

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA



**Red de distribución subterránea para el campus de
la Ciudad Universitaria.**

PRESENTADO POR:

MANUEL OVIDIO HERRERA PARADA

CÉSAR IVÁN MARAVILLA RIVERA

ULISES ALBERTO MATA AMAYA

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2013

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL :

DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

SECRETARIO :

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

DIRECTOR :

ING. JOSÉ WILBER CALDERÓN URRUTIA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELÉCTRICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO ELECTRICISTA

Título :

**Red de distribución subterránea para el campus
de la Ciudad Universitaria.**

Presentado por :

MANUEL OVIDIO HERRERA PARADA

CÉSAR IVÁN MARAVILLA RIVERA

ULISES ALBERTO MATA AMAYA

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

ING. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS

San Salvador, Agosto de 2013

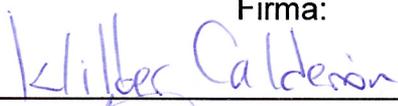
Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Director :

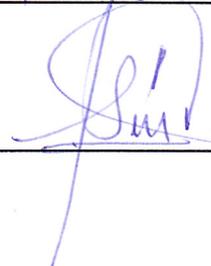
ING. JORGE ALBERTO ZETINO CHICAS

En esta fecha, 14 de agosto de 2013, en la Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, a las 3:00 horas, en presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

1. Ing. José Wilber Calderón Urrutia
Director

Firma:


2. Ing. Salvador de Jesús Germán
Secretario

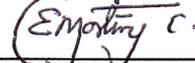
Firma:



Y, con el Honorable Jurado de Evaluación integrado por las personas siguientes:

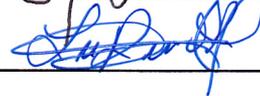
1- Ing. Salvador Rene Márquez Rodríguez

Firma:


2- Dr. Carlos Eugenio Martínez Cruz



3- Ing. Lázaro Romeo González Torres



Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación:

Red de distribución subterránea para el campus de la Ciudad Universitaria.

A cargo de los Bachilleres:

- Manuel Ovidio Herrera Parada
- César Iván Maravilla Rivera
- Ulises Alberto Mata Amaya

Habiendo obtenido en el presente Trabajo una nota promedio de la defensa final, de: 8.8

(OCHO punto OCHO.)

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo lo dedico especialmente a Dios todopoderoso por haberme permitido vida, salud, sabiduría y perseverancia para lograr salir adelante en esta etapa de mi vida.

A mis padres:

Juan Manuel Herrera (Q.D.D.G) quien comparte este logro conmigo espiritualmente

Marina de Herrera

Por su amor y ayuda para mi formación profesional.

A mi esposa:

Sonia Maribel Valiente de Herrera

Por su comprensión, ayuda y amor alentador

A mis hijos:

Denisse Alicia

Carlos Manuel

Wendi Jeamileth

Por ser mi inspiración como padre y profesional.

A mis hermanos:

Juan Rafael

Alicia

Por su apoyo y amor fraternal

A maestros, asesores, compañeros y amigos en general.

Manuel Ovidio Herrera Parada.

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS todopoderoso que me regaló la vida, sabiduría, salud, paciencia, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo su amor.

A mis padres: César y Gloria por el apoyo incondicional, por los valores que me han inculcado, por su comprensión, su amor, por haberme dado la oportunidad de estudiar pero en especial por darme un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis abuelos, que siempre estarán en mi corazón por haber creído en mí y haber depositado su confianza.

A mis hermanos: Esmeralda, Misael, Gerson, Oscar, Alexander, Jorge, Franklin por su paciencia, consejos, amor, por formar parte de mi vida, alegrías y de la unidad familiar.

A mis sobrinos: Gerson, Mauricio, Rocío, Jacqueline, Josué, Oscar, por llenar mi vida de alegrías y amor en todo momento.

A mis tíos en especial Álvaro, Noé, Miguel, por su apoyo incondicional en el trayecto de mi carrera.

A Cesia por su linda amistad, por su comprensión, su confianza, por ser una parte de mi vida muy importante, por haberme apoyado en las buenas y en las malas.

A Jessica por su confianza, apoyo, cariño, por creer en mí y haber hecho el papel de una verdadera amiga.

A todos mis amigos de la universidad con quienes compartimos momentos difíciles que confiaron y creyeron en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencias que no se pueden olvidar.

A mis amigos compañeros de tesis por haber compartido una experiencia académica única en la vida y por el esfuerzo que acarreó la ejecución del proyecto.

César Iván Maravilla Rivera.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por las bendiciones recibidas durante toda mi vida y permitirme alcanzar este logro.

A mi madre Ruth Amaya por darme su amor y apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado, y porque siempre creyó en mí y me ayudó a desarrollarme no sólo en lo académico, sino también a nivel emocional y espiritual. Por inculcarme buenos valores, sentimientos y hábitos los cuales me ayudaron a seguir adelante en momentos difíciles. Por los consejos impartidos que me servirán para toda la vida.

A mi padre Carlos Mata por ser un ejemplo de vida a seguir, por todo el apoyo brindado durante este proceso universitario así como en toda mi vida. Por todo el amor que siempre me ha dado, por todos los buenos consejos los cuales me servirán en todo momento, por todo el sacrificio y esfuerzo que ha hecho por mí y la familia.

A mi hermana Estefany Mata por apoyarme y estar a mi lado en todo tiempo, por el cariño que me ha dado, por los consejos y motivaciones para salir a delante, por ser un ejemplo de desarrollo laboral, y por todos los momentos que hemos compartido.

A mis abuelos por su amor y cariño, por creer en mí en todo momento, por todas las experiencias vividas y sus consejos. A mi abuelo Leonel que aunque no se encuentre ya conmigo sus consejos serán eternos y los tengo grabados en mi corazón.

A mis amigos por los momentos que compartimos, las tareas que juntos realizamos, por todas las veces que me explicaron y me ayudaron. Por hacer mi etapa universitaria inolvidable y compartir conmigo este logro.

A mis amigos compañeros de tesis por todo su trabajo y esfuerzo durante este proceso.

A mis profesores, quienes ayudaron a mí formación profesional.

Ulises Alberto Mata Amaya.

ÍNDICE

ACRÓNIMOS.....	I
INTRODUCCIÓN.....	V
OBJETIVOS.....	VI
ALCANCES.....	VII
CAPÍTULO I.....	1
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1 RED ELÉCTRICA AÉREA.....	1
1.1.1 FIABILIDAD Y FALLAS.....	2
1.1.2 SEGURIDAD.....	6
1.1.3 IMPACTO AMBIENTAL.....	7
1.2 RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA.....	8
1.2.1 FIABILIDAD Y FALLAS.....	10
1.2.2 SEGURIDAD.....	11
1.2.3 IMPACTO AMBIENTAL.....	12
1.3 COMPARATIVO ENTRE RED AEREA Y SUBTERRANEA.....	13
CAPÍTULO II.....	14
2. ENCUESTA.....	14
2.1 CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE MUESTRA CORRECTA.....	14
2.2 RESULTADOS.....	18
CAPÍTULO III.....	23
3. DEMANDA ENERGÉTICA.....	23
3.1 CAPACIDAD INSTALADA Y MEDICIÓN INTERNA.....	23
Acometida Derecho.....	23
Acometida Humanidades.....	24
Acometida Agronomía.....	26

Acometida Complejo Deportivo.....	28
CAPACIDAD TOTAL INSTALADA Y CARGA MÁXIMA	29
3.2 PERFILES DE CARGA Y CONSUMO ENERGÉTICO.....	30
3.2.1 Demanda Diaria Enero, Febrero 2013	30
3.2.2 Consumo Diario Enero - Marzo 2013.....	35
3.3 RENDIMIENTO	38
3.4 DEMANDA ACTUAL.....	41
3.5 PROYECCION DE CARGA A FUTURO	46
3.6 CALCULO DE DEMANDA PARA CADA SUBESTACIÓN.....	55
<i>CAPÍTULO IV.....</i>	<i>58</i>
<i>4. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION.....</i>	<i>58</i>
4.1 NORMAS Y ESTANDARES	58
4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS	60
4.2.1 GENERALES.....	60
4.2.2 CONDICIONES DEL SITIO	62
4.2.3 OBRA CIVIL.....	62
4.2.4 OBRA ELECTRICA.....	69
<i>CAPÍTULO V.....</i>	<i>83</i>
<i>5. CALCULO DE CABLES, CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO Y CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED DE TIERRA</i>	<i>83</i>
5.1 CABLES.....	83
5.1.1 Generalidades.....	83
5.1.2 Cálculo del diámetro del conductor	84
5.2 CORTOCIRCUITO.....	85
5.2.1 Generalidades.....	85
5.2.2 Amplitud de la Corriente de Cortocircuito	85
5.2.3 Cálculo de corriente de corto circuito	86
5.3 RED DE TIERRA	88

5.3.1	Generalidades.....	88
CAPÍTULO VI.....		92
6.	DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES Y RED ELÉCTRICA SECUNDARIA.	92
6.1	CANALIZACIÓN BT	92
6.2	CAJAS DE REGISTRO BT	93
6.3	BASES DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS	95
6.4	SEÑALIZACIÓN EN SITIO.....	96
6.5	UBICACIÓN DE TRANSFORMADORES.....	97
6.5.1	TRANSFORMADOR # 1	97
6.5.2	TRANSFORMADOR # 6.....	99
6.5.3	TRANSFORMADOR # 11.....	101
6.5.4	TRANSFORMADOR # 14.....	103
6.6	CARGA TOTAL A INSTALAR.....	104
CAPÍTULO VII		105
7.	DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PRIMARIA	105
7.1	DISEÑO EN ANILLO	105
7.2	CRITERIO DE DISEÑO.....	106
7.3	TRANSICIÓN AÉREO – SUBTERRÁNEO.....	108
7.4	CANALIZACIÓN MT	109
7.5	CAJAS DE REGISTRO DE MT	110
CAPÍTULO VIII.....		113
8.	PRESUPUESTO.....	113
8.1	DISTRIBUCIÓN DE ETAPAS DEL PROYECTO.....	113
8.2	CRONOGRAMA.....	114
8.3	COSTOS	114
8.3.1	Costos de Materiales	114

8.3.2	Costos Mano de Obra	117
8.3.3	Costos Administrativos	120
8.4	PARTIDAS	122
8.4.1	Etapa 1	122
8.4.2	Etapa 2	124
8.4.3	Etapa 3	126
8.4.4	Etapa 4	128
8.4.5	Desmontaje	130
8.5	PRESUPUESTO TOTAL	130
CAPÍTULO IX		131
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
9.1	CONCLUSIONES	131
9.2	RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFIA		135
ANEXO A CONSUMO ACTUAL		137
ANEXO B FORMATO DE PRESUPUESTO		145
ETAPA 1	145
ETAPA 2	147
ETAPA 3	149
ETAPA 4	151
DESMONTAJE DE RED ACTUAL		153
ANEXO C PLANOS		154

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Red Eléctrica Aérea UES</i>	1
<i>Figura 2 Seguridad Redes Aéreas</i>	6
<i>Figura 3 Impacto Ambiental Red Aérea</i>	7
<i>Figura 4 Red Subterránea</i>	8
<i>Figura 5 Seguridad en sistema de red subterráneo</i>	11
<i>Figura 6 Acometida de Derecho</i>	23
<i>Figura 7 Acometida Humanidades (ANDA)</i>	24
<i>Figura 8 Acometida de Agronomía</i>	26
<i>Figura 9 Acometida de Complejo Deportivo</i>	28
<i>Figura 10 Tipos de terminales de conexión para 600 voltios.</i>	82
<i>Figura 11 Conectores para media tensión.</i>	82
<i>Figura 12 Forma de cables tipo XLPE</i>	83
<i>Figura 13 Unifilar Secundario</i>	86
<i>Figura 14 Simulación para transformador de 300 KVA</i>	88
<i>Figura 15 Funcionamiento MEGGER</i>	89
<i>Figura 16 Zanja, canalización y pozos de registros</i>	94
<i>Figura 17 Ubicación geográfica transformador 1</i>	97
<i>Figura 18 Ubicación geográfica de transformador 6</i>	99
<i>Figura 19 Ubicación geográfica de transformador 11</i>	101
<i>Figura 20 Ubicación geográfica de transformador 14</i>	103
<i>Figura 21 Frente muerto transformador</i>	106
<i>Figura 22 Seccionador de cuatro posiciones</i>	107
<i>Figura 23 Cronograma Ejecución del Proyecto</i>	114
<i>Figura 24 Consumo Energético años 2005-2012</i>	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Placas de corte UES	3
Tabla 2 Aportación de causales de fallas al sistema eléctrico de la UES.	5
Tabla 3 Comparación Red Área - Subterránea	13
Tabla 4 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida de Derecho	24
Tabla 5 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida Humanidades (ANDA)	25
Tabla 6 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida Agronomía	27
Tabla 7 Capacidad, Medición Interna y Rendimiento Acometida Complejo Deportivo	29
Tabla 8 Carga Total Instalada	29
Tabla 9 Resumen de Consumo Diario Enero – Febrero 2013	34
Tabla 10 Demanda Máxima Registrada.	34
Tabla 11 Demanda Total UES 2012 - 2013	37
Tabla 12 Capacidad instalada, Demanda máxima y Factor de utilización.	39
Tabla 13 Mediciones Puntuales	40
Tabla 14 Demanda de Carga Año 2005	42
Tabla 15 Demanda de Carga Año 2010	44
Tabla 16 Demanda de Carga Años 2005 - 2012	45
Tabla 17 Proyección de Demanda Energética	46
Tabla 18 Comparativa entre Potencia Real y Proyectado	47
Tabla 19 Proyección por Acometida	50
Tabla 20 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Humanidades	51
Tabla 21 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Agronomía	52
Tabla 22 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Complejo Deportivo	53
Tabla 23 Factor de Crecimiento	54
Tabla 24 Demanda Estimada Acometida Humanidades (ANDA)	55
Tabla 25 Demanda Estimada Acometida Agronomía	56
Tabla 26 Demanda Estimada Acometida Complejo Deportivo	57
Tabla 27 Carga Total Proyectada	57
Tabla 28 Condiciones del sitio	62
Tabla 29 Nivel básico de Impulso (BIL): 125 kV en media tensión y 30 kV en baja tensión.	70
Tabla 30 Potencia vs nivel de ruido en transformadores	74
Tabla 31 Red de Polarización NEC, Tabla 250-94	80
Tabla 32 Potencia de cortocircuito por acometida	86
Tabla 33 Estimado de Cortocircuito Secundario	87
Tabla 34 Corriente de cortocircuito	88

<i>Tabla 35 Resistencia medida</i>	89
<i>Tabla 36 Valores de resistividad</i>	90
<i>Tabla 37 Cantidad de barras de red de tierra</i>	91
<i>Tabla 38 Cuadro de carga de transformador pedestal # 1.</i>	98
<i>Tabla 39 Cuadro de carga para transformador # 6</i>	100
<i>Tabla 40 Cuadro de carga para transformador # 11</i>	102
<i>Tabla 41 Cuadro de carga para transformador # 14</i>	104
<i>Tabla 42 Carga total a instalar</i>	104
<i>Tabla 43 Costos Materiales</i>	117
<i>Tabla 44 Costo Mano de Obra.</i>	120
<i>Tabla 45 Costos Administrativos</i>	121
<i>Tabla 46 Resumen de Costos.</i>	121
<i>Tabla 47 Partida etapa 1</i>	124
<i>Tabla 48 Partida etapa 2</i>	126
<i>Tabla 49 Partida etapa 3</i>	128
<i>Tabla 50 Partida etapa 4</i>	130
<i>Tabla 51 Partida Desmontaje</i>	130
<i>Tabla 52 Presupuesto Total</i>	130
<i>Tabla 53 Consumo Energético año 2005</i>	140
<i>Tabla 54 Consumo Energético año 2009</i>	143
<i>Tabla 55 Consumo Energético años 2005-2012</i>	144

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Fallas por causales	4
Gráfica 2 Causales de Fallas por Año	4
Gráfica 3 Cantidad de Fallas por año	5
Gráfica 4 Cantidad de fallas por acometida principal	5
Gráfica 5 Encuesta Pregunta 1	18
Gráfica 6 Encuesta Pregunta 2	18
Gráfica 7 Encuesta Pregunta 3	19
Gráfica 8 Encuesta Pregunta 4	19
Gráfica 9 Encuesta Pregunta 5	20
Gráfica 10 Encuesta Pregunta 6	20
Gráfica 11 Encuesta Pregunta 7	21
Gráfica 12 Encuesta Pregunta 8	21
Gráfica 13 Encuesta Pregunta 9	22
Gráfica 14 Encuesta Pregunta 10	22
Gráfica 15 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Agronomía	30
Gráfica 16 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Complejo Deportivo	31
Gráfica 17 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Economía	31
Gráfica 18 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Humanidades (ANDA)	32
Gráfica 19 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Agronomía	32
Gráfica 20 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Complejo Deportivo	33
Gráfica 21 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Economía (Derecho)	33
Gráfica 22 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Humanidades (ANDA)	34
Gráfica 23 Demanda Máximas	35
Gráfica 24 Demanda Humanidades	35
Gráfica 25 Demanda Agronomía	36
Gráfica 26 Demanda Economía (Derecho)	36
Gráfica 27 Demanda Complejo Deportivo	37
Gráfica 28 Demanda Energética Anual 2005 – 2012	45
Gráfica 29 Proyección de Demanda Energética	47
Gráfica 30 Error y Diferencia Real vs Proyección	48
Gráfica 31 Potencia Real vs Proyectada	48
Gráfica 32 Potencias Reales por Acometidas	51
Gráfica 33 Potencia Real vs Proyectada Acometida Humanidades	52
Gráfica 34 Potencia Real vs Proyectada Acometida Agronomía	53

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<i>Diagrama 1 Distribución de transformador #1.....</i>	<i>97</i>
<i>Diagrama 2 Diagrama Unifilar Transformador # 1</i>	<i>98</i>
<i>Diagrama 3 Distribución eléctrica para transformador 6</i>	<i>99</i>
<i>Diagrama 4 Diagrama unifilar transformador # 6.</i>	<i>100</i>
<i>Diagrama 5 Distribución eléctrica para transformador 11</i>	<i>101</i>
<i>Diagrama 6 Diagrama unifilar transformador # 11.</i>	<i>102</i>
<i>Diagrama 7 Distribución eléctrica para transformador 14</i>	<i>103</i>
<i>Diagrama 8 Diagrama unifilar para transformador # 14.</i>	<i>104</i>
<i>Diagrama 9 Diseño red eléctrica en anillo.....</i>	<i>105</i>
<i>Diagrama 10 Etapas de Proyecto</i>	<i>113</i>

ACRÓNIMOS

MT:	Media Tensión, tensión con valor mayor a 600 voltios y menor a 115000 V. ¹
BT:	Baja Tensión, tensión menor o igual a 600 voltios
BIL:	Nivel de impulso básico (Basic Impulse Level), es una prueba de soporte de aislamiento para sobretensiones en periodos corto.
PAD	
MOUNTED:	Transformador al piso, conocido como transformador tipo pedestal
THHN:	Conductores eléctricos con aislamiento termoplástico de Cloruro de Polivinilo (PVC) para ambientes secos o húmedos a una temperatura en el conductor de 90 °C.
S.I.:	Sistema Internacional de unidades aceptado por la ISO.
SIGET:	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
UL:	Laboratorios de Certificación, por sus siglas en inglés, Underwriter Laboratories
UT:	Unidad de Transacciones
XLPE:	Polietileno reticulado.
ANSI:	Instituto Nacional Americano de Normas, por sus siglas en inglés, American National Standards Institute
ASTM:	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales), por sus siglas en inglés, American Society for Testing and Materials.
CSA:	Asociación Canadiense de Normas), por sus siglas en inglés, Canadian Standards Association.
IEC:	Comisión Electrotécnica Internacional, por sus siglas en inglés, International Electrotechnical Commission
IEEE:	Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos, por sus siglas en inglés, Institute of Electrical and Electronics Engineers.
ISO:	Organización de Normas Internacionales), por sus siglas en inglés, International Standards Organizations

¹Fuente SIGET¹

- LGE:** Ley General de Electricidad.
- NEC:** Código Eléctrico Nacional, por sus siglas en inglés, National Electrical Code.
- NESC:** Código Eléctrico Nacional de Seguridad), por sus siglas en inglés, National Electrical Safety Code.
- NFPA:** Asociación Nacional de Protección Contra Incendios), por sus siglas en inglés, National Fire Protection Association.
- Normativa:** Normas Técnicas de Diseño, Seguridad y Operación de las Instalaciones de Distribución.
- S.I.:** Sistema Internacional de unidades aceptado por la ISO.
- SIGET:** Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
- U. L.:** Laboratorios de Certificación, por sus siglas en inglés, Underwriter Laboratories
- UT:** Unidad de Transacciones

Sistema de Tierra:

Es un sistema de conductores, de los cuales uno de ellos o un punto de los mismos está efectivamente aterrizado, ya sea en forma sólida o a través de un dispositivo limitador de corriente no interrumpible.

Subestación de Distribución de Energía Eléctrica o Subestación:

Es la instalación ubicada en un ambiente específico y protegido, compuesta equipos tales como: seccionadores, interruptores, barras, transformadores, etc., a través de la cual la energía eléctrica se transmite con el propósito de conmutarla o modificar sus características.

Tensión:

A menos que se indique lo contrario, para los efectos del proyecto significa voltaje ó diferencia de potencial efectiva (rms) entre dos conductores o entre un conductor y tierra.

Aterrizado:

Conectado a o en contacto con la Tierra o conectado a alguna extensión de cuerpo conductor que sirve en lugar de la Tierra.

Cable:

Conductor trenzado o arrollado en forma helicoidal, con o sin aislamiento.

Conductor: Es un material, usualmente en la forma de alambre, cable o barra, capaz de conducir una corriente eléctrica.

Conductor aislado:

Conductor cubierto con un material dieléctrico (no aire), que tiene una capacidad de aislamiento igual o mayor que la tensión entre fases del circuito en el cual el conductor es usado.

Conductor cubierto (encerrado):

Es el que tiene una cubierta aislante cuya rigidez dieléctrica nominal es desconocida, o es menor que la requerida para la tensión del circuito que en el conductor se usa.

Conductor con pantalla:

Conductor con una envoltura que encierra al elemento conductor del cable y provee una superficie equipotencial en contacto con el aislamiento del cable.

Conductor en línea abierta:

Un tipo de construcción de línea de suministro eléctrico o de comunicación en la cual el conductor está desnudo, cubierto o aislado y sin pantalla aterrizada, soportado individualmente a la estructura ya sea directamente o con aisladores.

Conduit: Para el proyecto se refiere a tubo de aluminio o hierro galvanizado.

Distancia mínima de seguridad o Libramiento eléctrico:

Es la distancia mínima establecida entre superficies, de un objeto energizado y otro energizado o no, o persona, para garantizar que el segundo objeto o persona no se encuentre en riesgo de recibir descargas eléctricas desde el primero.

Efectivamente Puesto o Conectado a Tierra:

Intencionalmente conectado a tierra a través de una conexión a Tierra o conexión de suficiente baja impedancia y con capacidad de conducción de corriente para limitar la formación de tensiones a niveles que resultarían en daños a las personas o a los equipos conectados.

Estructura:

Es la unidad principal de soporte, generalmente se aplica a los herrajes y materiales, incluyendo al poste o torre adaptado para ser usado como medio de soporte de líneas aéreas de energía eléctrica y las retenidas.

Línea Aérea:

Es una adaptación de componentes, destinados al transporte de energía eléctrica. Está constituida por conductores desnudos, forrados o aislados, tendidos en espacios abiertos y que están soportados por estructuras con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

Línea de Suministro Eléctrico:

Son los conductores utilizados para transportar energía eléctrica a diferentes niveles de voltaje, incluyendo sus estructuras de soporte. Estas líneas pueden ser aéreas o subterráneas.

Sistema de Tierra:

Es un sistema de conductores, de los cuales uno de ellos o un punto de los mismos está efectivamente aterrizado, ya sea en forma sólida o a través de un dispositivo limitador de corriente no interrumpible.

Subestación de Distribución de Energía Eléctrica o Subestación:

Es la instalación ubicada en un ambiente específico y protegido, compuesta por equipos tales como: seccionadores, interruptores, barras, transformadores, etc., a través de la cual la energía eléctrica se transmite con el propósito de conmutarla o modificar sus características.

INTRODUCCIÓN

El consumo de energía eléctrica en El Salvador ha aumentado en forma constante en la última década. La Universidad de El Salvador no ha estado ajena a dicho crecimiento alcanzando montos mensuales de facturación alrededor de los \$125,000.00 dólares.¹

El suministro eléctrico del Campus Universitario, es servido por la compañía distribuidora AES-CAESS por medio de cuatro acometidas; tres con medición primaria y una con medición secundaria denominadas respectivamente:

- A. Facultad de derecho: Medición secundaria con medidor #00749315, y que presenta una demanda promedio mensual de 108.81 KW.
- B. Facultad de Agronomía: Medición primaria con medidor #95203324, y que presenta una demanda promedio mensual de 1023 kW
- C. UES- Sector Nor-Oeste frente a ANDA (Facultad Humanidades y Economía): Medición primaria con medidor #95203319, y que presenta una demanda promedio mensual de 384 kW.
- D. Complejo Deportivo-FIA (Facultad de Ingeniería y Arquitectura): Medición primaria con medidor #95203325, y que presenta una demanda promedio de 462 kW.

Las subestaciones dentro del campus se encuentran subutilizadas con demandas que en la mayoría de casos se encuentran alrededor del 25% de su capacidad nominal.

El suministro eléctrico se interrumpe con frecuencia debido a las fallas que ocurren en la red aérea

El diseño de la red subterránea se reducirá a dos acometidas primarias, con posibilidad de interconexión entre ellas.

¹ Facturas UES

OBJETIVOS

GENERAL

- ❖ Diseñar una red de distribución eléctrica subterránea para el campus de la ciudad universitaria.

ESPECIFICOS

- Elaborar perfiles de carga de las diferentes edificaciones del campus.
- Proyección de carga eléctrica a 20 años.
- Definir la capacidad y la ubicación de las nuevas subestaciones del campus.
- Diseño de las instalaciones eléctricas de la red primaria y secundaria, detalles constructivos y diagrama unifilar
- Realizar un presupuesto del diseño de distribución eléctrico subterráneo.
- Elaborar Documento de Especificaciones Técnicas para incluirlo en documento de licitación.

ALCANCES

- ❖ **ANÁLISIS DE RED ACTUAL:** Se realizó un estudio de la capacidad instalada y de la carga demandada, para elaborar el diseño de la nueva red eléctrica subterránea, considerando una proyección de crecimiento a 20 años.

- ❖ **DISEÑO DE NUEVA RED:** Por medio de la carga demandada, se elaboró el diseño con transformadores de tipo pedestal, agrupando cargas que permitieran centralizar las subestaciones y con eso evitar un número elevado de transformadores.

- ❖ **IMPACTO AMBIENTAL:** Con la red subterránea se disminuirá considerablemente la poda de árboles, que son el hábitat de muchas especies animales, logrando así una mejoría en la estética del campus y la conservación del medio ambiente.

- ❖ **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:** Se elaboró un documento con especificaciones técnicas con las características mínimas requeridas tanto de los equipos como de la construcción, para ser incluidos a un documento de licitación en caso que el proyecto se someta a concurso público.

- ❖ **PRESUPUESTO:** Se incluye en el diseño un presupuesto económico, tanto de la nueva red eléctrica subterránea como del desmontaje de la red aérea actual.

CAPÍTULO I

1. INFORMACIÓN GENERAL

En el capítulo se detalla la necesidad que existe en la ciudad universitaria de hacer un cambio en la red de distribución eléctrica, por motivos de seguridad, fiabilidad, fallas y por el impacto ambiental que estas tienen en el campus universitario.

1.1 RED ELÉCTRICA AÉREA



Figura 1 Red Eléctrica Aérea UES

El servicio eléctrico es suministrado por la empresa distribuidora de electricidad AES-CAESS, actualmente la universidad posee cuatro acometidas principales en las cuales se entrega dicho servicio.

A continuación se detalla la fiabilidad, fallas, seguridad y el impacto ambiental que la red eléctrica ejerce en el campus universitario.

1.1.1 FIABILIDAD Y FALLAS

En la red de distribución eléctrica actual del campus universitario se producen una serie de fallas tanto internas como externas. Las fallas son originadas por diferentes causas que se definen en el apartado historial de fallas y se representan gráficamente con referencia a las acometidas del sistema eléctrico aéreo.

HISTORIAL DE FALLAS

Las fallas registradas del sistema eléctrico aéreo en el campus universitario se dan por los siguientes causales:

- **Fallas por sobrecarga.**

Esta falla es generada por el uso de equipos eléctricos de carga mayor a la que es soportada por el elemento de protección generando demanda de altas corrientes.

- **Por contacto animal.**

Una de las fallas que frecuentemente ocurre es por contacto animal. De los registros se tiene que el 41% del total de fallas son producidas por contacto animal ya sea por ardillas o pájaros.

- **Puntos calientes.**

Normalmente no se da mucho este tipo de fallas pero están presentes. Los puntos calientes se deben al mal contacto entre las fases y los tipos de conectores que se utilizan para conectar los cables. Un punto caliente es una conexión que al realizarle pruebas termográficas se puede observar que el conector está caliente y puede provocar que las líneas caigan al suelo generando así corrientes de falla.

- **Fases entrelazadas.**

Están relacionadas a las fallas de fase a fase, debido al contacto entre líneas en los tramos o vanos largos en el cual a grandes velocidades de vientos hacen que las líneas choquen o queden entrelazadas, también pueden darse por temblores. Estas fallas no son comunes ya que las redes en su mayoría en la construcción están normadas.

- **Postes caídos.**

Éstas ocurren por postes chocados, deteriorados, terremotos, otros factores.

- **Falla por aislación.**

Estas fallas están dadas por elementos de aislación ya sean por los aisladores que debido a las corrientes de fugas generan diferentes efectos: corona, tracking; dichas corrientes de fugas alcanzan un potencial grande que rebasan al correspondiente de la rigidez dieléctrica del aire haciendo que la corriente busque otros medios.

- **Fallas por descargas atmosféricas.**

En tiempo de lluvia las descargas tipo rayo son la mayor causa de fallas de las líneas de distribución eléctrica aérea. Las descargas atmosféricas pueden tener un efecto muy significativo en la confiabilidad de una línea, especialmente si sus postes son más altos que el medio que la rodea.

- **Fallas por falta de poda**

Las fallas por falta de poda se dan por caída de árboles, choque de ramas, por enredaderas, etc. sobre las líneas del sistema eléctrico aéreo. En el campus universitario de acuerdo a los registros obtenidos es el segundo factor que predomina como causantes de fallas. De acuerdo a los registros de fallas de 2007 a 2013 se tiene que el aporte por falta de poda es de 31%. La red eléctrica aérea de la universidad de El Salvador, no está ajena a fallas eléctricas es por ello que se hizo un breve estudio de las fallas mencionadas anteriormente.

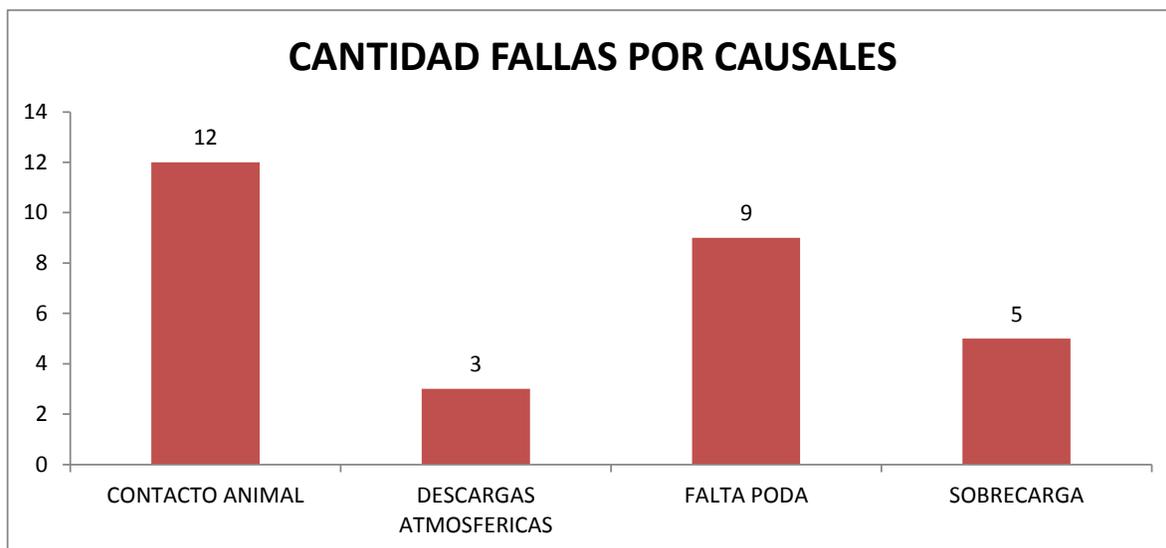
Las fallas están referenciadas a las principales acometidas del campus universitario. Las principales acometidas del campus son:

Acometida	Corte Principal	Corte Secundario	Corte Derivado
Derecho	C48660	C48665	C6470
Agronomía	C2395	---	---
Humanidades	C6475	---	---
Complejo Deportivo	C6460	---	---

Tabla 1 Placas de corte UES

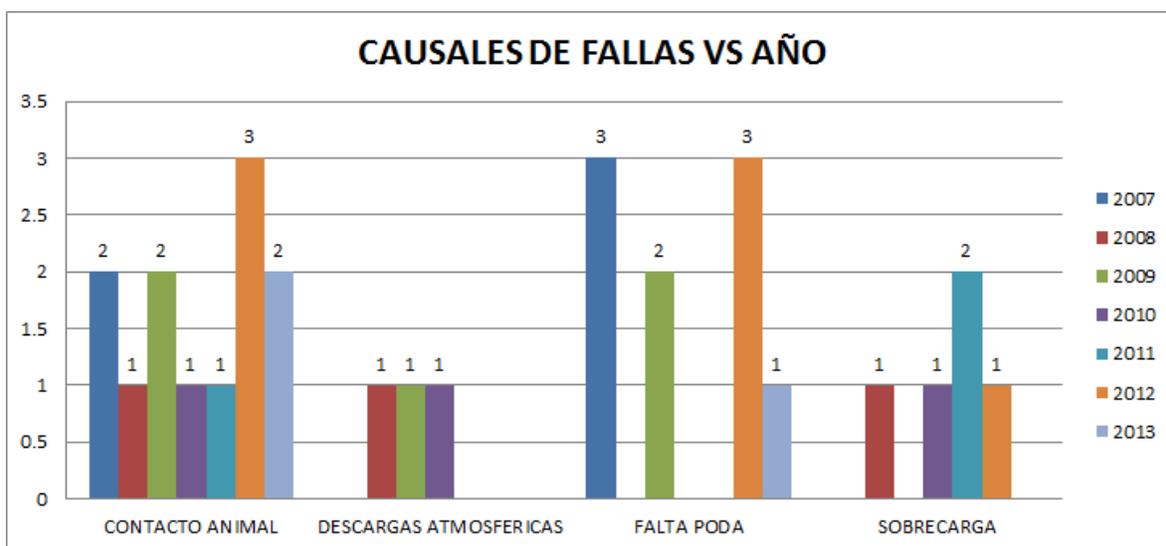
La universidad está conectados al circuito 107-2-16 y 104-2-16 de la subestación San Antonio Abad y subestación Norte de la empresa distribuidora AES-CAESS.

Un registro de fallas ocurridas en la UES desde el 2007 al 2013 se muestra a partir de las siguientes gráficas.



Gráfica 1 Fallas por causales

En la gráfica 1 se muestra la cantidad de fallas por causales a partir de 2007, se observa que el causal por contacto animal es la de mayor impacto seguido de falta por poda.



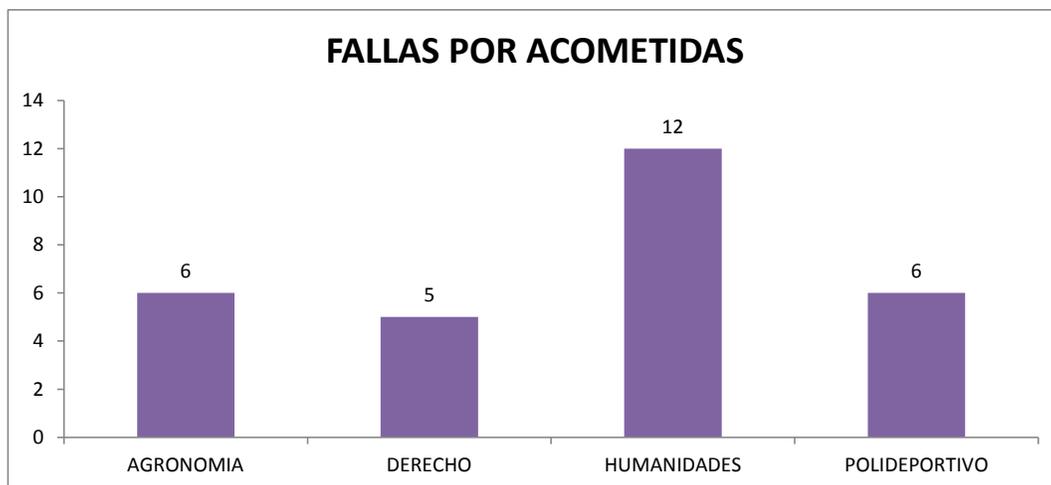
Gráfica 2 Causales de Fallas por Año

La gráfica 2 muestra la cantidad de causales por año, en 2012 ocurrieron 3 fallas por contacto animal, 3 por falta de poda y una por sobrecarga.



Gráfica 3 Cantidad de Fallas por año

La gráfica 3 muestra la cantidad de fallas ocurridas por año. En 2012 se tiene el máximo de fallas.



Gráfica 4 Cantidad de fallas por acometida principal

En la gráfica 4 se detallan la cantidad de fallas, con referencia a las acometidas de la universidad. La acometida de Humanidades es la que presenta mayor cantidad de fallas registradas.

CAUSAL DE FALLA	TOTAL	%
Contacto animal	12	41%
Descarga atmosférica	3	10%
Falta de poda	9	31%
Sobrecarga	5	17%
Total	29	100

Tabla 2 Aportación de causales de fallas al sistema eléctrico de la UES.

La tabla 2 muestra la aportación de los causales de falla al sistema eléctrico aéreo.

1.1.2 SEGURIDAD

Debido a que las líneas eléctricas aéreas se encuentran al alcance de las personas, representan un elevado grado de inseguridad al usuario.



Figura 2 Seguridad Redes Aéreas

Los riesgos son los siguientes:

- ✓ Contacto directo e indirecto con líneas o elementos energizadas
- ✓ Caída de conductores
- ✓ Caída de postes
- ✓ Incumplimiento de normativas de construcción.

Existen normas para la construcción y mantenimiento de líneas aéreas para el transporte y distribución de electricidad, pero por lo detallado anteriormente, a pesar de tener una buena supervisión en la ejecución de las obras, personal y mantenimiento, dichas líneas se encuentran expuestas a una cantidad de factores externos los cuales difícilmente se podría tener control sobre ellos, razón por la cual, se ha considerado la instalación eléctrica actual como de alto riesgo.

1.1.3 IMPACTO AMBIENTAL



Figura 3 Impacto Ambiental Red

Como se pudo apreciar la mayor parte de fallas en la red eléctrica del campus universitario ocurren por causas naturales, árboles y animales, todo esto tiene que ver con el medio ambiente, uno de los problemas más frecuentes que se tienen es que se construyen líneas de electricidad en zonas donde existe una gran cantidad de árboles lo que conlleva a la poda de árboles generando un fuerte impacto al medio ambiente.

Además de la poda de los árboles, existe otro medio que afecta el servicio eléctrico y es la fauna en especial las aves y ardillas que son de las más afectadas al electrocutarse al hacer contacto con las líneas eléctricas.

Las redes de distribución aérea generarán a futuro un impacto ambiental drástico en el campus, debido al incremento de edificaciones y la necesidad de más líneas de tendido eléctrico.

1.2 RED ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA



Figura 4 Red Subterránea

En El Salvador actualmente se están ejecutando proyectos de electrificación subterránea, debido que poseen ventajas como, calidad del servicio, disminución en los casos de fallas eléctricas, facilidad en la operación de los elementos que se utilizan, alto porcentaje de seguridad para el ser humano, es decir con la aplicación de líneas subterráneas se reduce considerablemente los accidentes en las personas por ejemplo daños por caídas de postes, caídas de líneas o elementos de la red, además ofrece una mejor presentación debido a la ausencia de postes y cables lo que da un mejor aspecto en lo que concierne al entorno visual urbanístico.

El proyecto subterráneo posee costos más elevados que el aéreo, pero actualmente dichos costos están disminuyendo, a futuro los costos del sistema subterráneo podrían tener la misma competencia que el sistema aéreo ya sea que se igualen o inclusive sea más económico, esto se debe a que la demanda en este tipo de proyectos está creciendo. Usualmente las inversiones que se realizan en un sistema subterráneo de distribución se dividen de la siguiente forma:

- Transformadores y equipos: 20%
- Cables de media tensión y accesorios: 20%
- Cables de baja tensión y accesorios: 20%
- Obras civiles, pozos, ductos, excavación: 40%

Los porcentajes pueden variar de acuerdo con el lugar de instalación, el tipo de subsuelo y los obstáculos que se encuentren en él, así como los materiales y equipos seleccionados. Generalmente la planeación y diseño de los sistemas de distribución subterránea se dividen en tres grupos:

1. Consideraciones generales:

- Normas nacionales y/o internacionales
- Seguridad del personal técnico y equipo
- Simplicidad
- Facilidades de alimentación desde el sistema de potencia
- Optimización de costos
- Condiciones climáticas
- Confiabilidad de los componentes

2. Diseño del sistema:

- Definición del sistema de alimentación y punto de entrega
- Conocimiento de carga su perfil y tipo
- Tasas de crecimiento
- Diseño del sistema eléctrico.

3. Selección del equipo:

- Selección de las subestación de distribución incluyendo interruptores, transformadores y gabinetes.
- Selección de los cables.
- Optimización del calibre

Otro aspecto importante en las instalaciones subterráneas es la localización de las trayectorias, por lo que se hace necesario antes del diseño, conocer las posibles interferencias con otras instalaciones, tales como:

- Agua Potable
- Drenajes sanitarios y pluviales

Además se deben considerar otras interferencias como edificaciones, árboles, postes para el alumbrado, por lo que se hace necesario contar con la información técnica de los servicios que tengan instalaciones subterráneas, necesariamente los planos y de ser posible los planos de estas distribuciones.

1.2.1 FIABILIDAD Y FALLAS

La fiabilidad y continuidad del suministro eléctrico en redes subterráneas de distribución, se ven afectadas por las fallas de los accesorios empleados para su instalación como son los empalmes y las terminales, en comparación con las fallas presentadas en los propios cables, es decir que hay más posibilidades de fallas en los elementos de conexión que en los cables que se utilizan en este tipo de sistema de red. Por tanto, el escoger y especificar elementos de buena calidad y apropiada para el uso previsto es prioritario para mejorar la confiabilidad del sistema. Una de las fallas que se tienen en este tipo de instalaciones, son las descargas parciales, que se presentan en el entorno próximo a un accesorio del cable, empalmes o terminales y son rupturas dieléctricas localizadas en pequeñas regiones del material aislante, que ocasionan daños en los elementos.

Tomando en cuenta los daños que producen la interrupción del suministro de energía eléctrica, es posible clasificar las cargas en:

- Sensibles: son cargas en donde la interrupción momentánea en la alimentación de la energía eléctrica causa importantes perjuicios al consumidor.
- Semisensibles: todas las cargas en las que la interrupción pequeña (menor a 10 minutos) no causa grandes problemas al consumidor.
- Normales: son cargas que pueden tener un tiempo de interrupción ($1 \text{ hora} \leq t \leq 5 \text{ horas}$).

La fiabilidad en el sistema intenta garantizar que el servicio tendrá una continuidad y permanecerá en buenas condiciones durante un periodo de tiempo razonable.

Una falla eléctrica por definición se produce cuando un servicio no funciona correctamente, es decir que se genera un estado de funcionamiento anormal o que no se adecua a las especificaciones. Desde el punto de vista del usuario, un servicio tiene dos estados:

- servicio apropiado: cuando satisface las expectativas.
- servicio inapropiado: cuando no satisface las expectativas.

Una falla es atribuible a un mal funcionamiento en el sistema ya sea de algún elemento de la red o por situaciones externas que no se pueden controlar relacionadas a la naturaleza como rayos, tormentas, vientos, etc.

Las instalaciones eléctricas con el paso del tiempo, presentan algunos de los siguientes cambios:

- El deterioro y envejecimiento de los materiales y accesorios utilizados en la instalación eléctrica.
- Ampliaciones y remodelaciones que aumenten la carga eléctrica del inmueble
- Aumento progresivo de las cargas eléctricas por el uso de nuevas tecnologías

Todo aumento de carga debe ir asociada con un diseño eléctrico previo que garantice una adecuada operación de la capacidad de la acometida como de las protecciones, tanto principal como de los circuitos ramales. Se debe programar un mantenimiento preventivo que garantice el cambio de la instalación antes de que cumplan su vida útil.

1.2.2 SEGURIDAD



Figura 5 Seguridad en sistema de red subterráneo

El sistema eléctrico subterráneo presenta un alto índice de seguridad para las personas ya que no existe contacto directo con las líneas y elementos energizados, los transformadores se protegen mediante casetas. Los pozos de registros, red de tierra y canalización cumplan los criterios de diseño que establecen las normas y estándares.

Se debe conocer de acuerdo a tablas, que profundidad mínima debe tener una zanja debajo de calles, caminos de acceso de autos, estacionamientos y calles con tuberías de agua

potable y pluviales, bajo grama etc., así como también las profundidades máximas para no afectar la ampacidad de los conductores eléctricos.

Los locales de las subestaciones no deben utilizarse como bodegas de almacenamiento de materiales, desechos, muebles o equipos. El tendido subterráneo es el más seguro. Además, no requiere el constante mantenimiento que necesita el cableado aéreo, y que ocasiona la suspensión frecuente del servicio, no sólo por el propio mantenimiento, sino porque se producen cortes inesperados, causados por la falta de un correcto mantenimiento preventivo.

1.2.3 IMPACTO AMBIENTAL

Debido a ser una distribución subterránea el impacto ambiental que esta ejerce sobre el medio ambiente es mínima, ya que no requiere de mantenimiento por poda de árboles, ni fallas por ramas caídas, de esta manera evita la tala de árboles, preservando la flora en el campus universitario.

Con respecto a la fauna presenta un alto índice de seguridad en los animales, ya que estos no transitarán en las líneas energizadas, evitando de esta forma ser electrocutados.

En la ejecución del proyecto se procura reducir la tala de árboles para la canalización y pozos, así como también minimizar los daños en las raíces de la vegetación arbórea.

1.3 COMPARATIVO ENTRE RED AEREA Y SUBTERRANEA

Se puede resumir en una tabla las características de la distribución aérea y las subterráneas

Característica	Distribución Aérea	Distribución Subterránea
Factor Económico	Es la de menor costo económico en su instalación y en mantenimiento	Es la de mayor costo económico en su construcción y mantenimiento
Fiabilidad	Su fiabilidad no depende solo de su instalación, si no de factores externos	Su fiabilidad depende de su instalación únicamente.
Fallas	Expuesta a un gran número de fallas. La interrupción del servicio eléctrico en estas instalaciones es alta	La posibilidad de falla es controlable, es la más fiable en el suministro de energía
Medio Ambiente	No es compatible con los árboles, se reemplaza postes de concreto por árboles, destruye la flora y fauna	Deterioro en los suelos y requiere de una buena instalación.
Seguridad	Muchos accidentes de humanos y animales se deben a estas instalaciones	Mayor seguridad en el manejo de componentes.
Paisaje	Deteriora el paisaje debido a la instalación de postes y cables	Pasa desapercibida
Población	Las personas están expuestas a accidentes al convivir con las líneas aéreas en cables expuestos.	Se necesita una buena señalización para evitar accidentes

Tabla 3 Comparación Red Área - Subterránea

|

CAPÍTULO II

2. ENCUESTA

Objetivos de la encuesta

Se realizó una encuesta tanto a estudiantes como a personal de la Universidad de El Salvador, con la finalidad de conocer su opinión acerca de la actual distribución eléctrica que posee el campus universitario. La encuesta se efectuó a cien personas de distintas facultades.

El criterio para la selección de muestra se elabora de la siguiente manera:

2.1 CÁLCULO PARA SELECCIÓN DE MUESTRA CORRECTA

El cálculo del tamaño de la muestra es uno de los aspectos a concretar en las fases previas de la investigación y determina el grado de credibilidad que se considerará a los resultados obtenidos.

Una fórmula muy extendida que orienta sobre el cálculo del tamaño de la muestra para datos globales es la siguiente:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

N: es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

k: es una constante que depende del nivel de confianza que se asigne.

El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean ciertos: un 95,5% de confianza es lo mismo que decir que puede existir un error a equivocar con una probabilidad del 4,5%.

Los valores de k más utilizados y sus niveles de confianza son:

k	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2	2.58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95.5%	99%

e: es el error muestral deseado. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que se obtendría si se preguntase al total de ella.

Ejemplos:

- **Ejemplo 1:** si los resultados de la encuesta dicen que 100 personas comprarían un producto y se tiene un error muestral del 5% comprarán entre 95 y 105 personas.
- **Ejemplo 2:** si realiza una encuesta de satisfacción a los empleados con un error muestral del 3% y el 60% de los encuestados se muestran satisfechos significa que entre el 57% y el 63% (60% +/- 3%) del total de los empleados de la empresa lo estarán.

p: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.

q: es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$.

n: es el tamaño de la muestra (número de encuestas que van a realizar).

Para el caso de la encuesta en la universidad se tomaron los siguientes parámetros

$$N = 50000 \quad k = 1.65 \quad e = 8\% \quad p = 0.5 \quad q = 0.5$$

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

$$n = \frac{1.65^2 * 0.5 * 0.5 * 50000}{(0.08^2 * (50000 - 1)) + 1.65^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 106 \approx 100$$

El formato en que se realizó la encuesta fue de preguntas cerradas, para evitar de esta forma respuestas inapropiadas. La encuesta que se realizó se muestra a continuación.

Distribución Eléctrica en Universidad de El Salvador

1. ¿Cómo considera el servicio eléctrico en la universidad?

- Excelente
- Muy bueno
- Bueno
- Malo

2. ¿Qué le parece la estética de la distribución eléctrica en el campus universitario?

- Excelente
- Muy bueno
- Bueno
- Malo

3. Alguna vez ha sufrido, notado o le han comentado de alguna falla eléctrica.
(Si su respuesta es no pasar a pregunta 5)

- Sí
- No

4. ¿Qué tan frecuente han sido las fallas eléctricas?

- Semanal
- Quincenal
- Mensual
- Otro

5. ¿Ha sufrido algún daño en sus equipos debido a un desperfecto eléctrico?

- Sí
- No

6. ¿Le parece que es una distribución segura para su persona?

- Sí
- No

7. ¿Cree que es una instalación inadecuada debido al tránsito de personas y la inseguridad que representaría la caída de una línea eléctrica?

