
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Eléctrica

**RESUMEN (ABSTRACT):**

**Un Sistema Eléctrico de Emergencia** es una fuente independiente de respaldo de energía eléctrica, que actúa cuando hay una falla en la alimentación normal, proporcionando automáticamente energía eléctrica confiable, durante un tiempo específico a equipos y aparatos críticos. Este proyecto tiene como propósito establecer las especificaciones que deben de cumplir los Sistemas Eléctricos de Emergencia en las instalaciones de INELECTRA, Centro Empresarial Teramo, sector El Peñonal para el cumplimiento de un servicio continuo en el suministro de energía eléctrica a las cargas críticas prioritarias, como son: alumbrado de emergencia, comunicaciones, sistemas computadoras, control y protección, sistemas de aires acondicionados, sistemas de alarmas y otras cargas eléctricas de acuerdo a la instalación. Los Sistemas Eléctricos de Emergencia son requeridos en las instalaciones donde la interrupción de energía eléctrica puede provocar pérdidas de horas/hombres causadas por racionamientos de electricidad o fallas del servicio eléctrico.



**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**CONTRIBUIDORES:**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>ROL / CÓDIGO CVLAC / E-MAIL</b>				
<b>HERNÁN PARRA</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS X</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>	<b>4.362.464</b>			
	<b>e-mail:</b>				
<b>VERENA MERCADO</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU X</b>
	<b>CVLAC:</b>				
	<b>e-mail:</b>				
<b>PEDRO RODRÍGUEZ</b>	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU X</b>
	<b>CVLAC:</b>	<b>5.190.273</b>			
	<b>e-mail:</b>				
	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>				
	<b>e-mail:</b>				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

<b>2009</b>	<b>08</b>	<b>13</b>
<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>DÍA</b>

**LENGUAJE. SPA**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
<b>Tesis.Estudio_TecnicoyEconomico_SistemaEléctrico.doc</b>	<b>Aplicación/msword</b>

**CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS:** A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z.  
a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

**TEMPORAL:** \_\_\_\_\_ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

**Ingeniero Electricista**

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

**Pregrado**

ÁREA DE ESTUDIO:

**Departamento de Electricidad**

INSTITUCIÓN:

**Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**DERECHOS**

De acuerdo al artículo 44 del Reglamento de Trabajo de Grado:

**“Los Trabajos de Grado son exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”**

\_\_\_\_\_  
**MARÍA LEÓN**

**AUTOR**

\_\_\_\_\_  
**TUTOR**

**HERNÁN PARRA**

\_\_\_\_\_  
**JURADO**

**VERENA MERCADO**

\_\_\_\_\_  
**JURADO**

**PEDRO RODRÍGUEZ**

\_\_\_\_\_  
**POR LA SUBCOMISION DE TESIS**

**PROF. VERENA MERCADO**