- Sí
- No

8. Considera la distribución eléctrica actual, una distribución que cumpla con los estándares de calidad y seguridad.

- Sí
- No

9. ¿Ha escuchado mencionar acerca de distribuciones eléctricas subterráneas?
(Si su respuesta es no, fin de la encuesta)

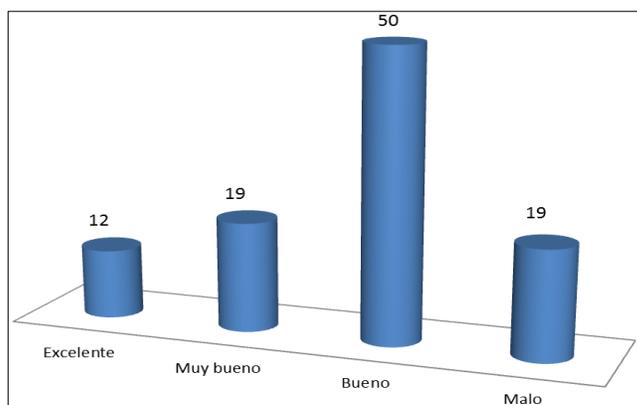
- Sí
- No

10. Considera que una instalación eléctrica subterránea es un avance en cuanto a seguridad y calidad.

- Sí
- No

2.2 RESULTADOS

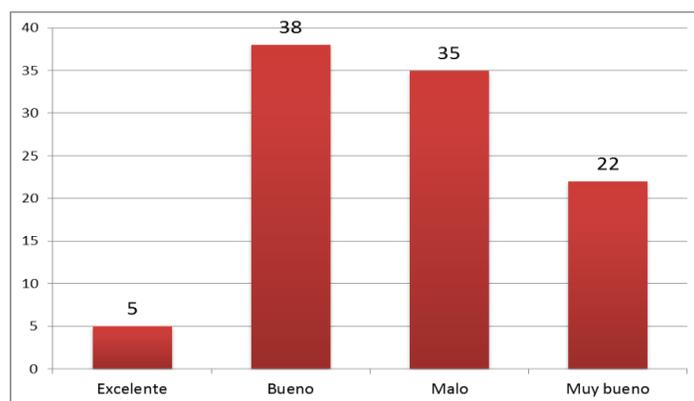
1. ¿Cómo considera el servicio eléctrico en la universidad?



Gráfica 5 Encuesta Pregunta 1

Los resultados demuestran que la mayoría de los usuarios, están conformes pero no satisfechos con la actual distribución eléctrica, y un pequeño grupo se muestra inconforme por motivos de seguridad y daños en sus aparatos electrónicos.

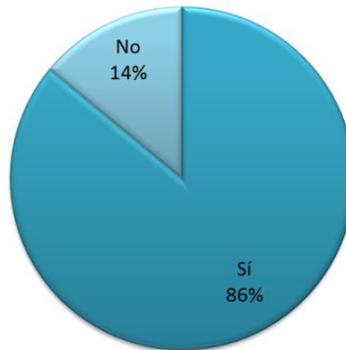
2. ¿Qué le parece la estética de la distribución eléctrica en el campus universitario?



Gráfica 6 Encuesta Pregunta 2

Esta pregunta muestra un resultado muy diferente a la pregunta anterior. Se observa un decremento en la conformidad, y aumento en la inconformidad debido a que el usuario considera que el tendido eléctrico hace perder la estética natural, así como también contribuye a la deforestación en el campus universitario, para evitar que alguna rama de árbol bote un tendido eléctrico.

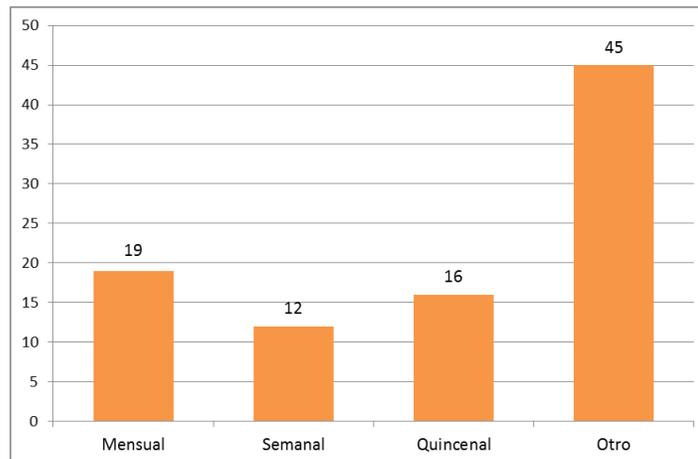
3. ¿Alguna vez ha sufrido, notado o le han comentado de alguna falla eléctrica?



Gráfica 7 Encuesta Pregunta 3

La mayoría de los encuestados, el 86% ha sufrido, notado o le han comentado acerca de las fallas que ocurren en la actual distribución eléctrica. De los comentarios registrados hacen referencia que en ocasiones algunos toma corriente funcionan mientras que otros no y solamente determinadas luminarias encienden incluso dentro del mismo edificio, esto se debe a que en la mayoría de ocasiones una fase está fuera de servicio mientras que las demás están operando en su normalidad.

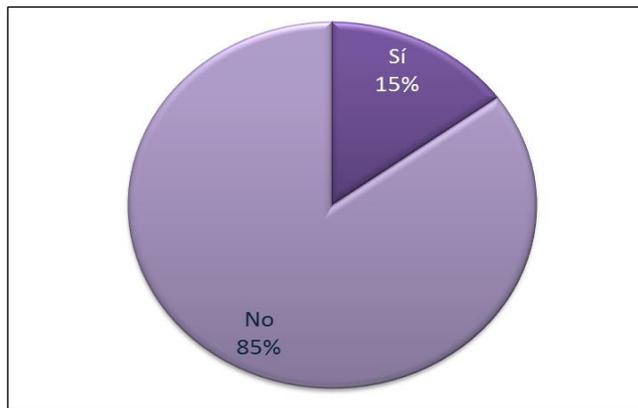
4. ¿Qué tan frecuente han sido las fallas eléctricas?



Gráfica 8 Encuesta Pregunta 4

En la mayoría, la respuesta ha sido que otro período de tiempo sucede las fallas, de los comentarios mencionan que no es algo regular o que sigue algún patrón, ocurría en ocasiones puntuales las cuales podrían ser de dos a tres veces a la semana, mientras que algunas veces podría pasar meses sin que ocurriera algún imperfecto eléctrico.

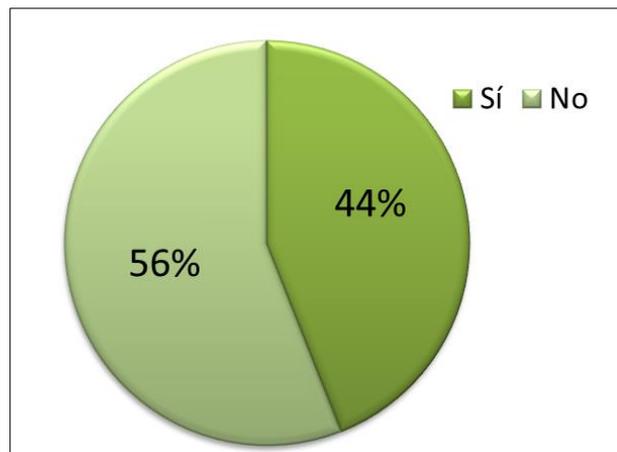
5. ¿Ha sufrido algún daño en sus equipos debido a un desperfecto eléctrico?



Gráfica 9 Encuesta Pregunta 5

El 15% de las personas encuestadas ha sufrido algún tipo de daño en equipos electrónicos que conectan a la red, demostrando que en la red actual hay puntos de conexiones con posibles fallas internas. En la mayoría de casos los desperfectos han sucedido en los celulares en el momento de conexión para cargarlos o a computadoras portátiles.

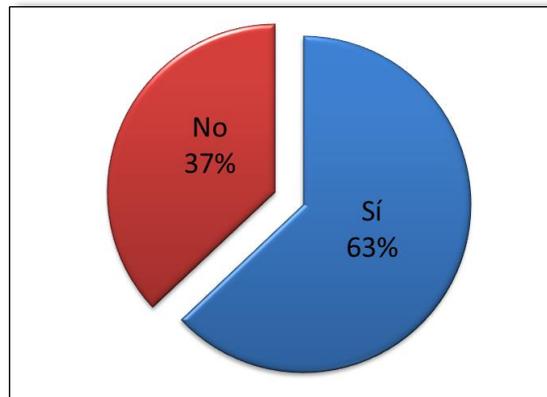
6. ¿Le parece que es una distribución segura para su persona?



Gráfica 10 Encuesta Pregunta 6

El resultado hace referencia a que el 56% de las personas encuestadas les parece que la red actual es segura mientras que el 44% prácticamente es insegura y es notable en el aspecto por la numerosa cantidad de transformadores, postes y cables que posee la ciudad universitaria.

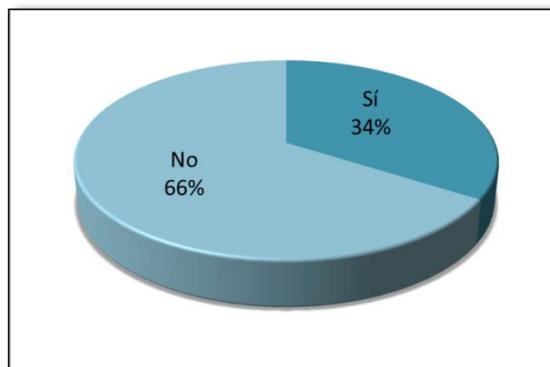
7. ¿Cree que es una instalación inadecuada debido al tránsito de personas y la inseguridad que representaría la caída de una línea eléctrica?



Gráfica 11 Encuesta Pregunta 7

Esta pregunta se hizo con énfasis al invierno, ya que en el tiempo de tormentas hay vientos que pueden provocar la caída de alguna rama de árbol, la cual podría hacer que alguna línea eléctrica cayera y pudiera ocasionar algún accidente inevitable mientras haya tránsito de personas en el campus.

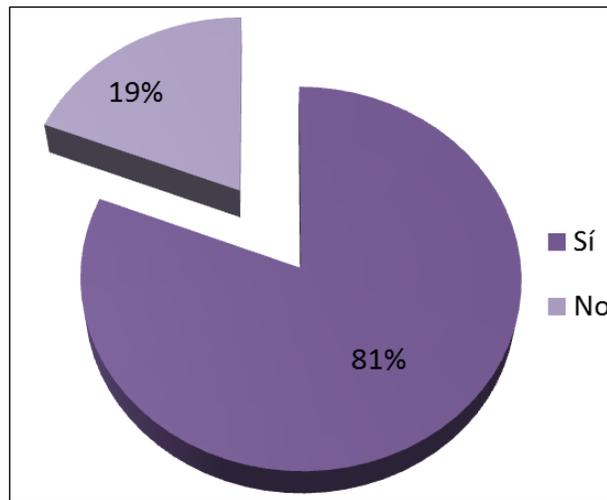
8. ¿Considera la distribución eléctrica actual, una distribución que cumpla con los estándares de calidad y seguridad?



Gráfica 12 Encuesta Pregunta 8

En base a todas las preguntas anteriores, se decidió realizar una pregunta la cual reuniera todas en una, en donde los usuarios consideran que la actual distribución eléctrica no cumple con los estándares tanto de calidad como de seguridad que debería de poseer.

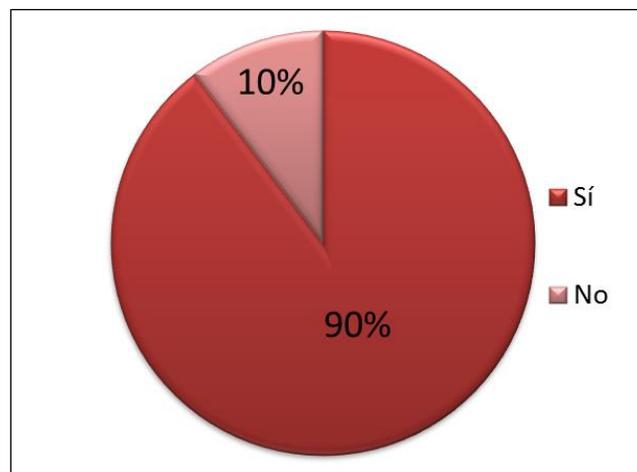
9. ¿Ha escuchado mencionar acerca de distribuciones eléctricas subterráneas?



Gráfica 13 Encuesta Pregunta 9

El resultado detallada en la gráfica es de mucha lógica ya que el sistema subterráneo en el país es la innovación de los sistemas de distribución eléctrica y se denota que la mayoría de personas encuestadas han escuchado mencionar acerca de distribución eléctrica subterránea.

10. ¿Considera que una instalación eléctrica subterránea fuera un avance en cuanto a seguridad y calidad?



Gráfica 14 Encuesta Pregunta 10

La pregunta por medio de la cual se obtiene un convencimiento firme, acerca de la mejoría que se obtuviera al desarrollar una distribución eléctrica subterránea. En todos los aspectos antes mencionados, estética, seguridad, fiabilidad y calidad.

CAPÍTULO III

3. DEMANDA ENERGÉTICA

Actualmente la universidad cuenta con una distribución primaria aérea. La mayoría de los transformadores están siendo subutilizados debido a operar a un 25% de su capacidad nominal. Se cuenta con medidores en determinadas subestaciones para ser monitoreadas y de esta forma conocer la carga energética que ella demanda.

3.1 CAPACIDAD INSTALADA Y MEDICIÓN INTERNA

Las cuatro acometidas principales son:

- ✓ Derecho.
- ✓ Humanidades (ANDA).
- ✓ Agronomía.
- ✓ Complejo Deportivo.

Acometida Derecho.

Esta acometida alimenta únicamente el edificio de derecho, siendo de esta manera la acometida que menos carga suministra y la única acometida secundaria.



Figura 6 Acometida de Derecho

ACOMETIDA DERECHO		
Capacidad Instalada KVA	Medición Interna KVA ¹	Utilización %
167.5	111.84	66.77

Tabla 4 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida de Derecho

.La tabla 4 muestra el cuadro de carga de la acometida Derecho

Acometida Humanidades.

La acometida de Humanidades alimenta las facultades de Economía, Humanidades, Matemáticas, Física, Química, Idiomas y Periodismo.

La figura 7 se observa el recorrido de dicha acometida.



Figura 7 Acometida Humanidades (ANDA)

¹ Estudio de la Demanda Eléctrica en la Universidad de El Salvador, Proyecto de Ingeniería, Mario Soto

La capacidad en esta acometida es de 1825 KVA, la cual se distribuye como se muestra a continuación.

ACOMETIDA ANDA				
# Según Plano	Ubicación	Capacidad kVA	Medición Interna kVA¹	Utilización %
HUMANIDADES Y ECONOMIA				
1	Edificio Administrativo	125	38	30.4
2	Cabaña	75	30	40.0
3	Atrás de Economía	150	23	15.3
4	Economía	75	22	29.3
5	Computo	100	49	49
6	Economía	100	31	31
7	Economía Derecho	75	31	41.3
8	Economía Derecho	100	23	23
TOTAL		800	247	30.87
MATEMATICA, BIOLOGIA, FISICA Y QUIMICA				
9	Auditorio 3 Humanidades	37.5	10	27
10	Laboratorios	75	15	20
11	Iluminación Exterior	25	13	52
12	Iluminación Exterior	25	11	44
13	Química	75	20	27
14	Biología	100	25	25
15	Matemática	150	35	23
16	Física	200	43	22
TOTAL		687.5	172	25
PERIODISMO E IDIOMAS				
17	Cafetería Universitaria	50	22	44
18	Idioma	137.5	32	23.3
19	Periodismo	150	37	24.7
TOTAL		337.5	91	26.97
TOTAL KVA INSTALADOS		1825	510	27.95

Tabla 5 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida Humanidades (ANDA)

¹ Estudio de la Demanda Eléctrica en la Universidad de El Salvador, Proyecto de Ingeniería, Mario Soto

Acometida Agronomía.

Esta acometida alimenta las facultades de Agronomía, CENSALUD, Medicina, Odontología, Química y Farmacia. Optometría, Biblioteca, Psicología y Arte

La figura 8 muestra el recorrido de la acometida de Agronomía.

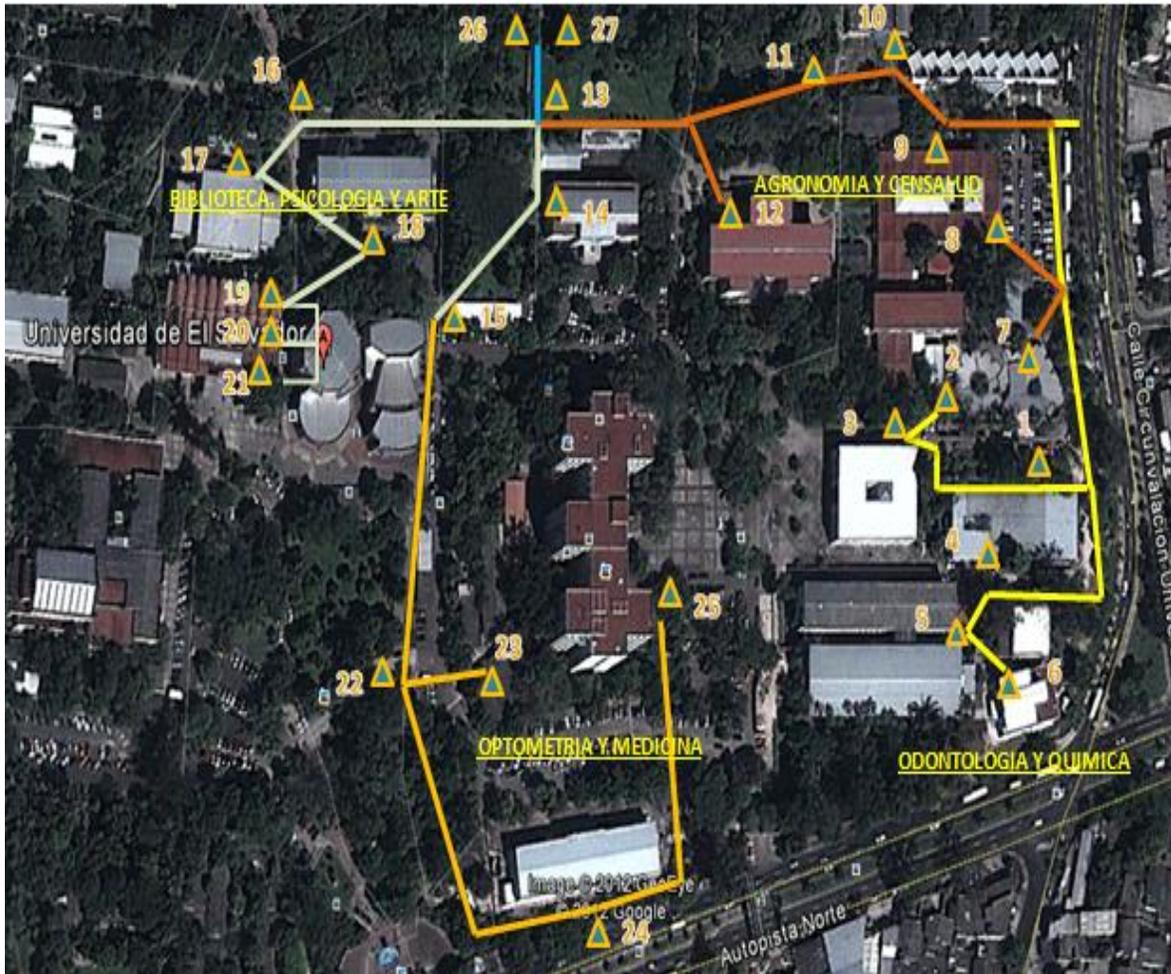


Figura 8 Acometida de Agronomía

La capacidad es de 4430 KVA y se distribuye de la siguiente manera:

ACOMETIDA AGRONOMÍA				
# Según Plano	Ubicación	Capacidad KVA	Medición Interna KVA¹	Utilización %
ODONTOLOGÍA Y QUÍMICA				
1	Imprenta	300	47.9	16
2	Odontología Imprenta	100	22.4	22.4
3	Química Imprenta	75	17.4	23.2
4	Odontología 3	225	102.8	45.68
5	Odontología 1	225	80.9	35.98
6	Odontología 2	300	47.7	15.9
TOTAL		1,225	319.10	26.04
AGRONOMÍA Y CENSALUD				
7	Química (M1)	112.5	56.4	50.1
8	Centro de Salud	100	20.4	20.4
9	Agronomía Química	150	73.6	49.1
10	Agronomía Galera	25	17.6	70.4
11	Iluminación 1	25	10.53	42.1
12	CENSALUD	502.5	61.83	12.3
TOTAL		915	240.4	26.3
BIBLIOTECA, PSICOLOGÍA Y ARTE				
13	Iluminación 2	37.5	13	34.7
14	Administración Académica	300	110	36.7
15	Junto a Cine Teatro	50	15	30
16	Iluminación 4	25	11	44
17	Biblioteca Central	150	75	50
18	Psicología	150	40	26.7
19	Artes 1	225	65	28.9
20	Artes 2	300	75	25
21	Artes 3	225	60	26.7
TOTAL		1,462.5	464	31.7
OPTOMETRÍA Y MEDICINA				
22	Iluminación 3	25	11.5	46
23	Taller	87.5	50.72	58
24	Edificio de Optometría	250	75	30
25	Medicina	300	113.2	37.7
TOTAL		662.5	250.4	37.8
COMEDOR				
26	Unidad de Ingreso Universitario	65	20	31
27	Comedor Universitario	100	46	46
TOTAL		165	66	40
TOTAL KVA INSTALADOS		4,430	1340	30.24

Tabla 6 Capacidad, Medición y Rendimiento Acometida Agronomía

¹ Estudio de la Demanda Eléctrica en la Universidad de El Salvador, Proyecto de Ingeniería, Mario Soto

Acometida Complejo Deportivo.

La acometida alimenta el complejo deportivo UES, la facultad de Ingeniería y Arquitectura y una pequeña parte de la facultad de Agronomía.

La trayectoria que realiza se observa en la figura 9.



Figura 9 Acometida de Complejo Deportivo

Posee una capacidad de 2442.5 KVA, que se distribuye de la siguiente manera.

ACOMETIDA COMPLEJO DEPORTIVO				
# Según Plano	Ubicación	Capacidad KVA	Medición Interna KVA	Utilización %
COMPLEJO DEPORTIVO				
1	Cancha de Voleibol	100	24	24
2	Atrás Gimnasio	100	42	42
3	Esquina Cancha de Futbol	75	58	77.3
4	Piscina	200	85	42.5
TOTAL		475	209	44

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA				
5	Auditorio Mármol	25	19.8	79.3
6	Atrás de Biblioteca	300	35	11.7
7	Administración FIA	225	33.3	14.8
8	Estadio (Luminarias)	100	85	85
9	Mecánica	225	43	19.1
10	Iluminación Exterior	15	7	46.7
11	Industrial	225	33.2	14.7
12	Iluminación Exterior	15	8	53.3
13	Eléctrica	300	31	10.3
14	Edificio B	100	63.6	63.6
15	Ing. Alimentos	137.5	25	18.2
16	Escuela Básica	100	18	18
TOTAL		1767.5	401	22.7
AGRONOMIA				
17	Agronomía Decanato	50	18	36
18	Agronomía	150	55	36.7
TOTAL		200	73	36.5
TOTAL KVA INSTALADOS		2442.5	683	27.96

Tabla 7 Capacidad, Medición Interna ¹ y Rendimiento Acometida Complejo Deportivo

CAPACIDAD TOTAL INSTALADA Y CARGA MÁXIMA

La capacidad y medición total en el campus Universitario se muestra en la tabla a continuación

ACOMETIDA	CAPACIDAD INSTALADA kVA	CARGA DEMANDADA MÁXIMA kVA	RENDIMIENTO EN %
ANDA	1825	510	27.95
AGRONOMÍA	4430	1340	30.25
DERECHO	167.5	111.8	66.77
COMPLEJO	2442.5	683	27.96
TOTAL	8865	2664.8	30.06

Tabla 8 Carga Total Instalada

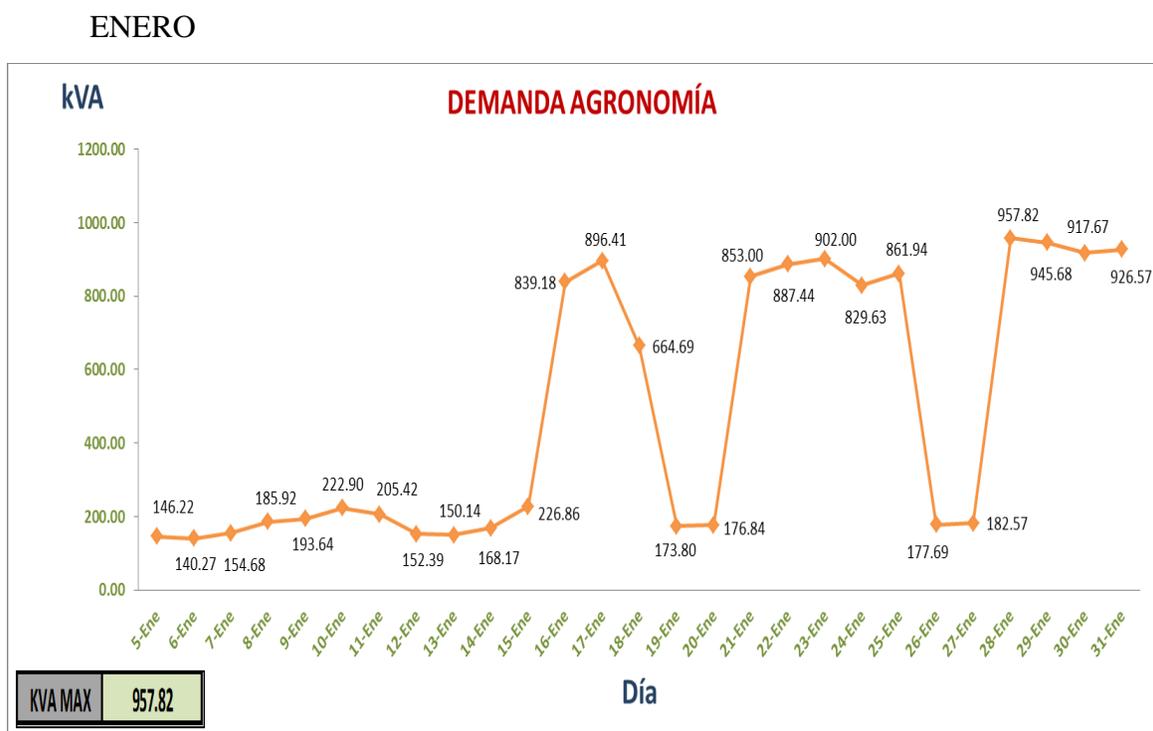
¹ Estudio de la Demanda Eléctrica en la Universidad de El Salvador, Proyecto de Ingeniería, Mario Soto

3.2 PERFILES DE CARGA Y CONSUMO ENERGÉTICO

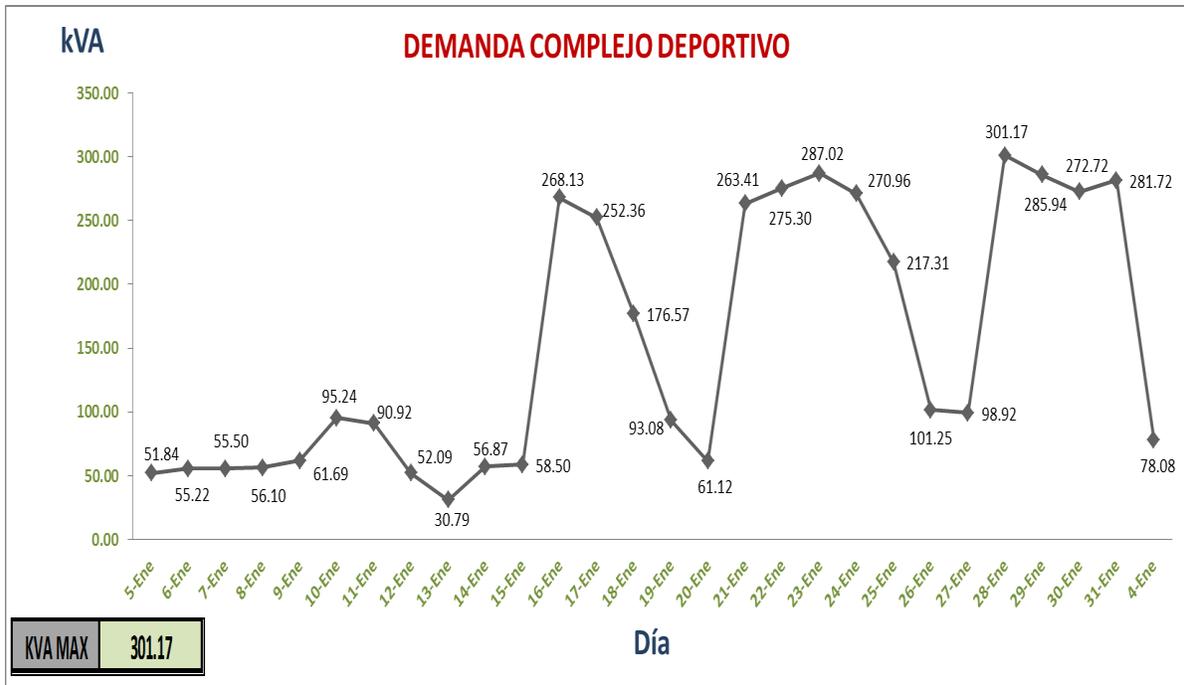
Por medio de los registros obtenidos por la empresa distribuidora se elabora los perfiles de carga y consumo por acometidas.

3.2.1 Demanda Diaria Enero, Febrero 2013

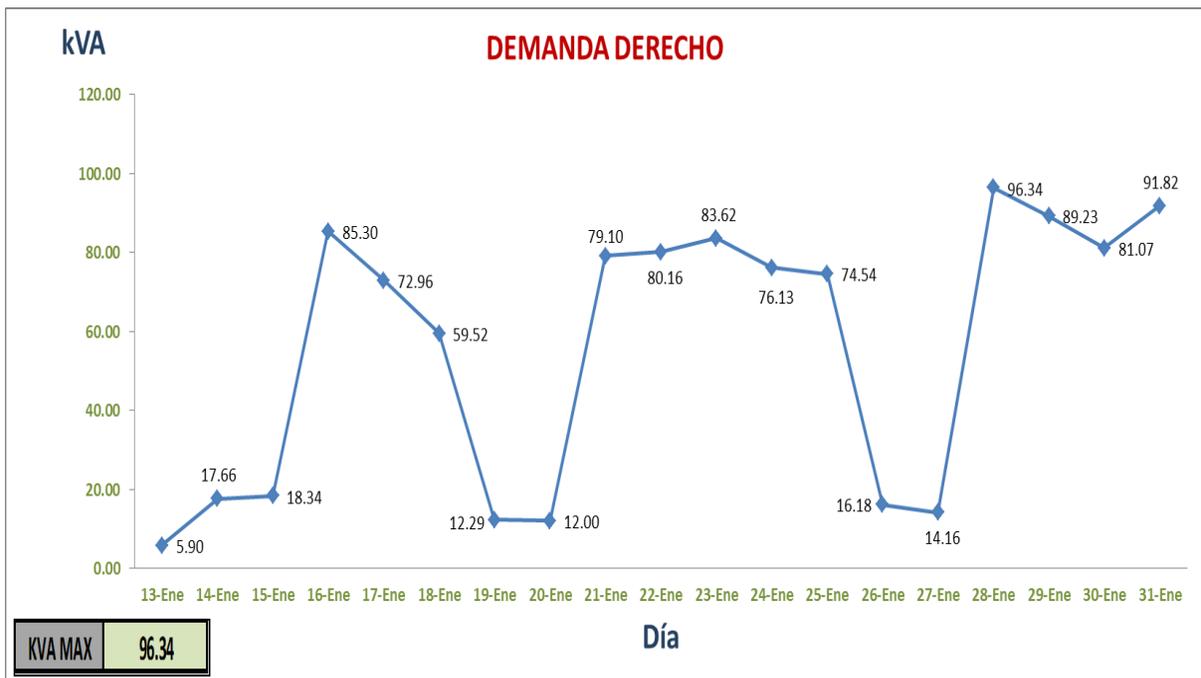
Las siguientes gráficas muestran los perfiles de carga obtenidos de los medidores de la distribuidora en el periodo de enero – febrero de 2013



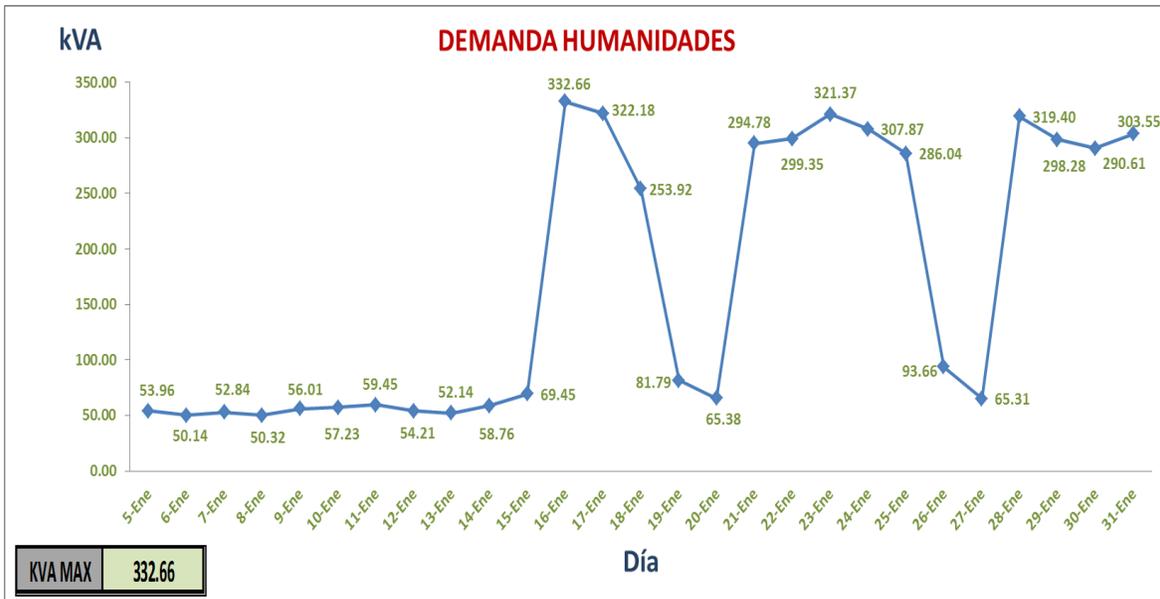
Gráfica 15 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Agronomía



Gráfica 16 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Complejo Deportivo

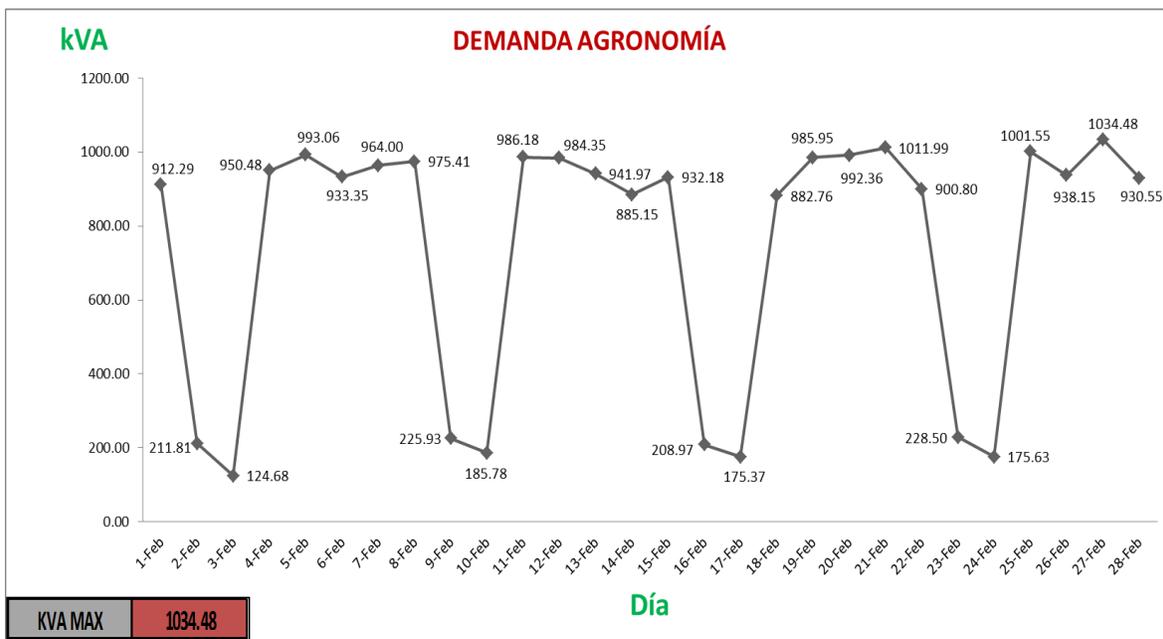


Gráfica 17 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Economía



Gráfica 18 Demanda Diaria Enero 2013 en KVA Acometida Humanidades (ANDA)

FEBRERO



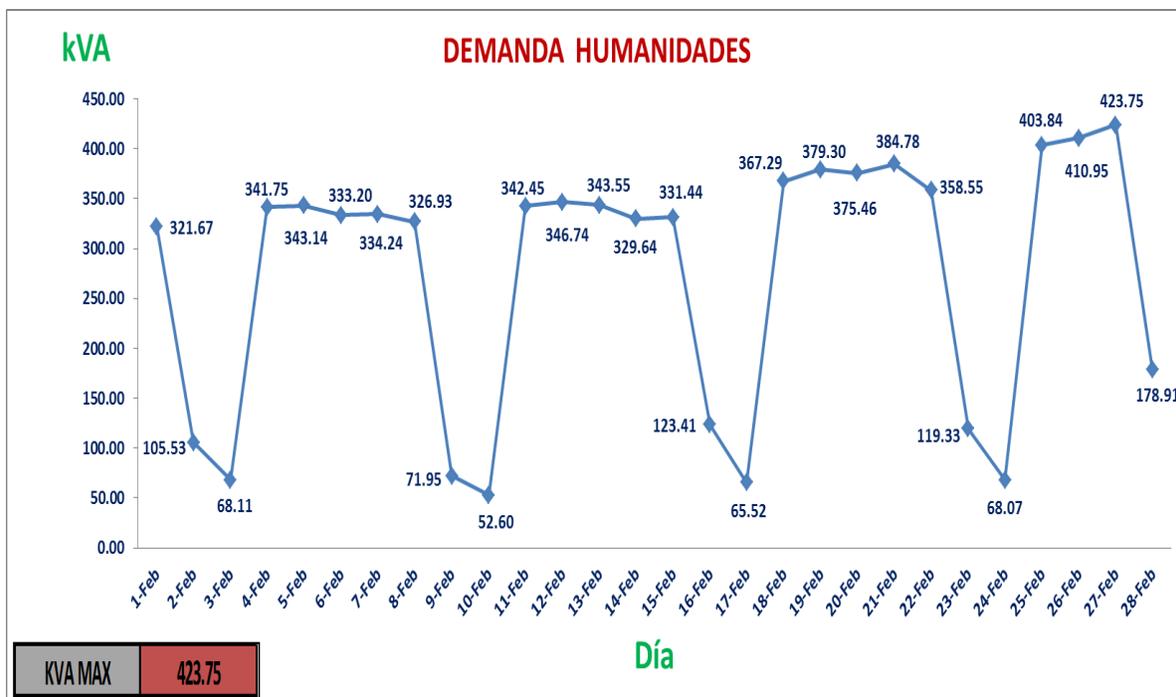
Gráfica 19 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Agronomía



Gráfica 20 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Complejo Deportivo



Gráfica 21 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Economía (Derecho)



Gráfica 22 Demanda Diaria Febrero 2013 en KVA Acometida Humanidades (ANDA)

RESUMEN DEMANDA DIARIA ENERO – FEBRERO 2013

ACOMETIDA	FECHA MÁXIMO	DEMANDA MÁXIMA KVA	FECHA MÍNIMO	DEMANDA MÍNIMO KVA
Agronomía	27-Feb	1034.48	3 Feb	124.68
Complejo Deportivo	21-Feb	337.97	13-Ene	30.79
Derecho	22-Feb	111.79	13-Ene	5.90
Humanidades	27-Feb	423.75	6-Ene	50.14

Tabla 9 Resumen de Consumo Diario Enero – Febrero 2013

DEMANDA MÁXIMA REGISTRADAS

ACOMETIDA	kVA	FECHA
Agronomía	1094.20	16-julio-12
Complejo Deportivo	444.44	09-agosto-12
Derecho	111.84	22-agosto-12
Humanidades	395.97	07-agosto-12

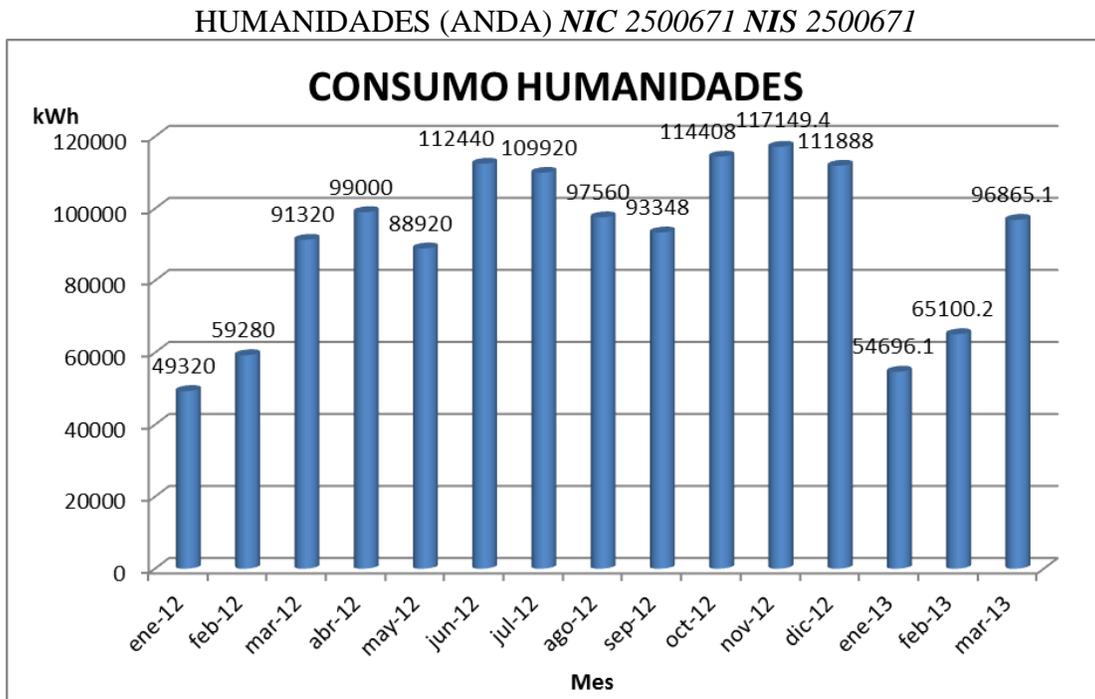
Tabla 10 Demanda Máxima Registrada.



Gráfica 23 Demanda Máximas

3.2.2 Consumo Diario Enero - Marzo 2013

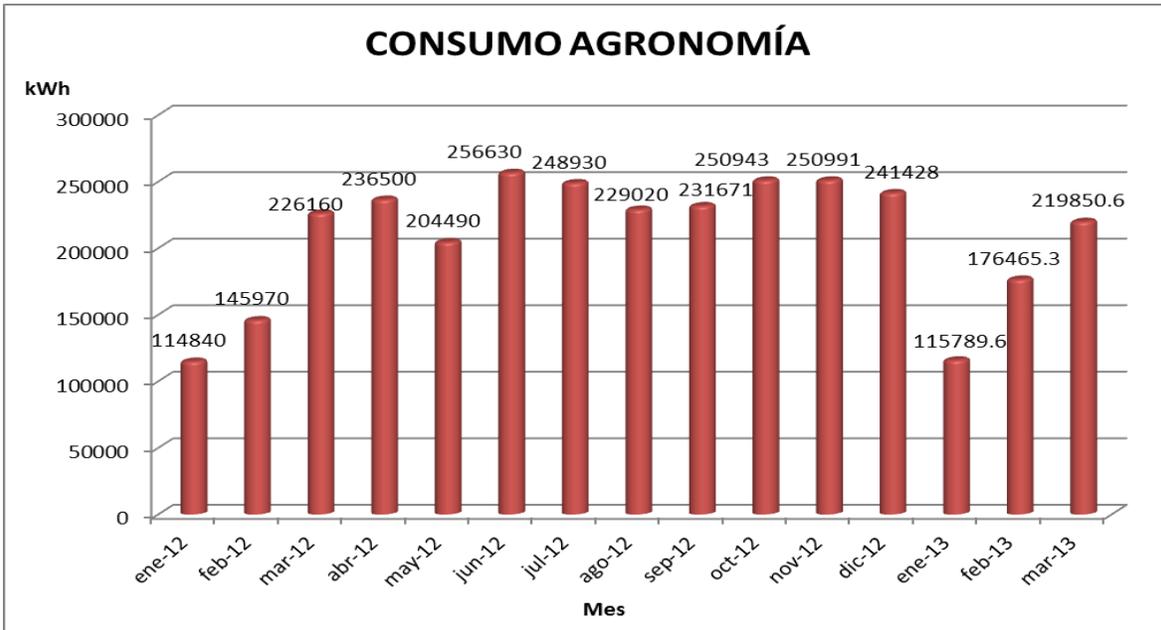
Las siguientes gráficas muestran el consumo obtenidos de los medidores de la distribuidora en el periodo de enero 2012 a marzo de 2013



Gráfica 24 Demanda Humanidades

Comportamiento del consumo en kWh de Humanidades (ANDA), con un máximo de 117,149.4 kWh en noviembre de 2012.

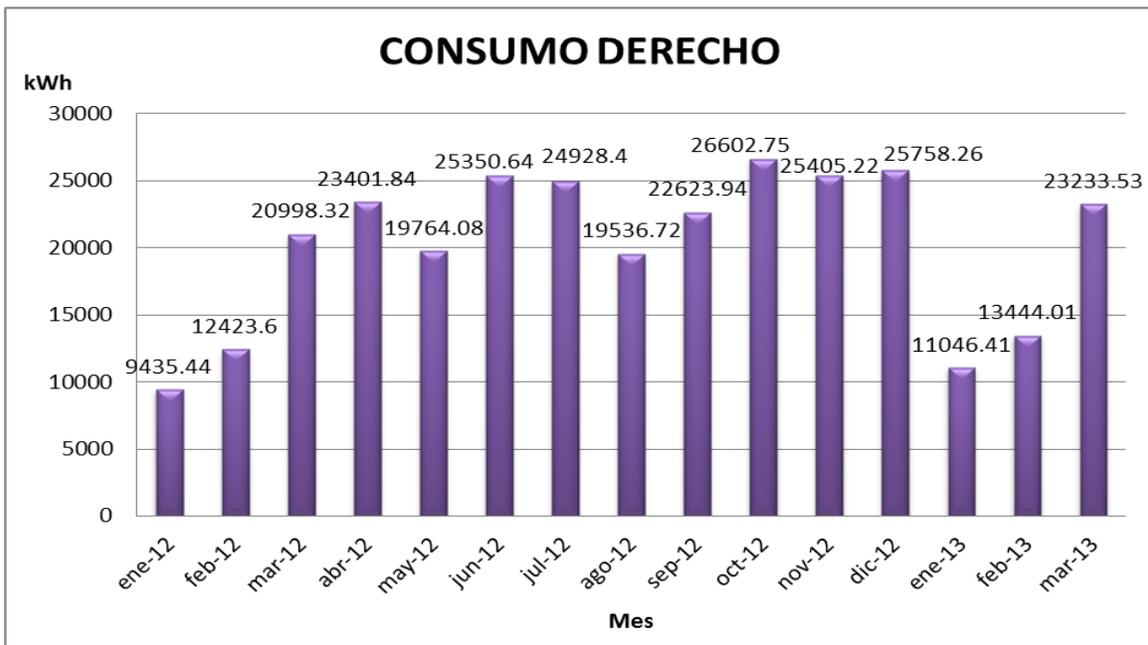
AGRONOMÍA NIC 2500673 NIS 2500673



Gráfica 25 Demanda Agronomía

Comportamiento del consumo en kWh de Agronomía, con un máximo de 256630 kWh en junio de 2012.

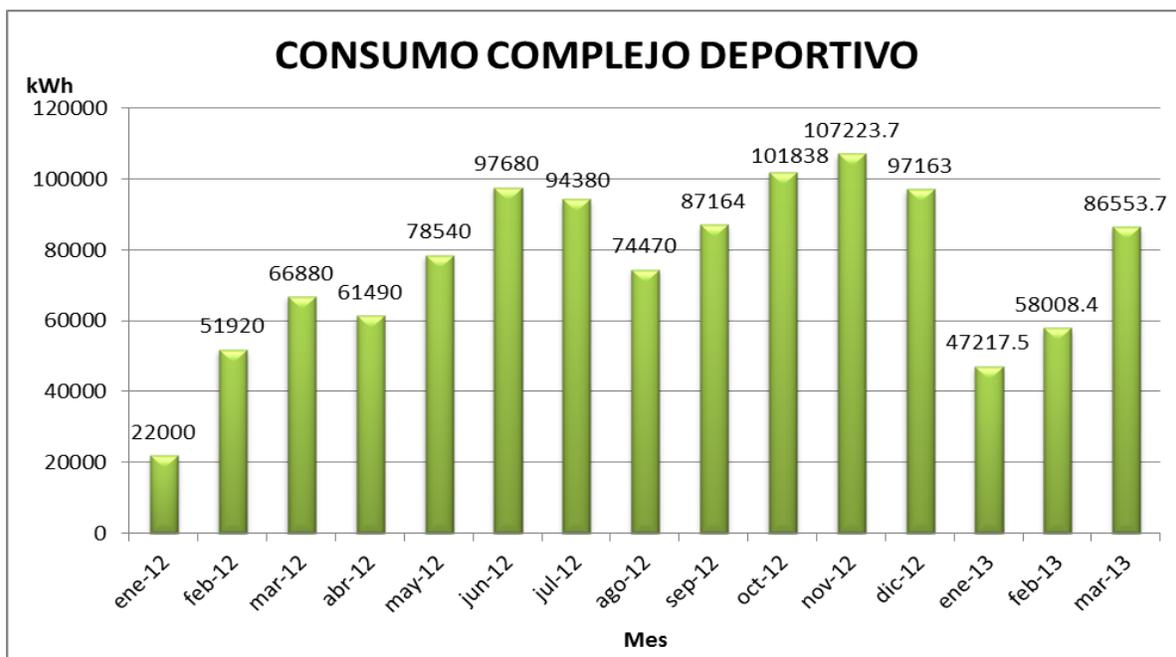
DERECHIO NIC 2501343 NIS 2501343



Gráfica 26 Demanda Economía (Derecho)

Comportamiento del consumo en kWh de Economía 1 (Derecho), con un máximo de 26602.75 kWh en octubre de 2012.

COMPLEJO DEPORTIVO NIC 5050160 NIS 5046798



Gráfica 27 Demanda Complejo Deportivo

Comportamiento del consumo en kWh del Complejo, con un máximo de 107223.7 kWh en noviembre de 2012.

CUADRO RESUMEN CONSUMO ENERGÉTICO MENSUAL 2012 - 2013

CONSUMOS MAXIMOS Y MINIMOS EN kWh				
ACOMETIDA	MES	VALOR MX	MES	VALOR MIN
AGRONOMIA	jun-12	256630	ene-12	114840
HUMANIDADES (ANDA)	nov-12	117149.4	ene-12	49320
COMPLEJO	nov-12	107223.7	ene-12	22000
DERECHO	oct-12	26602.75	ene-12	9435.44

Tabla 11 Demanda Total UES 2012 - 2013

La tabla 11 muestra los valores máximos y mínimos del consumo registrados por la compañía distribuidora.

3.3 RENDIMIENTO

Con los datos obtenidos en el análisis de la capacidad, medición interna y perfil de carga, se puede obtener el rendimiento por cada acometida, de tal forma, conocer el factor de utilización que poseen los transformadores en dichas acometidas.

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima del Transformador}}{\text{Potencia Nominal del Transformador}}$$

❖ Acometida Humanidades

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima del Transformador}}{\text{Potencia Nominal del Transformador}}$$

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{423.75}{1825} = 0.2322$$

El rendimiento que posee la acometida de Humanidades es de **23.22%**

❖ Acometida Complejo

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima del Transformador}}{\text{Potencia Nominal del Transformador}}$$

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{444}{2442.5} = 0.1817$$

El rendimiento que posee la acometida del Complejo es de **18.17%**

❖ Acometida Derecho

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima del Transformador}}{\text{Potencia Nominal del Transformador}}$$

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{111.84}{167.5} = 0.6677$$

El rendimiento que posee la acometida de Derecho es de **66.77%**

Acometida Agronomía

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima del Transformador}}{\text{Potencia Nominal del Transformador}}$$

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{1094.20}{4430} = 0.2470$$

El rendimiento que posee la acometida de Agronomía es de **24.70%**

Los datos obtenidos serán utilizados para dimensionar cada una de las subestaciones instaladas en el campus universitario, se apoyará de las mediciones puntuales realizadas, para comprobar que los datos obtenidos no sean menores a las demandas requeridas.

ACOMETIDA	CAPACIDAD INSTALADA KVA	DEMANDA MÁXIMA KVA	FACTOR DE UTILIZACIÓN %
Humanidades	1825	423.75	23.22
Complejo Deportivo	2442.5	444	18.17
Derecho	167.5	111.8	66.77
Agronomía	4430	1094.2	24.70

Tabla 12 Capacidad instalada, Demanda máxima y Factor de utilización.

➤ Mediciones Puntuales.

Se efectuaron mediciones puntuales en tres subestaciones con el objeto de determinar su demanda pico, los resultados se muestra en la siguiente tabla:

Subestación Biblioteca: Capacidad 300 KVA	
Corriente de Línea	90.1 Amperios
Voltaje	208 Voltios
Potencia	$\frac{1.732 \times 90.1 \times 208}{1000} = 32.46 \text{ KVA}$
Factor de Utilización	$\frac{32.46}{300} = 0.1082$
Rendimiento	10.82%

Subestación Toldo Azul: Capacidad 225 KVA	
Corriente de Línea	90.1 Amperios
Voltaje	208 Voltios
Potencia	$\frac{1.732 \times 92.3 \times 208}{1000} = 33.25 \text{ KVA}$
Factor de Utilización	$\frac{33.25}{225} = 0.1477$
Rendimiento	14.77%
Subestación Industrial: Capacidad 225 KVA	
Corriente de Línea	92 Amperios
Voltaje	208 Voltios
Potencia	$\frac{1.732 \times 92 \times 208}{1000} = 33.14 \text{ KVA}$
Factor de Utilización	$\frac{33.14}{225} = 0.1473$
Rendimiento	14.73%

Tabla 13 Mediciones Puntuales

Como se puede observar el rendimiento obtenido en las mediciones puntuales es menor al rendimiento obtenido en los cálculos por acometida, por lo cual se concluye que el 18% como factor de utilización es un dato que satisface la demanda.

3.4 DEMANDA ACTUAL

La demanda actual que posee la universidad de El Salvador se determinó a partir de las facturas de consumo eléctrico. El estudio de la demanda se realizó con facturas del año 2005 al 2013.

A continuación se muestran dos años de la demanda eléctrica en la universidad de El Salvador.

✓ Año 2005

Mes	Potencias	NIC 2500671 (ANDA)	NIC 2500672 (Medicina)	NIC 2500673 (Agronomía)	NIC 2500674 (Ing. Fosa)	NIC 2501343 (Derecho)	NIC 5050160 (Complejo)	TOTALES
Enero	KW	312	144	770	228	100	165	
	FP	0.946	1	0.91	0.89	0.98	0.94	
	KVA	329.8	144	846.2	256.2	102.0	175.5	1853.7
Febrero	KW	312	144	770	228	100.69	165	
	FP	0.964	1	0.907	0.811	0.974	0.937	
	KVA	323.7	144	848.9	281.1	103.4	176.1	1877.2
Marzo	KW	312	144	770	228	100.69	176	
	FP	1	1	1	1	0.973	0.946	
	KVA	312	144	770	228	103.5	186.0	1743.5
Abril	KW	324	144	836	228	100.69	176	
	FP	0.968	1	0.923	0.892	0.968	0.941	
	KVA	334.7	144	905.7	255.6	104.0	187.0	1931.1
Mayo	KW	336	144	836	240	120.18	176	
	FP	0.978	1	0.943	0.93	0.972	0.94	
	KVA	343.6	144	886.5	258.0	123.6	187.2	1943.0

Mes	Potencias	NIC 2500671 (ANDA)	NIC 2500672 (Medicina)	NIC 2500673 (Agronomía)	NIC 2500674 (Ing. Fosa)	NIC 2501343 (Derecho)	NIC 5050160 (Complejo)	TOTALES
Junio	KW	348	144	880	241	120.18	185	
	FP	0.975	1	0.93	0.925	0.97	0.95	
	KVA	356.9	144	946.2	260.5	123.9	194.7	2026.3
Julio	KW	348	144	847	240	120.18	187	
	FP	0.975	1	0.925	0.921	0.97	0.94	
	KVA	356.9	144	915.7	260.6	123.9	198.9	2000.0
Agosto	KW	348	144	847	240	120.18	180	
	FP	0.973	1	0.926	0.921	1	0.94	
	KVA	357.7	144	914.7	260.6	120.2	191.5	1988.6
Septiembre	KW	348	144	847	240	120.18	187	
	FP	0.92	1	0.922	0.893	0.97	0.93	
	KVA	378.3	144	918.7	268.8	123.9	201.1	2034.6
Octubre	KW	348	148	847	240	120.18	187	
	FP	0.975	1	0.941	0.9	0.973	0.946	
	KVA	356.9	148	900.1	266.7	123.52	197.7	1992.9
Noviembre	KW	348	160	847	240	120.18	187	
	FP	0.972	1	.929	0.913	0.973	0.945	
	KVA	358.1	160	918.7	262.9	123.52	197.9	2034.6
Diciembre	KW	348	148	847	240	120.18	187	
	FP	0.97	1	0.925	0.9	0.98	0.945	
	KVA	358.8	148	915.7	266.7	122.63	197.9	2009.6

Tabla 14 Demanda de Carga Año 2005

✓ Año 2010

Mes	Potencias	NIC 2500671 (ANDA)	NIC 2500672 (Medicina)	NIC 2500673 (Agronomía)	NIC 2500674 (Ing. Fosa)	NIC 2501343 (Derecho)	NIC 5050160 (Complejo)	TOTALES
Enero	KW	336	116	858	275	100.69	99	
	FP	0.951	1	0.909	0.803	0.962	0.905	
	KVA	353.33	116	943.9	342.5	104.7	109.4	1969.7
Febrero	KW	312	116	968	231	89.32	165	
	FP	0.959	1	0.967	0.849	0.954	0.914	
	KVA	325.4	116	1001.0	272.1	93.6	180.5	1988.6
Marzo	KW	342.39	128.48	914.67	283.37	106.97	165	
	FP	0.9608	1	0.9178	0.88	0.9558	0.925	
	KVA	356.4	128.48	996.6	322.0	111.9	178.4	2093.7
Abril	KW	372	0	1056	297	108.81	121	
	FP	0.969	1	0.965	0.867	0.957	0.903	
	KVA	383.9	0	1094.3	342.6	113.7	133.9	2068.5
Mayo	KW	396	0	1100	330	116.93	165	
	FP	0.967	1	0.969	0.909	0.958	0.925	
	KVA	409.5	0	1135.2	363.0	122.1	178.4	2208.2
Junio	KW	408	0	1133	319	118.55	176	
	FP	0.968	1	0.957	0.912	0.962	0.927	
	KVA	421.5	0	1183.9	349.8	123.2	189.9	2268.3

Mes	Potencias	NIC 2500671 (ANDA)	NIC 2500672 (Medicina)	NIC 2500673 (Agronomía)	NIC 2500674 (Ing. Fosa)	NIC 2501343 (Derecho)	NIC 5050160 (Complejo)	TOTALES
Julio	KW	372	0	1034	275	112.06	132	
	FP	0.967	1	0.938	0.905	0.964	0.928	
	KVA	384.7	0	1102.3	303.9	116.2	142.2	2049.4
Agosto	KW	360	0	990	253	108.81	165	
	FP	0.965	1	0.93	0.904	0.963	0.931	
	KVA	373.1	0	1064.5	279.9	112.94	177.26	2007.7
Septiembre	KW	348	0	1001	300.99	107.18	187	
	FP	0.961	1	0.912	0.891	0.97	0.923	
	KVA	362.1	0	1097.6	337.8	110.5	202.6	2110.6
Octubre	KW	372	0	1078	242	105.56	154	
	FP	0.964	1	0.918	0.897	0.971	0.935	
	KVA	385.9	0	1174.3	269.8	108.7	164.7	2103.4
Noviembre	KW	372	0	1078	275	107.18	121	
	FP	0.967	1	0.925	0.911	0.965	0.934	
	KVA	384.7	0	1165.4	301.9	111.1	129.6	2092.6
Diciembre	KW	336	0	1056	286	102.31	187	
	FP	0.97	1	0.921	0.916	0.969	0.937	
	KVA	346.4	0	1146.6	312.2	105.6	199.6	2110.4

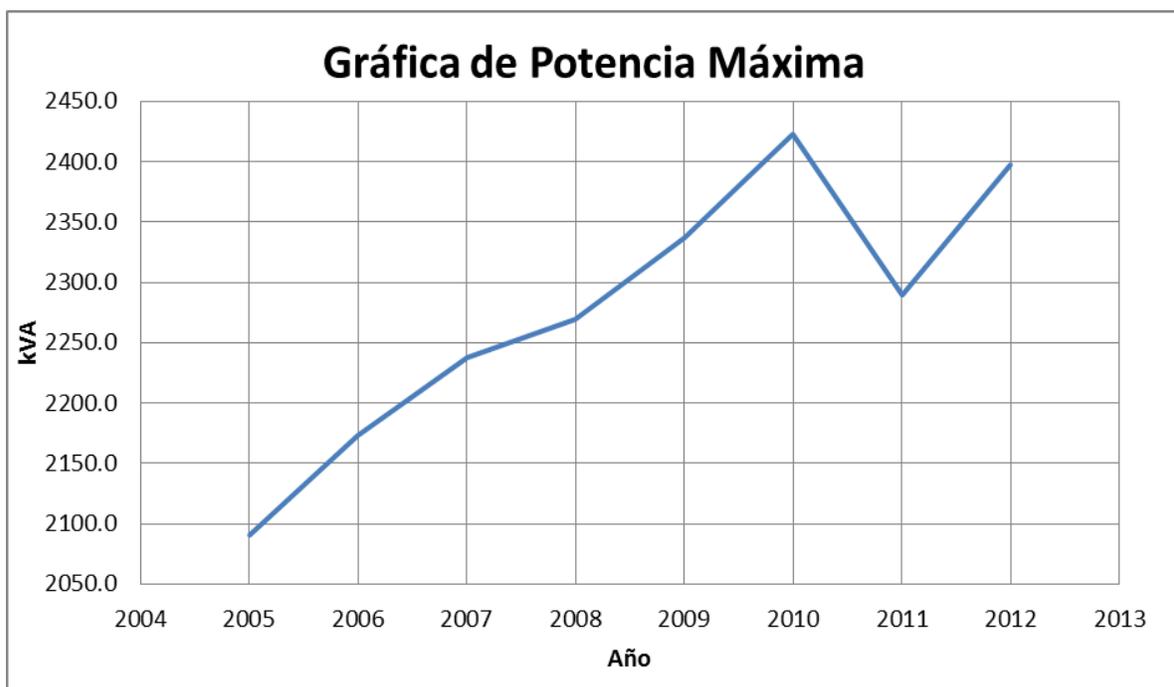
Tabla 15 Demanda de Carga Año 2010

A continuación se muestran las potencias máximas de los años 2005 al 2012

AÑO	POTENCIA MÁXIMA kVA
2005	2090.6
2006	2172.6
2007	2237.8
2008	2269.5
2009	2336.7
2010	2422.7
2011	2289.7
2012	2397.5

Tabla 16 Demanda de Carga Años 2005 - 2012

La gráfica 30 muestra la tendencia de la demanda en la universidad durante el período 2005 - 2012



Gráfica 28 Demanda Energética Anual 2005 – 2012

3.5 PROYECCION DE CARGA A FUTURO

Basados en el comportamiento de la facturación se ha ejecutado un análisis de la demanda futura hasta el año 2030.

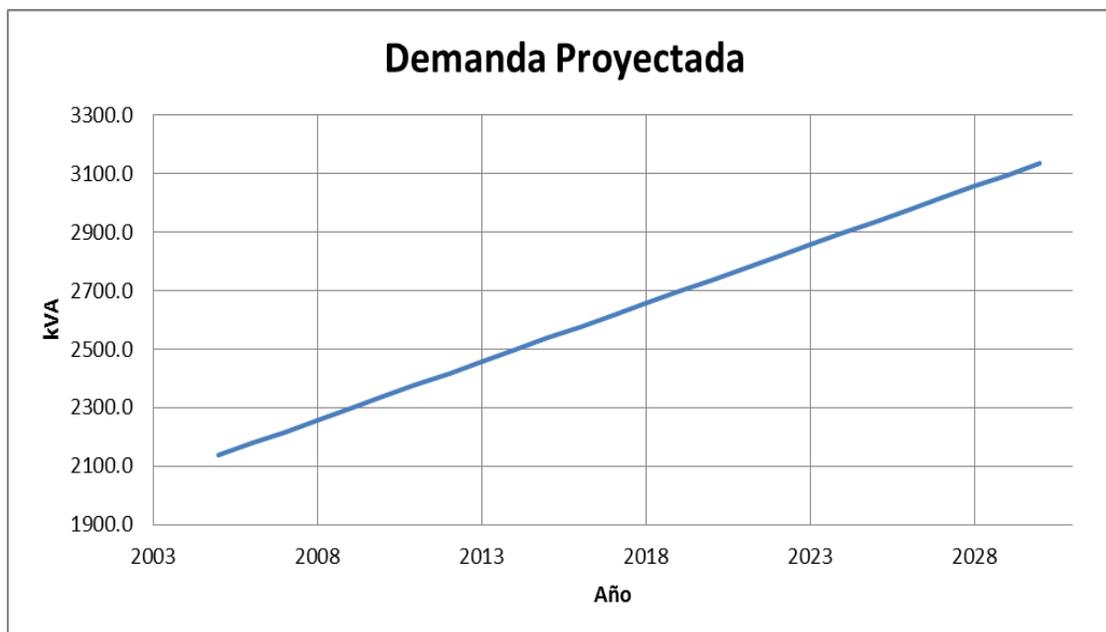
3.5.1 Proyección en Campus Universitario Completo

La tabla #12 muestra la demanda energética proyectada desde 2005 hasta el año 2030.

AÑO	PROYECCIÓN kVA	AÑO	PROYECCIÓN kVA
2005	2137.3	2018	2656.7
2006	2177.3	2019	2696.7
2007	2217.2	2020	2736.6
2008	2257.2	2021	2776.6
2009	2297.1	2022	2816.5
2010	2337.1	2023	2856.5
2011	2377.0	2024	2896.4
2012	2417.0	2025	2936.4
2013	2456.9	2026	2976.3
2014	2496.9	2027	3016.3
2015	2536.9	2028	3056.3
2016	2576.8	2029	3096.2
2017	2616.8	2030	3136.2

Tabla 17 Proyección de Demanda Energética

A continuación se presentan los datos proyectados gráficados

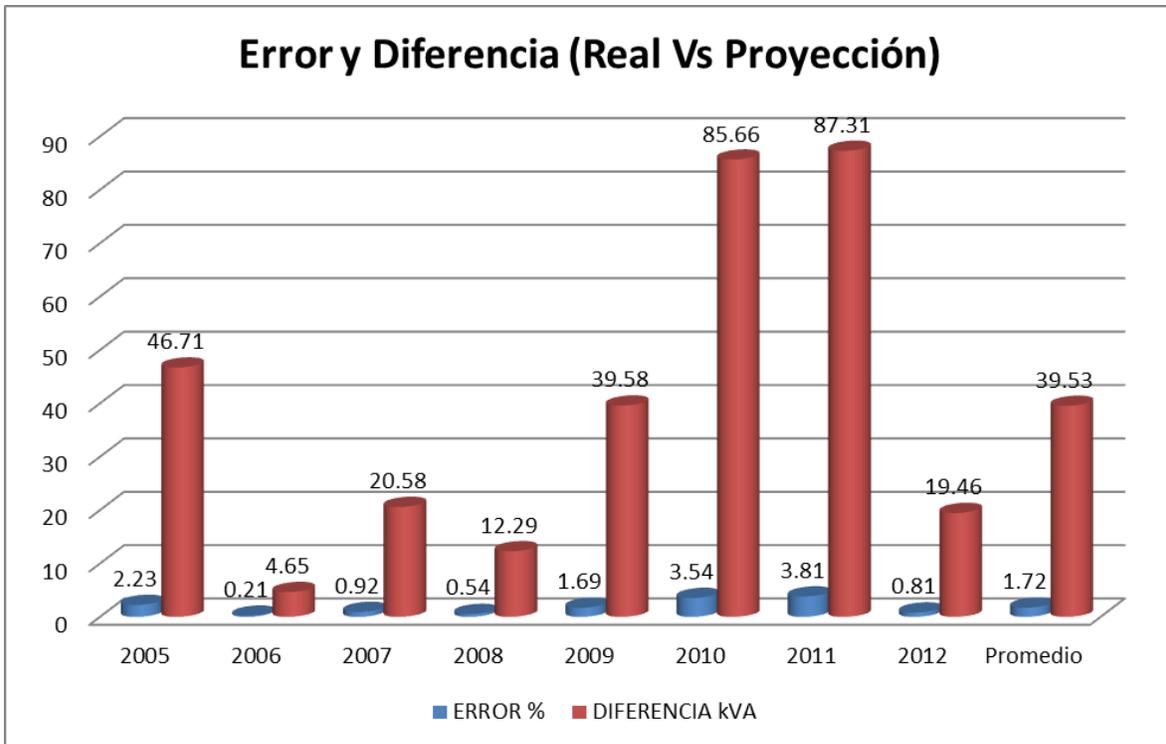


Gráfica 29 Proyección de Demanda Energética

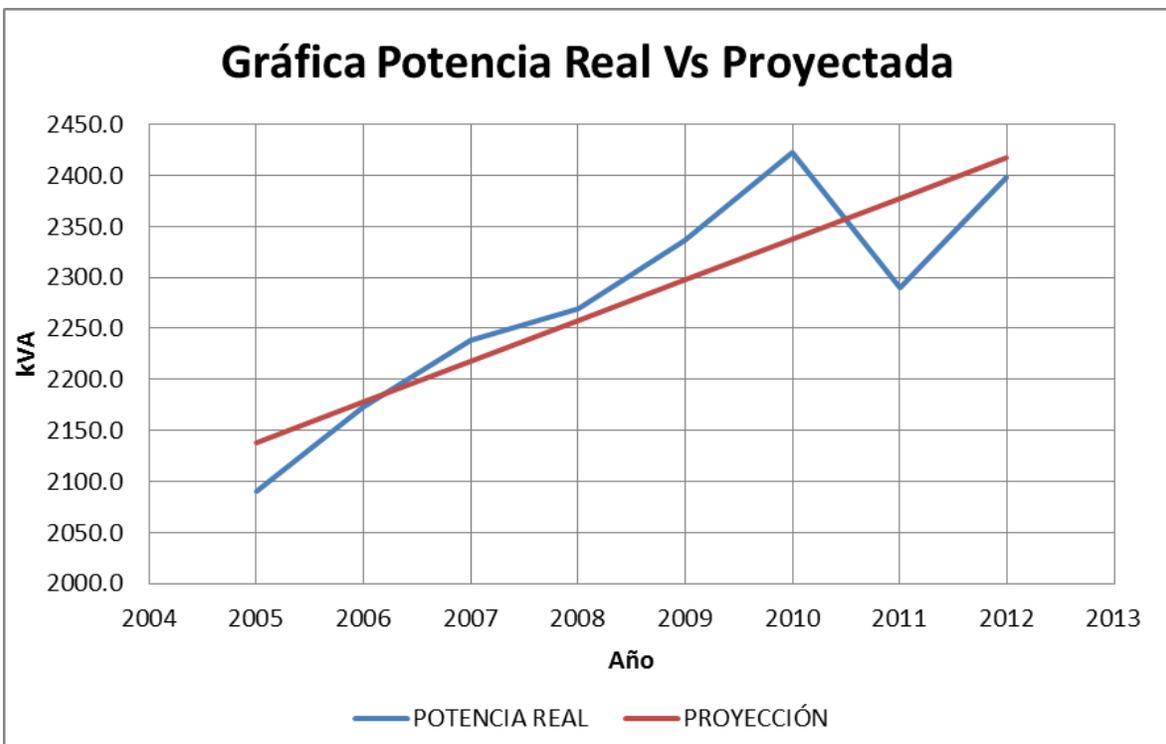
Para validar los datos proyectados se comparan con los datos reales, obteniendo la tabla #13 la cual muestra el error en porcentaje y la diferencia que existe en kVA de la demanda.

AÑO	POTENCIA REAL kVA	PROYECCIÓN kVA	ERROR %	DIFERENCIA kVA
2005	2090.6	2137.3	2.23	46.7
2006	2172.6	2177.3	0.21	4.6
2007	2237.8	2217.2	0.92	20.6
2008	2269.5	2257.2	0.54	12.3
2009	2336.7	2297.1	1.69	39.6
2010	2422.7	2337.1	3.54	85.7
2011	2289.7	2377.0	3.81	87.3
2012	2397.5	2417.0	0.81	19.5
Promedio			1.72	39.53

Tabla 18 Comparativa entre Potencia Real y Proyectado



Gráfica 30 Error y Diferencia Real vs Proyección



Gráfica 31 Potencia Real vs Proyectada

Con el estudio realizado se concluye que los datos pronosticados son válidos, debido a que el error que presentan es mínimo y se pueden considerar para el estudio de la demanda eléctrica proyectado al año 2030.

Para el año 2030 la proyección muestra que la demanda en kVA será de “3018.2”, en el año 2012 la demanda en kVA fue de “2274.6”, pero para el caso se tomara el año en que la demanda fue mayor. El año que se tomará es el año 2010 por ser el año de mayor demanda energética.

Para determinar el factor de crecimiento en la demanda eléctrica se hará uso de la siguiente fórmula

$$Factor = \frac{Año\ Demanda\ Proyectada}{Año\ Demanda\ Máxima\ Real} = \frac{3136.2}{2422.7}$$
$$Factor = 1.294$$

El factor de crecimiento para el año 2030 será de 1.294 para todo el campus universitario con un error que oscilará entre 0.5% a 1.5% se considera un factor apropiado.

3.5.2 Proyección por Acometidas

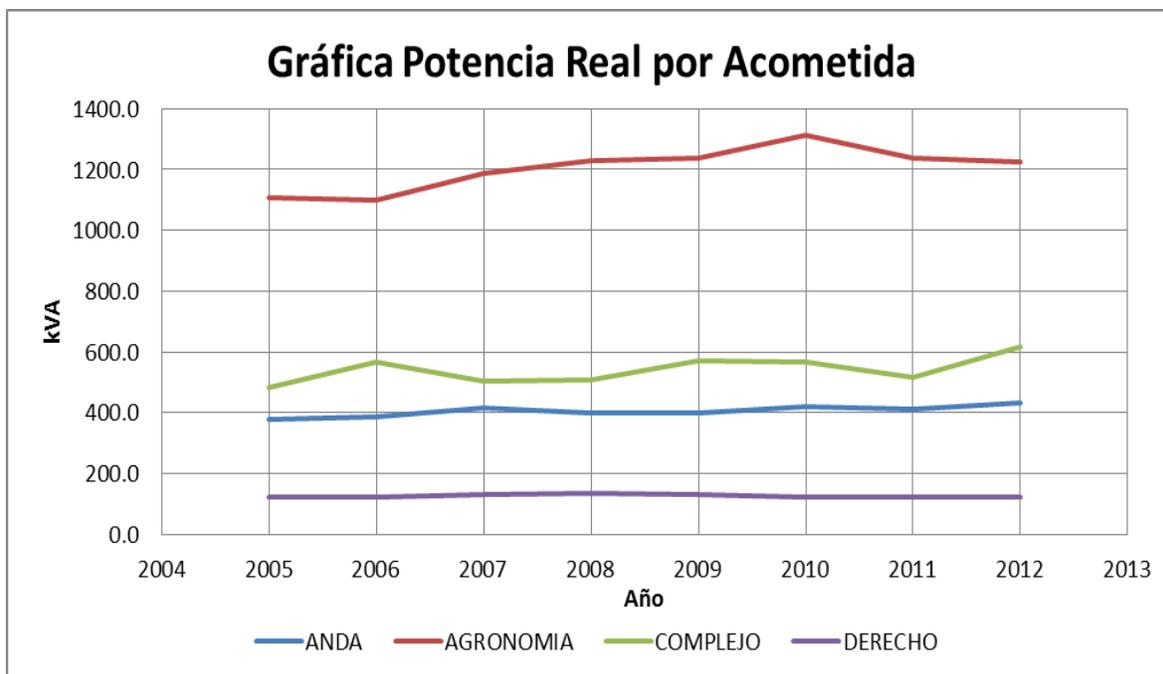
En la proyección por acometidas se tomaran las demandas anuales máximas por acometidas, para de esta forma realizar una proyección en la demanda energética que pueda corroborar la proyección para el campus completo.

La proyección por acometidas también se realizará hasta el año 2030, la cual se refleja en la tabla 19.

PROYECCIÓN	HUMANIDADES kVA	AGRONOMIA kVA	COMPLEJO DEPORTIVO kVA	DERECHO kVA
2005	383.5	1123.4	502.1	128.3
2006	389.7	1146.5	513.2	127.9
2007	396.0	1169.6	524.2	127.5
2008	402.2	1192.6	535.3	127.1
2009	408.4	1215.7	546.3	126.6
2010	414.7	1238.8	557.4	126.2
2011	420.9	1261.8	568.5	125.8
2012	427.2	1284.9	579.5	125.4
2013	433.4	1308.0	590.6	125.0
2014	439.6	1331.0	601.7	124.6
2015	445.9	1354.1	612.7	124.2
2016	452.1	1377.1	623.8	123.8
2017	458.3	1400.2	634.9	123.3
2018	464.6	1423.3	645.9	122.9
2019	470.8	1446.3	657.0	122.5
2020	477.0	1469.4	668.1	122.1
2021	483.3	1492.5	679.1	121.7
2022	489.5	1515.5	690.2	121.3
2023	495.7	1538.6	701.3	120.9
2024	502.0	1561.7	712.3	120.4
2025	508.2	1584.7	723.4	120.0
2026	514.5	1607.8	734.5	119.6
2027	520.7	1630.9	745.5	119.2
2028	526.9	1653.9	756.6	118.8
2029	533.2	1677.0	767.7	118.4
2030	539.4	1700.1	778.7	118.0

Tabla 19 Proyección por Acometida

Para confirmar la veracidad de la proyección se hará una tabla detallando el error y la diferencia en kVA que existe entre el valor real con el proyectado para cada acometida



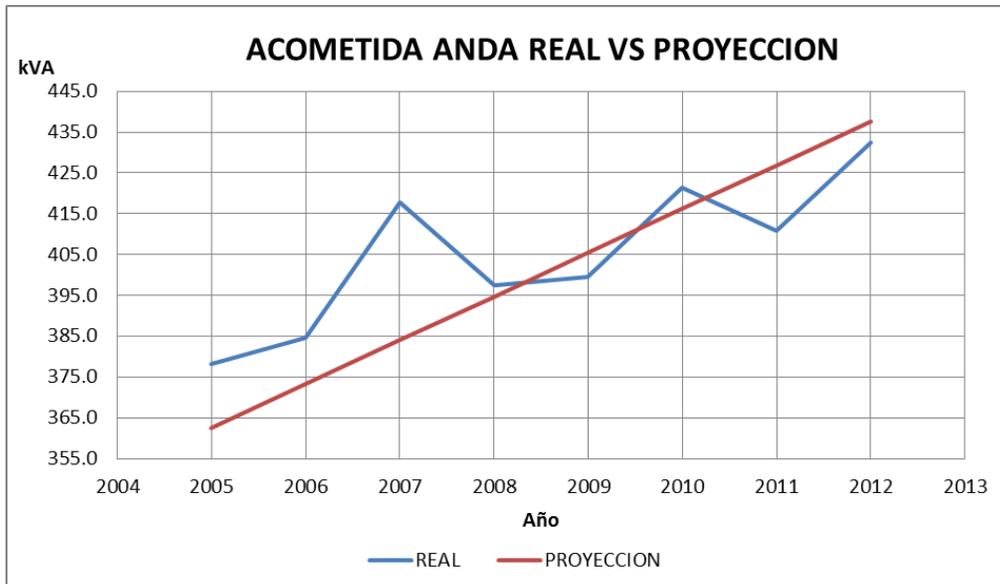
Gráfica 32 Potencias Reales por Acometidas

➤ **Acometida Humanidades (ANDA)**

La tabla #15 detalla la potencia real y la proyectada de la acometida de humanidades, para poder comprobar si los datos obtenidos son válidos para el diseño.

ANDA (HUMANIDADES)				
AÑO	POTENCIA REAL kVA	POTENCIA PROYECTADA kVA	ERROR %	DIFERENCIA KVA
2005	378.3	362.5	4.15	15.71
2006	384.7	373.3	2.97	11.42
2007	417.7	384.0	8.07	33.72
2008	397.5	394.7	0.70	2.79
2009	399.6	405.4	1.47	5.87
2010	421.5	416.2	1.26	5.31
2011	410.8	426.9	3.92	16.11
2012	432.5	437.6	1.17	5.08

Tabla 20 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Humanidades



Gráfica 33 Potencia Real vs Proyectada Acometida Humanidades

El factor de crecimiento que representa la acometida de Humanidades ANDA se muestra a continuación.

$$Factor = \frac{Año\ Demanda\ Proyectada}{Año\ Demanda\ Máxima\ Real} = \frac{539.4}{432.5}$$

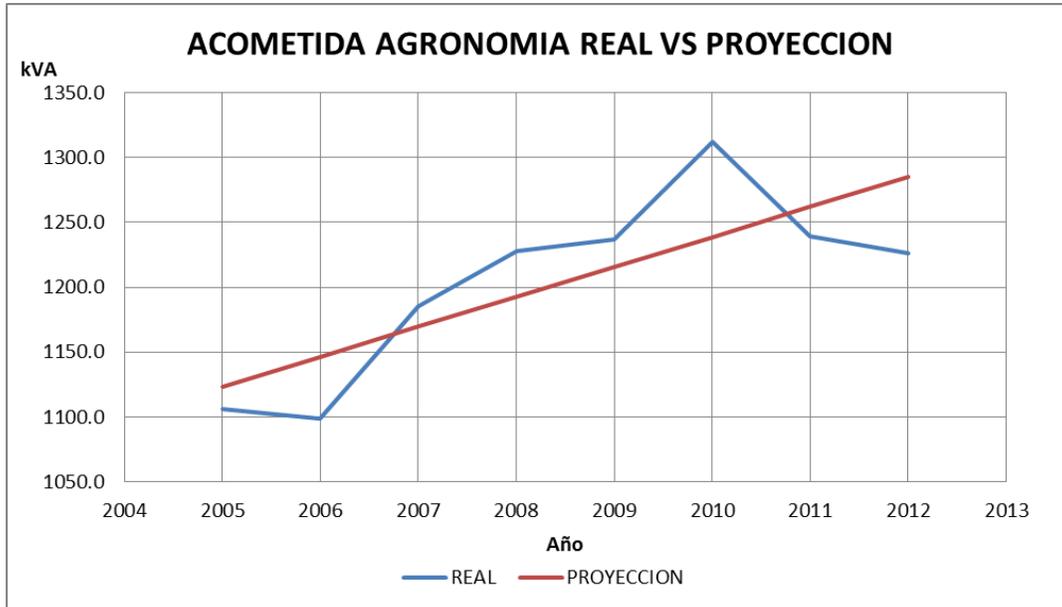
$$Factor = 1.247$$

Acometida Agronomía

La acometida de agronomía previa al año 2010 no alimentaba la facultad de medicina, para obtener datos precisos en esos años, la potencia demandada por la facultad de medicina se le adhirió a la acometida de agronomía.

AGRONOMIA				
AÑO	POTENCIA REAL kVA	POTENCIA PROYECTADA kVA	ERROR %	DIFERENCIA kVA
2005	1106.2	1123.4	1.55	17.19
2006	1098.5	1146.5	4.37	47.98
2007	1185.4	1169.6	1.33	15.82
2008	1227.6	1192.6	2.85	34.98
2009	1237.1	1215.7	1.73	21.42
2010	1312.4	1238.8	5.61	73.63
2011	1239.4	1261.8	1.81	22.41
2012	1226.6	1284.9	4.75	58.29

Tabla 21 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Agronomía



Gráfica 34 Potencia Real vs Proyectada Acometida Agronomía

Para el factor de crecimiento se considera el año 2010 como el año de máxima demanda.

$$Factor = \frac{Año\ Demanda\ Proyectada}{Año\ Demanda\ Máxima\ Real} = \frac{1700.1}{1312.4}$$

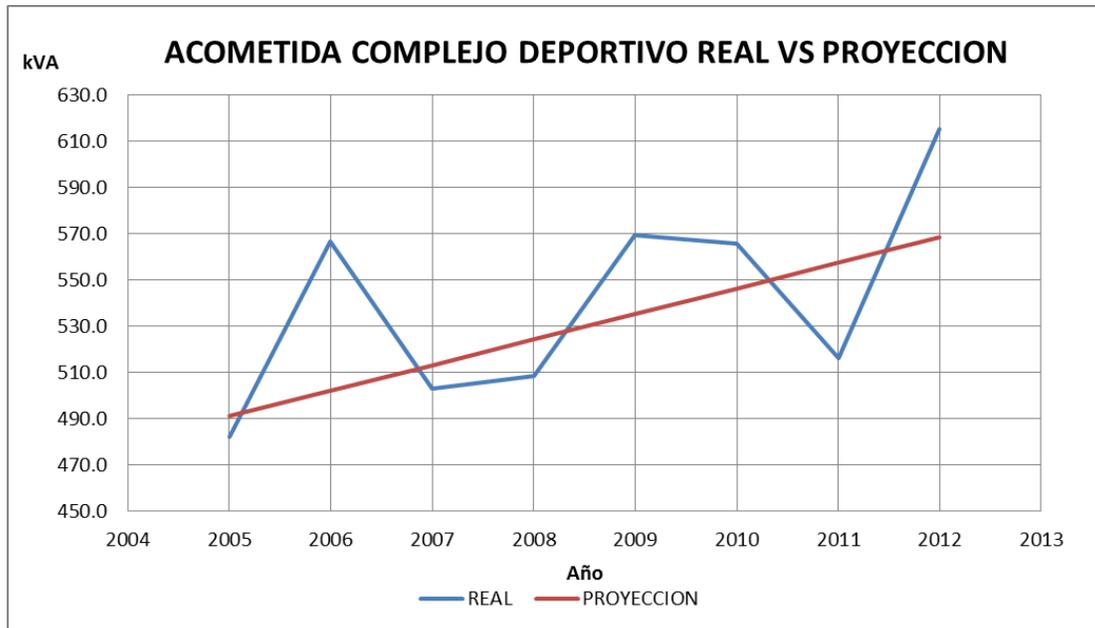
$$Factor = 1.295$$

Acometida Complejo Deportivo

Previo al año 2012 la acometida no alimentaba la facultad de Ingeniería , por lo cual a esos años se le adhirió la demanda de la facultad de Ingeniería.

COMPLEJO DEPORTIVO				
AÑO	POTENCIA REAL kVA	POTENCIA PROYECTADA kVA	ERROR %	DIFERENCIA kVA
2005	482.2	491.0	1.83	8.81
2006	566.6	502.1	11.38	64.47
2007	502.9	513.2	2.04	10.26
2008	508.4	524.2	3.10	15.78
2009	569.2	535.3	5.96	33.93
2010	565.6	546.3	3.41	19.29
2011	516.2	557.4	7.99	41.24
2012	615.4	568.5	7.63	46.94

Tabla 22 Error y Diferencia de Potencia Real vs Proyectada Acometida Complejo Deportivo



Gráfica 35 Potencia Real vs Proyectada Acometida Complejo Deportivo

El Factor de crecimiento que posee la acometida del complejo deportivo se denota a continuación.

$$Factor = \frac{Año\ Demanda\ Proyectada}{Año\ Demanda\ Máxima\ Real} = \frac{778.7}{615.4}$$

$$Factor = 1.265$$

ACOMETIDAS	FACTOR DE CRECIMIENTO
GENERAL	1.294
HUMANIDADES (ANDA)	1.247
AGRONOMÍA	1.295
COMPLEJO DEPORTIVO	1.265

Tabla 23 Factor de Crecimiento

Para efectos de cálculo se hará uso de un factor de crecimiento de 1.30 a las demandas máximas que se tienen registradas, con el fin de que la nueva red eléctrica pueda suplir hasta el año 2030.

3.6 CALCULO DE DEMANDA PARA CADA SUBESTACIÓN

Con los datos de rendimiento para cada acometida y el factor de crecimiento hasta el año 2030, se puede estimar la demanda que requerirá cada subestación. La cual se muestra a continuación:

❖ Acometida Humanidades

Numero Correlativo	Capacidad kVA	Demanda Actual kVA	Demanda Proyectada kVA
1	125	38	49.4
2	75	30	39
3	150	23	29.9
4	75	22	28.6
5	100	49	63.7
6	100	31	40.3
7	75	31	40.3
8	100	23	29.9
9	37.5	10	13
10	75	15	19.5
11	25	13	16.9
12	25	11	14.3
13	75	20	26
14	100	25	32.5
15	150	35	45.5
16	200	43	55.9
17	50	22	28.6
18	137.5	32	41.6
19	150	37	48.1
TOTAL	1825	510	663

Tabla 24 Demanda Estimada Acometida Humanidades (ANDA)

❖ **Acometida Agronomía**

Numero Correlativo	Capacidad KVA	Demanda Actual kVA	Demanda Proyectada kVA
1	300	47.9	62.27
2	100	22.4	29.12
3	75	17.4	22.62
4	225	102.8	133.64
5	225	80.9	105.17
6	300	47.7	62.01
7	112.5	56.4	73.32
8	100	20.4	26.52
9	150	73.6	95.68
10	25	17.6	22.88
11	25	10.53	13.689
12	502.5	61.83	80.379
13	37.5	13	16.9
14	300	110	143
15	50	15	19.5
16	25	11	14.3
17	150	75	97.5
18	150	40	52
19	225	65	84.5
20	300	75	97.5
21	225	60	78
22	25	11.5	14.95
23	87.5	50.72	65.936
24	250	75	97.5
25	300	113.2	147.16
26	65	20	26
27	100	46	59.8
TOTAL	4430	1340	1742

Tabla 25 Demanda Estimada Acometida Agronomía

❖ **Acometida Complejo Deportivo**

Numero Correlativo	Capacidad kVA	Demanda Actual kVA	Demanda Proyectada kVA
1	100	24	31.2
2	100	42	54.6
3	75	58	75.4
4	200	85	110.5
5	25	19.8	25.74
6	300	35	45.5
7	225	33.3	43.29
	100	85	110.5
9	225	43	55.9
10	15	7	9.1
11	225	33.2	43.16
12	15	8	10.4
13	300	31	40.3
14	100	63.6	82.68
15	137.5	25	32.5
16	100	18	23.4
17	50	18	23.4
18	150	55	71.5
TOTAL	2442.5	684	889

Tabla 26 Demanda Estimada Acometida Complejo Deportivo

CARGA TOTAL PROYECTADA.

ACOMETIDA	CARGA PROYECTADA KVA
HUMANIDADES	663
AGRONOMÍA	1742
COMPLEJO DEPORTIVO	889
TOTAL	3294

Tabla 27 Carga Total Proyectada

La acometida de Derecho no se incluye, debido a que el nuevo edificio que se está construyendo poseerá un transformador de 300kVA que suministrará la carga demandada por la acometida de Derecho.

CAPÍTULO IV

4. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

Para el diseño y ejecución del proyecto se han considerado las normas y estándares existentes en el sistema de distribución eléctrica subterránea, tanto las que rigen en el país como las internacionales. Al igual que se detallan las especificaciones técnicas de los componentes que se utilizarán en el diseño.

4.1 NORMAS Y ESTANDARES

Los criterios de diseño se han elaborado en base a lo establecido en cada una de las siguientes normas y estándares:

- **Estándar de construcción de líneas subterráneas.**

Estándar vigente en el país por SIGET.

NORMAS

CAMPO DE APLICACIÓN

ASTM D 3487

Aceite dieléctrico para transformadores de distribución

AISI

Tanques de acero inoxidable para transformadores

ANSI / IEEE C 57.12.00

Transformadores tipo pedestal

ANSI / IEEE C 57.109

Requerimientos de corto circuito para transformadores de distribución

ANSI / IEEE C 57.12.28

Establece los requerimientos de diseño, pintura y seguridad en la construcción de gabinetes de pedestal para transformadores

ANSI / IEEE 386

Norma para accesorios con aislamiento en media tensión (codos, empalmes, terminales, regletas, etc.)

NEMA TP1

Eficiencias de transformadores

ANSI / IEEE C 57.12. 90

Pruebas electromecánicas en transformadores pedestal

ICEA S-94-649 o IEC-840

Diseño, fabricación y pruebas en cables de media tensión

IEC 885-2

Descargas parciales en cables de media tensión

IEC 502, UL-44, UL-854	Cables de baja tensión
ARESEP AR-NTACO-2002	Instalación y equipamiento de acometidas
NEC	Código Eléctrico (NFPA 70)
ANSI C 37.40, C 37.41, C 37.42 Y NEMA 5G-2	Equipos de protección monopolar "Corta Circuitos".
ANSI / IEEE C 37.60, C 37.63, C 37.71, C 37.72, C 37.73, C 57.12.28, ASTM D 2472, IEC 56,	Interruptor para protección y seccionamiento "Llave Seccionadora".
NEMA 4 X	Gabinete para el control electrónico de interruptor tipo poste y llave seccionadora.
IEEE 386, ANSI C 62.11	Pararrayos tipo codo 27 kV, 10 kA
ANSI C 37.60, C 37.61, C 76.1 ANSI / IEEE C 62.11, NEMA SG-13	Interruptor tipo poste para la protección y seccionamiento bajo carga
IEEE 48, VDE 0278, IEC 502	Terminales para cable de media tensión (mufas)
ANSI C 57.13	Pedestal de medición para media tensión.
ASTM D 543	Resistencia química en regletas de derivación secundarias (baja tensión), ante la presencia de líquidos agresivos (ácido sulfúrico, sulfato de sodio, clorato de sodio, hidróxido de sodio, etileno glicerado)
ANSI C 119.4	Características físicas del conector, en regletas de derivación secundarias (baja tensión)
ANSI C 119.1	Ampacidad en regletas de derivación secundarias (baja tensión)
UL 467	Conectores de puesta a tierra en estructuras mecánicas
IEEE 837	Conectores de compresión para puestas a tierra
ASTM B1, B2, B3 y B8	Especificaciones de conductores de cobre desnudo

4.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS

4.2.1 GENERALES.

El alcance del proyecto incluye el suministro, instalación y puesta en marcha de equipos y materiales necesarios para la construcción de redes eléctricas subterráneas para el campus central de la Universidad de El Salvador, se regirán bajo el diseño, normas y especificaciones detalladas a continuación.

Las normas establecerán los procedimientos a seguir durante la construcción. El sistema de distribución operará bajo un nivel en media tensión de 23000/13200V y un nivel de bajo voltaje de 120/208GRDY.

La red primaria está formada por una serie de circuitos trifásicos, pozos de distribución y pozos para la instalación de transformadores del tipo Pedestal (Pad Mounted). Dichos transformadores estarán conectados entre ellos formando una conexión en anillo (loop feed).

Los cables se instalarán dentro de ductos de PVC de alto impacto (DB120). Los pozos suelen estar situados en los cambios de dirección, cambios de nivel en el terreno y en tramos rectos no mayor a 40 m entre ellos.

En toda la red primaria se incluirá además, un tubo PVC de dos pulgadas de diámetro el cual será utilizado para control y monitoreo.

La red secundaria está compuesta tanto por circuitos monofásicos como trifásicos, igual que la red primaria, sus cables se instalarán dentro de tubos de PVC de alto impacto.

En cada subestación se construirá una cabina para instalar un tablero general de distribución.

La distribución se extenderá desde los terminales de cada ramal del tablero general hasta un pozo de registro que estará ubicado justo debajo del transformador existente que se reemplazará, en dicho pozo se hará el empalme para su conexión. Todos los ramales del tablero general contarán con un medidor analizador de redes eléctricas instalados en la parte frontal del tablero.

Es importante mencionar que el diseño, construcción y operación correcta del sistema, obliga a entrar en coordinación con otras personas y organizaciones que también instalan y operan sistemas de forma subterránea, así como también una coordinación con los responsables de la red interna de medición ya que con todos los medidores instalados en los tableros, se construirá una malla para un monitoreo central, la cual reemplazara o se acoplara a la malla existente. En toda la red primaria se alojará un tubo PVC de dos pulgadas de diámetro para control u otras aplicaciones.

En los edificios de medicina y jurisprudencia, se mantendrán los transformadores pad mounted ya instalados, los cuales están operando y funcionando correctamente. Solo se incluirá la alimentación primaria para que formen parte del anillo. En economía existe un transformador pad mounted sin uso, por lo que se debe determinar si dicha unidad cumple con las condiciones necesarias para incluirlo en el sistema.

Al finalizar la construcción y existe alguna modificación a los planos que se proporcionan para su construcción, es necesario elaborar un nuevo plano y dejar constancia de ello a las autoridades responsables de la obra.

El contratista debe durante el proceso de la obra actualizar los planos de manera que al final entregue planos como “construidos” de todo el proyecto.

4.2.2 CONDICIONES DEL SITIO

La Universidad de El Salvador está ubicada en la ciudad de San Salvador, en la Autopista Norte y Final 25 Av. Norte, con un clima cálido en todo el año. A continuación se presentan algunas características del sitio:

CONDICIONES DEL SITIO	DATOS
Temperatura mín / máx.	+13 / +33 °C
Humedad relativa máxima	100%
Altitud	650 m sobre el nivel del mar
Velocidad del viento	100 km / hora
Coficiente sísmico	0.25
Clasificación del área	Anisotrópico
Nivel Isocerámico	125 días al año
Contaminación atmosférica	No existe contaminación que pueda dañar el

Tabla 28 Condiciones del sitio

4.2.3 OBRA CIVIL

CANALIZACIÓN BT

La canalización en baja tensión debe cumplir con lo siguiente:

La canalización secundaria será de acuerdo con lo que se establece en la figura CBT (Ver Anexo C).

Para la red secundaria, se instalarán ductos de PVC DB 120, cuyo número y diámetro será de acuerdo al calibre y al número de conductores, la suma de las áreas de los conductores no deberá ser mayor del 40 % del área total del ducto.

Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo de 10 centímetros de ancho, espesor 0.10 mm., con una nota "PELIGRO – ALTO VOLTAJE " con letras en color negro impresa a intervalos como máximo cada 20 centímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 30 centímetros de la superficie.

Para calles, cruces de calle, se deberá utilizar un recubrimiento sobre los conductos de una capa de concreto de 10 centímetros de espesor, previo diseño de mezcla por parte del profesional responsable de la obra civil.

Como material de relleno granular se podrá utilizar grava número dos.

Las canalizaciones deben tener las siguientes dimensiones mínimas: 70 centímetros de profundidad y 45 centímetros de ancho. El ancho de la zanja puede variar de acuerdo con el número de acometidas, respetando una separación de 5 centímetros entre ducto y ducto.

El acabado de la superficie de la trayectoria de la canalización será igual o mejor al que tenía antes de la obra.

El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.

CAJAS DE REGISTRO BT

- a. Las cajas de registro deberán cumplir con lo siguiente: (Ver figura PRBT Anexo C)
- b. La distancia máxima permitida de conductor secundario será de 100 metros. El uso de distancias mayores se permite siempre que quede demostrado en la memoria de cálculo que se cumple con los requisitos de caída de tensión y tensión de jalado.
- c. Se aceptará el uso de cajas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- d. El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante, éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.

- e. El acabado de la superficie afectada por la construcción de la caja será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- f. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.
- g. El espesor de las paredes para las cajas de concreto será de 10 centímetros.
- h. Las paredes serán de concreto colado.
- i. Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.
- j. En caso de requerirse material de relleno granular, se podrá utilizar grava número dos.
- k. Las cajas se deben construir de una sola colada. Las tapas serán de concreto diseñadas por el profesional responsable de la obra civil, según las normas vigentes. Se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- l. Las tapas deben ser de hierro corrugado con superficie antideslizante, se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- m. El borde superior a la caja de registro deberá estar a 5 cm sobre el nivel suelo, cuando ésta no esté en calles o aceras. Si la caja se localiza en acera, la tapa de ésta deberá quedar al nivel de la acera y será empotrada en la losa superior
- n. Deben contar con bisagras rectangulares, para abrir de un lado, el sistema de seguridad es mediante una aldaba para luego instalarse un candado o un sello especial por parte de la Universidad de El Salvador. Deberán cubrir la totalidad de la caja.

- o. Donde se reemplace un transformador deberá construir una caja de registro en donde se empalmen las conexiones.

BASES DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS

- I. Todo equipo que se instale sobre el nivel de piso, deberá contar con una base de concreto armado, diseñada por el profesional responsable de la obra civil, según las normas vigentes, cuyas dimensiones dependerán del equipo por instalar. La altura de la base sobre el nivel de piso terminado, no debe ser menor a 10 cm. Se aceptará el uso de bases prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.

- II. Donde se instale un equipo (transformadores, interruptores, etc.), se deberá construir una fosa que permita, dejar reserva de cables, operar y manipularlos, colocar regletas de derivación, regletas de puesta a tierra y cualquier otro elemento. Opcionalmente, cuando se cuente con una caja de registro a una distancia igual o menor a 30 metros de la ubicación del equipo, se podrá dejar sobre el pedestal según “Canalización en MT” en cuyo caso la reserva de cable estará en la caja de registro más próxima.

SEÑALIZACION EN SITIO

- I. La señalización de todos los elementos del sistema de distribución deberá realizarse, preferentemente, con elementos no metálicos o metálicos de materiales no corrosivos.

- II. Las etiquetas en los cables deberán ser fijadas con amarres plásticos y etiquetas o bien, rotuladas con marcados para tal fin usando tinta indeleble o, en caso de ser metálicas, los números y letras serán troquelados. Las letras y dígitos de los equipos de seccionamiento y transformación no deberán ser menores de 50 mm en altura. En caso de equipos tipo sumergibles, se colocarán en un lugar accesible de la fosa.

CANALIZACIÓN MT

- a. Se entiende por canalización la excavación a efectuarse dentro del área del proyecto, para la colocación de los ductos (tubos de PVC lisos) donde serán instalados posteriormente los conductores.
- b. Las dimensiones y detalles para el tipo de canalización, se muestra en la figura CMT (Ver Anexo C)
- c. Los conductos en donde se colocarán los conductores tendrán un diámetro de 6 pulgadas, con características mecánicas equivalentes y no menores a la tubería de PVC DB 120. Existiendo, además, un tubo adicional de iguales características, previsto como reserva. Para conservar una distancia uniforme, entre ellos, se deben usar separadores tipo yugo y podrán ser de madera, fibra de vidrio o plástico, colocados a una distancia máxima de tres metros entre ellos.
- d. Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo, con dimensiones mínimas de 10 centímetros de ancho, espesor 0.10 mm, con una nota: " PELIGRO - ALTO VOLTAJE " en letras de color negro, impresas a intervalos como máximo cada 20 centímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 40 centímetros de la superficie y deberá cubrir tres cuartos del ancho de la canalización.
- e. En calle, cruces de calle y en acera, se debe usar concreto como relleno previo diseño de mezcla por parte del profesional responsable de la obra civil.
- f. El acabado de la superficie de la canalización será igual o mejor al que tenía el sitio antes de la obra.
- g. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.

- h. Como material de relleno granular se podrá utilizar grava número dos.
- i. Una vez finalizadas todas las obras de construcción civil, el constructor o contratista deberá verificar todos los conductos, pasando un cilindro metálico para comprobar que no estén obstruidos o deformados. Posterior a este paso, se debe soplar, limpiar y sellar cada uno de ellos, dichos sellos serán retirados únicamente de los conductos donde se instalarán los cables. Para la supervisión de estas labores, es indispensable la presencia de un inspector. El tamaño de los dispositivos de verificación y limpieza deben ser aptos para el diámetro de tubo por verificar.

CAJAS DE REGISTRO DE MT

- a. Se requerirán cajas de registro cuando existan cambios de dirección, en transiciones aéreo – subterráneas, en bóvedas de transformadores, así como a lo largo de todos los tramos rectos de la ruta normal del circuito.
- b. Se requerirá solamente una caja de registro ubicada bajo el transformador de pedestal, en tramos de líneas trifásicas o monofásicas no mayores a 30 metros de longitud, cuando se usen conductores calibre 1/0 AWG, en tal caso, se deberá dejar como reserva 2 metros de cable por fase.
- c. La distancia máxima entre cajas de registro, para tramos en línea recta, será de 80 metros. Para utilizar distancias mayores a la indicada, se deberá demostrar en la memoria de cálculo que no se excederá la tensión mecánica máxima de jalado especificada para el conductor, considerando los cambios de dirección verticales y horizontales a todo lo largo de la ruta. En el proceso de instalación, el constructor deberá utilizar un dinamómetro para medición continua en el jalado de los cables, en donde se registre la tensión mecánica instantánea y máxima aplicada al conductor. Solo se obviará el uso del dinamómetro cuando el jalado se realice únicamente con fuerza humana, sin ayuda de herramientas o equipos especiales y para tramos no mayores a 80 metros.

- d. En las cajas de registro de las transiciones aéreo – subterráneo, fosas de transformadores, equipos de protección, maniobra y derivaciones, se dejará 2 metros de conductor de reserva.
- e. Las cajas de registro pueden ser prefabricadas y, para este caso, deberán colocarse sobre una cama de arena-grava fina debidamente compactada y a nivel, o sobre piedra quebrada cuarta en caso de requerirse como drenaje.
- f. Una vez concluida la obra civil, los topes de los conductos, en las paredes de las cajas de registro, deben quedar perfectamente sellados con mortero o cualquier otro sellador, para evitar que penetre agua, humedad, tierra, arena o residuos. Además, se debe incluir un adhesivo de concreto para redondear todas las aristas (abocinado) y así, evitar daños al cable durante la instalación. El conducto de reserva permanecerá sellado.
- g. El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante. Éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación, todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.
- h. El concreto debe tener un acabado fino en la parte interior.
- i. El acabado de la superficie de la canalización en vías públicas o privadas existentes será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- j. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.
- k. El espesor de las paredes será “como mínimo” de 12 centímetros.
- l. El acero de refuerzo se armará en forma de malla con claro de 15 centímetros.

- m. Las cajas deberán ser construidas de concreto colado.
- n. Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.
- o. El suelo o material de relleno se debe compactar a un 90% del Proctor modificado si éste es granular o al 90% del Proctor Standard si es cohesivo.
- p. Las tapas deben ser de hierro corrugado, circulares de 80 cm de diámetro.
- q. El nivel de acceso a las cajas de registro, deberá estar a 10 cm sobre el nivel del suelo en zonas verdes. Si la caja se localiza en acera o calle, la tapa de ésta deberá quedar al nivel y será empotrada en la losa superior.

4.2.4 OBRA ELECTRICA.

A continuación se detallará los requisitos mínimos que deben de cumplir los materiales y equipos a ser utilizados.

TRANSFORMADORES DE PEDESTAL.

Todos los transformadores deben ser enumerados con la letra T y dos dígitos.

Características generales.

- Frecuencia de Operación: 60 Hz.
- Número de fases: 3
- Capacidades Nominales : 112.5, 150, 225 , 300 y 500 kVA
- Voltaje nominal media tensión: 24,940 Volts.
- Voltaje nominal baja tensión: 120/208 GrdY.
- Conexiones: Las conexiones de media tensión serán en “delta” y baja tensión deben ser en “estrella” sólidamente aterrizadas.
- Núcleo: El núcleo deberá quedar eléctricamente conectado al tanque
- Corriente de excitación: No deberá ser mayor al 2% de la corriente nominal.
- Derivaciones (Taps): Deberán tener cinco derivaciones en el lado de media tensión, con una diferencia del 2.5% por cada derivación, por abajo del voltaje nominal.
- Impedancia: La impedancia deberá cumplir con la norma ANSI C57.12.26

- Configuración: en lazo (loop feed). Todos los componentes para este tipo de configuración deben ser operables bajo carga.
- Seccionador: Deberá contar con un seccionador de 4 posiciones, con corriente nominal de 200 A, voltaje máximo de operación de 35 kV, corriente momentánea simétrica RMS de 10 kA.
- Terminales primarios: Deben tener un total de seis terminales en media tensión, que cumplan los estándares ANSI / IEEE 386 y cuatro tipo espada en el lado de baja tensión, aterrizamiento y conexión de neutro Ho-Xo.
- Pérdidas: Las pérdidas permisibles deben de ser de acuerdo a la norma ANSI / IEEE C57.12.00 y se detallan a continuación

PÉRDIDAS MAXIMAS EN TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS			
RANGO (KVA)	(NL) P. NUCLEO	(LL) P. DEVANADOS	PÉRDIDAS TOTALES
112.5	345	1350	1695
150	430	1625	2055
225	525	2450	2975
300	710	3200	3910
500	1025	5000	6025

Tabla 29 Nivel básico de Impulso (BIL): 125 kV en media tensión y 30 kV en baja tensión.

- Temperatura: Deberá ser diseñado para que opere a una temperatura ambiente máxima de 40 °C.
- Elevación de temperatura : No debe exceder a los 65 °C sobre la temperatura ambiente según la norma ANSI / IEEE C57.12.00
- Requerimientos de cortocircuito: Deben estar diseñados para soportar corrientes de cortocircuito de acuerdo a la norma ANSI / IEEE C.57.109
- Aceite Aislante: Puede ser dieléctrico de origen mineral según norma ASTM D3487 y de origen vegetal según norma ASTM D6871-3.

- Material de los devanados: Puede ser aluminio o cobre.
- Protecciones: Deben estar protegidos por cada fase con dos fusibles conectados en serie y coordinados entre sí. El primero debe de ser tipo “expulsión”, de doble elemento tipo “bayoneta” (dual sensing) de operación interna, reemplazable exteriormente por medio de pértiga. Y el segundo debe ser un fusible limitador de corriente “FLC” de arena plata de rango parcial.
- Construcción: Debe ser construido en su totalidad de acero inoxidable tipo AISI 304. Los compartimientos deben ser separados por una barrera de metal, de dos puertas y cumplir con lo estipulado en norma ANSI C.57.12.28.
- Compartimientos: Visto de frente, el compartimiento de media tensión debe estar al lado izquierdo y los de baja tensión al lado derecho. El compartimiento de media tensión sólo puede ser abierto, hasta que el compartimiento de baja tensión haya sido abierto. Bisagras, pines y demás componentes deber ser anticorrosivos equivalentes al tipo AISI 304. Se debe proveer medios para su bloqueo como candados y tornillo con cabeza pentagonal.
- Puertas: Deben de ser de suficiente tamaño para proveer una adecuada operación del equipo y brindar el suficiente espacio cuando se esté trabajando en la unidad.
- Válvula de alivio de presión.
- Válvula de llenado de nitrógeno.
- Termómetro
- Indicador de nivel de aceite
- Llave de drenaje y toma de muestras de aceite.
- Conectores: Los conectores de media tensión deben de ser para 25 kV y operación bajo carga de 200 Amps.

- Placa de datos: Debe tener la información descrita en las placas definidas por ANSI / IEEE C57.12.00 colocada en el compartimiento de baja tensión. Construida con acero inoxidable o aluminio resistente a la corrosión e indeleble. Los datos que deben aparecer en dicha placa son los siguientes :
 - Número de serie
 - Clase de ventilación
 - Número de fases
 - Frecuencia
 - Potencia
 - Rango de Tensiones
 - Incremento de temperatura en °C
 - Polaridad de las fases
 - Diagrama fasor del transformador
 - Impedancia de Cortocircuito
 - Masa aproximada en Kg.
 - Diagrama de conexiones
 - Nombre del fabricante
 - Instrucciones de referencia y operación
 - La palabra Transformador
 - Tipo de aislante líquido
 - Material del conductor del bobinado
 - No PCB
- Tanque: Debe ser lo suficientemente fuerte para resistir presiones de 50 kPa sin deformaciones y 105 kPa sin ruptura.
- El tanque y los compartimientos deben tener un recubrimiento anticorrosivo de pintura epoxibituminosa color verde Munsell 7GY 3.29/1.5.
- Las características de pintura deben ser iguales o superiores a las descritas en ANSI /IEEE C.57.12.28

ALMACENAMIENTO E INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES.

El transformador debe ser almacenado, transportado e instalado en una posición normal tal como fue diseñado y construido, o sea con la base del mismo en posición horizontal con respecto de un piso nivelado.

Debe ser instalado en áreas donde:

- La operación de codos, pararrayos, el seccionador de 4 posiciones y fusibles será mediante una pértiga.
- Espacio suficiente para la instalación y reemplazo mediante el uso de equipos como grúas o montacargas.

PRUEBAS

Las pruebas en fábrica deben ser hechas de acuerdo a la norma ANSI / IEEE C.57.12.90 detalladas a continuación:

- Resistencia de los devanados
- Resistencia de aislamiento de los devanados
- Resistencia de aislamiento del núcleo
- Pruebas de relación en las derivaciones
- Pruebas de polaridad y relación de fases
- Pérdidas sin carga y excitación al 100% del voltaje nominal.
- Voltaje de impedancia y pérdidas con carga

Estas pruebas de rutina deben ser certificadas por cada unidad.

La garantía de estas unidades deberá ser de 12 meses de uso o 18 meses desde el día de su fabricación, lo que ocurra primero.

Los niveles de ruido permisibles serán de acuerdo a la tabla siguiente:

POTENCIA (KVA)	NIVEL DE RUIDO PROMEDIO (dB) 25 kV
75	51
150	55
225	55
300	55
500	56

Tabla 30 Potencia vs nivel de ruido en transformadores

Los transformadores dispondrán de elementos para su elevación que estén permanentemente instalados en la unidad.

TRANSFORMADOR SECO.

Se realizó un estudio de todas las cargas instaladas en la Universidad para determinar el nivel de voltaje secundario recomendable para su operación y se determinó que con el 120/208 V se cumple con todos los requerimientos, excepto en la bomba de la piscina olímpica, alimentada por la subestación # 1, cuyo nivel mínimo de voltaje de operación es **230 V**. por lo que se hace necesario la instalación de un único transformador seco cuyas características se describen a continuación:

- Capacidad: 112.5 KVA
- Número de Fases: 3
- Voltaje Primario: 120 / 208 Y
- Taps en el lado primario: 4 de variación de $\pm 2.5\%$ arriba y abajo del voltaje nominal
- Voltaje Secundario: 240 V Δ
- Material de los devanados: Cobre o aluminio.
- Frecuencia: 60 Hz.
- Eficiencia : Alta Eficiencia del tipo TP1.

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

Los tableros de distribución secundaria serán fabricados bajo la norma IEC 60439-1 con las características siguientes:

- Voltaje de operación: 120/208 V.
- Número de espacios: Los detallados en cuadros de carga
- Capacidad de barras: La detallada en cuadro de carga
- Capacidad de corriente de corto circuito: La detallada en cuadro de carga
- Número de fases: 3 fases + neutro + polarización clase 1
- Interruptor principal: En caja moldeada del tipo termomagnético (MCCB)
- Tipo de montaje del interruptor principal: Fijo
- Interruptores ramales: En caja moldeada del tipo termomagnético. (MCCB)
- Medición: Con medidores analizadores de redes para cada ramal
- Grado de protección: IP 55
- Material de las Barras: Cobre
- Material del Gabinete: Estructura en Chapa de Acero de 1mm de espesor.
Paneles Externos, en Chapa de acero de 2mm de espesor
Puertas. Chapa de acero de 2mm de espesor
- Placa de Montaje: Chapa Galvanizada
- Colores: Pintura Pulverizada RAL 7024 o RAL 7035
- Acceso: Con puerta transparente frontal, para la toma de lectura en los medidores, con bisagras que permitan un ángulo de apertura de 180°.

RAMALES

Los ramales para proteger todos los circuitos secundarios serán del tipo termomagnético en caja moldeada (MCCB) con la capacidad de corriente de corto circuito, corriente nominal y número de polos según lo detallado en los cuadros de carga. Serán fabricados bajo la Norma IEC 60947-2 con las características siguientes:

- Tensión de aislamiento U_i (V): 750
- Resistencia a onda de choque U_{imp} (kV): 8

- Tensión máxima de empleo U_e (VCA): 690
- Intensidad nominal de empleo $I_{th}=I_e$: 690
- Temperatura ambiente de operación. 40°C
- Corriente de Corto circuito : detallado en cuadros de carga
- Endurancia (maniobras de cierre y apertura): Mecánica = 20,000
Eléctrica = 4,000
- Disparadores: Con protección electrónica selectiva (ajuste en LT/ST)

MEDIDORES.

Serán del tipo analizadores de energía, trifásicos y monofásicos, para montaje en el panel frontal del tablero general, con dimensiones de 144 x 144 mm con las características siguientes:

- Clase 0,2 para energía y potencia
- Clase B medición de eventos de calidad de suministro
- Pantalla para monitorizar hasta 32 módulos de medida
- Medición de intensidad de neutro mediante transformador
- Opcionalmente posibilidad de tarifación en energía consumida y generada
- Comunicación RS485 Modbus /RTU y Ethernet RJ-45
- Pantalla gráfica VGA retroiluminada
- Muestra de parámetros eléctricos instantáneos, máximos y mínimos con fecha y hora
- Contador de energía consumida y generada hasta 100GWh
- Voltaje de alimentación: de 85 a 265 VCA
- Frecuencia: 50/60 Hz.
- Consumo de alimentación: 3 VA
- Voltaje de medición: hasta 600 Volts.
- Frecuencia de medición: de 45 a 65 Hz
- Corriente de Medida : de 1 a 120% de I_n
- Temperatura de trabajo : -10 a 50 °C
- Humedad relativa : 5% a 95%

CONDUCTORES

Media Tensión.

Los conductores para media tensión deben de ser unipolares con el conductor de cobre, bloqueado contra penetración de humedad, material de aislamiento para 25 kV, la pantalla metálica estará conformada por hilos de cobre y su cubierta exterior se construirá en polietileno de alta densidad.

- Sección transversal del conductor : 33 mm^2 (#2 AWG)
- Material del conductor: Cableado de cobre recocido sin estañar, redondo comprimido.
- Pantalla metálica (Neutro): Hilos de cobre
- Material aislante: Polietileno de cadena cruzada.
- Pantalla de bloqueo y de humedad: Longitudinal y transversal.
- Cubierta protectora exterior: Polietileno de alta densidad.
- Tipo de conductor: Monopolar.
- Temperaturas máximas: 90 °C en operación, 130°C sobrecarga y 250°C en cortocircuito.

La fabricación, pruebas de calidad y aceptación deberán cumplir con la norma IEC 840.

Identificación: Los conductores llevarán a lo largo de toda su cubierta, una nota a intervalos máximos de 50 cm con letras en bajo relieve, que indiquen lo siguiente:

- Nombre del fabricante
- Tipo de aislamiento
- Sección del conductor en mm^2
- Material del conductor (Cu)
- Tensión nominal (25 kV)
- Año de fabricación

PRUEBAS

- Pruebas de rutina: son las pruebas que deben hacerse sobre todos y cada uno de los componentes, longitud de cable o accesorio del tipo prefabricado, con el fin de verificar los requisitos especificados.
- Prueba sobre muestras: pruebas realizadas en muestras extraídas de cables o de accesorios que complementan a los ensayos de rutina en la determinación los requisitos especificados.
- Pruebas de tipo: pruebas llevadas a cabo sobre un prototipo completo de cable y accesorios con el fin de verificar satisfactoriamente las características antes de su comercialización una vez superadas, estas pruebas no necesitan ser repetidas a menos que no se realicen modificaciones sustanciales al sistema.
- Pruebas posteriores a la instalación: pruebas eléctricas realizadas en la instalación antes de su puesta en marcha con la única finalidad de verificar la correcta ejecución de las operaciones de tendido y de montaje.

El conductor a utilizar en toda la red primaria será el XLPE # 2.

BAJA TENSIÓN.

Se especifican y establecen las características técnicas y requisitos de calidad que deben de cumplir los cables de baja tensión. Las secciones transversales de los conductores serán de acuerdo con las características particulares detalladas en los cuadros de carga.

El conductor tiene que ser cobre suave, en cableado concéntrico en aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) y sobrecarga protectora de poliamida (Nylon). Las características son las siguientes:

- Normas a cumplir : NMX-J-10, UL-44, UL-854 e IEC 502
- Tensión máxima de operación : 600 Voltios

- Temperatura máxima del conductor: Ambiente mojado 75 °C.
Ambiente seco 90 °C
- Protección antinflama resistente a la propagación de incendios.
- Con sobrecapa de Nylon resistente al aceite, a la abrasión y a los agentes químicos

La alimentación para todos los ramales será en un extremo directamente conectado a los terminales de los interruptores en el tablero general y en el otro extremo se realizará un empalme en la caja de registro ubicada justo abajo del transformador o reemplazar. El proyecto debe realizarse de tal forma que no se utilice empalmes en lo largo de su trayecto, cuando estos sean necesarios, deberán dar continuidad y uniformidad en todas sus capas, totalmente herméticos, no permitiendo la penetración de humedad, polvos o contaminantes y debe ser resistente a ambientes corrosivos. Deben de cumplir con los requisitos que se establecen en la norma IEEE 404.

TRANSICIÓN AEREO – SUBTERRÁNEO.

Se contarán con dos acometidas, la de Agronomía y la de ANDA, en cada una de ellas habrá un poste para la transición aéreo-subterránea y los detalles se muestran en la figura TAS (Ver Anexo C)

Todo punto de transición debe utilizar lo siguiente:

- Pararrayos de uso pesado: serán encapsulados en hule siliconado de tipo óxido metálico para un MCOV de 22 kV y un rango de pararrayos de 27 kV. De acuerdo con la norma NEMA ANSI C 62.11
- Cortacircuitos: Voltaje nominal de operación de 24 kV, y un voltaje máximo de 38 kV. BIL 170 kV, capacidad interruptiva 12 kA. Capacidad nominal de 100 amperios operable bajo carga con cámaras de extinción de arco, distancia de fuga de 660 mm, bajo norma ANSI C 37.40
- Terminales resistentes a la radiación ultravioleta, contaminantes como lluvias ácidas, polvos abrasivos o minerales, con operación en forma continua en ambientes con humedad relativa de hasta el 100%. Deberán ser del tipo contraíble en frío o termocontraíble, el aislamiento debe ser de hule siliconado, voltaje

nominal de de 35 kV, BIL 200 kV, para uso exterior, deberá contar con su respectivo soporte para montaje, resistente a la corrosión, bajo norma IEEE 48

- Puesta a tierra. En la base del poste se instalará una puesta a tierra en una dirección diferente a la que posea la canalización de media tensión, éste se realizará con varillas recubiertas de cobre de 2.44 mts de largo y 19 mm de diámetro, normativas UL/CSA interconectadas con conductor de cobre desnudo calibre mínimo 1/0 AWG. El valor de la puesta a tierra en este punto no será mayor a 10 ohmios. El tubo metálico para la protección de los cables de media tensión deberá de quedar aterrizado

Debe ser incluido todos los herrajes necesarios para el montaje de todos los accesorios. Una vez finalizada la instalación del cable en el tubo, este deberá sellarse con una mezcla de silicon para evitar que penetre el agua, polvo o animales.

RED DE POLARIZACIÓN

La red de Polarización se hará en base a la tabla 250-94 del NEC

Grounding Electrode Conductor for AC Systems (From NEC Table 250-94)			
Size of Largest Service Entrance Conductor or Equivalent Area for Parallel Conductors		Size of Grounding Electrode Conductor	
Copper	Aluminum or Copper Clad Aluminum	Copper	Aluminum or Copper Clad Aluminum
2 or smaller	1/0 or smaller	8	6
1 or 1/0	2/0 or 3/0	6	4
2/0 or 3/0	4/0 or 250 kcmil	4	2
Over 3/0 to 350 kcmil	Over 250 kcmil to 500 kcmil	2	1/0
Over 350 kcmil to 600 kcmil	Over 500 kcmil to 900 kcmil	1/0	3/0
Over 600 kcmil to 1100 kcmil	Over 900 kcmil to 1750 kcmil	2/0	4/0
Over 1100 kcmil	Over 1750 kcmil	3/0	250 kcmil

Tabla 31 Red de Polarización NEC, Tabla 250-94

En los diagramas unifilares se detalla el calibre de conductor a utilizar para cada subestación.

RED DE PUESTA A TIERRA

Los sistemas de puesta a tierra son componentes importantes de los sistemas eléctricos, puesto que deben permitir la conducción hacia el suelo de cargas eléctricas no deseadas, originadas por las fallas en los equipos del sistema eléctrico y las producidas por las descargas atmosféricas. Deben poseer una capacidad de dispersión sin que se presenten potenciales peligrosos en la superficie del suelo que puedan dañar los equipos eléctricos y poner en riesgo la seguridad de las personas.

Por razones de seguridad en sistemas subterráneos las pantallas metálicas de los conductores deben estar siempre puestas a tierra al menos en un punto con el objeto de limitar las tensiones inducidas. Parte importante en el proceso de limitar las tensiones inducidas lo constituye la resistencia de puesta a tierra, cuyos valores no deben exceder de 5Ω en épocas de lluvia y de 10Ω en temporada seca.

El valor de resistividad del terreno debe obtenerse con base en mediciones, las cuales se recomienda realizarlas en época seca, el campus universitario ya cuenta con redes de puesta a tierra, por lo que utilizaremos los estudios realizados anteriormente en los cuales para obtener los valores de resistencia indicados y esto se ha logrado con 4 barras cooperweld de 5/8 plg. de diámetro por 10 pies de largo, enterradas formando un cuadrado, interconectadas entre ellas por medio de un cable desnudo de cobre de sección mínima de acuerdo a la tabla 250-94 , con una separación mínima igual a lo largo de la barra.

EMPALMES EN CONDUCTORES.

Tanto en baja como en media tensión, se evitaren empalmes entre registros, únicamente se permitirán los empalmes en las cajas de registro con derivaciones o para conectarse a las cargas existentes.

Baja Tensión:

En los pozos de registro que están justo debajo de las subestaciones a reemplazar, se utilizarán conectores múltiples aislados para 600 voltios.



Figura 10 Tipos de terminales de conexión para 600 voltios.

Media tensión:

Para media tensión solamente se permitirán empalmes en los pozos en los cuales exista puntos de derivación y para ello se utilizará un conector tipo múltiple para media tensión, 600 A / 200 A.



Figura 11 Conectores para media tensión.

DISTRIBUCIÓN DE RED ELÉCTRICA SECUNDARIA

Los diagrama de ubicación de transformadores, cuadros de carga y diagramas unifilares se encuentra anexados en los planos (E1, E2, E3, E4)

DISTRIBUCIÓN DE RED ELÉCTRICA PRIMARIA

El plano para la distribución se encuentra en los planos.

CAPÍTULO V

5. CALCULO DE CABLES, CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO Y CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED DE TIERRA

En éste capítulo se hace referencia al cálculo de: los cables para MT y BT, la corriente de cortocircuito para dimensionar las protecciones y el estudio de la resistividad del suelo donde estarán ubicados los transformadores.

5.1 CABLES

5.1.1 Generalidades

Los cables en MT y BT serán unipolares tal como se detalla en especificaciones técnicas. En la figura 18 se muestra un tipo de cable XLPE unipolar para MT.

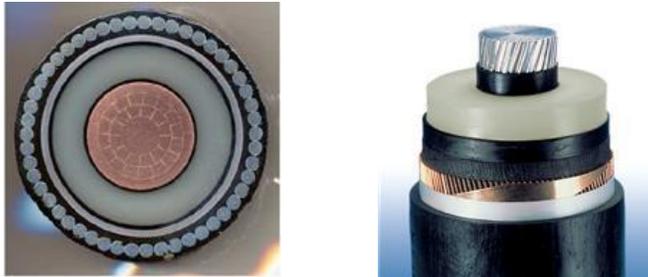


Figura 12 Forma de cables tipo XLPE

Ventajas tipo XLPE:

- ✓ No precisan mantenimiento
- ✓ Escasas pérdidas de eléctricas
- ✓ No producen daños que alteren de gran manera el medio ambiente.
- ✓ Ausencia de impacto visual: los cables subterráneos no son vistos usualmente.
- ✓ Invulnerables a las condiciones meteorológicas
- ✓ Constituyen la solución para zonas densamente pobladas.

5.1.2 Cálculo del diámetro del conductor

Para el cálculo del calibre del conductor debe de cumplir necesariamente dos condiciones: Debe ser capaz de transportar la corriente demandada por la carga y que garantice una caída mínima de voltaje de 6 voltios para BT; 120, 208 V.

Primero: De acuerdo al NEC en la sección 240-3 el conductor se debe dimensionar al 125% de la corriente nominal.

Para efectos de cálculo se mostrará un ejemplo para una capacidad de **50 KVA**

Potencia	=	50 KVA
Tipo de alimentación	=	Trifásica
Voltaje línea – línea	=	0.208 kV
Corriente de línea	=	138.79 A.
Factor de multiplicación de corriente	=	125%
Corriente de diseño	=	173.49 A.
Protección termomagnético	=	175 A/3P
Conductor a utilizar (THHN)	=	2/0
Corriente nominal del cable	=	195 A
Conductores por fase	=	1
Corriente total de cables	=	195 A
% de carga en el cable	=	89 %
% de reserva	=	11%

Es de notar que en el cálculo anterior, el conductor soporta una corriente mayor a la de la protección.

Segundo: Posteriormente se debe realizar cálculos para caída de voltaje de acuerdo a las fórmulas siguientes:

Para Cargas Monofásicas

Para Cargas Trifásicas

$$S = \frac{2 * \rho * L * I * \text{Cos}\varphi}{\Delta V}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} * \rho * L * I * \text{Cos}\varphi}{\Delta V}$$

Donde:

S: Sección transversal del conductor (mm²)

ρ : Resistividad del conductor (Cu=0.01786)

L: Distancia del conductor (m)

I: Corriente nominal

Cos(φ) Factor de potencia (1)

ΔV : Caída de tensión (6 voltios)

Continuando con el ejemplo de los 50 kVA, asumiendo una longitud de 100 m, se obtiene una sección transversal de 71.55 mm² esto implica que se tiene un conductor de calibre # 3/0.

La sección a utilizar será la mayor de los dos cálculos anteriores en este caso en particular # 3/0.

5.2 CORTOCIRCUITO

5.2.1 Generalidades

Para el dimensionamiento de protecciones, conductores o tableros principales de una red eléctrica, uno de los parámetros de mayor importancia a determinar es el nivel de la corriente de cortocircuito que se estaría presentando en distintos puntos del sistema.

5.2.2 Amplitud de la Corriente de Cortocircuito

La amplitud de la corriente de cortocircuito depende fundamentalmente del momento en que ocurra la falla, de la duración, de la ubicación y la topología de la falla.

5.2.3 Cálculo de corriente de corto circuito

Utilizaremos el método por unidad.

De los datos que necesitamos es la potencia de corto circuito de la distribuidora, los datos proporcionados por ellos se detallan en la tabla siguiente :

Acometida	Pot. 3F en MVA
Derecho	207.44
Agronomía	168.40
Humanidades	206.60
Complejo Deportivo	217.87

Tabla 32 Potencia de cortocircuito por acometida

Para efectos de cálculo, la corriente de corto circuito será mayor, cuanto mayor sea la potencia de corto circuito de la distribuidora, por lo que tomaremos el dato del complejo deportivo 217.87 MVA

El punto en donde se tendrá la mayor corriente de corto circuito es en los terminales secundarios del transformador

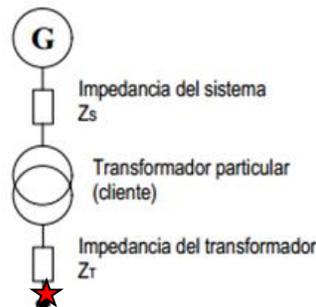


Figura 13 Unifilar Secundario

Los otros datos que necesitamos son %X (Reactancia) y %R (Resistencia) del transformador. Estos datos se desconocen, por lo que nos apoyamos de la tabla siguiente

Three-phase Padmount Distribution Transformers								
TABLE 6 - Estimated Secondary Short-circuit Currents for GE Three-phase Padmount Distribution Transformer Single-voltage Primary								
Available Primary 3-phase Short-circuit mVA	Secondary Voltage Rating		Transformer kVA Rating					
			75	112.5	150	225	300	500
	Transformer Impedance - %							
	(1) 480Y/277 V	%IR	1.7	1.8	1.7	1.4	1.4	1.2
		%IX	2	3.5	3.8	3.7	4.5	4.2
	(2) 208 Y / 120 V	%IR	1.8	1.8	1.6	1.5	1.4	1.2
		%IX	2.2	3.5	4	3.8	4.4	4.7

Tabla 33 Estimado de Cortocircuito Secundario ¹

Como ejemplo utilizaremos una potencia base de 500 KVA y calcularemos la corriente de corto circuito para un transformador de 300 KVA

$$X_{fuente} = \frac{500 \text{ kVA}}{217,870 \text{ kVA}} = 0.002295 \text{ pu} \quad X_{transformador} = \frac{0.044 * 500 \text{ kVA}}{300 \text{ kVA}} = 0.0733 \text{ pu}$$

$$X = X_{fuente} + X_{transformador} = 0.07563 \text{ pu}$$

$$R_{trans} = \frac{0.014 * 500 \text{ kVA}}{300 \text{ kVA}} = 0.0233 \text{ pu} \quad Z = \sqrt{X^2 + R^2} = 0.0792 \text{ pu}$$

$$ISC = \frac{\text{kVA}}{\sqrt{3} * \text{kV}_{sec} * Z_{pu}} = \frac{500}{\sqrt{3} * 0.208 * 0.0792} = 17,535.5 \text{ A} = 17.5 \text{ KAIC}$$

Niveles estándares existentes en el mercado de fabricantes de protecciones es de 22 KAIC y ese será nuestro nivel de falla para protecciones alimentadas con transformadores de 300 KVA.

¹ GE Short Circuit Calculator, 1989, GET-3550F 0489 BLC, Three-phase Padmount Distribution Transformers

En la tabla siguiente se muestra un resumen de la corriente de corto circuito para el resto de transformadores:

Existen programas que facilitan la labor de cálculo de corriente de cortocircuito, en los cuales los métodos utilizados y los resultados obtenidos son generalmente aceptados, con la diferencia que el software utiliza bus infinito, por lo que el dato es mayor.

Utilizando uno de ellos, la información obtenida fue la siguiente:

Figura 14 Simulación para transformador de 300 KVA¹

MVA de corto circuito	Potencia Transformador kVA	Tensión Secundaria kV	Corriente de Corto circuito (A)	Corriente de Corto circuito (Software)
217870	500	0.208	27355.4	28648
217870	300	0.208	17535.5	18662
217870	225	0.208	14935.5	15325
217870	150	0.208	9523.01	9671
217870	112.5	0.208	7842.6	7935

Tabla 34 Corriente de cortocircuito

5.3 RED DE TIERRA

5.3.1 Generalidades

Conocer la resistividad del suelo es necesario para determinar el diseño de conexión a tierra. Se utilizan varios procedimientos para determinar la resistividad de los terrenos, el más usado es el de los cuatro puntos, el cual se realiza con un equipo de medición (Megger) como se muestra en la figura

¹ Software Instaplan GE

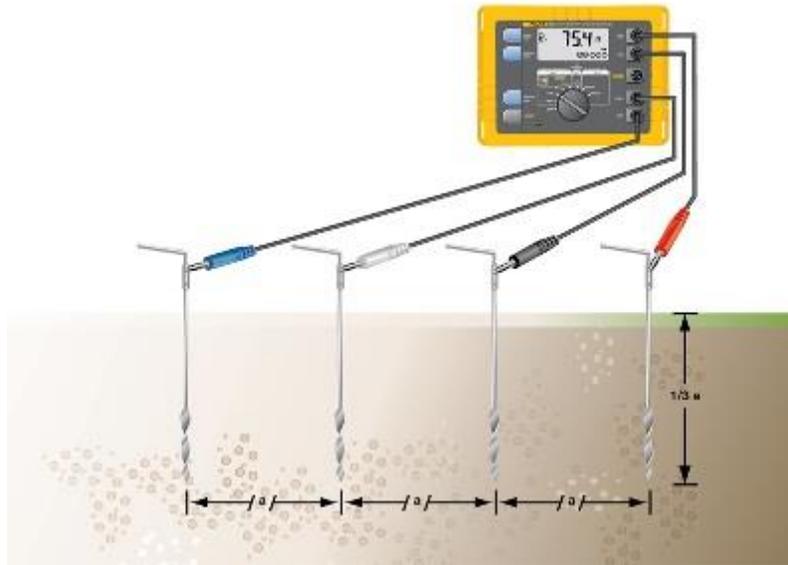


Figura 15 Funcionamiento MEGGER

Con este procedimiento se encuentra la resistencia del terreno y se realizaron mediciones en diferentes lugares del campus universitario. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla

TRANSFORMADOR	A (m)	B (m)	R
Odontología	1	0.05	6.96
Química y Farmacia	2	0.3	3.26
Agronomía	2	0.3	2.71
Industrial	2	0.3	4.06
Biblioteca	2	0.3	4.06
Comedor	2	0.3	4.19
Administración	2	0.3	3.25
Economía	2	0.3	2.30
Jurisprudencia	2	0.3	1.89
Medicina	2	0.3	2.30
Imprenta	2	0.3	2.30
Censalud	2	0.3	1.76
Complejo	2	0.3	4.06

Tabla 35 Resistencia medida

Con el dato de resistencia, se utilizó el método de Wenner para encontrar la resistividad aparente, que está dada por la siguiente expresión:

$$\rho = \frac{4\pi * A * R}{\left[1 + \left[\frac{2*A}{(A^2+4*B^2)^{0.5}}\right] - \frac{2*A}{(4*A^2+4*B^2)^{0.5}}\right]}$$

ρ : Resistividad promedio a la profundidad (A) en ohm-m

A: Distancia entre electrodos en metros

B: Profundidad de enterrado de los electrodos en metros

R: Lectura del terrómetro en ohms.

Si la distancia enterrada B es menor que la de separación entre electrodos A, es decir $A > 20B$, la fórmula anterior se puede simplificar a:

$$\rho = 2\pi * A * R$$

La resistividad obtenida como resultado de las ecuaciones se presenta en la siguiente tabla 36

TRANSFORMADOR	A (m)	B (m)	R (Ω)	ρ (Ω -m)	ρ [A >20B]
Odontología	1	0.05	6.96	43.92	43.73
Química y Farmacia	2	0.1	3.26	41.14	40.97
Agronomía	2	0.3	2.71	35.30	34.00
Industrial	2	0.3	4.06	52.95	51.01
Biblioteca	2	0.3	4.06	52.95	51.01
Comedor	2	0.3	4.19	54.71	52.71
Administración	2	0.3	3.25	42.36	40.81
Economía	2	0.3	2.30	30.00	28.90
Jurisprudencia	2	0.3	1.89	24.71	23.80
Medicina	2	0.3	2.30	30.00	28.90
Imprenta	2	0.3	2.30	30.00	28.90
Censalud	2	0.3	1.76	22.94	22.10
Complejo	2	0.3	4.06	52.95	51.01

Tabla 36 Valores de resistividad

Con los datos de resistividad se procede al cálculo de la resistencia a tierra (R) por contacto de una barra, aplicando el método de Dwight¹ mediante la fórmula siguiente:

¹ H. B. Dwight "Calculation of Resistances to Ground" vol 55

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \left(\ln \left(4 * \frac{L}{r} \right) - 1 \right)$$

Donde:

R: Resistencia a tierra [Ω]

ρ : Resistividad del suelo [Ω -m]

L: Largo de barra [m]

r: Radio de barra [m]

Para el cálculo de la resistencia de barras en paralelo (n barras) se utiliza la siguiente fórmula:

$$Rn = \frac{R}{n} [2 - e^{-0.17(n-1)}]$$

Donde:

Rn: Resistencia neta [Ω]

R: Resistencia a tierra [Ω]

n: Cantidad de barras

Las barras a utilizar son de 5/8"x10' (0.00794m x 3.048m). Se requiere que la resistencia neta sea menor o igual a 5 Ω . Al introducir los valores en las fórmulas se obtienen el número de barras a utilizar en las diferentes zonas. Los resultados se muestran en la tabla 37.

LUGAR O ZONA	ρ	R	n	Rn
Odontología	43.92	14.53	4	5.08
Química y farmacia	41.14	13.61	4	4.76
Agronomía	35.30	11.68	4	4.09
Industrial	52.95	17.52	6	4.59
Biblioteca	52.95	17.52	6	4.59
Comedor	54.71	18.10	6	4.74
Administración	42.36	14.02	4	4.90
Economía	30.00	9.93	3	4.26
Jurisprudencia	24.71	8.18	2	4.73
Medicina	30.00	9.93	3	4.26
Imprenta	30.00	9.93	3	4.26
Censalud	22.94	7.59	2	4.39
Complejo	52.95	17.52	6	4.59

Tabla 37 Cantidad de barras de red de tierra

CAPÍTULO VI

6. DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES Y RED ELÉCTRICA SECUNDARIA.

En el capítulo se establece los detalles de construcción en la red de distribución secundaria: canalización, cajas de registro las bases de concreto para la instalación de equipo, la señalización en el sitio y la ubicación óptima de los transformadores de pedestal. Se realizan cuadros de carga para cada subestación así como también el diagrama unifilar correspondiente.

6.1 CANALIZACIÓN BT

La canalización en baja tensión debe cumplir con lo siguiente:

- a. La canalización secundaria será de acuerdo con lo que se establece en la figura CBT (Ver ANEXO C).
- a. Para la red secundaria, se instalarán ductos de PVC DB 120, cuyo número y diámetro será de acuerdo al calibre y al número de conductores, la suma de las áreas de los conductores no deberá ser mayor del 40 % del área total del ducto.
- b. Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo de 10 centímetros de ancho, espesor 0.10 mm., con una nota "PELIGRO – ALTO VOLTAJE " con letras en color negro impresa a intervalos como máximo cada 20 centímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 30 centímetros de la superficie.
- c. Para calles, cruces de calle, se deberá utilizar un recubrimiento sobre los conductos de una capa de concreto de 10 centímetros de espesor, previo diseño de mezcla por parte del profesional responsable de la obra civil.

- d. Como material de relleno granular se podrá utilizar grava número dos.
- e. Las canalizaciones deben tener las siguientes dimensiones mínimas: 70 centímetros de profundidad y 45 centímetros de ancho. El ancho de la zanja puede variar de acuerdo con el número de acometidas, respetando una separación de 5 centímetros entre ducto y ducto.
- f. El acabado de la superficie de la trayectoria de la canalización será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- g. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.

6.2 CAJAS DE REGISTRO BT

Las cajas de registro deberán cumplir con lo siguiente:

- a. El diseño de las cajas de registro será realizado por el profesional responsable de la obra civil, según la Figura PRBT (Ver ANEXO C)
- b. La distancia máxima permitida de conductor secundario será de 100 metros. El uso de distancias mayores se permite siempre que quede demostrado en la memoria de cálculo que se cumple con los requisitos de caída de tensión y tensión de jalado.
- c. Se aceptará el uso de cajas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- d. El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante, éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.

- e. El acabado de la superficie afectada por la construcción de la caja será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- h. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.
- f. El espesor de las paredes para las cajas de concreto será de 10 centímetros.
- g. Las paredes serán de concreto colado.
- h. Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.



Figura 16 Zanja, canalización y pozos de registros

- i. En caso de requerirse material de relleno granular, se podrá utilizar grava número dos.
- j. Las cajas se deben construir de una sola colada. Las tapas serán de concreto diseñadas por el profesional responsable de la obra civil, según las normas vigentes. Se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.

- k. Las tapas deben ser de hierro corrugado con superficie antideslizante, se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- l. El borde superior a la caja de registro deberá estar a 5 cm sobre el nivel suelo, cuando ésta no esté en calles o aceras. Si la caja se localiza en acera, la tapa de ésta deberá quedar al nivel de la acera y será empotrada en la losa superior
- m. Deben contar con bisagras rectangulares, para abrir de un lado, el sistema de seguridad es mediante una aldaba para luego instalarse un candado o un sello especial por parte de la Universidad de El Salvador. Deberán cubrir la totalidad de la caja.
- n. Donde se reemplace un transformador deberá construir una caja de registro en donde se empalmen las conexiones.

6.3 BASES DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS

- III. Todo equipo que se instale sobre el nivel de piso, deberá contar con una base de concreto armado, diseñada por el profesional responsable de la obra civil, según las normas vigentes, cuyas dimensiones dependerán del equipo por instalar. La altura de la base sobre el nivel de piso terminado, no debe ser menor a 10 cm. Se aceptará el uso de bases prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la universidad.
- IV. Donde se instale un equipo (transformadores, interruptores, etc.), se deberá construir una fosa que permita, dejar reserva de cables, operar y manipularlos, colocar regletas de derivación, regletas de puesta a tierra y cualquier otro elemento. Opcionalmente, cuando se cuente con una caja de registro a una distancia igual o menor a 30 metros de la ubicación del equipo, se podrá dejar sobre el pedestal según

“Canalización en MT” en cuyo caso la reserva de cable estará en la caja de registro más próxima.

6.4 SEÑALIZACIÓN EN SITIO

- III. La señalización de todos los elementos del sistema de distribución deberá realizarse, preferentemente, con elementos no metálicos o metálicos de materiales no corrosivos.

- IV. Las etiquetas en los cables deberán ser fijadas con amarres plásticos y etiquetas o bien, rotuladas con marcados para tal fin usando tinta indeleble o, en caso de ser metálicas, los números y letras serán troquelados. Las letras y dígitos de los equipos de seccionamiento y transformación no deberán ser menores de 50 mm en altura. En caso de equipos tipo sumergibles, se colocarán en un lugar accesible de la fosa.

6.5 UBICACIÓN DE TRANSFORMADORES

6.5.1 TRANSFORMADOR # 1

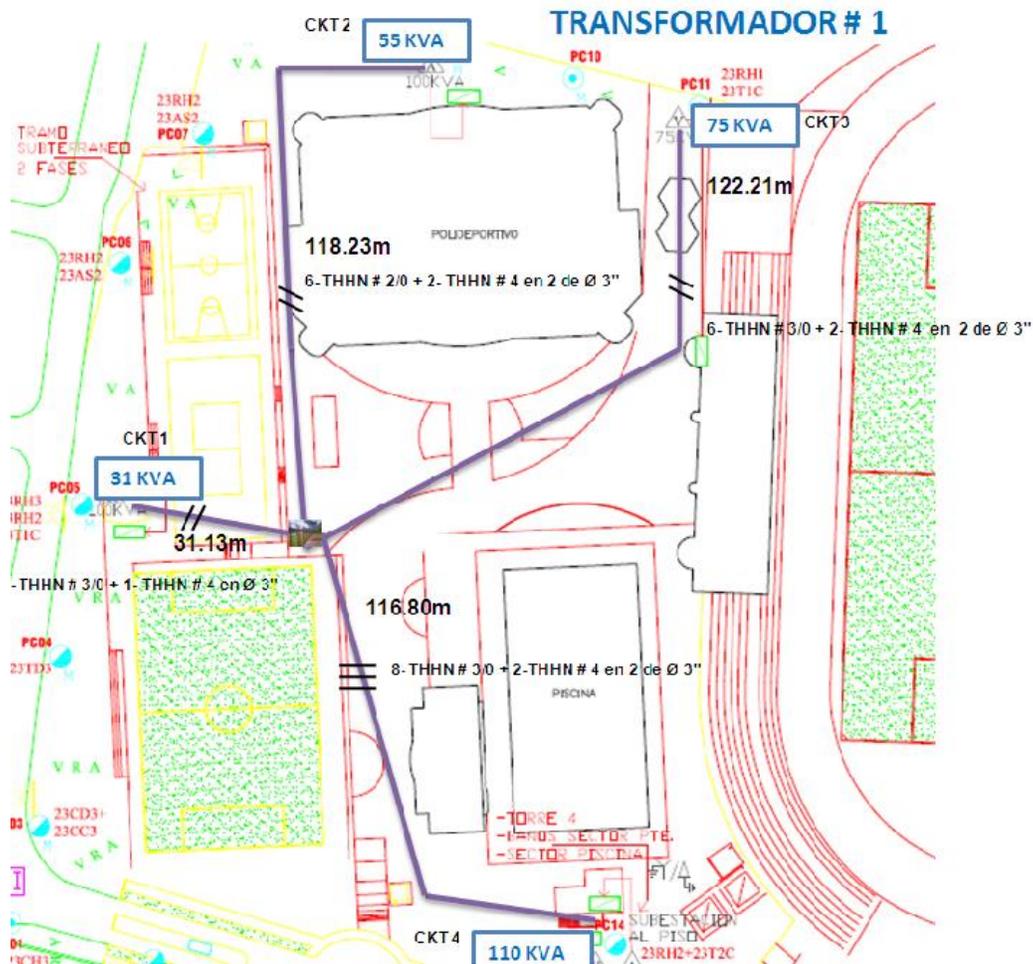


Diagrama 1 Distribución de transformador #1

Ubicación: zona norte de la piscina del polideportivo.

Tipo de transformador: Pedestal Pad Mounted

Potencia nominal de transformador: 300 kVA

Potencia demandada: 296 kVA

Tensión secundaria: 120, 208V



Figura 17 Ubicación geográfica transformador 1

CUADRO DE CARGA DE TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 1								
CKT	DESCRIPCION		POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCIÓN	LONGITUD (M)	CONDUCTORES
1	Canchas Voleibol	1Ø	31	120/208	149.03	200A/2 Polos	31.13	3- THHN # 3/0 + 1- THHN # 4 en Ø 3"
2	Gimnasio	1Ø	55	120/208	264.40	350A/2 Polos	118.23	6- THHN # 2/0 + 2- THHN # 4 en 2 de Ø 3"
3	Estadio	1Ø	75	120/208	360.58	450A/2 Polos	122.21	6- THHN # 3/0 + 2- THHN # 4 en 2 de Ø 3"
4	Piscina	3Ø	110	120/208	305.34	400A/3 Polos	116.8	8- THHN # 3/0 + 2-THHN # 4 en 2 de Ø 3"
5	Futuro	3Ø	25	120/208	69.40			
TOTALES			296		1,148.75	Transformador de 300 KVA		

Panelboard trifásico, 120/208 V. Barras de 1200 Amperios, Interruptor principal de 1000 A. 3 Polos. 1 medidor de 144 x 144 mm a la entrada de los cables, 22 KAIC, con los ramales indicados y espacio para alojar 4 medidores digitales de 144 x 144 mm.

Alimentadores: 16 - THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" o Instalados directamente dentro del pozo del transformador.

Tabla 38 Cuadro de carga de transformador pedestal # 1.

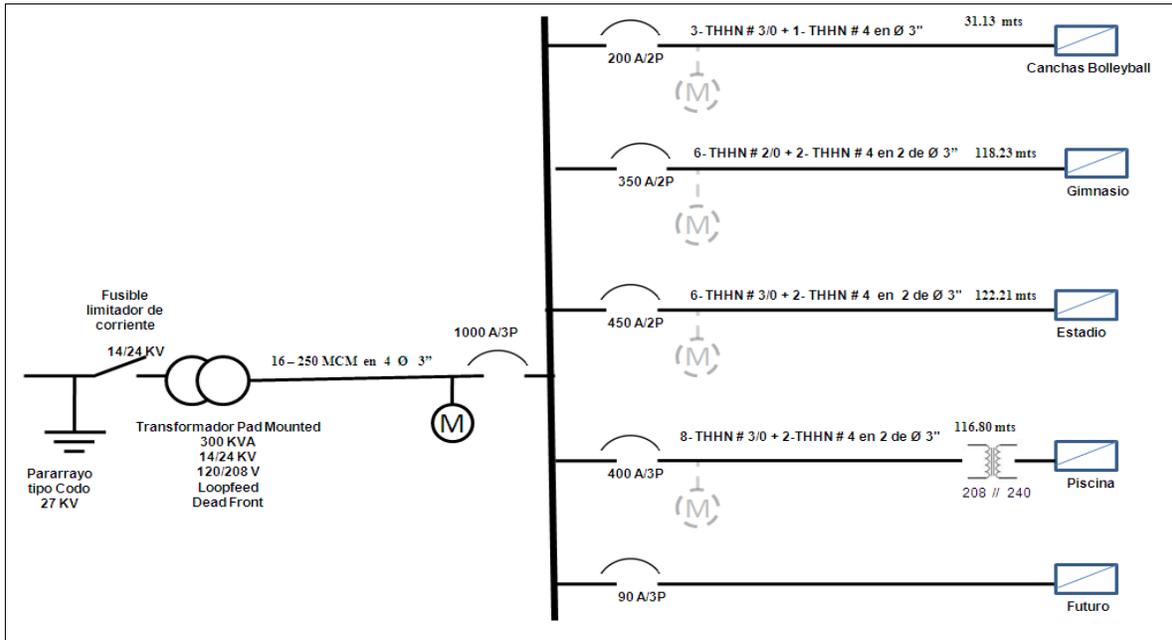


Diagrama 2 Diagrama Unifilar Transformador # 1

6.5.2 TRANSFORMADOR # 6

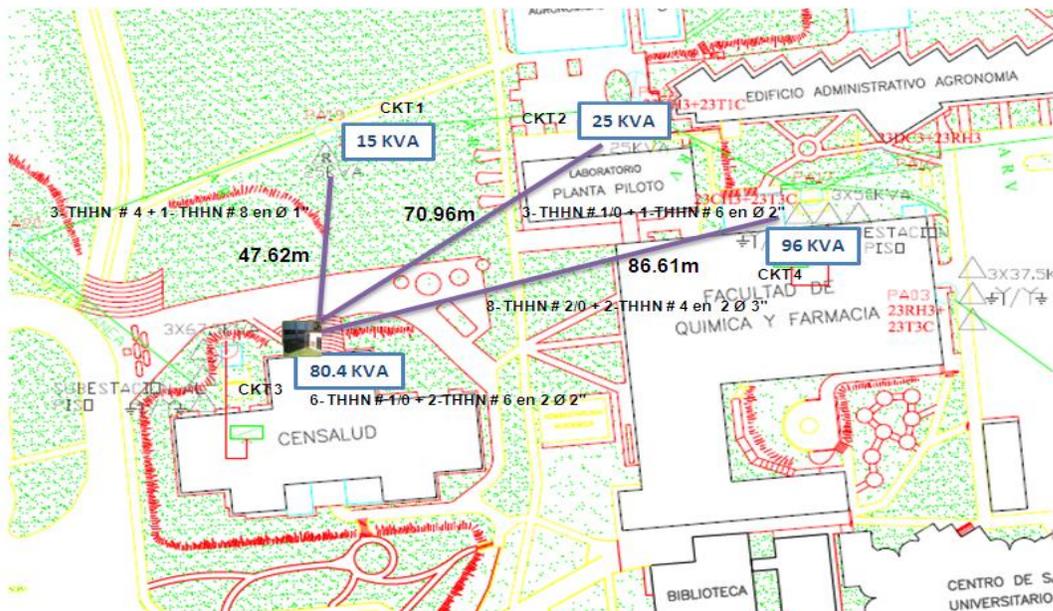


Diagrama 3 Distribución eléctrica para transformador 6

Ubicación: costado sur del edificio de bienestar universitario.

Tipo de transformador: Pedestal Pad Mounted

Potencia nominal de transformador: 300 kVA

Potencia demandada: 264 kVA

Tensión secundaria: 120, 208V



Figura 18 Ubicación geográfica de transformador 6

CUADRO DE CARGA DE TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 6								
CKT #	DESCRIPCION		POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION	LONGITUD MTS (L)	CONDUCTORES
1	Luces Calle	1 Ø	15	120/208	72.12	90A/2 Polos	47.62	3- THHN # 4 + 1- THHN # 8 en Ø 1"
2	Lab. Planta Piloto	1 Ø	25	120/208	120.19	150A/2 Polos	70.96	3- THHN # 1/0 + 1-THHN # 6 en Ø 2"
3	Censalud	3 Ø	80.4	120/208	223.17	300A/3 Polos	5	6- THHN # 1/0 + 2-THHN # 6 en 2 Ø 2"
4	Química y Farmacia	3 Ø	96	120/208	266.48	350A/3 Polos	86.61	8- THHN # 2/0 + 2-THHN # 4 en 2 Ø 3"
5	Futuro	3 Ø	25	120/208	69.4		-----	-----
6	Futuro	3 Ø	25	120/208	69.4		-----	-----
TOTALES			266.4		820.76	Transformador de 300 KVA		

Panelboard trifásico, 120/208 V. Barras de 1000 Amperios, Interruptor principal de 800 amps. 3 Polos. 1 medidor de 144 x 144 mm a la entrada de los cables, 22 KAIC, con los ramales indicados y espacio para alojar 4 medidores digitales de 144 x 144 mm.

Alimentadores : 16 - THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" o Instalados directamente dentro del pozo del transformador.

Tabla 39 Cuadro de carga para transformador # 6

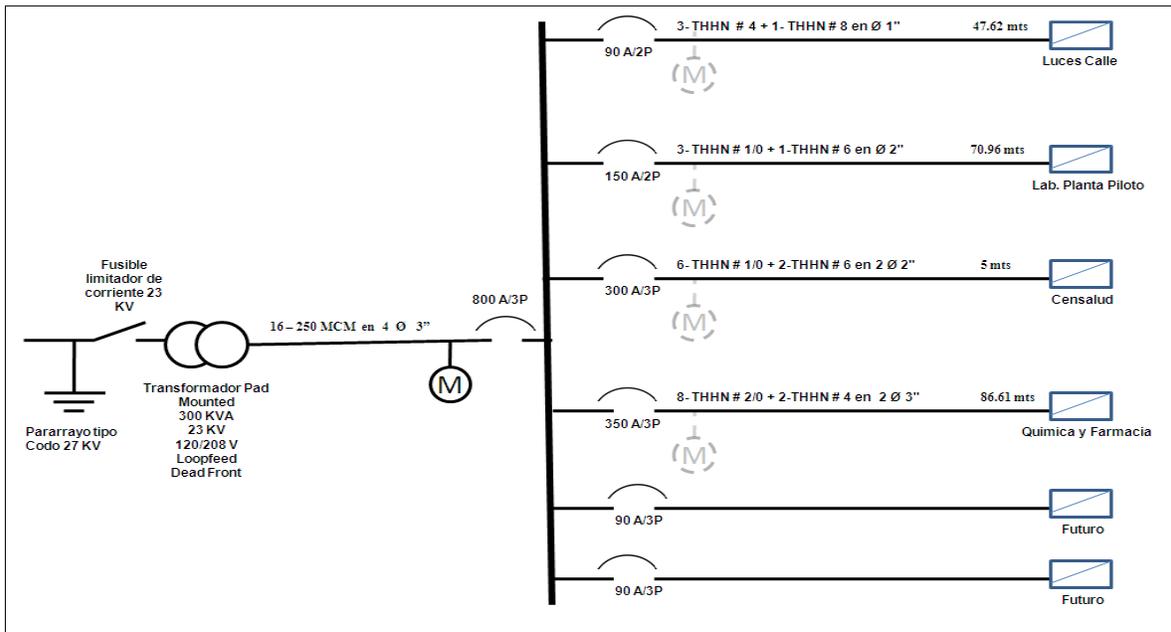


Diagrama 4 Diagrama unifilar transformador # 6.

6.5.3 TRANSFORMADOR # 11

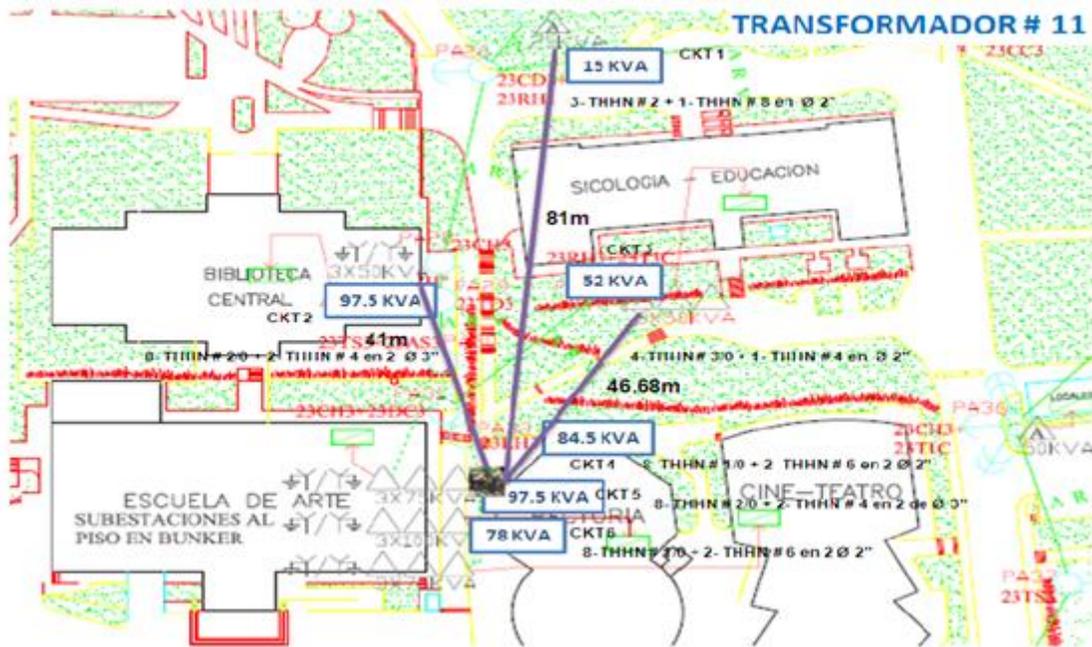


Diagrama 5 Distribución eléctrica para transformador 11

Ubicación: zona norte atrás de cine teatro.

Tipo de transformador: Pedestal Pad Mounted

Potencia nominal de transformador: 500 kVA

Potencia demandada: 474.5 kVA

Tensión secundaria: 120, 208V



Figura 19 Ubicación geográfica de transformador 11

CUADRO DE CARGA DE TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 11								
CKT	DESCRIPCION		POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS(I)	PROTECCIÓN	LONGITUD (M)	CONDUCTORES
1	Luces Calle	1Ø	15	120/208	72.12	100A/2 Polos	81	3- THHN # 2 + 1- THHN # 8 en Ø 2"
2	Biblioteca	3Ø	97.5	120/208	270.64	350A/3 Polos	41	8- THHN # 2/0 + 2- THHN # 4 en 2 Ø 3"
3	Psicología	3Ø	52	120/208	144.34	200A/3 Polos	46.68	4- THHN # 3/0 + 1- THHN # 4 en Ø 2"
4	Arte 1	3Ø	84.5	120/208	234.56	300A/3 Polos	5	8- THHN # 1/0 + 2- THHN # 6 en 2 Ø 2"
5	Arte 2	3Ø	97.5	120/208	270.64	350A/3 Polos	5	8- THHN # 2/0 + 2- THHN # 4 en 2 de Ø 3"
6	Arte 3	3Ø	78	120/208	216.51	300A/3 Polos	5	8- THHN # 1/0 + 2- THHN # 6 en 2 Ø 2"
7	Futuro	3Ø	25	120/208	69.40	90A/3 Polos	\-----	\-----
8	Futuro	3Ø	25	120/208	69.40	90A/3 Polos	\-----	\-----
TOTALES			474.5		1,347.61	Transformador de 500 KVA		

Switchboard trifásico, 120/208 V. Barras de 1600 Amperios, Interruptor principal de 1300A 3 Polos. 1 medidor de 144 x 144 mm a la entrada de los cables, 35 KAIC, con los ramales indicados y espacio para alojar 6 medidores digitales de 144 x 144 mm. Alimentadores: 24 - THHN 300 MCM (6 POR FASE + 6 NEUTRO) EN 6 Ø DE 3" o Instalados directamente dentro del pozo del transformador.

Tabla 40 Cuadro de carga para transformador # 11

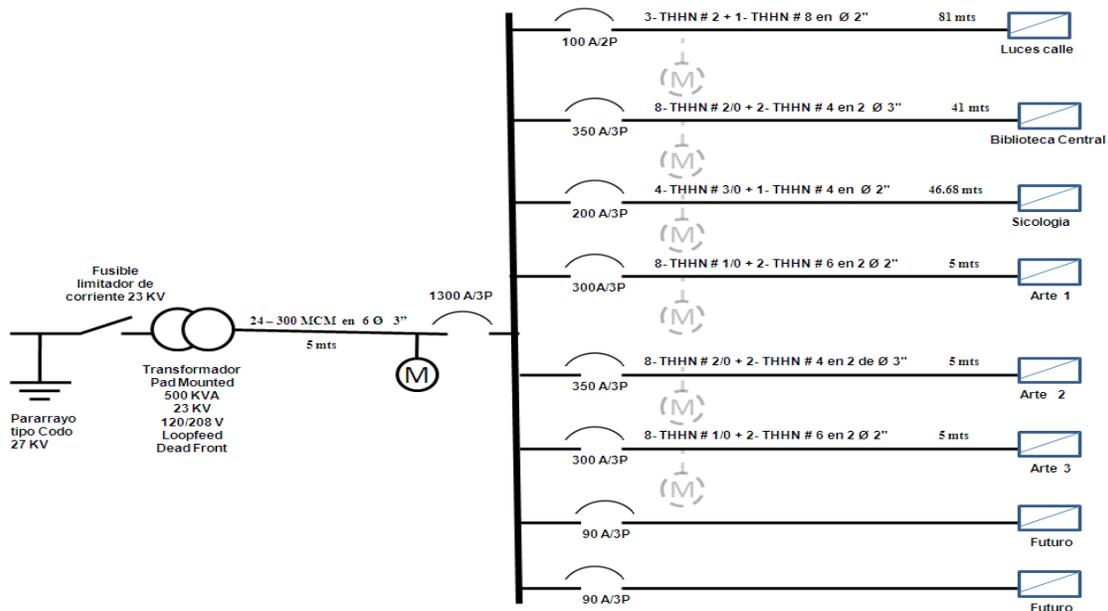


Diagrama 6 Diagrama unifilar transformador # 11.

6.5.4 TRANSFORMADOR # 14

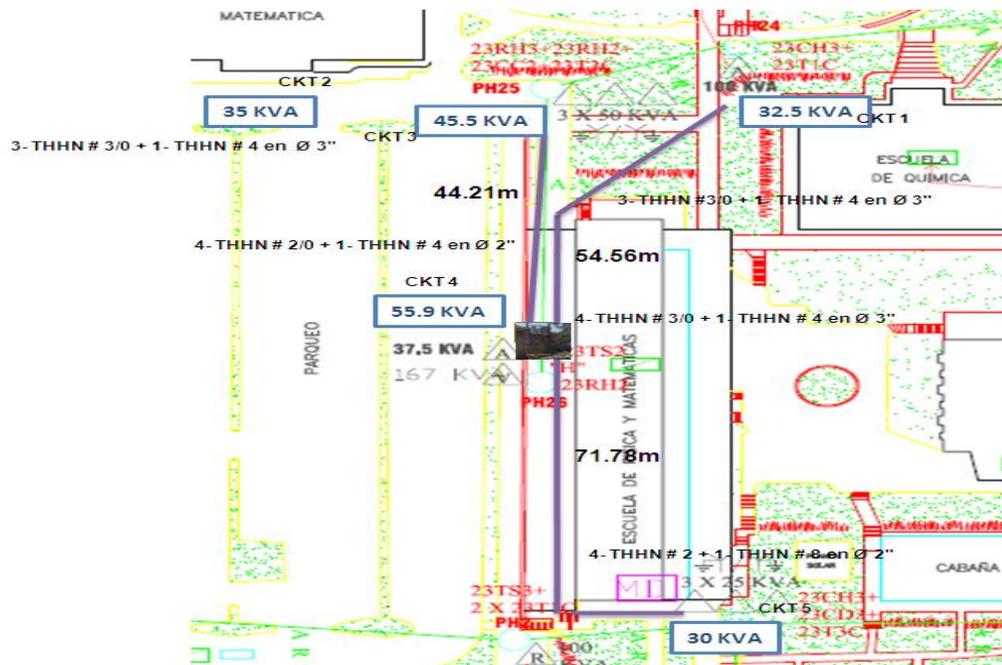


Diagrama 7 Distribución eléctrica para transformador 14

Ubicación: Escuela de Física y Matemáticas.

Tipo de transformador: Pedestal Pad Mounted

Potencia nominal de transformador: 225 kVA

Potencia demandada: 224 kVA

Tensión secundaria: 120, 208 V



Figura 20 Ubicación geográfica de transformador 14

CUADRO DE CARGA DE TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 14								
CKT #	DESCRIPCION		POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION	L (m)	CONDUCTORES
1	Quimica	1 Ø	32.5	120/208	156.25	200A/2 Polos	54.56	3- THHN #3/0 + 1- THHN # 4 en Ø 3"
2	Nva Construc.	1 Ø	35	120/208	168.27	225A/2 Polos	70	3- THHN # 3/0 + 1- THHN # 4 en Ø 3"
3	Matematica	3 Ø	45.5	120/208	126.3	175A/3 Polos	44.21	4- THHN # 2/0 + 1- THHN # 4 en Ø 2"
4	Fisica	3 Ø	55.9	120/208	155.17	200A/3 Polos	5	4- THHN # 3/0 + 1- THHN # 4 en Ø 3"
5	Cabañas	3 Ø	30	120/208	83.27	125A/3 Polos	71.78	4- THHN # 2 + 1- THHN # 8 en Ø 2"
6	Futuro	3 Ø	25	120/208	69.4			
TOTALES			223.9		758.66	Transformador de 225 KVA		

Panelboard trifásico, 120/208 V. Barras de 800 Amperios, Interruptor principal de 700 amps. 3 Polos. 1 Medidor de 144 x 144 mm a la entrada de cables. 22 KAIC, con los ramales indicados y espacio para alojar 5 medidores digitales de 144 x 144 mm.

Alimentadores : 12 THHN DE 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN 3 Ø DE 3" o Instalados directamente dentro del pozo del transformador.

Tabla 41 Cuadro de carga para transformador # 14

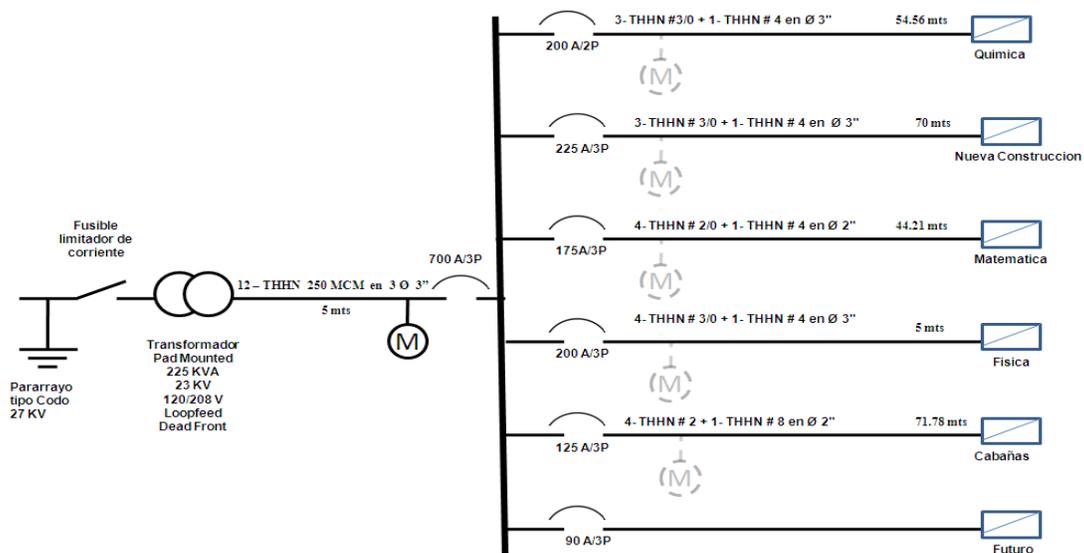


Diagrama 8 Diagrama unifilar para transformador # 14.

6.6 CARGA TOTAL A INSTALAR

A continuación se muestra el total de transformadores a instalar:

CANTIDAD DE TRANSFORMADORES	CAPACIDAD KVA
1	112.5
4	150
6	225
6	300
1	500
CARGA TOTAL A INSTALAR	4362.5

Tabla 42 Carga total a instalar

CAPÍTULO VII

7. DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PRIMARIA

En éste capítulo se establecen los criterios de elaboración de la red de distribución eléctrica primaria, la cual incluye: el diseño, la transición aérea subterránea, canalización de media tensión y las cajas de registro.

7.1 DISEÑO EN ANILLO



Diagrama 9 Diseño red eléctrica en anillo

7.2 CRITERIO DE DISEÑO

Como se puede observar en el diagrama 9, el diseño en anillo o bucle cerrado, consiste en hacer un rodeo en el campus universitario, con la finalidad de que toda la instalación esté interconectada, de esta forma al haber alguna falla en uno de los dos circuitos de la red distribuidora, la red eléctrica de la ciudad universitaria no quede sin servicio eléctrico.

La red será alimentada únicamente por dos acometidas, que permitirá tener opción de conmutación, logrando reducir el número de acometidas con el cual cuenta la universidad actualmente. Algunos transformadores carecerán de un diseño en anillo, debido a estar separados del recorrido, motivo por el cual se harán ramales que alimentaran dichos transformadores. En el plano se puede observar cuales transformadores estarán fuera del anillo, pero por ser separados del diseño no presentarán falla alguna al sistema.

La conexión en anillo se hará posible mediante la utilización de un seccionador de cuatro posiciones, los cuales irán montados en los transformadores Pad Mounted, así como se muestra en la figura 19



Figura 21 Frente muerto transformador

La manera de utilización del seccionador es la mostrada en la figura 20

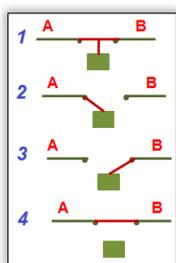


Figura 22 Seccionador de cuatro posiciones

Se pueden observar las cuatro posiciones que permite el seccionador que se muestra en la figura anterior. Las letras A y B corresponden a las dos acometidas, las cuales se alimentarán la red eléctrica.

➤ Posición 1

Es la posición básica que se implementara en el diseño en anillo, la cual permite que la línea de energía llegue al transformador y continúe el recorrido hacia el siguiente transformador.

➤ Posición 2

Se utilizará en donde se quiera terminar el recorrido de la línea de energía la cual simplemente alimentara al transformador pero no continuaría alimentando al transformador que le continúa

➤ Posición 3

Al igual que la posición dos su utilización será exactamente la misma con la diferencia que se realizará para la otra acometida

➤ Posición 4

Esta posición será utilizada cuando se necesite realizar mantenimiento al transformador ya que permite que la red continúe alimentada pero el transformador queda sin alimentación permitiendo de esta manera seguridad al realizar mantenimiento alguno.

7.3 TRANSICIÓN AÉREO – SUBTERRÁNEO

Se contarán con dos acometidas, Agronomía Humanidades en cada una de ellas habrá un poste para la transición aéreo-subterránea y los detalles se muestran en la figura TAS (Ver Anexo C)

Todo punto de transición debe utilizar lo siguiente:

- ✓ Pararrayos de uso pesado: serán encapsulados en hule siliconado de tipo óxido metálico para un MCOV de 22 kV y un rango de pararrayos de 27 kV. De acuerdo con la norma NEMA ANSI C 62.11
- ✓ Cortacircuitos: Voltaje nominal de operación de 24 kV, y un voltaje máximo de 38 kV. BIL 170 kV, capacidad interruptiva 12 kA. Capacidad nominal de 100 amperios operable bajo carga con cámaras de extinción de arco, distancia de fuga de 660 mm, bajo norma ANSI C 37.40
- ✓ Terminales resistentes a la radiación ultravioleta, contaminantes como lluvias ácidas, polvos abrasivos o minerales, con operación en forma continua en ambientes con humedad relativa de hasta el 100%. Deberán ser del tipo contraíble en frío o termocontraíble, el aislamiento debe ser de hule siliconado, voltaje nominal de 35 kV, BIL 200 kV, para uso exterior, deberá contar con su respectivo soporte para montaje, resistente a la corrosión, bajo norma IEEE 48
- ✓ Puesta a tierra. En la base del poste se instalará una puesta a tierra en una dirección diferente a la que posea la canalización de media tensión, éste se realizará con varillas recubiertas de cobre de 2.44 m. de largo y 19 mm de diámetro, normativas UL/CSA interconectadas con conductor de cobre desnudo calibre mínimo 1/0 AWG. El valor de la puesta a tierra en este punto no será mayor a 10 ohmios. El tubo metálico para la protección de los cables de media tensión deberá de quedar aterrizado
- ✓ Debe de ser incluido todos los herrajes necesarios para el montaje de todos los accesorios. Una vez finalizada la instalación del cable en el tubo, este deberá sellarse con una mezcla de silicon para evitar que penetre el agua, polvo o animales.

7.4 CANALIZACIÓN MT

Se entiende por canalización la excavación a efectuarse dentro del área del proyecto, para la colocación de los ductos (tubos de PVC lisos) donde serán instalados posteriormente los conductores.

Las dimensiones y detalles para el tipo de canalización, se muestra en las figura CMT (Capítulo IX)

- a. Los conductos en donde se colocarán los conductores tendrán un diámetro de 6 pulgadas, con características mecánicas equivalentes y no menores a la tubería de PVC DB 120. Existiendo, además, un tubo adicional de iguales características, previsto como reserva. Para conservar una distancia uniforme, entre ellos, se deben usar separadores tipo yugo y podrán ser de madera, fibra de vidrio o plástico, colocados a una distancia máxima de tres metros entre ellos.
- b. Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo, con dimensiones mínimas de 10 centímetros de ancho, espesor 0.10 mm, con una nota: " PELIGRO - ALTO VOLTAJE " en letras de color negro, impresas a intervalos como máximo cada 20 centímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 40 centímetros de la superficie y deberá cubrir tres cuartos del ancho de la canalización.
- c. En calle, cruces de calle y en acera, se debe usar concreto como relleno previo diseño de mezcla por parte del profesional responsable de la obra civil.
- d. El acabado de la superficie de la canalización será igual o mejor al que tenía el sitio antes de la obra.
- e. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.

- f. Como material de relleno granular se podrá utilizar grava número dos.
- g. Una vez finalizadas todas las obras de construcción civil, el constructor o contratista deberá verificar todos los conductos, pasando un cilindro metálico para comprobar que no estén obstruidos o deformados. Posterior a este paso, se debe soplar, limpiar y sellar cada uno de ellos, dichos sellos serán retirados únicamente de los conductos donde se instalarán los cables. Para la supervisión de estas labores, es indispensable la presencia de un inspector. El tamaño de los dispositivos de verificación y limpieza deben ser aptos para el diámetro de tubo por verificar.

7.5 CAJAS DE REGISTRO DE MT

- a. Se requerirán cajas de registro cuando existan cambios de dirección, en transiciones aéreo – subterráneas, en bóvedas de transformadores, así como a lo largo de todos los tramos rectos de la ruta normal del circuito. Figuras PRMT1 y PRMT 2 (Ver Anexo C)
- b. Se requerirá solamente una caja de registro ubicada bajo el transformador de pedestal, en tramos de líneas trifásicas o monofásicas no mayores a 30 metros de longitud, cuando se usen conductores calibre 1/0 AWG, en tal caso, se deberá dejar como reserva 2 metros de cable por fase.
- c. La distancia máxima entre cajas de registro, para tramos en línea recta, será de 80 metros. Para utilizar distancias mayores a la indicada, se deberá demostrar en la memoria de cálculo que no se excederá la tensión mecánica máxima de jalado especificada para el conductor, considerando los cambios de dirección verticales y horizontales a todo lo largo de la ruta. En el proceso de instalación, el constructor deberá utilizar un dinamómetro para medición continua en el jalado de los cables, en donde se registre la tensión mecánica instantánea y máxima aplicada al conductor. Solo se obviará el uso del dinamómetro cuando el jalado se realice

únicamente con fuerza humana, sin ayuda de herramientas o equipos especiales y para tramos no mayores a 80 metros.

- d. En las cajas de registro de las transiciones aéreo – subterráneo, fosas de transformadores, equipos de protección, maniobra y derivaciones, se dejará 2 metros de conductor de reserva.
- e. Las cajas de registro pueden ser prefabricadas y, para este caso, deberán colocarse sobre una cama de arena-grava fina debidamente compactada y a nivel, o sobre piedra quebrada cuarta en caso de requerirse como drenaje.
- f. Una vez concluida la obra civil, los topes de los conductos, en las paredes de las cajas de registro, deben quedar perfectamente sellados con mortero o cualquier otro sellador, para evitar que penetre agua, humedad, tierra, arena o residuos. Además, se debe incluir un adhesivo de concreto para redondear todas las aristas (abocinado) y así, evitar daños al cable durante la instalación. El conducto de reserva permanecerá sellado.
- g. El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante. Éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación, todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.
- h. El concreto debe tener un acabado fino en la parte interior.
- i. El acabado de la superficie de la canalización en vías públicas o privadas existentes será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- j. El porcentaje de mezcla en el concreto será determinado por profesional responsable de la obra civil.

- k. El espesor de las paredes será “como mínimo” de 12 centímetros.
- l. El acero de refuerzo se armará en forma de malla con claro de 15 centímetros.
- m. Las cajas deberán ser construidas de concreto colado.
- n. Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.
- o. El suelo o material de relleno se debe compactar a un 90% del Proctor modificado si éste es granular o al 90% del Proctor Standard si es cohesivo.
- p. Las tapas deben ser de hierro corrugado, circulares de 80 cm de diámetro.
- q. El nivel de acceso a las cajas de registro, deberá estar a 10 cm sobre el nivel del suelo en zonas verdes. Si la caja se localiza en acera o calle, la tapa de ésta deberá quedar al nivel y será empotrada en la losa superior.

CAPÍTULO VIII

8. PRESUPUESTO

El presupuesto se ha dividido en cuatro sectores, con el objeto a ejecutar el proyecto por etapas con una duración de tres meses cada etapa.

8.1 DISTRIBUCIÓN DE ETAPAS DEL PROYECTO

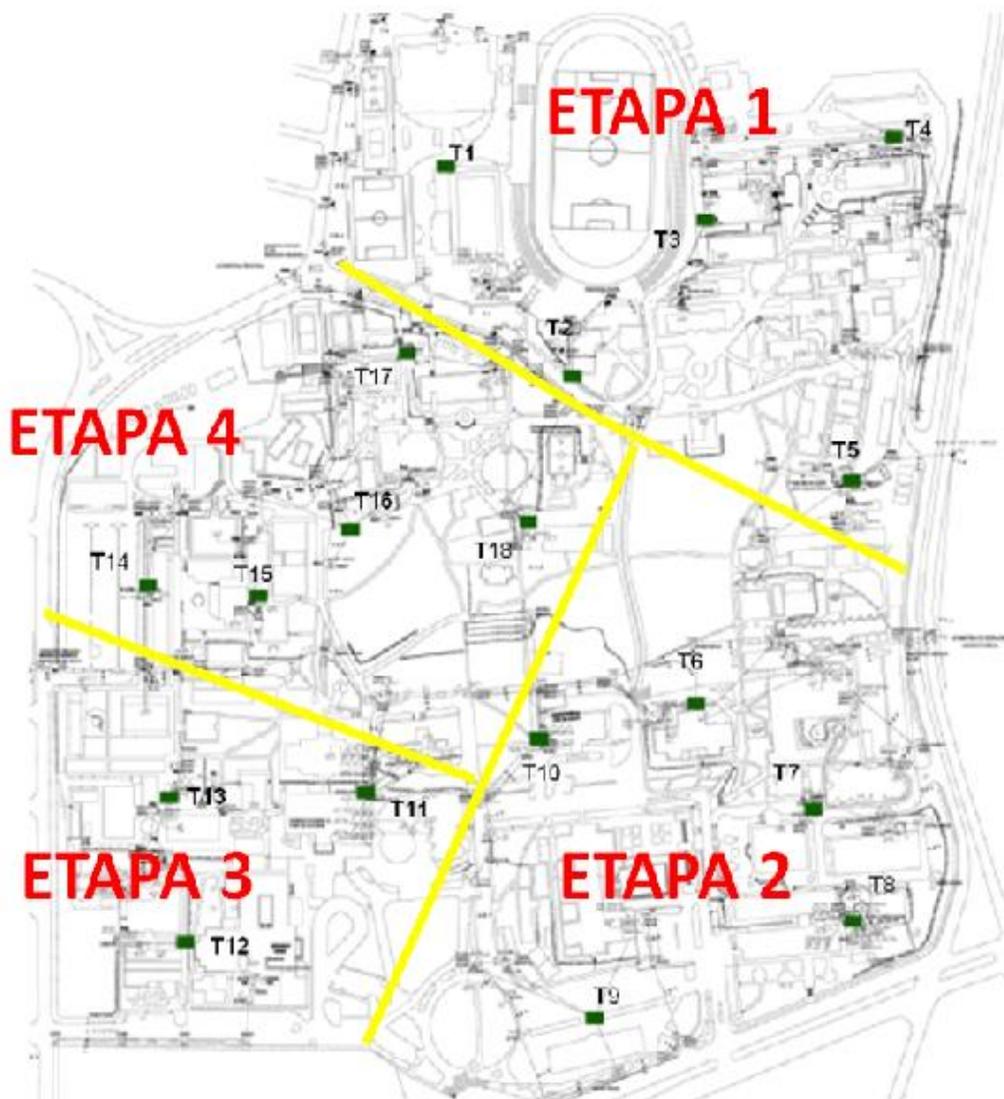


Diagrama 10 Etapas de Proyecto

8.2 CRONOGRAMA

En figura 25 se muestra el detalle del tiempo de ejecución del proyecto, cada etapa tendrá el mismo tiempo de ejecución.

EVENTO	PRIMER MES				SEGUNDO MES				TERCER MES					
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
ZANJEADO Y POZOS	█													
DUCTOS		█												
ACABADO DE ZANJEADO Y POZOS			█											
ALAMBRADO / CABLEADO- PRIMARIO Y SECUNDARIO				█										
REDES DE TIERRA								█						
INSTALACION DE TRANSFORMADORES								█						
INSTALACION DE TABLEROS (INCLUYENDO MEDIDORES)								█						
TRANSICION AEREO SUBTERRANEA											█			
PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA													█	

Figura 23 Cronograma Ejecución del Proyecto

En las tablas a continuación se detallan los costos por materiales, mano de obra y administrativos..

8.3 COSTOS

8.3.1 Costos de Materiales

Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario Materiales	V. Total Materiales
Pararrayos 21 kV	6	c/u	\$ 205.00	\$ 1,230.00
Cortacircuitos 25 Kv 100A	6	c/u	\$ 345.00	\$ 2,070.00
Poste de 40 pies	2	c/u	\$ 815.00	\$ 1,630.00
cruceros 2.40 m con Tirantes	6	c/u	\$ 282.41	\$ 1,694.46
Tubo Conduit de 3/4 "	2	c/u	\$ 34.00	\$ 68.00
barras 5/8" x 10 c/cepo	80	c/u	\$ 8.25	\$ 660.00
Alambre desnudo de cobre N° 3/0	50	m	\$ 10.79	\$ 539.50
Remate Primario Subterráneo	2	c/u	\$ 600.43	\$ 1,200.86
Remate Horizontal 3 fases	2	c/u	\$ 282.73	\$ 565.46
Ancla para Viento	2	c/u	\$ 64.00	\$ 128.00
Canalización secundaria	2899	c/u	\$ 67.05	\$ 194,377.95

Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario Materiales	V. Total Materiales
Canalización Primaria	2972	c/u	\$ 78.20	\$ 232,410.40
Tubo PVC DB 120 1"	89	c/u	\$ 70.66	\$ 6,288.74
Tubo PVC DB 120 2"	567	c/u	\$ 9.51	\$ 5,392.17
Tubo PVC DB 120 3"	531	c/u	\$ 20.05	\$ 10,646.55
Tubo PVC DB 120 6"	992	c/u	\$ 70.66	\$ 70,094.72
Pozos de Registro Primarios	78	c/u	\$ 1,776.25	\$ 138,547.50
Pozos de Registro Secundario	88	c/u	\$ 775.60	\$ 68,252.80
Pozo de Registro para Transformador	18	c/u	\$ 2,533.75	\$ 45,607.50
Caseta para Tableros	18	c/u	\$ 1,324.50	\$ 23,841.00
Cable THHN # 8	627	m	\$ 1.32	\$ 827.64
Cable THHN # 6	450	m	\$ 1.79	\$ 805.50
Cable THHN # 4	2924	m	\$ 2.88	\$ 8,421.12
Cable THHN # 2	1566	m	\$ 4.59	\$ 7,187.94
Cable THHN # 1/0	4036	m	\$ 7.73	\$ 31,198.28
Cable THHN # 2/0	3542	m	\$ 9.23	\$ 32,692.66
Cable THHN # 3/0	4325	m	\$ 11.33	\$ 49,002.25
Cable THHN # 4/0	1913	m	\$ 14.36	\$ 27,470.68
Cable THHN # 250 MCM	2040	m	\$ 23.23	\$ 47,389.20
Cable THHN # 300 MCM	240	m	\$ 31.75	\$ 7,620.00
Cable XLPE # 1/0	9131	m	\$ 10.89	\$ 99,436.59
Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 112.5 KVA	1	c/u	\$,265.54	\$ 6,265.54
Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 150 KVA	4	c/u	\$ 8,626.75	\$ 34,507.00
Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 225 KVA	6	c/u	\$10,558.63	\$ 63,351.78
Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 300 KVA	6	c/u	\$12,295.62	\$ 73,773.72
Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 500 KVA	1	c/u	\$ 19,270.83	\$ 19,270.83
Transformador Seco 208 V en primario / 120/240 V en secundario 112.5 KVA	1	c/u	\$ 1,675.00	\$ 1,675.00
Barras de 1200. main 1000A/3P. 120/208 V 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 200A/2P, 1- 350A/2P, 1- 450A/2P, 1- 400A/3P.	1	c/u	\$ 6,714.82	\$ 6,714.82

Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario Materiales	V. Total Materiales
Barras de 500. main 350A/3P. 120/208 V. 1 Medidor 22 KAIC Ramales 1- 150A/2P, 1- 175A/3P.	1	c/u	\$ 2,938.36	\$ 2,938.36
Barras de 800. main 800A/3P. 120/208 V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 600A/2P, 1- 175A/3P, 1- 200A/3P.	1	c/u	\$ 4,810.90	\$ 4,810.90
Barras de 800. main 600A/3P. 120/208V 1- Medidor 22 KAIC Ramales 2- 60A/2P, 1-225A/2P, 1- 75A/3P, 1 -150A/3P.	1	c/u	\$ 4,192.00	\$ 4,192.00
Barras de 1200. main 1000A/3P. 120/208 V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 500A/2P, 2- 150A/2P, 1- 125A/3P, 1- 250A/3P.	1	c/u	\$ 6,292.00	\$ 6,292.00
Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V, 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 90A/2P, 1- 150A/2P, 1- 300A/3P, 1- 350A/3P.	1	c/u	\$ 5,448.00	\$ 5,448.00
Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 150A/2P, 2- 175A/2P, 1- 250A/3P, 1-225A/3P.	1	c/u	\$ 5,265.38	\$ 5,265.38
Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 375A/3P, 1- 450A/3P, 1- 225A/3P	1	c/u	\$ 5,421.47	\$ 5,421.47
Barras de 600. main 600A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 100A/2P, 1- 250A/3P, 1- 350A/3P.	1	c/u	\$ 4,595.63	\$ 4,595.63
Barras de 800. main 600A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 100A/2P, 1- 125A/2P, 1- 500A/3P.	1	c/u	\$ 4,634.00	\$ 4,634.00
Barras de 1600. main 1300A/3P. 120/208V. 1- Medidor 35 KAIC Ramales 1-100A/2P, 1- 200A/3P, 2- 350A/3P, 2- 300A/3P,	1	c/u	\$ 8,876.00	\$ 8,876.00
Barras de 600. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1-200A/2P, 2- 250A/2P.	1	c/u	\$ 4,502.42	\$ 4,502.42
Barras de 1000. main 900A/3P. 120/208. 1 - Medidor 22 KAIC Ramales 1- 225A/2P, 1- 400A/2P, 1- 175 A/2P, 1 - 200 A/2P, 1- 175A/3P.	1	c/u	\$ 6,187.36	\$ 6,187.36

Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario Materiales	V. Total Materiales
Barras de 800. main 700A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1-200A/2P, 1- 225A/2P, 1- 175A/3P, 1- 200A/3P, 1- 125A/3P	1	c/u	\$ 4,922.91	\$ 4,922.91
Barras de 400. main 400A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 125A/2P, 1- 200A/2P	1	c/u	\$ 3,046.12	\$ 3,046.12
Barras de 600. main 600A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 2- 90A/2P, 1- 225A/2P, 1- 200A/2P	1	c/u	\$ 3,965.78	\$ 3,965.78
Barras de 600. main 400A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 250A/2P, 1- 175A/3P	1	c/u	\$ 3,334.42	\$ 3,334.42
Barras de 600. main 500A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 375A/2P, 1- 90A/3P y 2 medidores	1	c/u	\$ 3,807.86	\$ 3,807.86
Terminales tipo codo con derivación	15	c/u	\$ 227.50	\$ 3,412.50
Terminales para empalmes secundarios	70	c/u	\$ 93.79	\$ 6,565.30
Medidores. Incluye Router y cable	55	c/u	\$ 1,215.50	\$ 66,852.50
TOTALES				\$ 1481,927.07

Tabla 43 Costos Materiales

8.3.2 Costos Mano de Obra

Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario Mano de Obra	V. total de mano de obra
Pararrayos 21 kV	6	c/u	\$ 37.00	\$ 222.00
Cortacircuitos 25 Kv 100A	6	c/u	\$ 42.00	\$ 252.00
Poste de 40 pies	2	c/u	\$ 240.00	\$ 480.00
cruceros 2.40 m con Tirantes	6	c/u	\$ 20.14	\$ 120.84
Tubo Conduit de 3/4 "	2	c/u	\$ 5.00	\$ 10.00
barras 5/8" x 10 c/cepo	80	c/u	\$ 3.80	\$ 304.00
Alambre desnudo de cobre N° 3/0	50	m	\$ 3.00	\$ 150.00
Remate Primario Subterráneo	2	c/u	\$ 85.86	\$ 171.72
Remate Horizontal 3 fases	2	c/u	\$ 15.34	\$ 30.68
Ancla para Viento	2	c/u	\$ 21.00	\$ 42.00
Canalización secundaria	2899	c/u	\$ 19.50	\$ 56,530.50
Canalización Primaria	2972	c/u	\$ 22.50	\$ 66,870.00
Tubo PVC DB 120 1"	89	c/u	\$ 1.00	\$ 89.00
Tubo PVC DB 120 2"	567	c/u	\$ 1.25	\$ 708.75

Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario Mano de Obra	V. total de mano de obra
Tubo PVC DB 120 3"	531	c/u	\$ 1.50	\$ 796.50
Tubo PVC DB 120 6"	992	c/u	\$ 2.10	\$ 2,083.20
Pozos de Registro Primarios	78	c/u	\$ 560.00	\$ 43,680.00
Pozos de Registro Secundario	88	c/u	\$ 245.00	\$ 21,560.00
Pozo de Registro para Transformador	18	c/u	\$ 800.00	\$ 14,400.00
Caseta para Tableros	18	c/u	\$ 418.00	\$ 7,524.00
Cable THHN # 8	627	m	\$ 0.52	\$ 326.04
Cable THHN # 6	450	m	\$ 0.52	\$ 234.00
Cable THHN # 4	2924	m	\$ 1.05	\$ 3,070.20
Cable THHN # 2	1566	m	\$ 1.05	\$ 1,644.30
Cable THHN # 1/0	4036	m	\$ 2.62	\$ 10,574.32
Cable THHN # 2/0	3542	m	\$ 2.62	\$ 9,280.04
Cable THHN # 3/0	4325	m	\$ 3.15	\$ 13,623.75
Cable THHN # 4/0	1913	m	\$ 3.15	\$ 6,025.95
Cable THHN # 250 MCM	2040	m	\$ 3.15	\$ 6,426.00
Cable THHN # 300 MCM	240	m	\$ 5.00	\$ 1,200.00
Cable XLPE # 1/0	9131	m	\$ 3.15	\$ 28,762.65
Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 112.5 KVA	1	c/u	\$ 605.00	\$ 605.00
Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 150 KVA	4	c/u	\$ 875.00	\$ 3,500.00
Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 225 KVA	6	c/u	\$ 1,000.00	\$ 6,000.00
Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 300 KVA	6	c/u	\$ 1,215.00	\$ 7,290.00
Transformador de Pedestal Loopfeed, frente muerto. Fusibles y codos de conexión 500 KVA	1	c/u	\$ 1,215.00	\$ 1,215.00
Transformador Seco 208 V en primario / 120/240 V en secundario 112.5 KVA	1	c/u	\$ 475.00	\$ 475.00
Barras de 1200. main 1000A/3P. 120/208 V 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 200A/2P, 1- 350A/2P, 1- 450A/2P, 1- 400A/3P.	1	c/u	\$ 1,050.00	\$ 1,050.00
Barras de 500. main 350A/3P. 120/208 V. 1 Medidor 22 KAIC Ramales 1- 150A/2P, 1- 175A/3P.	1	c/u	\$ 787.50	\$ 787.50

Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario Mano de Obra	V. total de mano de obra
Barras de 800. main 800A/3P. 120/208 V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 600A/2P, 1- 175A/3P, 1- 200A/3P.	1	c/u	\$ 945.00	\$ 945.00
Barras de 800. main 600A/3P. 120/208V 1- Medidor 22 KAIC Ramales 2- 60A/2P, 1-225A/2P, 1- 75A/3P, 1 -150A/3P.	1	c/u	\$ 787.50	\$ 787.50
Barras de 1200. main 1000A/3P. 120/208 V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 500A/2P, 2- 150A/2P, 1- 125A/3P, 1- 250A/3P.	1	c/u	\$ 1,050.00	\$ 1,050.00
Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V, 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 90A/2P, 1- 150A/2P,1- 300A/3P, 1- 350A/3P.	1	c/u	\$ 945.00	\$ 945.00
Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 150A/2P, 2- 175A/2P, 1- 250A/3P, 1-225A/3P.	1	c/u	\$ 945.00	\$ 945.00
Barras de 1000. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 375A/3P, 1- 450A/3P, 1- 225A/3P	1	c/u	\$ 945.00	\$ 945.00
Barras de 600. main 600A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 100A/2P, 1- 250A/3P, 1- 350A/3P.	1	c/u	\$ 787.50	\$ 787.50
Barras de 800. main 600A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 100A/2P, 1- 125A/2P, 1- 500A/3P.	1	c/u	\$ 787.50	\$ 787.50
Barras de 1600. main 1300A/3P. 120/208V. 1- Medidor 35 KAIC Ramales 1-100A/2P, 1- 200A/3P, 2- 350A/3P, 2- 300A/3P,	1	c/u	\$ 1,365.00	\$ 1,365.00
Barras de 600. main 800A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1-200A/2P, 2- 250A/2P.	1	c/u	\$ 787.50	\$ 787.50
Barras de 1000. main 900A/3P. 120/208. 1 - Medidor 22 KAIC Ramales 1- 225A/2P, 1- 400A/2P, 1- 175 A/2P, 1 - 200 A/2P, 1- 175A/3P.	1	c/u	\$ 945.00	\$ 945.00
Barras de 800. main 700A/3P. 120/208V. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1-200A/2P, 1- 225A/2P, 1- 175A/3P, 1- 200A/3P, 1- 125A/3P	1	c/u	\$ 945.00	\$ 945.00

Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario Mano de Obra	V. total de mano de obra
Barras de 400. main 400A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 125A/2P, 1- 200A/2P	1	c/u	\$ 682.50	\$ 682.50
Barras de 600. main 600A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 2- 90A/2P, 1- 225A/2P, 1- 200A/2P	1	c/u	\$ 787.50	\$ 787.50
Barras de 600. main 400A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 250A/2P, 1- 175A/3P	1	c/u	\$ 682.50	\$ 682.50
Barras de 600. main 500A/3P. 120/208. 1- Medidor 22 KAIC Ramales 1- 375A/2P, 1- 90A/3P y 2 medidores	1	c/u	\$ 787.50	\$ 787.50
terminales tipo codo con derivación	15	c/u	\$ 25.00	\$ 375.00
Terminales para empalmes secundarios	70	c/u	\$ 32.00	\$ 2,240.00
Medidores. Incluye Router y cable	55	c/u	\$ 125.00	\$ 6,875.00
TOTALES				\$341,779.94

Tabla 44 Costo Mano de Obra.

8.3.3 Costos Administrativos

Descripción	Costo/mes	# Meses	Total
Gastos de oficina			
Alquiler de oficinas	\$ 500.00	12	\$ 6,000.00
Energía Eléctrica	\$ 80.00	12	\$ 960.00
Agua	\$ 12.00	12	\$ 144.00
Internet y teléfono	\$ 100.00	12	\$ 1,200.00
Seguro de oficinas	\$ 75.00	12	\$ 900.00
Promoción, Publicidad	\$ 15.00	12	\$ 180.00
Papelería y útiles	\$ 30.00	12	\$ 360.00
Mobiliario y equipo de oficina	\$ 50.00	12	\$ 600.00
			\$ 10,344.00
Salarios			
Gerente	\$ 1,800.00	12	\$ 21,600.00
Supervisor	\$ 1,200.00	12	\$ 14,400.00
Técnico	\$ 700.00	12	\$ 8,400.00
Secretaria	\$ 450.00	12	\$ 5,400.00
Contador tiempo parcial	\$ 250.00	12	\$ 3,000.00
Ordenanza	\$ 300.00	12	\$ 3,600.00
	\$ 4,700.00		\$ 56,400.00

Descripción	Costo/mes	# Meses	Total
Vehículos			
Vehículos (depreciación)	\$ 500.00	12	\$ 6,000.00
Combustible	\$ 300.00	12	\$ 3,600.00
			\$ 9,600.00
Otros gastos			
Carga empresarial por prestaciones sociales	\$ 2,089.50	12	\$ 25,074.00
Otros gastos de oficina	\$ 100.00	12	\$ 1,200.00
			\$ 26,274.00
Sub Total administración			\$ 102,618.00
Distribución en 2 proyectos en ejecución			\$ 51,309.00
Administración de campo			
Bodega	\$ 400.00	4	\$ 1,600.00
Supervisor permanente	\$ 1,000.00	12	\$ 12,000.00
Carga empresarial	\$ 385.00	12	\$ 4,620.00
Herramientas y equipos de seguridad y otros	\$ 600.00	12	\$ 7,200.00
Electricidad, teléfono	\$ 35.00	12	\$ 420.00
Otros	\$ 25.00	12	\$ 300.00
Total Administración de campo			\$ 26,140.00
Gastos de licitación y utilidades			
Gastos de licitación	\$ 500.00	1	\$ 500.00
Garantías	\$ 2,200.00	1	\$ 2,200.00
Utilidades			\$ 174,500.00
Sub total gastos de licitación y Utilidades			\$ 185,700.00
Gran Total gastos administrativos			\$ 254,649.00

Tabla 45 Costos Administrativos

Resumen	
Monto total Mano de Obra	\$ 1481,927.07
Monto total Materiales	\$ 341,779.94
Costos Directos: M.O. + Mat	\$ 1823,707.61
Monto Total Gastos Administrativos y Utilidades	\$ 254,649.00
Porcentaje de Administración sobre los Costos de Materiales más Mano de Obra	17.76%
Monto Total materiales locales, Mano de Obra y Administración	\$ 2,078,356.61
13 % IVA	\$ 270,186.28
Costo Total de la Obra	\$ 2,348,542.29

Tabla 46 Resumen de Costos.

8.4 PARTIDAS

8.4.1 Etapa 1

ETAPA 1				
(Incluye transformadores desde T1 a T5)				
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRA ELECTRICA				
1. Alimentadores				
1.1- Alimentadores para Media Tensión	775	m	\$ 191.42	\$ 148,350.50
3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control.				
	TOTAL 1.1			\$ 148,350.50
1.2 - Alimentadores para Baja Tensión				
Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación				
1.2.1 250 MCM en Ø 3"	680	m	\$ 30.75	\$ 20,910.00
1.2.2 3- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3"	32	m	\$ 151.30	\$ 4,841.60
1.2.3 6- # 2/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3"	119	m	\$ 189.38	\$ 22,536.22
1.2.4 6- # 3/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3"	123	m	\$ 206.53	\$ 25,403.19
1.2.5 8- # 3/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3"	117	m	\$ 238.07	\$ 27,854.19
1.2.6 4- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3"	91	m	\$ 155.63	\$ 14,162.33
1.2.7 3- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2"	152	m	\$ 134.13	\$ 20,387.76
1.2.9 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3"	60	m	\$ 261.77	\$ 15,706.20
1.2.8 9- # 3/0 + 3- # 4 en 3 Ø 3"	94	m	\$ 167.09	\$ 15,706.46
1.2.10 3- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3"	60	m	\$ 163.04	\$ 9,782.40
1.2.11 4- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2"	57	m	\$ 145.41	\$ 8,288.37
1.2.12 3- # 6 + 1- # 8 en Ø 1"	40	m	\$ 106.65	\$ 4,266.00
1.2.13 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1"	76	m	\$ 111.94	\$ 8,507.44
1.2.14 6- # 4/0 + 2- # 2 en 2 Ø 3"	101	m	\$ 230.02	\$ 23,232.02
1.2.15 4- # 4 + 1- # 8 en Ø 2"	5	m	\$ 116.90	\$ 584.50
	TOTAL 1.2			\$ 222,168.68
2- Accesorios				
Incluye Material y Mano de Obra				
2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri.	3	c/u	\$ 275.00	\$ 825.00
2.2 Terminales para empalmes secundarios	19	c/u	\$ 137.00	\$ 2,603.00
	TOTAL 2			\$ 3,428.00
3- Transformadores				
Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación				
3.1- Transformador de 225 KVA	2	c/u	\$ 12,589.00	\$ 25,178.00
3.2- Transformador de 300 KVA	2	c/u	\$ 14,715.00	\$ 29,430.00
3.3- Transformador de 150 KVA	1	c/u	\$ 10,349.58	\$ 10,349.58
3.4- Transformador seco de 112.5 KVA	1	c/u	\$ 2,458.00	\$ 2,458.00
	TOTAL 3			\$ 67,415.58
4- Tableros de Distribución Secundaria				
Incluye interruptor principal, ramales y 1 Medidor a la entrada. Incluye además instalación.				
4.1 Barras de 1200 A. Main de 1000 A/3P	1	c/u	\$ 8,457.00	\$ 8,457.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales :				
1- 200 A/2P				
1- 350 A/2P				
1- 450 A/2P				
1- 400 A/2P				
2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio)				
4- Medidores (Solo espacio)				

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
4.2 Barras de 500 A. Main de 350 A/3P	1	c/u	\$ 4,058.00	\$ 4,058.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 150 A/2p 1 175 A/3P 2 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 2 Medidores (Solo espacio)				
4.3 Barras de 800 A. Main de 800A/3P	1	c/u	\$ 6,269.00	\$ 6,269.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 600 A/2p 1 175 A/3P 1 200 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 3 Medidores				
4.4 Barras de 800 A. Main de 600A/3P	1	c/u	\$ 5,424.00	\$ 5,424.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 2 60 A/2p 1 225 A/2p 1 175 A/3P 1 150 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 5 Medidores (Solo espacio)				
4.5 Barras de 1000 A. Main de 900A/3P	1	c/u	\$ 7,997.00	\$ 7,997.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 500 A/2p 2 150 A/2P 1 125 A/3P 1 250 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 5 Medidores (Solo espacio)				
			TOTAL 4	\$32,205.00
5- Medidores				
Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación, en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica.	19	c/u	\$ 1,460.00	\$ 27,740.00
			TOTAL 5	\$ 27,740.00
6- Redes de Tierra				
Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red				
6.1 Para transformador de 150 KVA	1	c/u	\$ 477.00	\$ 477.00
6.2 Para transformador de 300 KVA	2	c/u	\$ 545.84	\$ 1,091.68
6.3 Para Transformador de 225 KVA	2	c/u	\$ 545.84	\$ 1,091.68
6.4 Para poste Acometida	1	c/u	\$ 477.00	\$ 477.00
			TOTAL 6	\$ 3,137.36
7- Poste Acometida	1	c/u	\$ 5,435.00	\$ 5,435.00
Incluye terminales, corta circuito, pararrayo poste y sus estructuras primarias, remate				
			TOTAL 7	\$ 5,435.00
OBRA CIVIL				
Se excluye de estas obras, la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica				
8- Pozos de Registro				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
8.1 Pozo de Registro Secundario	29	c/u	\$ 1,111.58	\$ 32,235.82
8.2 Pozo de Registro Primario	21	c/u	\$ 2,544.51	\$ 53,434.71
			TOTAL 8	\$ 85,670.53

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
9- Fosa para Transformador				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
9.1 Para Transformador de 150 KVA	1	c/u	\$ 2,841.00	\$ 2,841.00
9.2 Para Transformador de 300 KVA	2	c/u	\$ 3,630.93	\$ 7,261.86
9.3 Para Transformador de 225 KVA	2	c/u	\$ 3,277.84	\$ 6,555.68
	TOTAL 9			\$ 16,658.54
10- Caseta para Tablero de Distribución.				
Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad.	5	c/u	\$ 1,992.72	\$ 9,963.60
	TOTAL 10			\$ 9,963.60
SUMA TOTAL DE PARTIDAS				\$ 622,172.79
13 % IVA				\$ 80,882.46
TOTAL ETAPA 1				\$ 703,055.25

Tabla 47 Partida etapa 1

8.4.2 Etapa 2

ETAPA 2				
(Incluye transformadores desde T6 a T10)				
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRA ELECTRICA				
1. Alimentadores				
1.1- Alimentadores para Media Tensión	1068	m	\$ 191.42	\$ 204,436.56
3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control.				
	TOTAL 1.1			\$ 204,436.56
1.2 - Alimentadores para Baja Tensión				
Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación				
1.2.1 250 MCM en Ø 3"	720	m	\$ 30.75	\$ 22,140.00
1.2.2 3- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2"	90	m	\$ 134.13	\$ 12,071.70
1.2.3 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3"	64	m	\$ 167.09	\$ 10,693.76
1.2.4 3- # 2 + 1- # 8 en Ø 1"	173	m	\$ 117.53	\$ 20,332.69
1.2.5 6- # 1/0 + 2- # 6 en 2 Ø 2"	5	m	\$ 172.20	\$ 861.00
1.2.6 8- # 2/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3"	156	m	\$ 215.20	\$ 33,571.20
1.2.7 3- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3"	80	m	\$ 142.72	\$ 11,417.60
1.2.8 4- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3"	133	m	\$ 182.11	\$ 24,220.63
1.2.9 8- # 4/0 + 2- # 2 en 2 Ø 3"	26	m	\$ 268.15	\$ 6,971.90
1.2.10 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1"	48	m	\$ 111.94	\$ 5,373.12
	TOTAL 1.2			\$ 147,653.60
2- Accesorios				
Incluye Material y Mano de Obra				
2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri.	3	c/u	\$ 275.00	\$ 825.00
2.2 Terminales para empalmes secundarios	21	c/u	\$ 137.00	\$ 2,877.00
	TOTAL 2			\$ 3,702.00
3- Transformadores				
Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación				
3.1- Transformador de 225 KVA	2	c/u	\$ 12,589.00	\$ 25,178.00
3.2- Transformador de 300 KVA	3	c/u	\$ 14,715.00	\$ 44,145.00
	TOTAL 3			\$69,323.00

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
4- Tableros de Distribución Secundaria				
Incluye interruptor principal, ramales y 1 medidor a la entrada. Incluye además instalación.				
4.1 Barras de 1000 A. Main de 800 A/3P	1	c/u	\$ 6,963.00	\$ 6,963.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales: 1- 90 A/2p 1- 150 A/2P 1- 300 A/2P 1- 350 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 4- Medidores (Solo espacio)				
4.2 Barras de 800 A. Main de 800 A/3P	1	c/u	\$ 6,764.00	\$ 6,764.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 150 A/2p 1- 175 A/3P 1- 250 A/3P 1- 225 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 2- Medidores (Solo espacio)				
4.3 Barras de 1000 A. Main de 800A/3P	1	c/u	\$ 6,934.00	\$ 6,934.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 375 A/3p 1- 450 A/3P 1- 225 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 3- Medidores (Solo espacio)				
4.4 Barras de 600 A. Main de 600A/3P	1	c/u	\$ 5,863.00	\$ 5,863.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 100 A/2P 1- 250 A/3P 1- 350 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 3- Medidores				
4.5 Barras de 800 A. Main de 600 A/3P	1	c/u	\$ 5,905.00	\$ 5,905.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 3- Medidores (Solo espacio) 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 1- 500 A/3P 1- 100 A/2P 1- 125 A/2P				
	TOTAL 4			\$32,429.00
5- Medidores				
Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación, en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica.	18	c/u	\$ 1,460.00	\$ 26,280.00
	TOTAL 5			\$ 26,280.00
6- Redes de Tierra				
Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red				
6.1 Para transformador de 300 KVA	3	c/u	\$ 545.84	\$ 1,637.52
6.2 Para transformador de 225 KVA	2	c/u	\$ 545.84	\$ 1,091.68
6.3 Para poste Acometida	1	c/u	\$ 477.00	\$ 477.00
	TOTAL 6			\$ 3,206.20
7- Poste Acometida	1	c/u	\$ 5,435.00	\$ 5,435.00
Incluye terminales, corta circuito, pararrayo poste y sus estructuras primarias, remate				
	TOTAL 7			\$ 5,435.00

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRA CIVIL				
Se excluye de estas obras , la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica				
8- Pozos de Registro				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
<i>8.1 Pozo de Registro Secundario</i>	26	c/u	\$ 1,111.58	\$ 28,901.08
<i>8.2 Pozo de Registro Primario</i>	27	c/u	\$ 2,544.51	\$ 68,701.77
	TOTAL 8			\$ 97,602.85
9- Fosa para Transformador				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
<i>9.1 Para Transformador de 300 KVA</i>	3	c/u	\$ 3,630.93	\$ 10,892.79
<i>9.2 Para Transformador de 225 KVA</i>	2	c/u	\$ 3,277.84	\$ 6,555.68
	TOTAL 9			\$ 17,448.47
10- Caseta para Tablero de Distribución.	5	c/u	\$ 1,992.72	\$ 9,963.60
Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad.				
	TOTAL 10			\$ 9,963.60
SUMA TOTAL DE PARTIDA				\$ 617,480.28
13 % IVA				\$ 80,272.44
TOTAL ETAPA 2				\$ 697,752.72

Tabla 48 Partida etapa 2

8.4.3 Etapa 3

ETAPA 3				
(Incluye transformadores desde T11 a T13)				
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRA ELECTRICA				
1. Alimentadores				
<i>1.1- Alimentadores para Media Tensión</i>	382	m	\$ 191.42	\$ 73,122.44
3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control.				
	TOTAL 1.1			\$ 73,122.44
<i>1.2 - Alimentadores para Baja Tensión</i>				
Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado,concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación				
1.2.1 250 MCM en Ø 3"	280	m	\$ 30.75	\$ 8,610.00
1.2.2 350 MCM en Ø 3"	240	m	\$ 40.03	\$ 9,607.20
1.2.3 6- # 3/0 +2- # 4 en 2 Ø 3"	33	m	\$ 206.53	\$ 6,815.49
1.2.4 4- # 2/0 +1- # 4 en Ø 3"	10	m	\$ 155.63	\$ 1,556.30
1.2.5 4- # 3/0 +1- # 4 en Ø 3"	47	m	\$ 167.09	\$ 7,853.23
1.2.7 3- # 2 +1- # 8 en Ø 1"	68	m	\$ 163.04	\$ 11,086.72
1.2.6 3- # 4/0 +1- # 2 en Ø 3"	81	m	\$ 117.53	\$ 9,519.93
1.2.8 8- # 2/0 +2- # 4 en 2 Ø 3"	46	m	\$ 215.20	\$ 9,899.20
1.2.9 3- # 2/0 +1- # 4 en Ø 3"	30	m	\$ 142.72	\$ 4,281.60
1.2.10 8- # 1/0 +2- # 6 en 2 Ø 2"	10	m	\$ 194.76	\$ 1,947.60
1.2.11 3- # 3/0 +1- # 4 en Ø 3"	65	m	\$ 151.30	\$ 9,834.50
	TOTAL 1.2			\$ 81,011.77
2- Accesorios				
Incluye Material y Mano de Obra				
<i>2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri.</i>	3	c/u	\$ 275.00	\$ 825.00
<i>2.2 Terminales para empalmes secundarios</i>	14	c/u	\$ 137.00	\$ 1,918.00
	TOTAL 2			\$ 2,743.00

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
3- Transformadores				
Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación				
3.1- Transformador de 225 KVA	1	c/u	\$ 12,589.00	\$ 12,589.00
3.2- Transformador de 300 KVA	1	c/u	\$ 14,715.00	\$ 14,715.00
3.3- Transformador de 500 KVA	1	c/u	\$ 22,312.00	\$ 22,312.00
	TOTAL 3			\$49,616.00
4- Tableros de Distribución Secundaria				
Incluye interruptor principal, ramales y 1 Medidor a la entrada. Incluye además instalación.				
4.1 Barras de 1600 A. Main de 1300 A/3P	1	c/u	\$ 11,154.00	\$ 11,154.00
35 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 100 A/2P 1- 350 A/3P 1- 200 A/2P 2- 300 A/3P 1- 350 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 6 Medidores (Solo espacio)				
4.2 Barras de 800 A. Main de 600 A/3P	1	c/u	\$ 5,761.48	\$ 5,761.48
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 200 A/2P 2 250 A/2P 2 90 A/3P (Solo espacio) 3 Medidores (Solo espacio)				
4.3 Barras de 1000 A. Main de 900 A/3P	1	c/u	\$ 7,768.16	\$ 7,768.16
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 175 A/2P 1 175 A/3P 1 200 A/2P 1 400 A/2P 1 225 A/2P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 5 Medidores (Solo espacio)				
	TOTAL 4			\$24,683.64
5- Medidores				
Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación, en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica.	14	c/u	\$ 1,460.00	\$ 20,440.00
	TOTAL 5			\$ 20,440.00
6- Redes de Tierra				
Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red				
6.1 Para transformador de 500 KVA	1	c/u	\$ 545.84	\$ 545.84
6.2 Para transformador de 500 KVA	1	c/u	\$ 545.84	\$ 545.84
6.3 Para transformador de 225 KVA	1	c/u	\$ 545.84	\$ 545.84
	TOTAL 6			\$ 1,637.52
OBRA CIVIL				
Se excluye de estas obras, la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica				
7- Pozos de Registro				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
7.1 Pozo de Registro Secundario	11	c/u	\$ 1,111.58	\$ 12,227.38
7.2 Pozo de Registro Primario	11	c/u	\$ 2,544.51	\$ 27,989.61
	TOTAL 7			\$ 40,216.99

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
8- Fosa para Transformador				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
8.1 Para Transformador de 500 KVA	1	c/u	\$ 3,630.93	\$ 3,630.93
8.2 Para Transformador de 300 KVA	1	c/u	\$ 3,630.93	\$ 3,630.93
8.3 Para Transformador de 225 KVA	1	c/u	\$ 3,277.84	\$ 3,277.84
	TOTAL 8			\$ 10,539.70
9- Caseta para Tablero de Distribución.	3	c/u	\$ 1,992.72	\$ 5,978.16
Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad.				
	TOTAL 9			\$ 5,978.16
SUMA TOTAL DE PARTIDA				\$ 309,989.22
13 % IVA				\$ 40,298.60
TOTAL ETAPA 3				\$ 350,287.82

Tabla 49 Partida etapa 3

8.4.4 Etapa 4

ETAPA 4				
(Incluye transformadores desde T14 a T18)				
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRA ELECTRICA				
1. Alimentadores				
1.1- Alimentadores para Media Tensión	747	m	\$ 191.42	\$ 142,990.74
3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control.				
	TOTAL 1.1			\$ 142,990.74
1.2 - Alimentadores para Baja Tensión				
Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación				
1.2.1 250 MCM en Ø 3"	360	m	\$ 30.75	\$ 11,070.00
1.2.2 3/0 en Ø 3"	80	m	\$ 17.60	\$ 1,408.00
1.2.3 3- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3"	234	m	\$ 151.30	\$ 35,404.20
1.2.4 6- # 2/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3"	9	m	\$ 189.38	\$ 1,704.42
1.2.5 4- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3"	106	m	\$ 155.63	\$ 16,496.78
1.2.6 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3"	5	m	\$ 167.09	\$ 835.45
1.2.7 3- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3"	61	m	\$ 163.04	\$ 9,945.44
1.2.8 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1"	96	m	\$ 111.94	\$ 10,746.24
1.2.9 3- # 2 + 1- # 8 en Ø 1"	15	m	\$ 117.53	\$ 1,762.95
1.2.10 4- # 2 + 1- # 8 en Ø 2"	83	m	\$ 124.36	\$ 10,321.88
	TOTAL 1.2			\$ 99,695.36
2- Accesorios				
Incluye Material y Mano de Obra				
2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri.	6	c/u	\$ 275.00	\$ 1,650.00
2.2 Terminales para empalmes secundarios	16	c/u	\$ 137.00	\$ 2,192.00
	TOTAL 2			\$ 3,842.00
3- Transformadores				
Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación				
3.1- Transformador de 112.5 KVA	1	c/u	\$ 7,483.00	\$ 7,483.00
3.2- Transformador de 150 KVA	3	c/u	\$ 10,349.58	\$ 31,048.74
3.3- Transformador de 225 KVA	1	c/u	\$ 12,589.00	\$ 12,589.00
	TOTAL 3			\$51,120.74

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
4- Tableros de Distribución Secundaria				
Incluye interruptor principal, ramales y Medidores. Incluye además instalación.				
4.1 Barras de 800 A. Main de 700 A/3P	1	c/u	\$ 6,391.00	\$ 6,391.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 200A/2P 1- 225 A/2P 1- 175 A/3P 1- 200 A/3P 1- 125 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 5- Medidores (Solo espacio)				
4.2 Barras de 400 A. Main de 400 A/3P	1	c/u	\$ 4,061.00	\$ 4,061.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 125 A/2P 1- 200 A/2P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 2- Medidores (Solo espacio)				
4.3 Barras de 600 A. Main de 600 A/3P	1	c/u	\$ 5,177.00	\$ 5,177.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 2- 90 A/2P 1- 200 A/2P 1- 225 A/2P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 4- Medidores (Solo espacio)				
4.4 Barras de 600 A. Main de 400 A/3P	1	c/u	\$ 4,375.00	\$ 4,375.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 250 A/2P 1- 175 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 2- Medidores (Solo espacio)				
4.5 Barras de 600 A. Main de 400 A/3P	1	c/u	\$ 5,005.00	\$ 5,005.00
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 325 A/2p 1 90 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 2 Medidores				
	TOTAL 4			\$25,009.00
5- Medidores				
Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación, en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica.	15	c/u	\$ 1,460.00	\$ 21,900.00
	TOTAL 5			\$ 21,900.00
6- Redes de Tierra				
Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red				
6.1 Para transformador de 225 KVA	1	c/u	\$ 545.84	\$ 545.84
6.2 Para transformador de 150 KVA	3	c/u	\$ 477.00	\$ 1,431.00
6.3 Para transformador de 112.5 KVA	1	c/u	\$ 477.00	\$ 477.00
	TOTAL 6			\$ 2,453.84
OBRA CIVIL				
Se excluye de estas obras, la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica				
7- Pozos de Registro				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
7.1 Pozo de Registro Secundario	22	c/u	\$ 1,111.58	\$ 24,454.76
7.2 Pozo de Registro Primario	19	c/u	\$ 2,544.51	\$ 48,345.69
	TOTAL 7			\$ 72,800.45

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
8- Fosa para Transformador				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
8.1 Para Transformador de 225 KVA	1	c/u	\$ 3,277.84	\$ 3,277.84
8.2 Para Transformador de 150 KVA	3	c/u	\$ 2,841.00	\$ 8,523.00
8.3 Para Transformador de 112.5 KVA	1	c/u	\$ 2,841.00	\$ 2,841.00
	TOTAL 8			\$ 14,641.84
9- Caseta para Tablero de Distribución.	5	c/u	\$ 1,992.72	\$ 9,963.60
Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad.				
	TOTAL 9			\$ 9,963.60
SUMA TOTAL DE PARTIDA				\$ 444,417.57
13 % IVA				\$ 57,774.28
TOTAL ETAPA 4				\$ 502,191.85

Tabla 50 Partida etapa 4

8.4.5 Desmontaje

DESMONTAJE				
(Desmontaje red aérea actual)				
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRA ELECTRICA				
1- Alimentadores				
Retiro de alimentadores ACSR # 2 y WP	9761	m	\$0.40	\$3,904.40
	TOTAL 1			\$ 3,904.40
2- Transformadores				
Incluye la desinstalación del transformador y el desmontaje				
2.1- Transformador de 15 a 25 KVA en poste	13	c/u	\$ 114.36	\$ 1,486.68
2.2- Transformador de 37.5 a 50 KVA en poste	36	c/u	\$ 142.95	\$ 5,146.20
2.3- Transformador de 75 a 100 KVA en poste	43	c/u	\$ 228.72	\$ 9,834.96
2.4- Transformador de 167 KVA en poste	1	c/u	\$ 285.90	\$ 285.90
2.5- Transformador de 15 a 50 KVA en piso	1	c/u	\$ 114.36	\$ 114.36
2.6- Transformador de 75 a 100 KVA en piso	15	c/u	\$ 142.95	\$ 2,144.25
2.7- Transformador de 167 KVA en piso	4	c/u	\$ 171.54	\$ 686.16
	TOTAL 2			\$19,698.51
3- Postes de concreto				
3.1 Desvestir poste trifásico	105	c/u	\$ 85.77	\$ 9,005.85
3.2 Desvestir poste monofásico	31	c/u	\$ 40.03	\$ 1,240.93
3.3 Desmontaje de poste de concreto 26 a 35 pies	136	c/u	\$ 371.67	\$ 50,547.12
	TOTAL 5			\$ 60,793.90
SUMA TOTAL DE PARTIDA				\$ 84,396.81
13 % IVA				\$ 10,971.59
TOTAL DESMONTAJE				\$ 95,368.40

Tabla 51 Partida Desmontaje

8.5 PRESUPUESTO TOTAL

ETAPA	TOTAL
ETAPA 1	\$703,055.25
ETAPA 2	\$697,752.72
ETAPA 3	\$350,287.82
ETAPA 4	\$502,191.85
DESMONTAJE	\$95,368.40
MONTO TOTAL	\$2348,656.04

Tabla 52 Presupuesto Total

CAPÍTULO IX

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de los perfiles de carga de la ciudad universitaria, se comprobó que el factor de utilización de los transformadores instalados actualmente es menor al 25%. Un transformador con factor de utilización menor al 60% se considera que es un transformador subutilizado, lo cual puede ocasionar pérdidas en el núcleo, así como también el incremento al cargo del servicio eléctrico, los parámetros normales de uso de transformadores tienen que oscilar entre 60 y 100% de utilización.

Las consecuencias de tener transformadores subutilizados son las pérdidas por el funcionamiento de la unidad, menor eficiencia, entre mayor es la capacidad del transformador mayores son las pérdidas.

Existe una relación entre el factor de uso y el factor de pérdidas:

$$\text{Factor de Pérdidas para TD} = 0.15 (LDF) + (0.85)(LDF)^2$$

Donde LDF es el factor de carga y es el cociente entre la carga media y la carga máxima durante un tiempo determinado. Si la carga permanece constante durante todo el tiempo en el día, el factor de carga será del 100%, pero al analizar los gráficos diarios, se observan variaciones notorias en el comportamiento de la carga, lo que conlleva como resultado, un bajo factor de carga.

En base a la información obtenida de los cuadros de capacidad instalada se concluye que la red eléctrica actual es ineficiente, debido a que la mayoría de las subestaciones están subutilizadas, que se traduce a un cobro mayor en la tarifa de facturación eléctrica. En el nuevo diseño, los transformadores poseen un factor de utilización que oscila entre el 85% y el 100%¹, tendiendo a una reducción en la facturación incluyendo la carga proyectada.

¹ Fuente Capítulo VI Cuadro de cargas.

La universidad cuenta con un limitado conjunto de medidores instalados, en los cuales se está llevando a cabo un monitoreo de aproximadamente el 30% de la carga demandada. El nuevo diseño constará con un monitoreo del 100% de la capacidad instalada, el objetivo de incluir medidores en el sistema, es tener un control de la demanda que ejerce cada subestación, con el fin de poder realizar estudios de eficiencia energética, logrando así una reducción en la demanda energética que conlleve a una disminución en la facturación.

Para los transformadores de 112.5 y 150 KVA, la corriente de corto circuito es mucho menor a los 22 KAIC que se especificó en el diseño, de la misma forma haciendo un estudio más profundo de la impedancia que aportan los conductores en el lado de media tensión, dicha corriente de corto circuito puede ser menor, pero al realizar un análisis de costo de material, el especificar 22 KAIC no representa mayor costo y se incrementa el nivel mínimo de ruptura que deben de tener los elementos involucrados en la falla para que sean capaz de soportarla y con esto se cumple uno de los objetivos principales en el cálculo de la corriente de corto circuito y es tener una mejor protección para el personal de mantenimiento

Con el sistema eléctrico subterráneo, se tendrá una reducción de fallas en un 75%, mejor vistosidad, mejor calidad y continuidad en el servicio, mayor seguridad para las personas y medio ambiente, mejora en la operación y mantenimiento de los elementos del sistema.

Con respecto al medio ambiente, el nuevo diseño eléctrico favorecerá la conservación del mismo, debido a que evitará la poda y tala de árboles, la cual es rutinaria al momento de realizar cualquier tipo de mantenimiento en la red eléctrica actual. De esta forma la nueva red eléctrica tendrá una mejor apariencia así como también evitará la deforestación, conservando el hábitat de diversas especies animales.

9.2 RECOMENDACIONES

Con la red eléctrica actual, la universidad puede realizar cambios significativos, con la finalidad de lograr que no existan transformadores subutilizados, reduciendo de esta forma el cobro de facturación eléctrica.

Para ejemplificar lo detallado anteriormente se mencionarán algunos de los transformadores subutilizados.

- En los transformadores para iluminación exterior, todos están subutilizados. Los dos transformadores de 15 kVA que están ubicados en el parqueo sur; detrás de los edificios de ingeniería industrial y mecánica, suministran 15 luminarias de vapor de sodio de 250 watts, que demandan un máximo de 5 kVA aproximadamente, lo cual podría ser alimentado por solo un transformador.
- Los transformadores en la facultad de economía totalizan 175 kVA y la demanda total es de 50 kVA, por lo que se puede suministrar con el de 75 kVA.
- En la red de agronomía, los bancos de transformadores ubicados para los edificios de arte están próximos uno del otro, sumando un total de 750 kVA y la carga demandada es de 200 kVA, con unos pequeños puentes, se pueden deshabilitar seis transformadores de 75 kVA.
- En el edificio de CENSALUD se tienen instalados 502 kVA y la demanda es de 62 kVA, un cambio de subestación llevaría a tener ahorros de facturación no muy grandes, pero contribuiría a la eficiencia energética.

Para el nuevo diseño, las autoridades de la Universidad deberán asignar una delegación de personal técnico capacitado, para dar mantenimiento al nuevo sistema eléctrico garantizando la operación y fiabilidad.

Que el contratista tenga la capacidad adecuada para realizar una buena instalación y que sea capaz de realizar las pruebas eléctricas necesarias al sistema tal como se establecen en las especificaciones técnicas.

Se ha incluido en el presupuesto el retiro de la red eléctrica actual. El cual se sugiere que sea donado a escuelas de la red pública en zona rurales, que la Universidad estime conveniente. Que se incluya a la escuela de ingeniería eléctrica para la donación de elementos para fines académicos.

Para el desmontaje de la red actual, se deben cumplir las normas y estándares de seguridad que se estimen conveniente.

En el edificio de medicina existe un transformador con aceite PCB, se recomienda retirarlo del campus universitario. Ya que este tipo de aceite presenta alto grado de contaminación.

Se recomienda realizar y ejecutar programas de eficiencia energética tales como, el cambio de luminarias, sistema de refrigeración inteligente para los edificios administrativos, sistema ahorrativo de luminaria pública.

BIBLIOGRAFIA

Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones. 2000.

Normas técnicas de diseño, seguridad y operación de las instalaciones de distribución eléctrica. Capítulo V Líneas subterráneas, San Salvador.

<http://www.siget.gob.sv/>

PEDRO R. F. 2008. Elaboración de un manual para redes de distribución eléctrica subterránea. Tesis Br. Universidad de Costa Rica, Fac. Ing. y Arq.

<http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb0835t.pdf>

BARAHONA A. W. A. 2009. Estándar para la construcción de líneas subterráneas de distribución de energía eléctrica. Tesis Ing. Universidad de El Salvador. Fac. Ing. y Arq.

<http://ri.ues.edu.sv/3295/>

AES El Salvador. 2011. Estándar de Construcción de Líneas Subterráneas. El Salvador

<http://www.aeselsalvador.com>

IEEE Std. 142. 2007. Grounding of Industrial and Commercial Power Systems, (Revision of IEEE Std. 142, 1991), 167 P.

Instituto Costarricense de Electricidad. 2009. Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea, Costa Rica

GENERAL ELECTRICAL COMPANY. 1989. Short Circuit Current Calculations. TABLE 6 Secondary Short Circuit Currents. 34 P.

GENERAL ELECTRICAL COMPANY. 1998. Three-phase Padmount Distribution Transformers. GE179025.

AUCAPIÑA J. O, NIOLA J. C. 2012. Proyecto de especificaciones técnicas para el diseño de redes subterráneas de la empresa eléctrica regional Centro Sur SA, Tesis Ing. Universidad Politécnica Salesiana. Fac. Ing. y Arq.

GE Energy Industrial Solutions. 2012. Series MT Analizadores de Redes. Vol. 03/12

ANEXOS

ANEXO A CONSUMO ACTUAL

La demanda actual que posee la universidad de El Salvador se consiguió por medio de facturas de consumo eléctrico. El estudio del consumo actual se realizó con facturas del año 2005 a 2012.

AÑO 2005									
ANUAL	TOTAL SUMA DE TODOS LOS KWH								
	3869,556.30								
ENERO	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	224,451.30	289	7800	4120	12540	6240	1477	2970	1526
			7080	4160	13750	6720	1283	2860	202
			27480	15280	69850	29880	7893	20130	664
		289	42360	23560	96140	42840	10653	25960	2392
FEBRERO	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	244,194.00	289	7800	4120	12540	6240	1477	2970	1526
			7080	4160	13750	6720	1283	2860	202
			27480	15280	69850	29880	7893	20130	664
		289	42360	23560	96140	42840	10653	25960	2392
MARZO	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	326,047.00	234	11680	5480	17490	7440	1851	3960	1365
			2917	9000	4360	1780	6120	1446	2860
			47880	24160	121990	20520	13268	20130	
		3151	68560	34000	141260	34080	16565	26950	1481

ABRIL	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	383,200.00	245	14160	5400	18260	8760	2062	4400	2032
		3201	8760	3880	17050	6600	1430	2970	95
			57600	23600	130680	34680	15005	22330	
		3446	80520	32880	165990	50040	18497	29700	2127
MAYO	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	395,307.00	339	15120	6080	21450	9600	2354	5170	1811
		2584	10200	5040	20680	7440	1770	3740	128
			54600	25280	132110	30120	14941	24750	
		2923	79920	36400	174240	47160	19065	33660	1939
JUNIO	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	379,974.00	364	14040	5360	18700	8680	2371	5060	1843
		3162	8400	4000	17710	7560	1624	3960	109
			54960	21600	124080	36960	14681	24750	
		3526	77400	30960	160490	53200	18676	33770	1952
JULIO	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	419,188.00	367	15600	5760	21450	9360	2355	6710	2116
		2450	9360	4760	20570	8160	1705	6600	135
			61060	23760	137060	36240	16110	27500	
		2817	86020	34280	179080	53760	20170	40810	2251

AGOSTO	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	312,780.00	332	10320	3800	16060	5880	1478	6380	1217
		2329	7080	4000	15620	5040	1201	6270	112
			42000	17680	108020	24000	12181	21780	
		2661	59400	25480	139700	34920	14860	34430	1329
SEPTIEMBRE	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	418,751.00	445	15360	4480	21670	9480	2387	8140	1796
		3263	9360	3480	21120	8040	1738	7920	250
			60000	25280	139040	32880	14242	28380	
		3708	84720	33240	181830	50400	18367	44440	2046
OCTUBRE	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	402,658.00	384	14760	4160	21120	9000	2306	7590	1626
		2868	8520	3800	19140	7200	1591	7810	83
			53640	25760	135630	35040	14340	26290	
		3252	76920	33720	175890	51240	18237	41690	1709
NOVIEMBRE	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	455,169.00	419	17640	4720	21890	9480	2403	7810	2425
		2763	10080	4520	19250	7560	1624	7260	184
			67680	28920	152020	39960	16971	29590	
		3182	95400	38160	193160	57000	20998	44660	2609

DICIEMBRE	SUMA KWH MENSUAL	PARQUEO Y BIENESTAR	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA
	310,495.25	445	15360	4480	21670	9480	2387	8140	1796
		3263	9360	3480	21120	8040	1738	7920	250
			60000	25280	139040	32880	14242	28380	
		3708	84720	33240	181830	50400	18367	44440	2046

Tabla 53 Consumo Energético año 2005

AÑO 2009										
ANUAL	TOTAL SUMA DE TODOS LOS KWH									
	5045,076.06									
ENERO	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	222,527.36	7788	2868	16522	5621	1416.13	6182	1457	267.15	8.12
		6156	2712	17160	5720	1336.55	7029	337	306.94	8.12
		26976	9844	65219	13343	6528.48	16093		967.9	660.97
		40920	15424	98901	24684	9281.16	29304	1794	1541.99	677.21
FEBRERO	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	289,433.64	9252	3652	18018	5929	2075.47	6138	1733	155.09	8.12
		7164	3528	18920	5830	1716.57	6941	382	180.26	16.24
		36264	15836	92961	23837	9419.2	17347		1443.74	686.95
		52680	23016	129899	35596	13211.24	30426	2115	1779.09	711.31

MARZO	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	386,796.98	13080	4080	20790	7040	2288.22	6490	2834	203	24.36
		7920	4080	20680	6160	1602.89	7370	322	227.36	24.36
		56880	20160	127160	34870	15911.95	21670		2484.72	2444.12
		77880	28320	168630	48070	19803.06	35530	3156	2915.08	2492.84
ABRIL	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	460,378.90	16320	4400	22220	9460	2518.82	7810	3136	235.48	16.24
		7800	4280	21780	7150	1758.79	8030	324	267.96	16.24
		66240	27040	153120	46420	18354.45	26070		2639	2971.92
		90360	35720	197120	63030	22632.06	41910	3460	3142.44	3004.4
MAYO	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	426,593.88	14772	4360	22990	8690	2322.32	7150	2905	243.6	8.12
		8208	4120	23100	7700	2273.6	7040	339	267.96	16.24
		60288	22960	141790	40260	16597.28	23540		2038.12	2614.64
		83268	31440	187880	56650	21193.2	37730	3244	2549.68	2639
JUNIO	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	507,303.88	17628	4600	24090	9460	2858.24	7590	3703	194.88	24.36
		8952	4040	23540	8030	2078.72	7590	346	219.24	24.36
		71712	26320	177100	51920	21518	28820		2111.2	2833.88
		98292	34960	224730	69410	26454.96	44000	4049	2525.32	2882.6

JULIO	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	399,177.52	14880	3760	20680	7469	2354.8	6710	3185	162.4	8.12
		8160	3480	21010	6699	2062.48	6930	343	227.36	16.24
		56880	20120	132770	37752	16012.64	23210		1973.16	2322.32
		79920	27360	174460	51920	20429.92	36850	3528	2362.92	2346.68
AGOSTO	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	389,734.52	12960	3800	20460	7293	2127.44	6820	2960	227.36	24.36
		8280	3440	21120	6831	1948.8	7700	341	211.12	16.24
		50640	19520	138380	35002	14534.8	21890		1688.96	1518.44
		71880	26760	179960	49126	18611.04	36410	3301	2127.44	1559.04
SEPTIEMBRE	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	439,180.96	15600	3840	20790	8558	2468.48	6820	3032	154.28	16.24
		8040	3400	19910	7150	1981.28	7150	384	186.76	24.36
		60480	23640	148060	49236	18042.64	24200		2744.56	3272.36
		84120	30880	188760	64944	22492.4	38170	3416	3085.6	3312.96

OCTUBRE	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	501,597.20	17640	4480	23320	8910	2598.4	7150	3533	186.76	16.24
		8760	4120	21890	7150	2046.24	7370	373	203	24.36
		68280	28000	176000	54230	20998.32	27830		2866.36	3621.52
		94680	36600	221210	70290	25642.96	42350	3906	3256.12	3662.12
NOVIEMBRE	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	517,757.28	19272	4584	23771	9295	2777.04	8162	4008	206.25	22.74
		9024	4172	22418	8063	2166.42	8162	253	236.29	22.74
		71580	28860	177936	54461	21464.41	30074		3135.13	3631.26
		99876	37616	224125	71819	26407.87	46398	4261	3577.67	3676.74
DICIEMBRE	SUMA KWH MENSUAL	ANDA	MEDICINA	AGRONOMIA	ING. FOSA	DERECHO	COMPLEJO	ECONOMIA Y ODONTOLOGIA	ROTONDA 100KVA	ROTONDA 75KVA
	504,593.94	20628	4240	23430	9328	2926.45	8294	3322	216.8	9.74
		9744	3748	21868	7535	2181.03	8294	223	250.91	17.05
		71088	25864	172997	54021	20662.15	28941		2689.34	2075.47
		101460	33852	218295	70884	25769.63	45529	3545	3157.05	2102.26

Tabla 54 Consumo Energético año 2009

El consumo que presento la universidad por año es la siguiente.

AÑOS	CONSUMO KWH
2004	3869556.3
2005	3791713.5
2006	4879312.07
2007	4811559.06
2008	4901754.31
2009	5045076.06
2010	5033296.64
2011	4920558.44

Tabla 55 Consumo Energético años 2005-2012

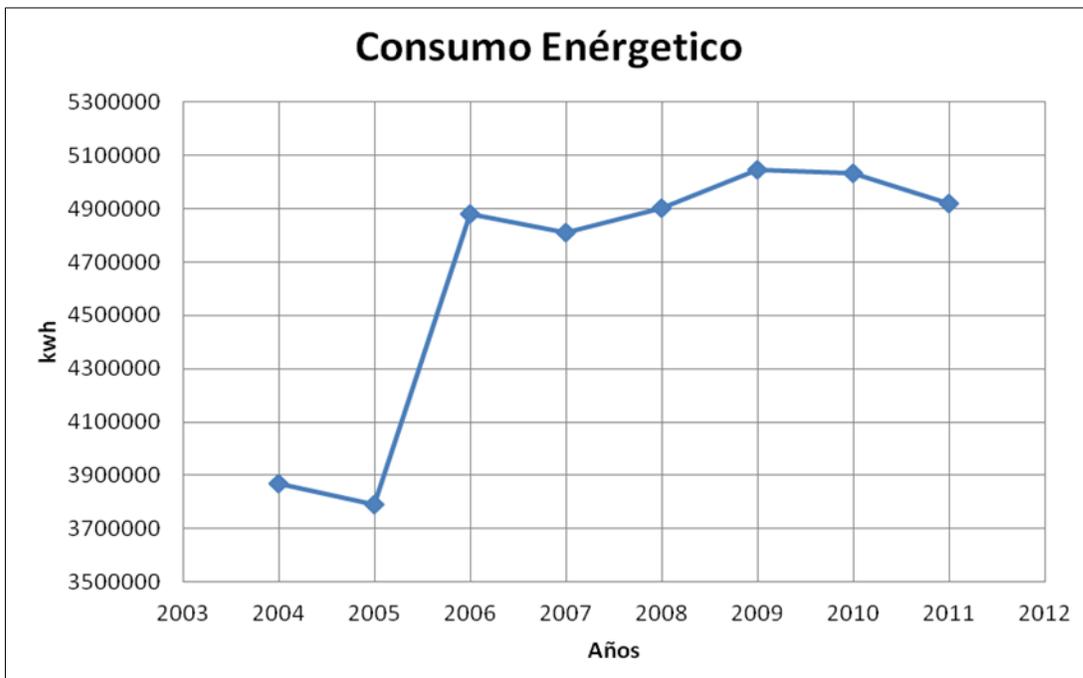


Figura 24 Consumo Energético años 2005-2012

ANEXO B FORMATO DE PRESUPUESTO

ETAPA 1

ETAPA 1				
(Incluye transformadores desde T1 a T5)				
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRA ELECTRICA				
1. Alimentadores				
1.1- Alimentadores para Media Tensión				
3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control.				
TOTAL 1.1			\$	-
1.2- Alimentadores para Baja Tensión				
Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación				
1.2.1 250 MCM en Ø 3"				
1.2.2 3- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3"				
1.2.3 6- # 2/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3"				
1.2.4 6- # 3/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3"				
1.2.5 8- # 3/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3"				
1.2.6 4- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3"				
1.2.7 3- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2"				
1.2.9 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3"				
1.2.8 9- # 3/0 + 3- # 4 en 3 Ø 3"				
1.2.10 3- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3"				
1.2.11 4- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2"				
1.2.12 3- # 6 + 1- # 8 en Ø 1"				
1.2.13 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1"				
1.2.14 6- # 4/0 + 2- # 2 en 2 Ø 3"				
1.2.15 4- # 4 + 1- # 8 en Ø 2"				
TOTAL 1.2			\$	-
2- Accesorios				
Incluye Material y Mano de Obra				
2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri.				
2.2 Terminales para empalmes secundarios				
TOTAL 2			\$	-
3- Transformadores				
Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación				
3.1- Transformador de 225 KVA				
3.2- Transformador de 300 KVA				
3.3- Transformador de 150 KVA				
3.4- Transformador seco de 112.5 KVA				
TOTAL 3			\$	-
4- Tableros de Distribución Secundaria				
Incluye interruptor principal, ramales y 1 Medidor a la entrada. Incluye además instalación.				
4.1 Barras de 1200 A. Main de 1000 A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 200 A/2P 1- 350 A/2P 1- 450 A/2P 1- 400 A/2P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 4- Medidores (Solo espacio)				

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
4.2 Barras de 500 A. Main de 350 A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 150 A/2p 1 175 A/3P 2 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 2 Medidores (Solo espacio)				
4.3 Barras de 800 A. Main de 800A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 600 A/2p 1 175 A/3P 1 200 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 3 Medidores				
4.4 Barras de 800 A. Main de 600A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 2 60 A/2p 1 225 A/2p 1 175 A/3P 1 150 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 5 Medidores (Solo espacio)				
4.5 Barras de 1000 A. Main de 900A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 500 A/2p 2 150 A/2P 1 125 A/3P 1 250 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 5 Medidores (Solo espacio)				
	TOTAL 4			\$0.00
5- Medidores				
Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación, en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existente para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica.				
	TOTAL 5			\$ -
6- Redes de Tierra				
Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red				
6.1 Para transformador de 150 KVA				
6.2 Para transformador de 300 KVA				
6.3 Para Transformador de 225 KVA				
6.4 Para poste Acometida				
	TOTAL 6			\$ -
7- Poste Acometida				
Incluye terminales, corta circuito, pararrayo poste y sus estructuras primarias, remate				
	TOTAL 7			\$ -
OBRA CIVIL				
Se excluye de estas obras, la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica				
8- Pozos de Registro				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
8.1 Pozo de Registro Secundario				
8.2 Pozo de Registro Primario				
	TOTAL 8			\$ -
9- Fosa para Transformador				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
9.1 Para Transformador de 150 KVA				
9.2 Para Transformador de 300 KVA				
9.3 Para Transformador de 225 KVA				
	TOTAL 9			\$ -
10- Caseta para Tablero de Distribución.				
Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad.				
	TOTAL 10			\$ -
SUMA TOTAL DE PARTIDAS				\$ -
13 % IVA				\$ -
TOTAL ETAPA 1				\$ -

ETAPA 2

ETAPA 2				
(Incluye transformadores desde T6 a T10)				
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRA ELECTRICA				
1. Alimentadores				
1.1- Alimentadores para Media Tensión				
3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control.				
TOTAL 1.1				\$ -
1.2 - Alimentadores para Baja Tensión				
Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado,concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación				
1.2.1 250 MCM en Ø 3"				
1.2.2 3- # 1/0 + 1- # 6 en Ø 2"				
1.2.3 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3"				
1.2.4 3- # 2 + 1- # 8 en Ø 1"				
1.2.5 6- # 1/0 + 2- # 6 en 2 Ø 2"				
1.2.6 8- # 2/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3"				
1.2.7 3- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3"				
1.2.8 4- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3"				
1.2.9 8- # 4/0 + 2- # 2 en 2 Ø 3"				
1.2.10 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1"				
TOTAL 1.2				\$ -
2- Accesorios				
Incluye Material y Mano de Obra				
2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri.				
2.2 Terminales para empalmes secundarios				
TOTAL 2				\$ -
3- Transformadores				
Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación				
3.1- Transformador de 225 KVA				
3.2- Transformador de 300 KVA				
TOTAL 3				\$0.00
4- Tableros de Distribución Secundaria				
Incluye interruptor principal, ramales y 1 medidor a la entrada. Incluye además instalación.				
4.1 Barras de 1000 A. Main de 800 A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales:				
1- 90 A/2p				
1- 150 A/2P				
1- 300 A/2P				
1- 350 A/3P				
2- 90 A/3P Futuro (solo espacio)				
4- Medidores (Solo espacio)				
4.2 Barras de 800 A. Main de 800 A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales :				
1- 150 A/2p				
1- 175 A/3P				
1- 250 A/3P				
1- 225 A/3P				
2- 90 A/3P Futuro (solo espacio)				
2- Medidores (Solo espacio)				

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
4.3 Barras de 1000 A. Main de 800A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 375 A/3p 1- 450 A/3P 1- 225 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 3- Medidores (Solo espacio)				
4.4 Barras de 600 A. Main de 600A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 100 A/2P 1- 250 A/3P 1- 350 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 3- Medidores				
4.5 Barras de 800 A. Main de 600 A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 3- Medidores (Solo espacio) 2- 90 A/3P Futuro (solo espacio) 1- 500 A/3P 1- 100 A/2P 1- 125 A/2P				
			TOTAL 4	\$0.00
5- Medidores Incluye medidor, transformadores de corriente e instalacion, en el tablero. Ademas incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Electrica.				
			TOTAL 5	\$ -
6- Redes de Tierra Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red				
6.1 Para transformador de 300 KVA				
6.2 Para transformador de 225 KVA				
6.3 Para poste Acometida				
			TOTAL 6	\$ -
7- Poste Acometida Incluye terminales, corta circuito, pararrayo poste y sus estructuras primarias, remate				
			TOTAL 7	\$ -
OBRA CIVIL Se excluye de estas obras , la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica				
8- Pozos de Registro Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
8.1 Pozo de Registro Secundario				
8.2 Pozo de Registro Primario				
			TOTAL 8	\$ -
9- Fosa para Transformador Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
9.1 Para Transformador de 300 KVA				
9.2 Para Transformador de 225 KVA				
			TOTAL 9	\$ -
10- Caseta para Tablero de Distribución. Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad.				
			TOTAL 10	\$ -
SUMA TOTAL DE PARTIDA				\$ -
13 % IVA				\$ -
TOTAL ETAPA 2				\$ -

ETAPA 3

ETAPA 3				
(Incluye transformadores desde T11 a T13)				
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRA ELECTRICA				
1. Alimentadores				
<i>1.1- Alimentadores para Media Tensión</i>				
3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control.				
TOTAL 1.1				\$ -
<i>1.2 - Alimentadores para Baja Tensión</i>				
Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación				
1.2.1	250	MCM en Ø 3"		
1.2.2	350	MCM en Ø 3"		
1.2.3	6- # 3/0 + 2- # 4	en 2 Ø 3"		
1.2.4	4- # 2/0 + 1- # 4	en Ø 3"		
1.2.5	4- # 3/0 + 1- # 4	en Ø 3"		
1.2.7	3- # 2 + 1- # 8	en Ø 1"		
1.2.6	3- # 4/0 + 1- # 2	en Ø 3"		
1.2.8	8- # 2/0 + 2- # 4	en 2 Ø 3"		
1.2.9	3- # 2/0 + 1- # 4	en Ø 3"		
1.2.10	8- # 1/0 + 2- # 6	en 2 Ø 2"		
1.2.11	3- # 3/0 + 1- # 4	en Ø 3"		
TOTAL 1.2				\$ -
2- Accesorios				
Incluye Material y Mano de Obra				
<i>2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri.</i>				
<i>2.2 Terminales para empalmes secundarios</i>				
TOTAL 2				\$ -
3- Transformadores				
Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación				
<i>3.1- Transformador de 225 KVA</i>				
<i>3.2- Transformador de 300 KVA</i>				
<i>3.3- Transformador de 500 KVA</i>				
TOTAL 3				\$0.00
4- Tableros de Distribución Secundaria				
Incluye interruptor principal, ramales y 1 Medidor a la entrada. Incluye además instalación.				
<i>4.1 Barras de 1600 A. Main de 1300 A/3P</i>				
35 KAIC, 120/208 V. Ramales :				
1- 100 A/2P				
1- 350 A/3P				
1- 200 A/2P				
2- 300 A/3P				
1- 350 A/3P				
2- 90 A/3P Futuro (solo espacio)				
6 Medidores (Solo espacio)				
<i>4.2 Barras de 800 A. Main de 600 A/3P</i>				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales :				
1 200 A/2P				
2 250 A/2P				
2 90 A/3P (Solo espacio)				
3 Medidores (Solo espacio)				

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
4.3 Barras de 1000 A. Main de 900 A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales :				
1 175 A/2P				
1 175 A/3P				
1 200 A/2P				
1 400 A/2P				
1 225 A/2P				
2 90 A/3P Futuro (solo espacio)				
5 Medidores (Solo espacio)				
	TOTAL 4			\$0.00
5- Medidores				
Incluye medidor, transformadores de corriente e instalacion, en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Electrica.				
	TOTAL 5			\$ -
6- Redes de Tierra				
Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red				
6.1 Para transformador de 500 KVA				
6.2 Para transformador de 500 KVA				
6.3 Para transformador de 225 KVA				
	TOTAL 6			\$ -
OBRA CIVIL				
Se excluye de estas obras , la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica				
7- Pozos de Registro				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
7.1 Pozo de Registro Secundario				
7.2 Pozo de Registro Primario				
	TOTAL 7			\$ -
8- Fosa para Transformador				
Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
8.1 Para Transformador de 500 KVA				
8.2 Para Transformador de 300 KVA				
8.3 Para Transformador de 225 KVA				
	TOTAL 8			\$ -
9- Caseta para Tablero de Distribución.				
Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad.				
	TOTAL 9			\$ -
SUMA TOTAL DE PARTIDA				\$ -
13 % IVA				\$ -
TOTAL ETAPA 3				\$ -

ETAPA 4

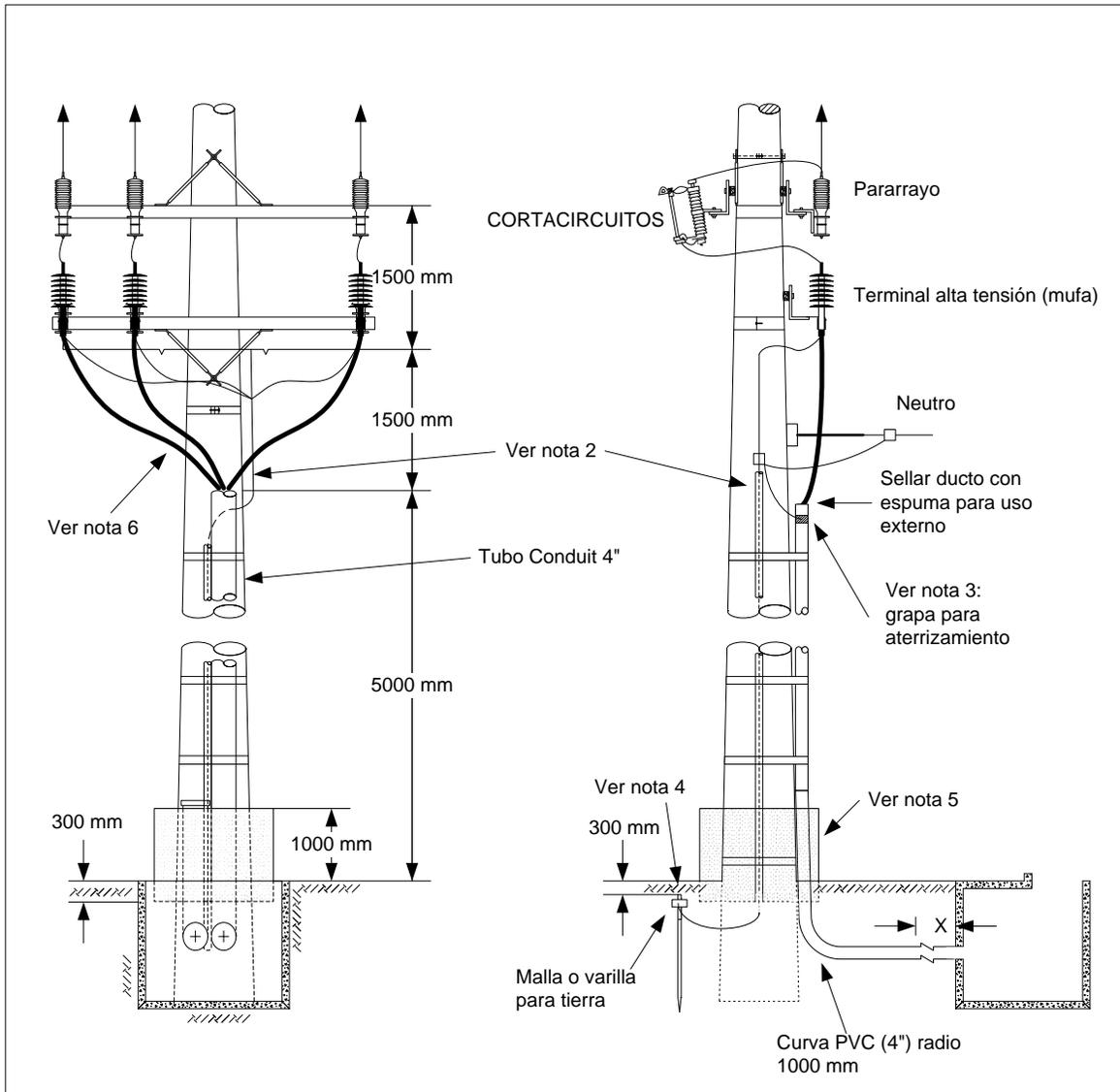
ETAPA 4				
(Incluye transformadores desde T14 a T18)				
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRA ELECTRICA				
1. Alimentadores				
1.1- Alimentadores para Media Tensión				
3 Cables XLPE # 1/0 + 1 THHN # 2 en tubería PVC DB120 de 6" de diámetro. Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado, concreteado, acabado final y cableado. Incluye además 1 tubo PVC DB120 de 6" de diámetro de reserva y 1 tubo PVC DB120 de 2" de diámetro para control.				
			TOTAL 1.1	\$ -
1.2 - Alimentadores para Baja Tensión				
Incluye materiales y mano de obra para canalización, compactado,concreteado, acabado final y cableado en Tubo PVC DB 120 y conductores THHN. Diámetro del tubo, calibre y número de conductores a continuación				
1.2.1 250 MCM en Ø 3"				
1.2.2 3/0 en Ø 3"				
1.2.3 3- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3"				
1.2.4 6- # 2/0 + 2- # 4 en 2 Ø 3"				
1.2.5 4- # 2/0 + 1- # 4 en Ø 3"				
1.2.6 4- # 3/0 + 1- # 4 en Ø 3"				
1.2.7 3- # 4/0 + 1- # 2 en Ø 3"				
1.2.8 3- # 4 + 1- # 8 en Ø 1"				
1.2.9 3- # 2 + 1- # 8 en Ø 1"				
1.2.10 4- # 2 + 1- # 8 en Ø 2"				
			TOTAL 1.2	\$ -
2- Accesorios				
Incluye Material y Mano de Obra				
2.1 Terminales tipo codo con derivación p/Pri.				
2.2 Terminales para empalmes secundarios				
			TOTAL 2	\$ -
3- Transformadores				
Los transformadores serán del tipo pedestal, frente muerto Loop Feed, con fusible tipo bayoneta y limitador de corriente con seccionador de 4 posiciones, incluye los insertos y los codos para los terminales primarios y los pararrayos. Incluye instalación. Las capacidades se detallan a continuación				
3.1- Transformador de 112.5 KVA				
3.2- Transformador de 150 KVA				
3.3- Transformador de 225 KVA				
			TOTAL 3	\$0.00
4- Tableros de Distribución Secundaria				
Incluye interruptor principal, ramales y Medidores. Incluye además instalación.				
4.1 Barras de 800 A. Main de 700 A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales :				
1- 200A/2P				
1- 225 A/2P				
1- 175 A/3P				
1- 200 A/3P				
1- 125 A/3P				
2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio)				
5- Medidores (Solo espacio)				
4.2 Barras de 400 A. Main de 400 A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales :				
1- 125 A/2P				
1- 200 A/2P				
2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio)				
2- Medidores (Solo espacio)				

Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
4.3 Barras de 600 A. Main de 600 A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 2- 90 A/2P 1- 200 A/2P 1- 225 A/2P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 4- Medidores (Solo espacio)				
4.4 Barras de 600 A. Main de 400 A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1- 250 A/2P 1- 175 A/3P 2- 90 A/3P Futuro (Solo espacio) 2- Medidores (Solo espacio)				
4.5 Barras de 600 A. Main de 400 A/3P				
22 KAIC, 120/208 V. Ramales : 1 325 A/2p 1 90 A/3P 2 90 A/3P Futuro (solo espacio) 2 Medidores				
			TOTAL 4	\$0.00
5- Medidores Incluye medidor, transformadores de corriente e instalación en el tablero. Además incluye enviar la información o enlazar con la malla existe para llevar la información a un centro de monitoreo en la escuela de Ingeniería Eléctrica.				
			TOTAL 5	\$ -
6- Redes de Tierra Incluye materiales y mano de obra, 4 barras por red				
6.1 Para transformador de 225 KVA				
6.2 Para transformador de 150 KVA				
6.3 Para transformador de 112.5 KVA				
			TOTAL 6	\$ -
OBRA CIVIL Se excluye de estas obras , la canalización, ya está considerada en la obra eléctrica				
7- Pozos de Registro Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
7.1 Pozo de Registro Secundario				
7.2 Pozo de Registro Primario				
			TOTAL 7	\$ -
8- Fosa para Transformador Incluye excavación, compactado, colocación de concreto, grava, tapadera de acero corrugado totalmente terminado.				
8.1 Para Transformador de 225 KVA				
8.2 Para Transformador de 150 KVA				
8.3 Para Transformador de 112.5 KVA				
			TOTAL 8	\$ -
9- Caseta para Tablero de Distribución. Incluye materiales y mano de obra para la instalación de una caseta de 2 x 3 mts puerta de hierro, techo de lámina, piso cerámico 3 ventanas de 1 x 1 mt. con balcón de seguridad.				
			TOTAL 9	\$ -
SUMA TOTAL DE PARTIDA				\$ -
13 % IVA				\$ -
TOTAL ETAPA 4				\$ -

DESMONTAJE DE RED ACTUAL.

DESMONTAJE				
(Desmontaje red aérea actual)				
Partida	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
OBRA ELECTRICA				
1. Alimentadores				
Retiro de alimentadores ACSR # 2 y WP				
TOTAL 1				\$ -
2- Transformadores				
Incluye la desinstalación del transformador y el desmontaje				
2.1- Transformador de 15 a 25 KVA en poste				
2.2- Transformador de 37.5 a 50 KVA en poste				
2.3- Transformador de 75 a 100 KVA en poste				
2.4- Transformador de 167 KVA en poste				
2.5- Transformador de 15 a 50 KVA en piso				
2.6- Transformador de 75 a 100 KVA en piso				
2.7- Transformador de 167 KVA en piso				
TOTAL 2				\$0.00
3- Postes de concreto				
3.1 Desvestir poste trifásico				
3.2 Desvestir poste monofásico				
3.3 Desmontaje de poste de concreto 26 a 35 pies				
TOTAL 5				\$ -
SUMA TOTAL DE PARTIDA				\$ -
13 % IVA				\$ -
TOTAL DESMONTAJE				\$ -

ANEXO C PLANOS



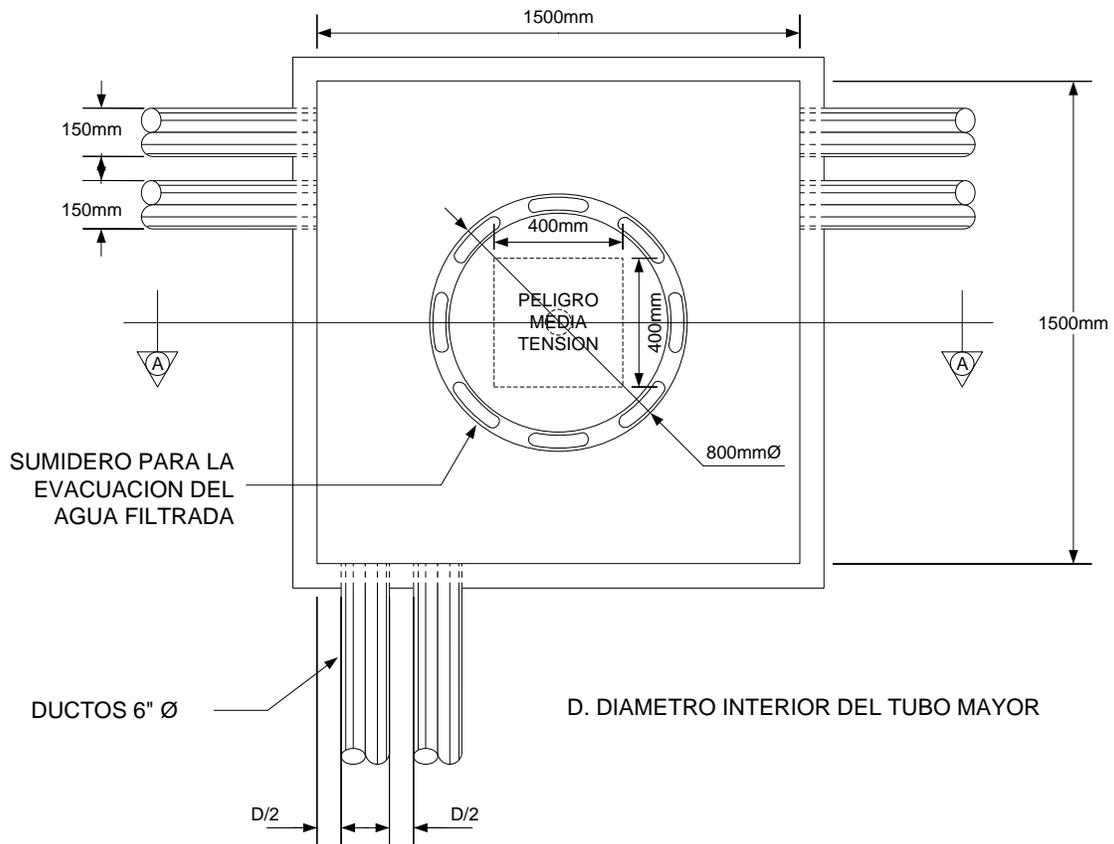
NOTAS:

1. POSTE DE CONCRETO DE 40 PIES.
2. BAJANTE EN CABLE DE COBRE DESNUDO CALIBRE #1/0 INSTALADO EN TUBO CONDUIT 3/4". CUMPLIR CON LAS NORMAS ASTM B1, B2, B3 Y B8.
3. UTILIZAR GRAPA DE ATERRIZAMIENTO.
4. CONECTOR DE COMPRESION PARA VARILLA A TIERRA.
5. DETALLE PEDESTAL DE CONCRETO.
6. 3 CONDUCTORES XLPE #1/0

	Figura	Nombre
	<h1>TAS1</h1>	<p>TRANSICIÓN TRIFÁSICA AÉREA-SUBTERRÁNEA MONTAJE PARA EL ICE</p>
	Fecha: 09-08-2013	Escala: Sin escala

DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50 m
2. ANCHO = 1.50 m
3. PROFUNDIDAD = 1.70 m
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.012 m



NOTAS:

- PARED DE CONCRETO ARMADO.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACIÓN DE LOS DUCTOS DEPENDE EL RECORRIDO DEL DISEÑO.
- ESTA CAJA DE REGISTRO SE UTILIZARA PARA DISTANCIAS NO MAYORES A 30m.

	Figura	Nombre
	<p>PRMT 1</p>	<p>CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIFASICA CON DUCTOS DE 6"</p>
	Fecha: 09-08-2013	Escala: 1:20

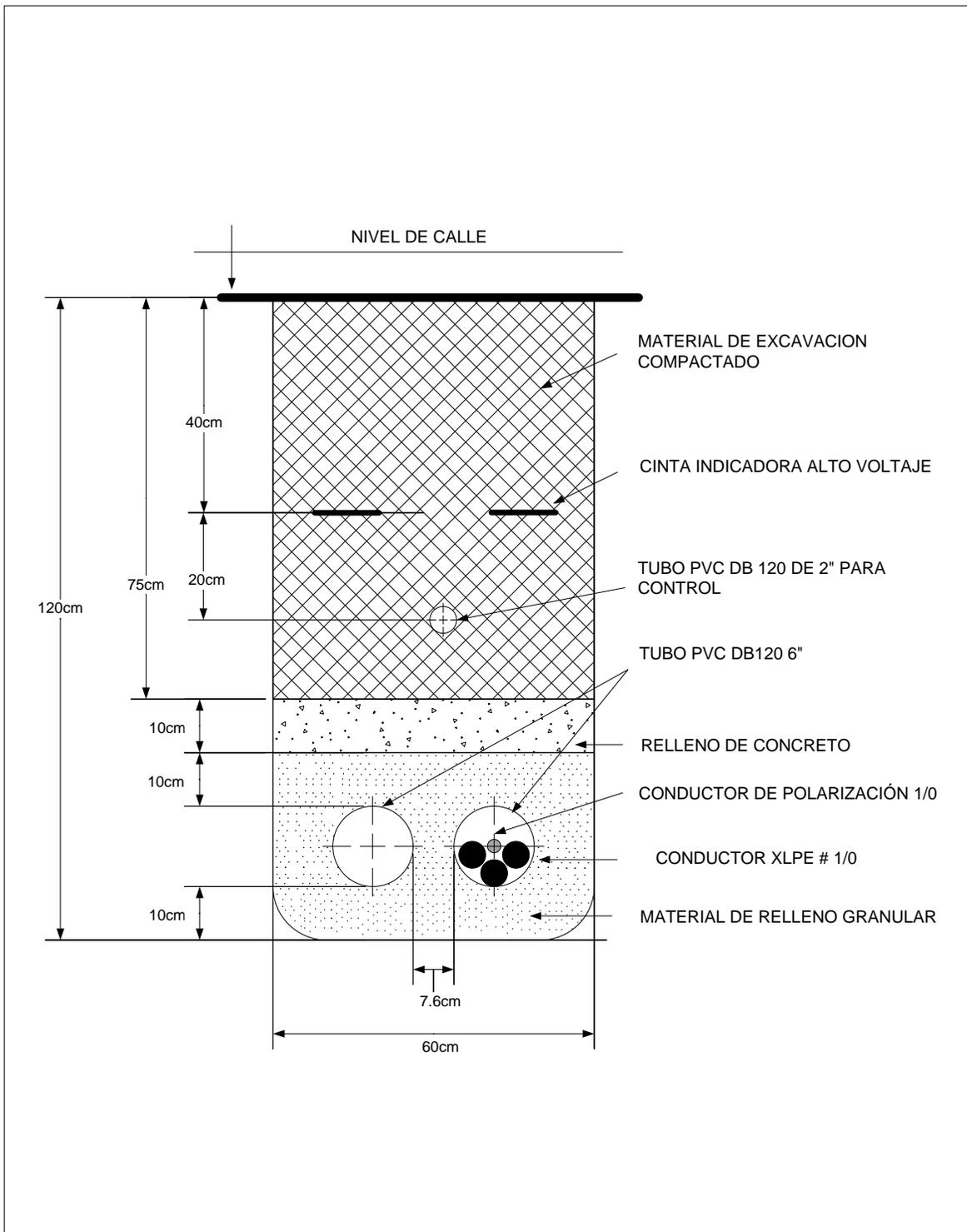


	Figura	Nombre
	<h1>CMT</h1>	<h2>CANALIZACION MEDIA TENSION</h2>
	Fecha: 09-08-2013	Escala: 1:10

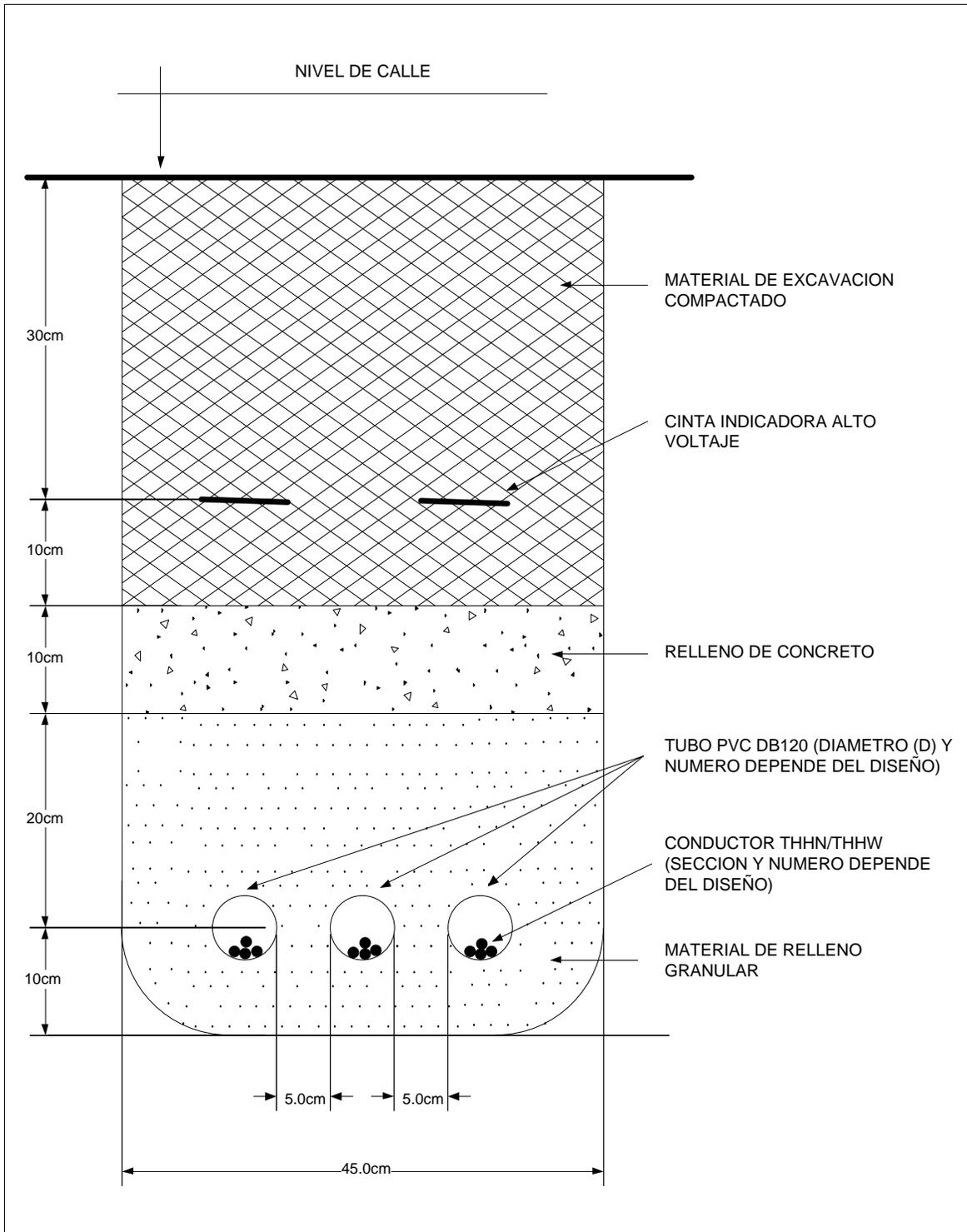
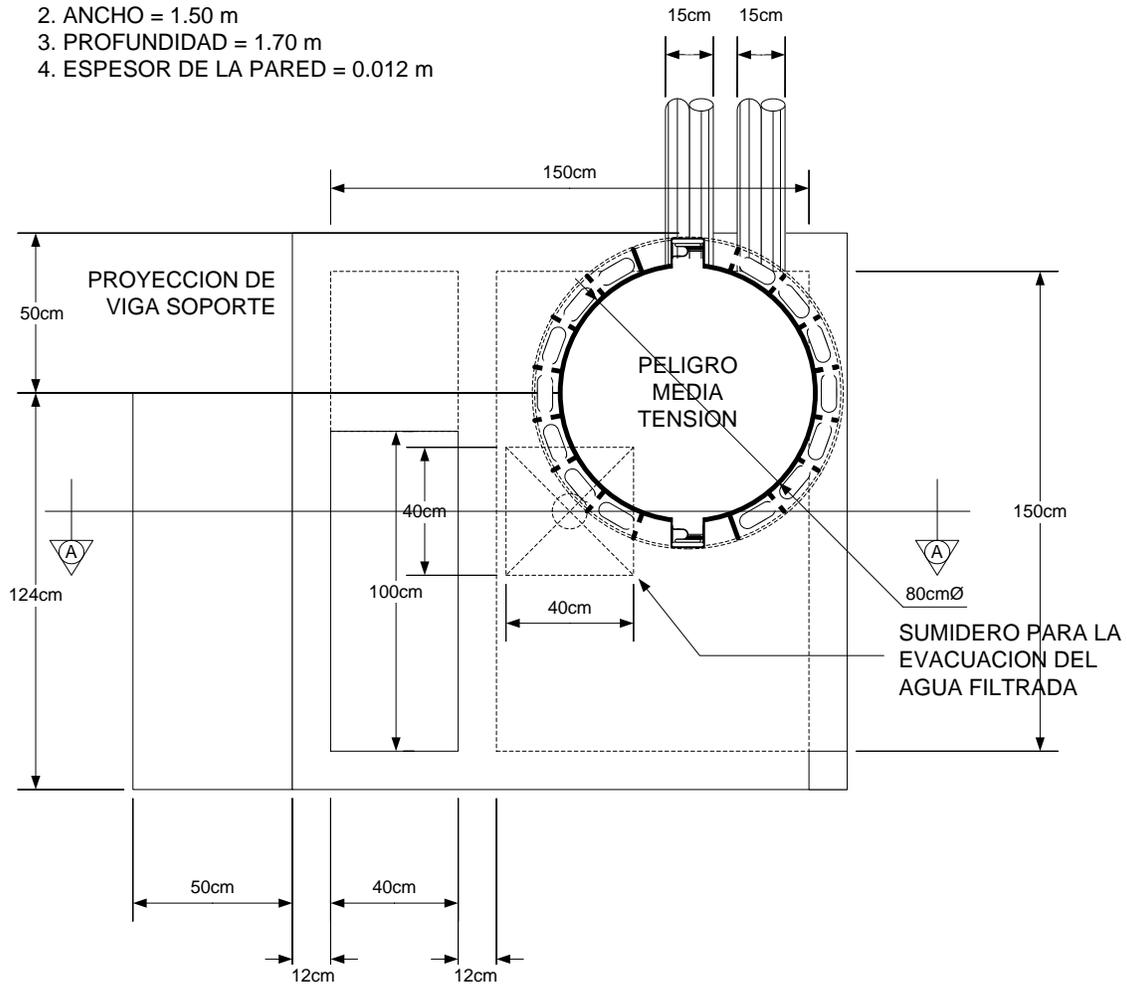


	Figura	Nombre
	<p style="text-align: center;">CBT</p>	<p style="text-align: center;">CANALIZACION BAJA TENSION</p>
	<p>Fecha: 09-08-2013</p>	<p>Escala: 1:5</p>

DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50 m
2. ANCHO = 1.50 m
3. PROFUNDIDAD = 1.70 m
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.012 m



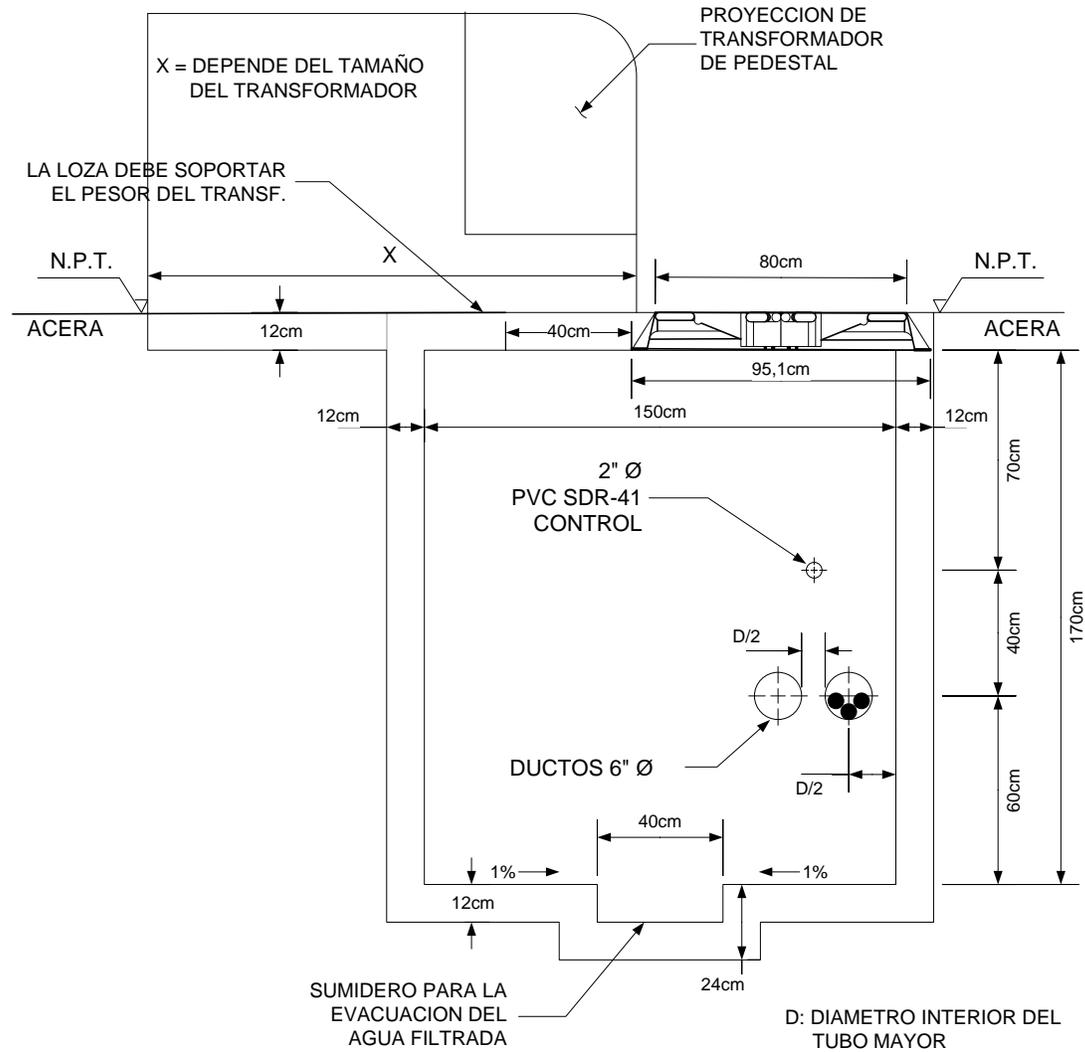
NOTAS:

- PAREDES DE CONCRETO.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MAXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA: REFERIRSE A LA LAMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARAN.
- LA UBICACIÓN DE LOS DUCTOS DEPENDE EL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	Figura	Nombre
	<p>PRT 1</p>	<p>POZO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PDESTAL. DUCTOS DE 6"</p>
	Fecha: 09-08-2013	Escala: 1:20

DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50 m
2. ANCHO = 1.50 m
3. PROFUNDIDAD = 1.70 m
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.012 m



NOTAS:

- PAREDES DE CONCRETO.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MAXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA: REFERIRSE A LA LAMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARAN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE EL RECORRIDO DEL DISEÑO.

	Figura	Nombre
	PRT 2	POZO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PDESTAL. DUCTOS DE 6"
	Fecha: 09-08-2013	Escala: 1:20

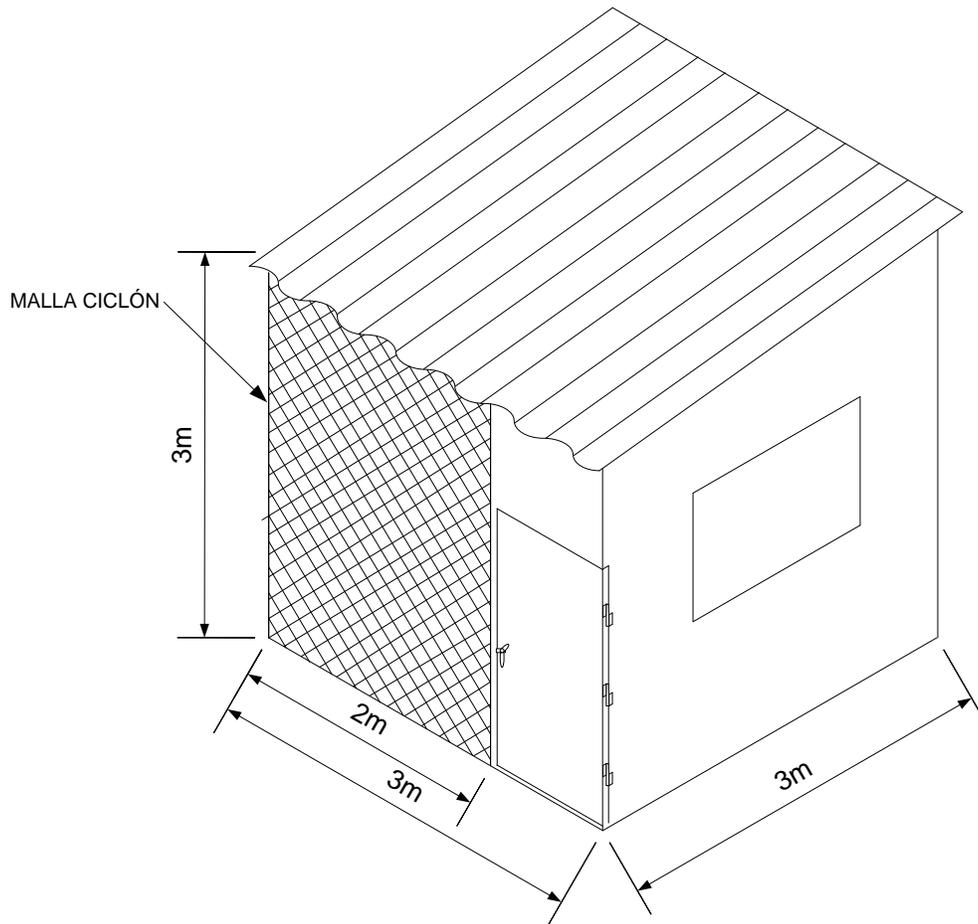
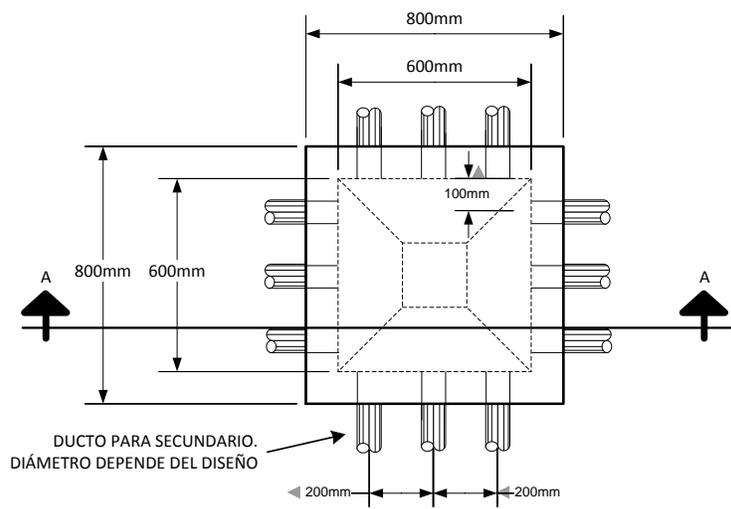
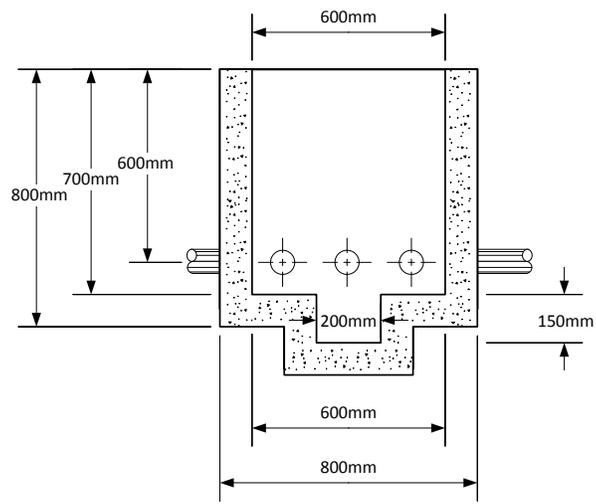


	Figura	Nombre
	<p>CAB</p>	<p>CABINA PARA TRANSFORMADOR PAD MOUNTED TRIFÁSICO.</p>
	<p>Fecha: 09-08-2013</p>	<p>Escala: 1:50</p>

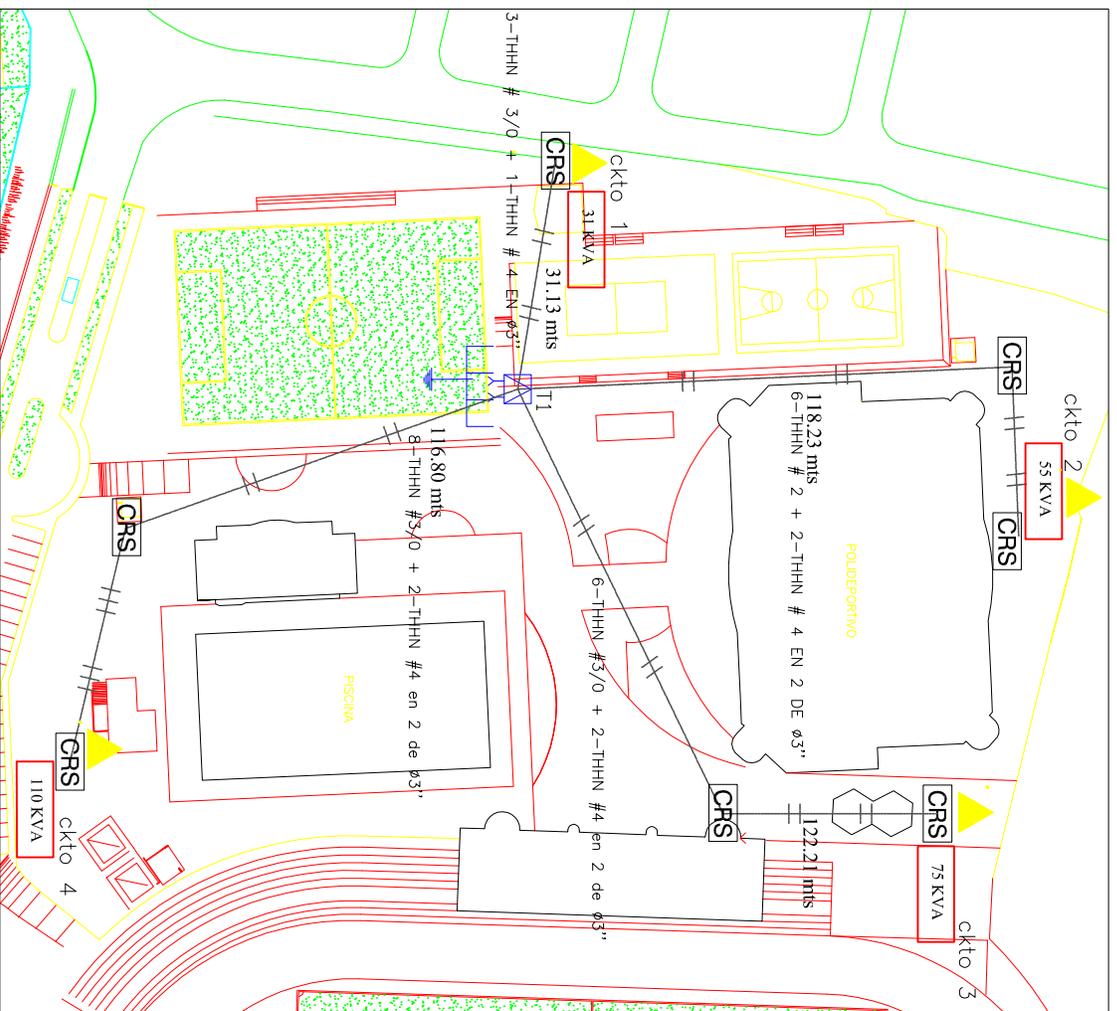


PLANTA



CORTE A-A

	Figura	Nombre
	<p>CRS</p>	<p>CAJA DE REGISTRO SECUNDARIO</p>
	Fecha: 01-08-2013	Escala 1:20



DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR I ESCALA sin escala

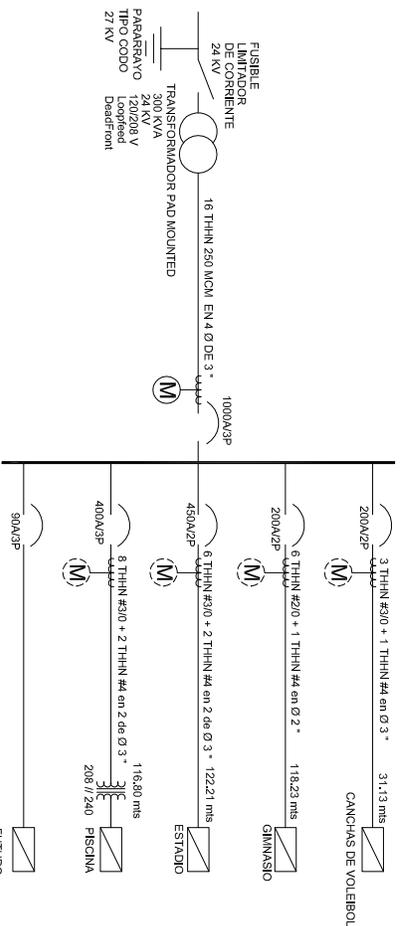
CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 1					
CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	CONDUCTORES
1	CANCHAS DE VOLEIBOL	10	120/208	148.03	3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3"
2	GINNASIO	10	120/208	296.40	6-THHN #2/0 + 1-THHN #4 en Ø 3"
3	ESTADIO	10	120/208	390.58	6-THHN #3/0 + 2-THHN #4 en 2 de Ø 3"
4	PISCINA	30	120/208	305.34	400A/3 Pdoes
5	FUTURO	30	120/208	69.40	6-THHN #3/0 + 2-THHN #4 en 2 de Ø 3"
TOTALS				296	1,148.75

Transformador de 300 KVA

Panelboard trifásico, 120/208 V, Bases de 1200 amperios, Interruptor principal de 1000 amps, 3 Poles, 1 medidor de 14x1 1/4 mm a la entrada de los cables, 22 KALC, con los ramales indicadores y espado para alfiler 4 medidores digitales de 14x1 1/4 mm.

ALIMENTADORES : 16 THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" o hebrales directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #1



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :

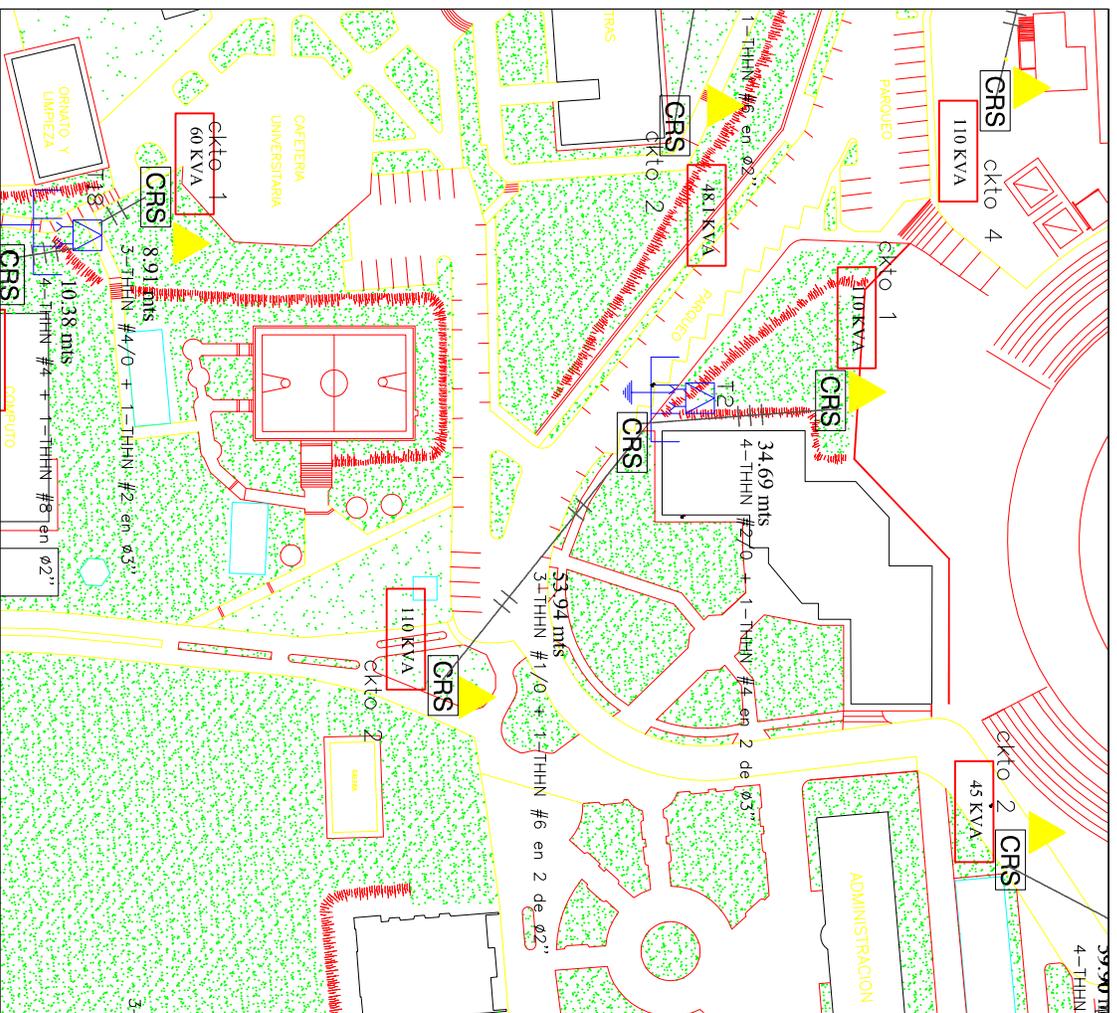
HERRERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA

1/18





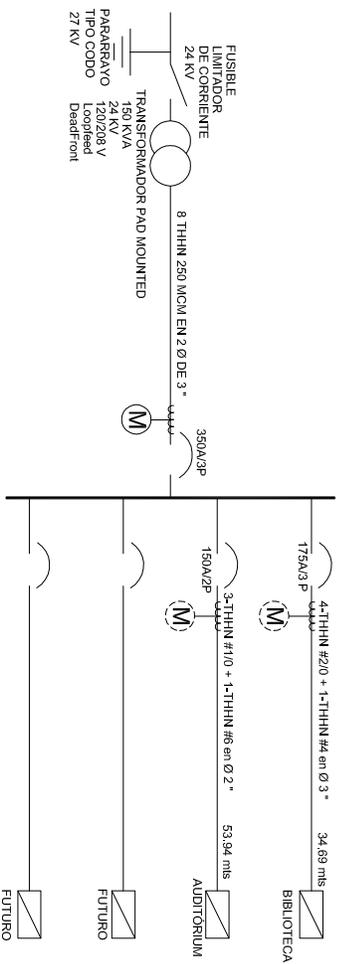
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 2

ESCALA sin escala

CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 2						
ORTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION (MTR/SU)	CONDUCTORES
1	BIBLIOTECA	30	45	120/208	124.91	175A/3 Polos
2	AUDITORIUM	10	25	120/208	120.19	150A/2 Polos
3	FUTURO	30	25	120/208	69.40	3-TTHN #1/0 + 1-TTHN #6 en Ø 2"
4	FUTURO	30	25	120/208	69.40	
TOTALES		120			383.90	Transformador de 150 KVA

Panelboard trifasico, 120/208 V. Barras de 500 Amperios, Interruptor principal de 350 Amper. 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 22 KALC, con las protecciones indicadas y espacio para alojar 4 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES: 1 Ø TTHN 250 MCM 12 POR FASE + 2 NEUTRO EN 2 Ø DE 3" Ø instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #2



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

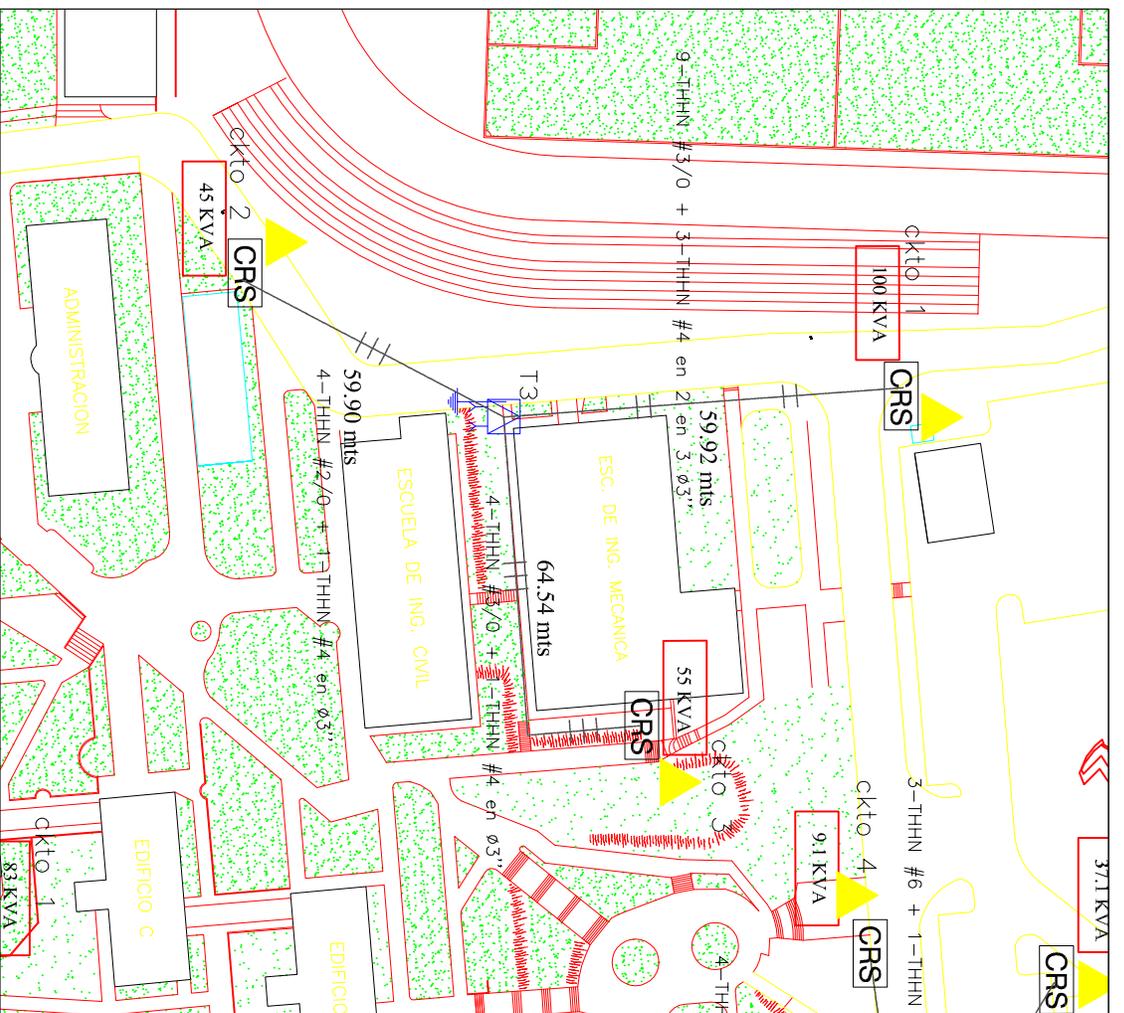
PRESENTAN :
HERRERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA

REVISIÓN:
DIBUJO:
Nº HOJA
2/18





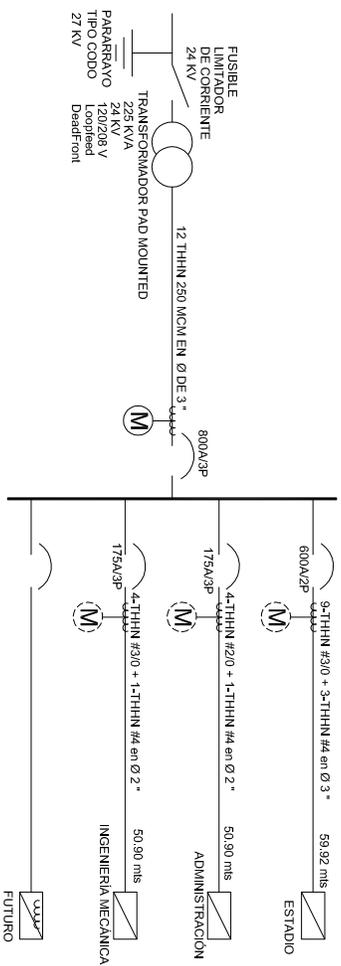
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 3 ESCALA sin escala

CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION	CONDUCTORES
1	ESTADIO	100	120/208	480.77	600A/2	59.92 9-TTHN #3/0 + 3-TTHN #4 en Ø 3"
2	ADMINISTRACION	45	120/208	124.91	175A/3	50.90 4-TTHN #2/0 + 1-TTHN #4 en Ø 2"
3	INGENIERIA MECANICA	30	120/208	152.87	175A/3	50.90 4-TTHN #3/0 + 1-TTHN #4 en Ø 2"
4	FUTURO	25	120/208	89.40		
TOTALES		225		827.75		Transformador de 225 KVA

Panelboard trifasico, 120/208 V, Barras de 800 Amperios, Interruptor principal de 800 Amprs, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de bus cables, 22 KVAIC, con los ramales indicados y espacio para alojar 3 medidores digitales de 144x144 mm.

ALIMENTADORES : 12 TTHN 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #3



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

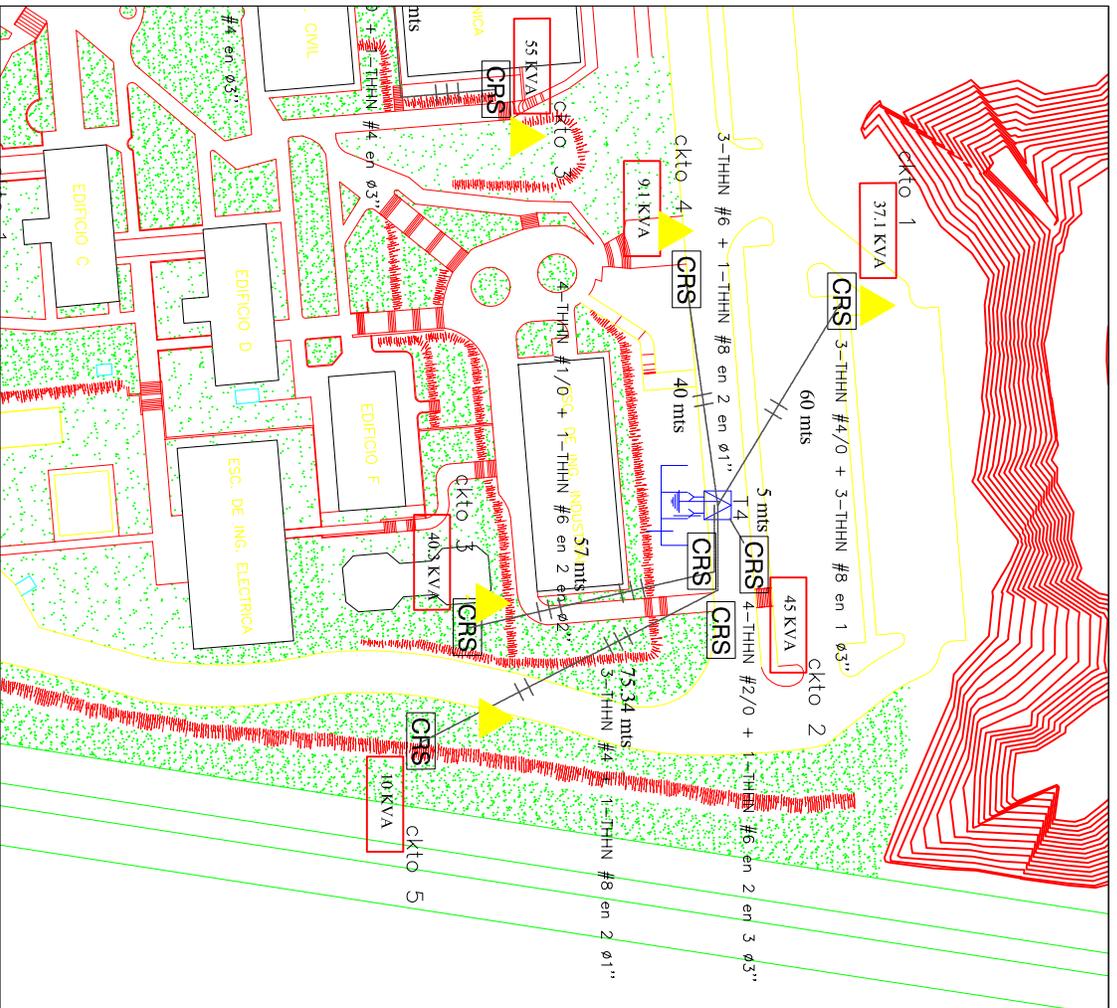
PRESENTAN :
HERRERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA
INDICADA



Nº HOJA
3/18

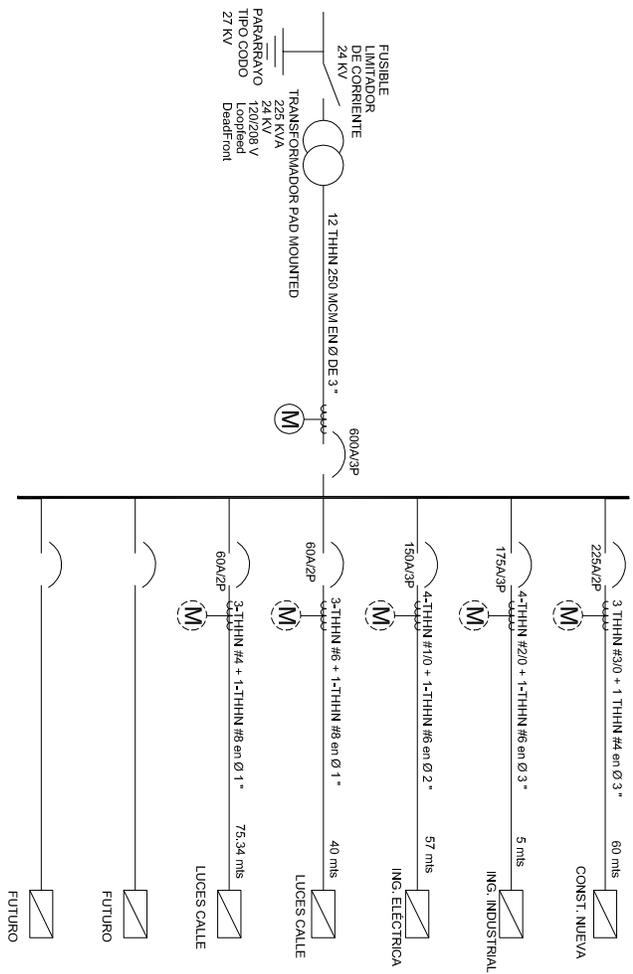


DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR #4 ESCALA sin escala

CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 4						
CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION (MISL)	CONDUCTORES
1	CONST. NUEVA	37.5	120/208	180.28	225A/2 Pdoos	3-THHN #4/0 + 1-THHN #2 en Ø 3"
2	ING. INDUSTRIAL	45	120/208	124.91	175A/3 Pdoos	4-THHN #2/0 + 1-THHN #6 en Ø 3"
3	ING. ELECTRICA	40.3	120/208	111.88	150A/3 Pdoos	4-THHN #2/0 + 1-THHN #6 en Ø 2"
4	LUCES CALLE	10	120/208	43.75	60A/2 Pdoos	3-THHN #6 + 1-THHN #8 en Ø 1"
5	LUCES CALLE	10	120/208	48.08	60A/2 Pdoos	3-THHN #4 + 1-THHN #8 en Ø 1"
6	FUTURO	30	120/208	69.40		
7	FUTURO	30	120/208	69.40		
TOTALES		191.9		647.69		Transformador de 225 KVA

Panelboard trifasico, 120/208 V, Barras de 800 Amperios - Interruptor principal de 600 Ampos, 3 Pdoos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables.
 22 KALC, con los ramales indicados y espacio para alijar 6 medidores digitales de 144x144 mm.
 ALIMENTADORES : 12 THHN 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #4



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

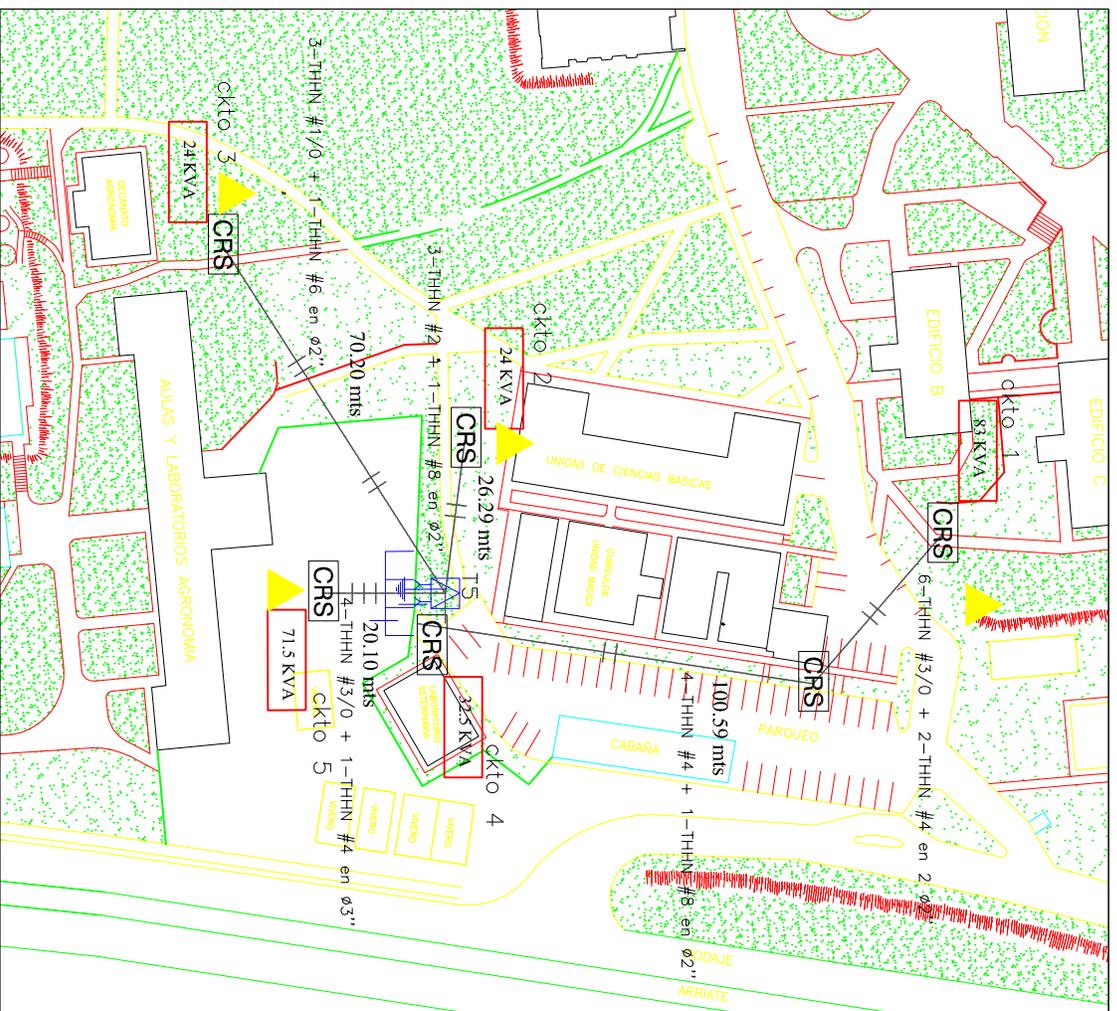
PRESENTAN :
 HERRERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
 MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
 MATYA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
 RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
 DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
 ESCALA
 INDICADA



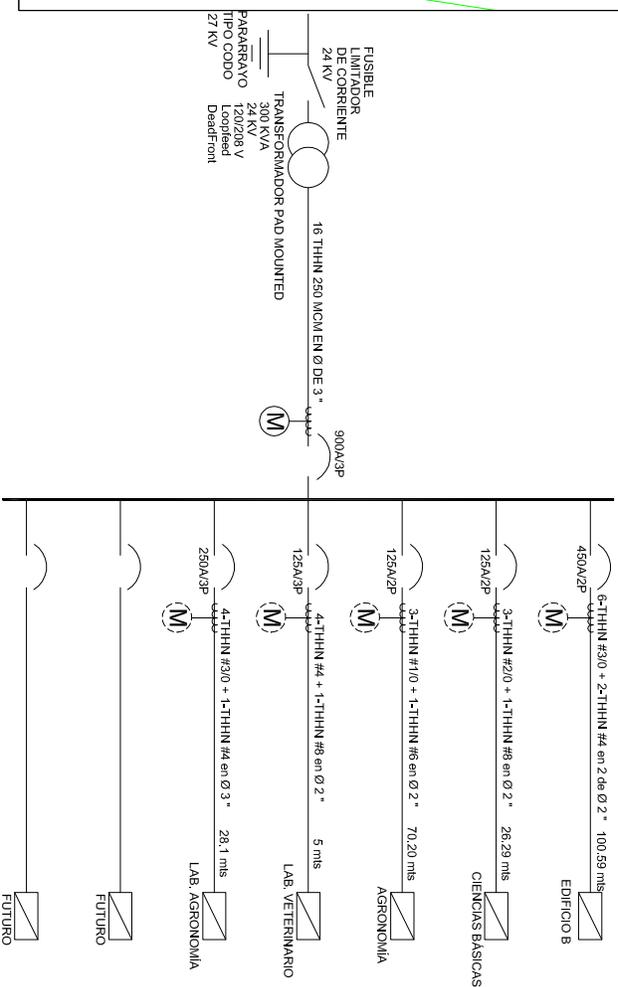
Nº HOJA
 4/18



DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 5 ESCALA sin escala

CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION	LONGITUD (MSTR/L)	CONDUCTORES
1	EDIFICIO B	10	120/208	345.83	450A/2 Pds	100.59	6-THHN #3/0 + 2-THHN #4 en 2 de Ø 2"
2	CIENCIAS BASICAS	10	120/208	100.0	125A/2 Pds	26.29	3-THHN #2/0 + 1-THHN #8 en Ø 2"
3	AGRONOMIA	10	120/208	100.0	125A/2 Pds	70.20	3-THHN #1/0 + 1-THHN #6 en Ø 2"
4	LAB. VETERINARIO	30	120/208	90.21	125A/3 Pds	5	4-THHN #4 + 1-THHN #6 en Ø 2"
5	LAB. AGRONOMIA	30	120/208	198.47	250A/3 Pds	28.1	4-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3"
6	FUTURO	30	120/208	69.40			
7	FUTURO	30	120/208	69.40			
TOTALS		285		973.31			Transformador de 300 KVA

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #5



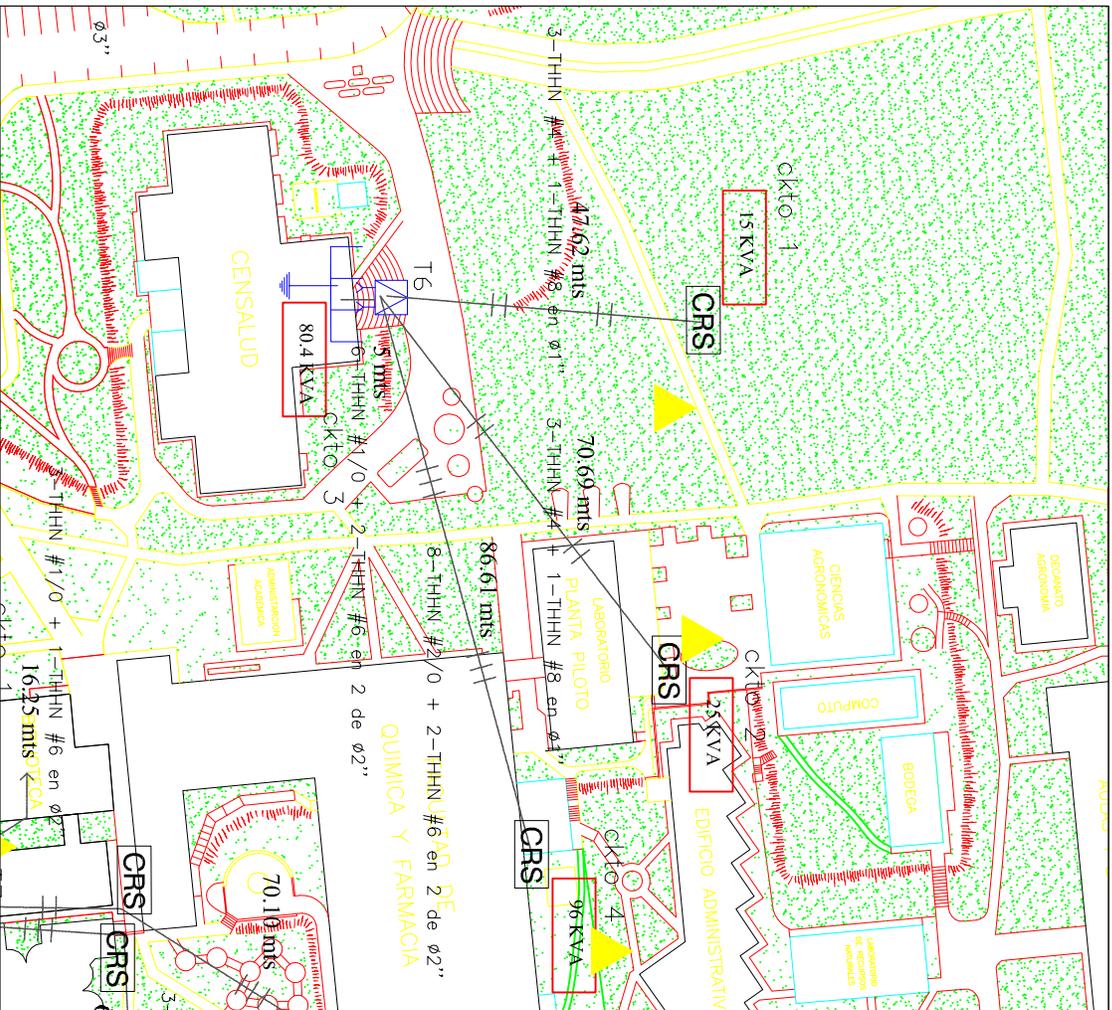
RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :
HERRERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED
JUNIO DE 2013
ESCALA
INDICADA

REVISIÓN:
Nº HOJA
5/18



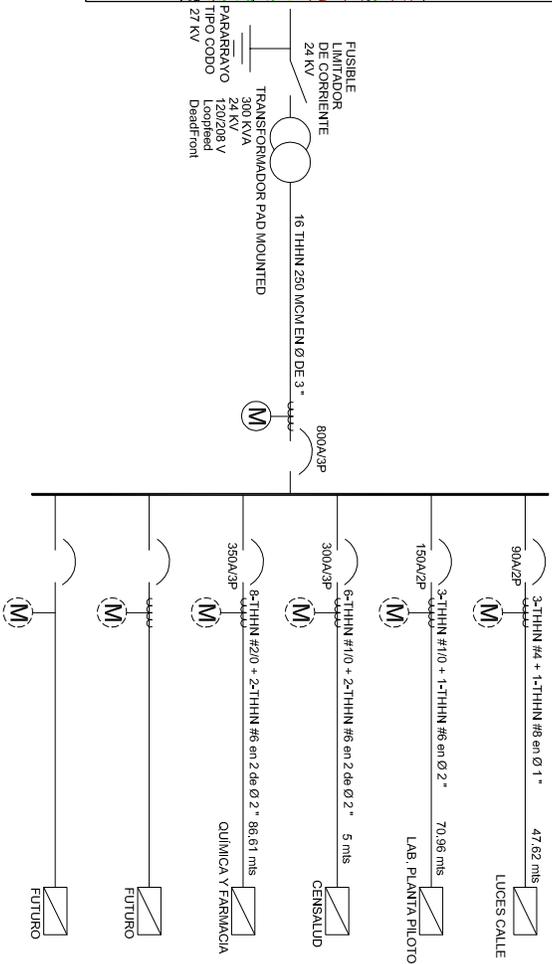


DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 6 ESCALA sin escala

CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION	LONGITUD MTS(L)	CONDUCTORES
1	LUCES CALLE	10	120/208	72.12	90A/2 Polos	47.62	3-TTHN #4 + 1-TTHN #8 en Ø 1"
2	LAB. PLANTA PILOTO	10	120/208	120.19	150A/2 Polos	70.96	3-TTHN #10 + 1-TTHN #6 en Ø 2"
3	CENSALUD	30	120/208	223.17	300A/3 Polos	5	6-TTHN #10 + 2-TTHN #6 en 2 de Ø 2"
4	QUIMICA Y FARMACIA	30	120/208	266.48	350A/3 Polos	86.61	6-TTHN #20 + 2-TTHN #6 en 2 de Ø 2"
5	FUTURO	30	120/208	69.40			
6	FUTURO	30	120/208	69.40			
TOTALES		266.4		820.76			Transformador de 300 KVA

Panelboard trifásico, 120/208 V. Barras de 1000 Amperios. Interruptor principal de 800 Amps. 3 Polos. 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables. 22 KAIC, con los ramales indicadores y espacio para alinear 4 medidores digitales de 144x144 mm.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #6



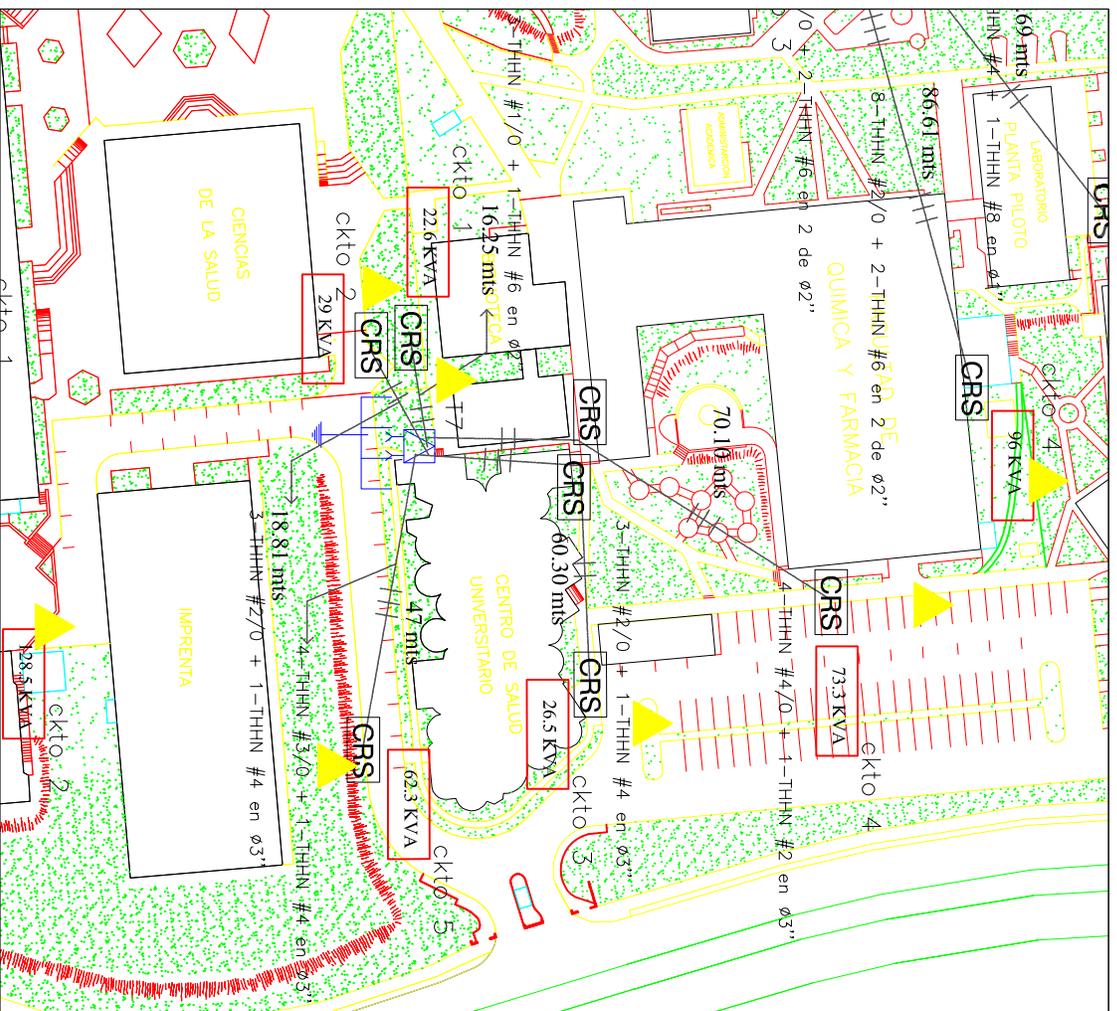
RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN:
HERRERA PARADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA
INDICADA





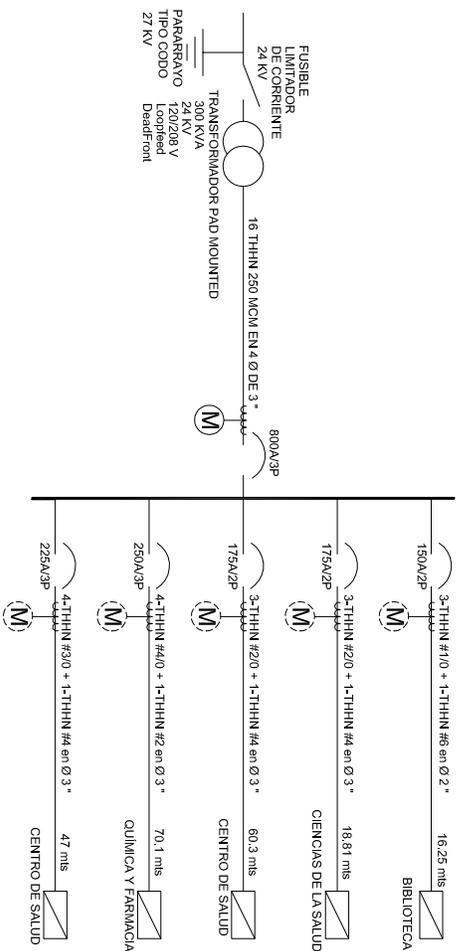
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 7

ESCALA sin escala

CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION (MTRSL)	CONDUCTORES
1	BIBLIOTECA	10	120/208	108.65	150A/2 Polos	3-THHN #1/0 + 1-THHN #6 en Ø2"
2	CIENCIAS DE LA SALUD	10	120/208	139.42	175A/2 Polos	3-THHN #2/0 + 1-THHN #4 en Ø3"
3	CENTRO DE SALUD	10	120/208	127.40	175A/2 Polos	3-THHN #2/0 + 1-THHN #4 en Ø3"
4	QUIMICA Y FARMACIA	30	120/208	203.47	250A/2 Polos	4-THHN #4/0 + 1-THHN #2 en Ø3"
5	CENTRO DE SALUD	30	120/208	172.93	225A/2 Polos	4-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø3"
TOTALES		263.70		890.67		Transformador de 300 KVA

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 1000 Amperes, Interruptor principal de 800 Amps, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 22 KVA/C, con los ramales indicados y espacio para abajar 5 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 16 THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #7



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

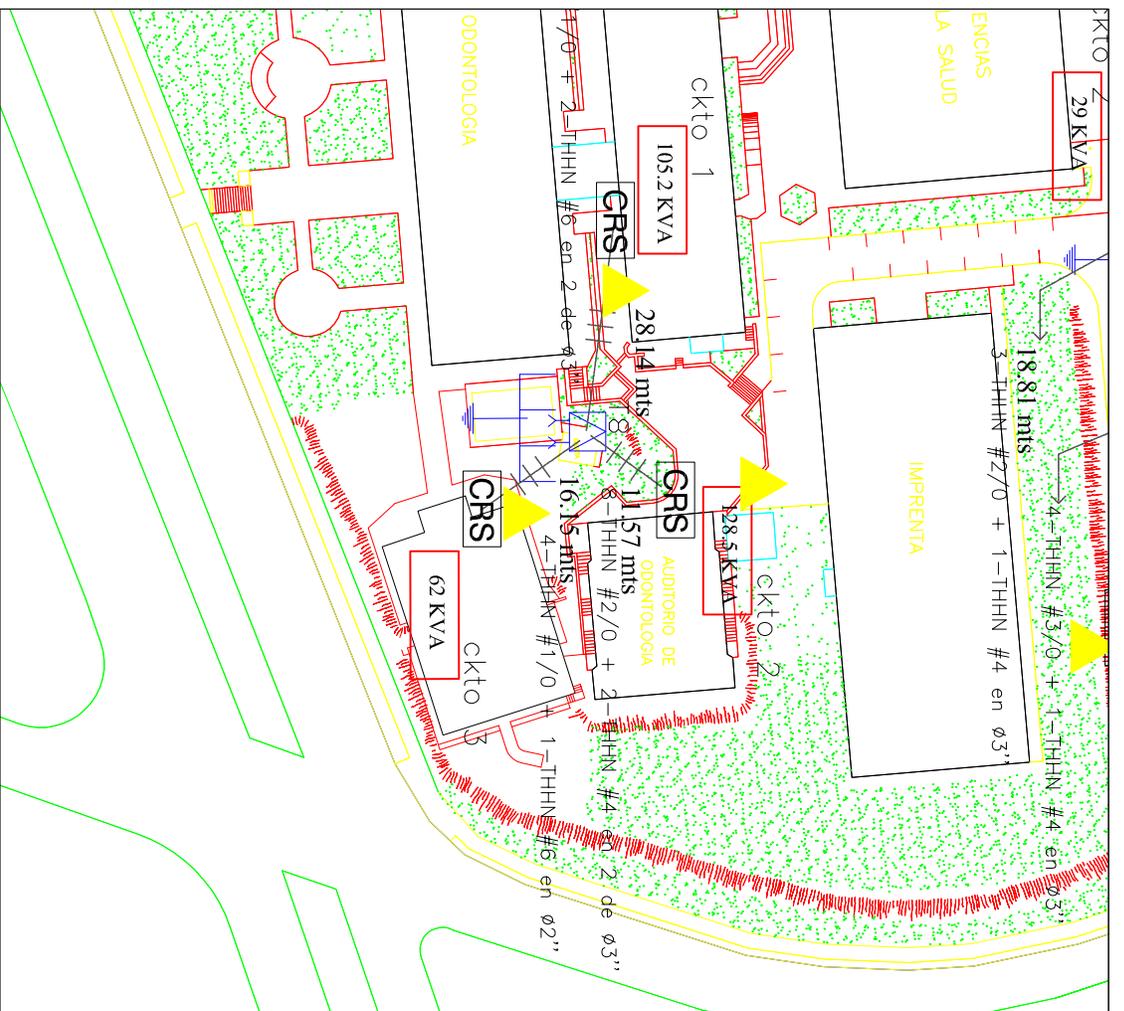
PRESENTAN :
HERNERA PARADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA
INDICADA



Nº HOJA
7/18



DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 8

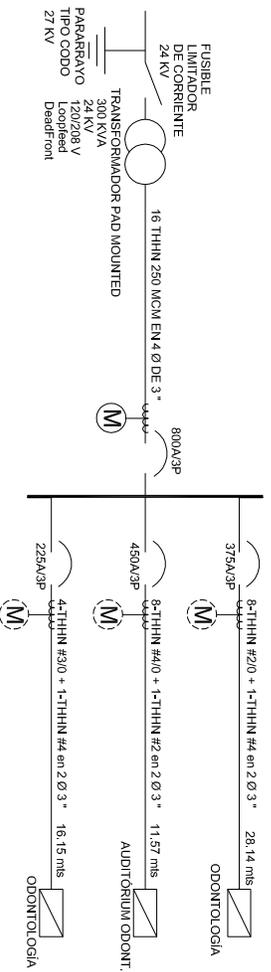
ESCALA sin escala

CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 8						
CTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION (MTSL)	CONDUCTORES
1	ODONTOLOGIA	105.2	120/208	292.01	375A/3 Fases	8-THHN #2/0 + 1-THHN #4 en 2 Ø 3"
2	AUDITORIUM ODOMT.	128.5	120/208	356.69	450A/3 Fases	8-THHN #4/0 + 1-THHN #2 en 2 Ø 3"
3	ODONTOLOGIA	62	120/208	172.10	225A/3 Fases	4-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en 2 Ø 3"
TOTALES				295.7	620.81	Transformador de 300 KVA

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 1000 Amperios, Interruptor principal de 800 Amprs, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm 3 la entrada de los cables, 22 KALIC, con los ramales indicados y espacio para alojar 3 medidores digitales de 144x144 mm.

ALIMENTADORES : 16 THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" ø instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #8



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :

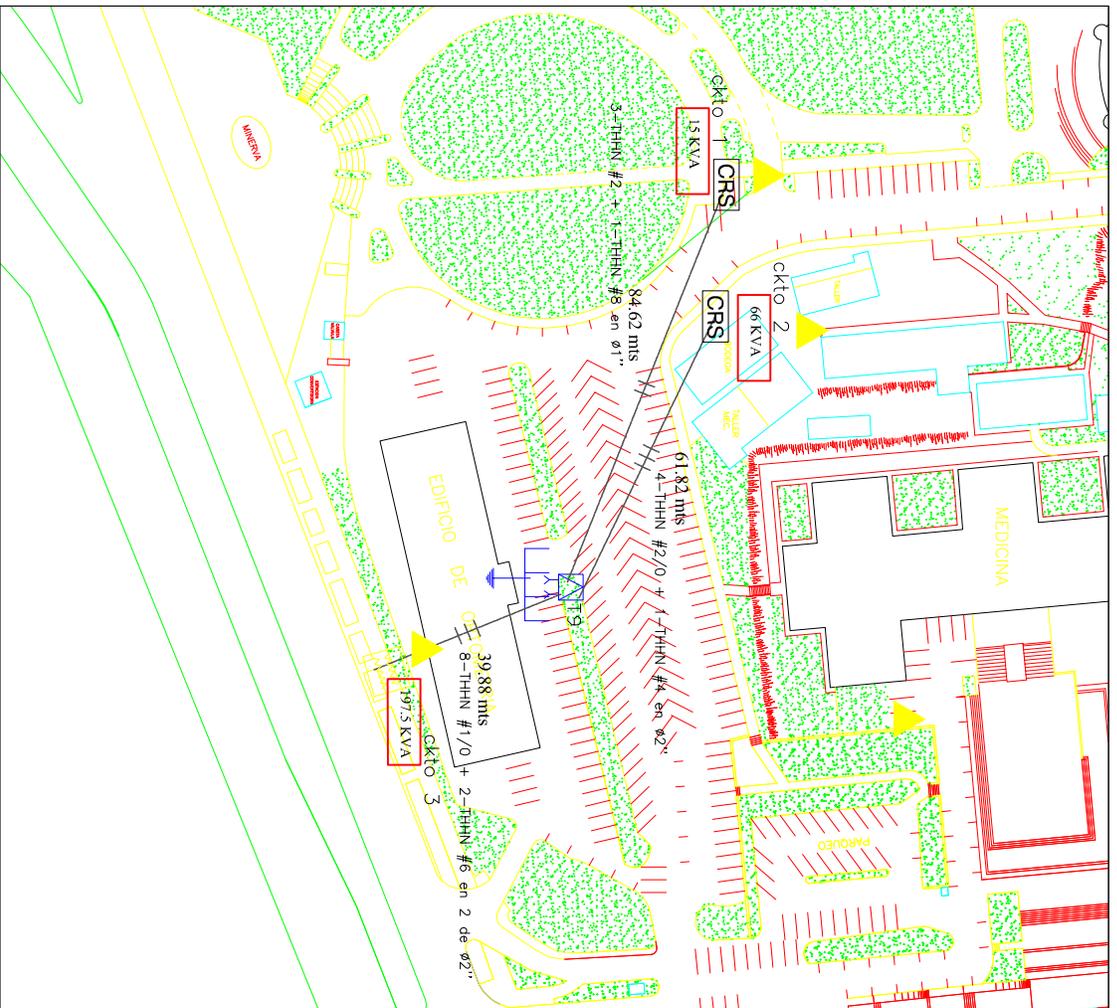
HERNANDEZ PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARRAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUANSE ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA

Nº HOJA 8/18





DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 9

ESCALA

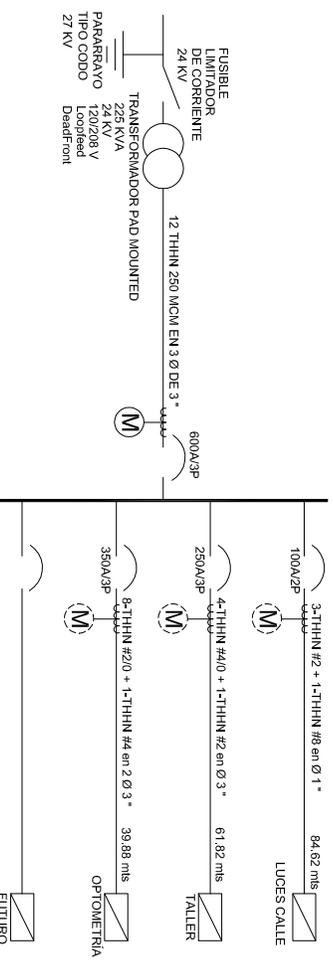
sin escala

CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION (MTEC)	LONGITUD (M)	CONDUCTORES
1	LUCES CALLE	10	120/208	72.12	100A/2 Poles	84.62	3-THHN #2 + 1-THHN #6 en Ø 1"
2	TALLER	30	120/208	183.20	250A/3 Poles	61.82	4-THHN #4/0 + 1-THHN #2 en Ø 3"
3	OPCIÓN METRÍA	97.5	120/208	270.84	350A/3 Poles	39.88	8-THHN #2/0 + 1-THHN #4 en 2 Ø 3"
4	FUTURO	30	120/208	69.40			
TOTALES		203.50		595.36			Transformador de 225 KVA

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 600 Amperios, Interruptor principal de 600 Amps- 3 Poles, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 22 KALC, con los ramales indicadores y espacio para alojar 3 medidores digitales de 144x144 mm.

ALIMENTADORES : 12 THHN 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN Ø DE 3" Ø instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #9



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :

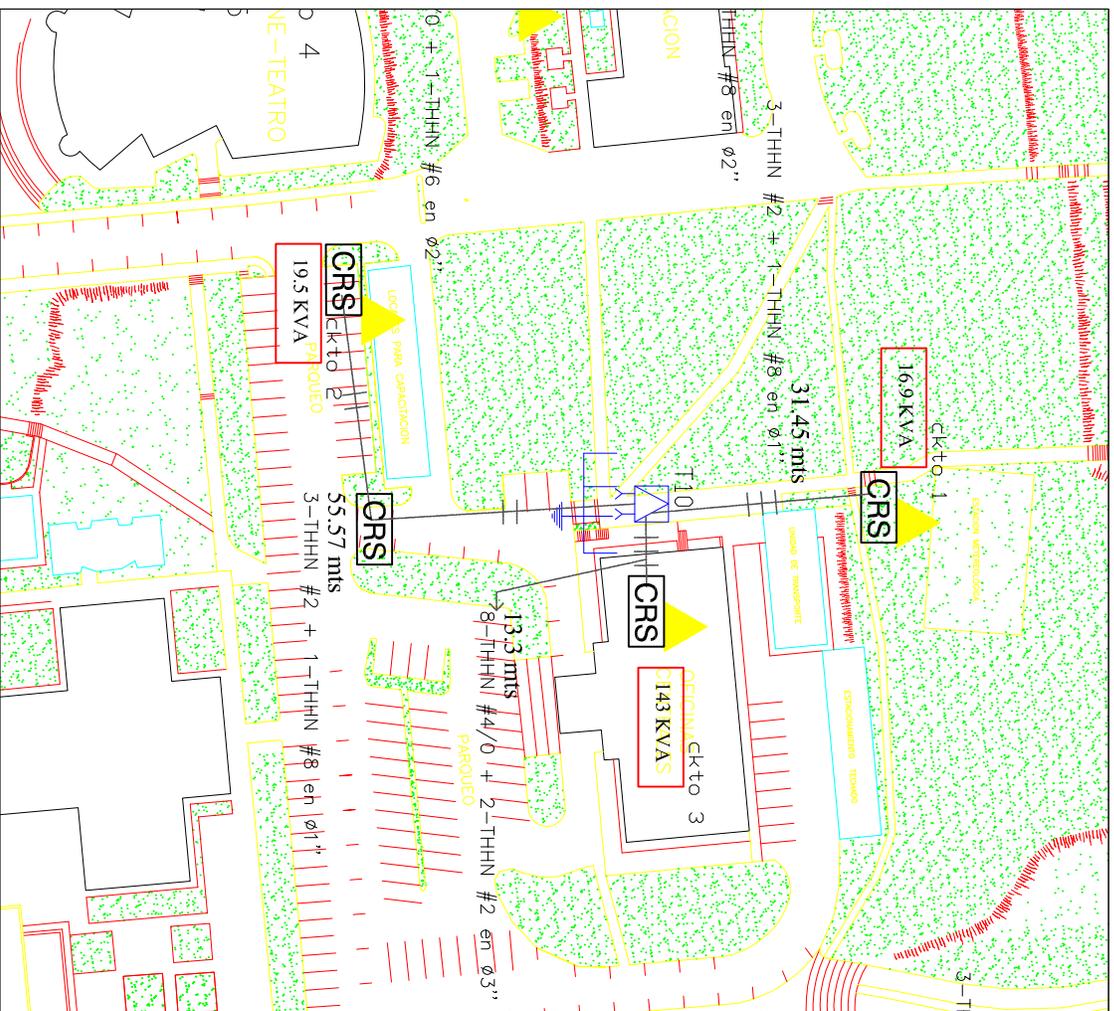
HERNANDEZ PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARRAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUISES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA

Nº HOJA
9/18





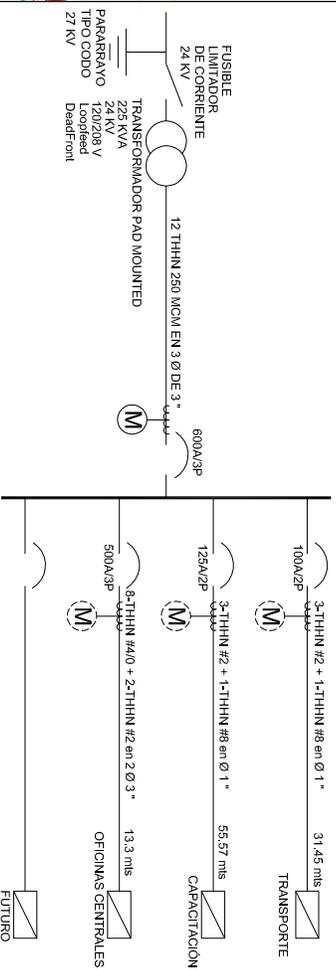
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 10

ESCALA sin escala

CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION	LONGITUD MTS(L)	CONDUCTORES
1	TRANSPORTE	16.9	120/208	81.25	100A/2 Poles	31.45	3-THHN #2 + 1-THHN #8 en Ø 1"
2	CAPACITACION	19.5	120/208	93.75	125A/2 Poles	55.57	3-THHN #2 + 1-THHN #8 en Ø 1"
3	OFICINAS CENTRALES	143	120/208	396.94	500A/3 Poles	13.3	8-THHN #4/0 + 2-THHN #2 en 2 Ø 3"
4	FUTURO	25	120/208	69.40			
TOTALES		204.4		641.34			Transformador de 225 KVA

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 800 Amperios, Interruptor principal de 600 Amprs, 3 Poles, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 22 KALC, con los ramales indicados y espacio para abjor 3 medidores digitales de 144x144 mm.
 ALIMENTADORES : 12 THHN 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN 3 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #10



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

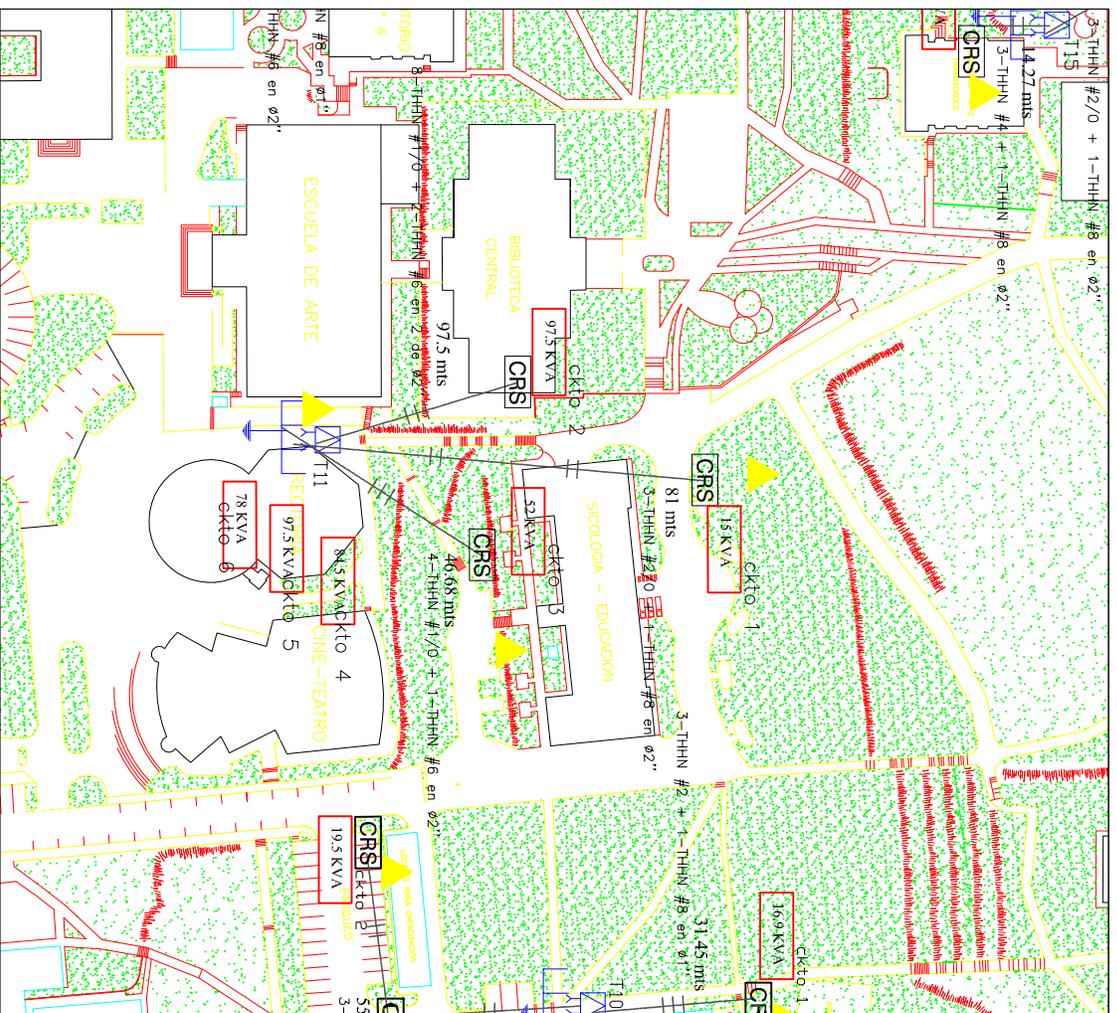
PRESENTAN :

HERNERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
 MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
 MATYA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
 RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
 DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
 ESCALA INDICADA
 Nº HOJA 10/18





DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR II

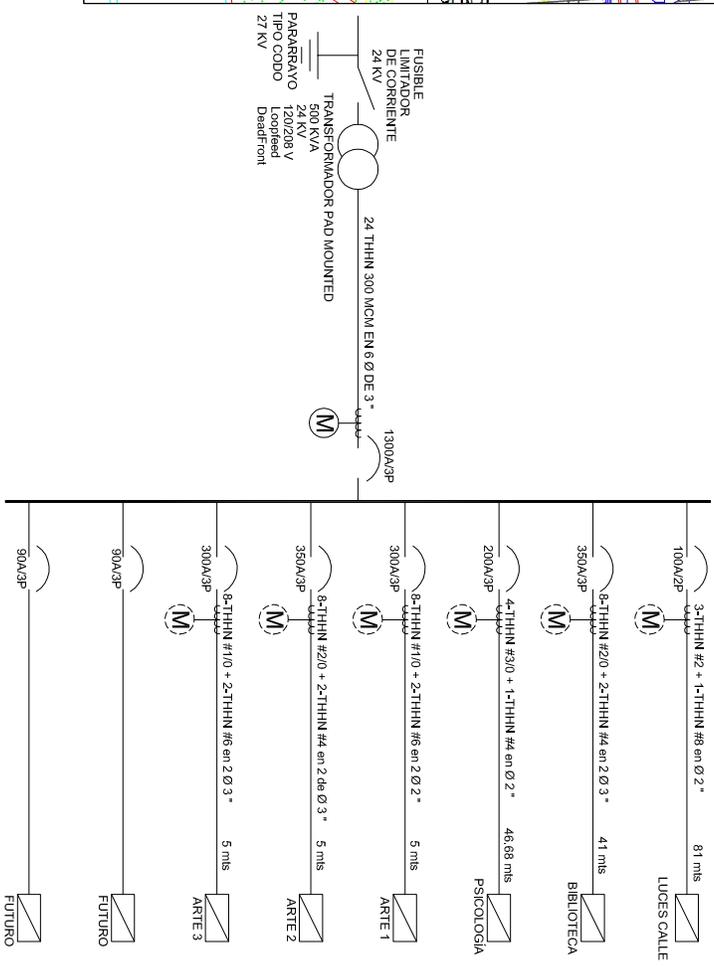
ESCALA sin escala

CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 11

CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION (MSSL)	LONGITUD	CONDUCTORES
1	LUCES CALLE	10	120/208	72.12	100A/2 Polos	81	3-THHN #2 + 1-THHN #8 en Ø 2"
2	BIBLIOTECA	30	120/208	270.64	350A/3 Polos	41	8-THHN #2/0 + 2-THHN #4 en 2 Ø 3"
3	PSICOLOGIA	30	120/208	144.24	200A/3 Polos	48.68	4-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 2"
4	ARTE 1	30	120/208	234.56	300A/3 Polos	5	8-THHN #1/0 + 2-THHN #8 en 2 Ø 2"
5	ARTE 2	30	120/208	270.64	350A/3 Polos	5	8-THHN #2/0 + 2-THHN #4 en 2 Ø 3"
6	ARTE 3	30	120/208	216.51	300A/3 Polos	5	8-THHN #1/0 + 2-THHN #8 en 2 Ø 3"
7	FUTURO	30	120/208	69.40	90A/3 Polos		
8	FUTURO	30	120/208	69.40	90A/3 Polos		
TOTALES		474.5		1,347.61	Transformador de 500 KVA		

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barros de 8100 Amperios, Interruptor principal de 144x144 mm a la entrada de las cables, 3Ø KALC, con los ramales indicados y espacio para abjir 6 medidores digitales de 144x144 mm.
 ALIMENTADORES : 24 THHN 300 MCM (6 POR FASE + 6 NEUTRO) EN Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR # 11



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :

HERRERA PARADA, MANUEL OVIDIO
 MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
 MATI AMAYA, JUSSES ALBERTO

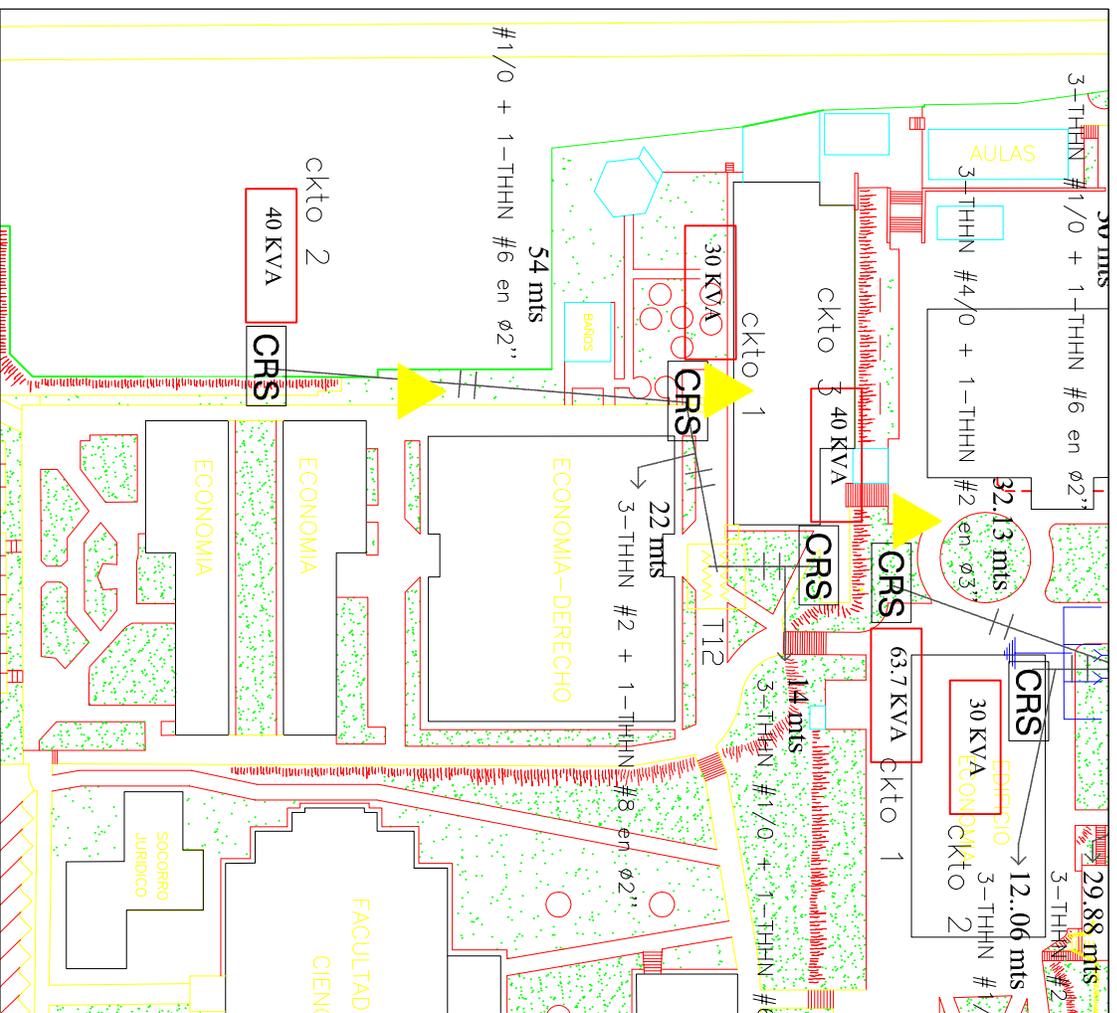
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
 DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
 ESCALA INDICADA

CONTENIDO
 RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
 DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
 ESCALA INDICADA





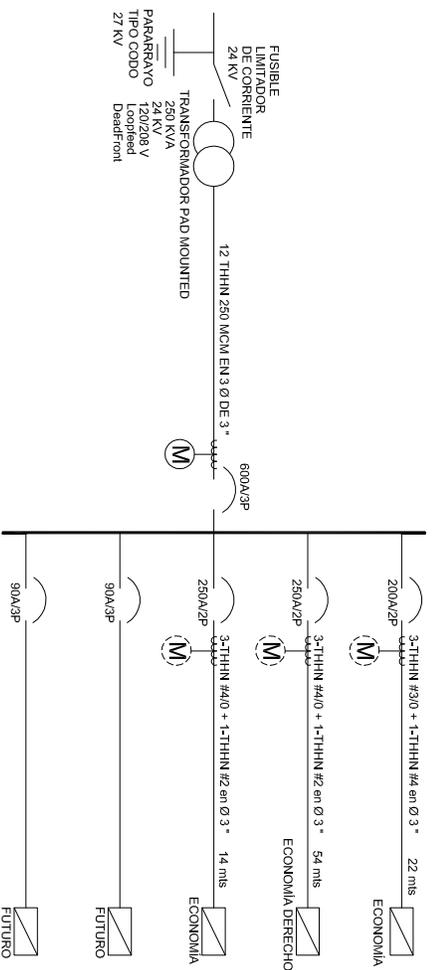
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 12

ESCALA sin escala

CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 12						
CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION (M/S/L)	CONDUCTORES
1	ECONOMIA	10	120/208	144.23	200A/2 Polos	3-TTHN #3/0 + 1-TTHN #4 en Ø 3"
2	ECONOMIA DERECHO	10	120/208	192.30	250A/2 Polos	3-TTHN #4/0 + 1-TTHN #2 en Ø 3"
3	ECONOMIA	10	120/208	192.30	250A/2 Polos	3-TTHN #4/0 + 1-TTHN #2 en Ø 3"
4	FUTURO	30	120/208	69.40	90A/3 Polos	
5	FUTURO	30	120/208	69.40	90A/3 Polos	
TOTALES		160		667.63	Transformador de 250 KVA	

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 600 Amperios, Interruptor principal de 600 Amprs, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables.
 22 KVA, con los ramales indicados y espacio para adogar 3 medidores digitales de 144x144 mm.
 ALIMENTADORES: 12 TTHN 250 MCM (3 POR FASE + 3 NEUTRO) EN 3 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR # 12



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

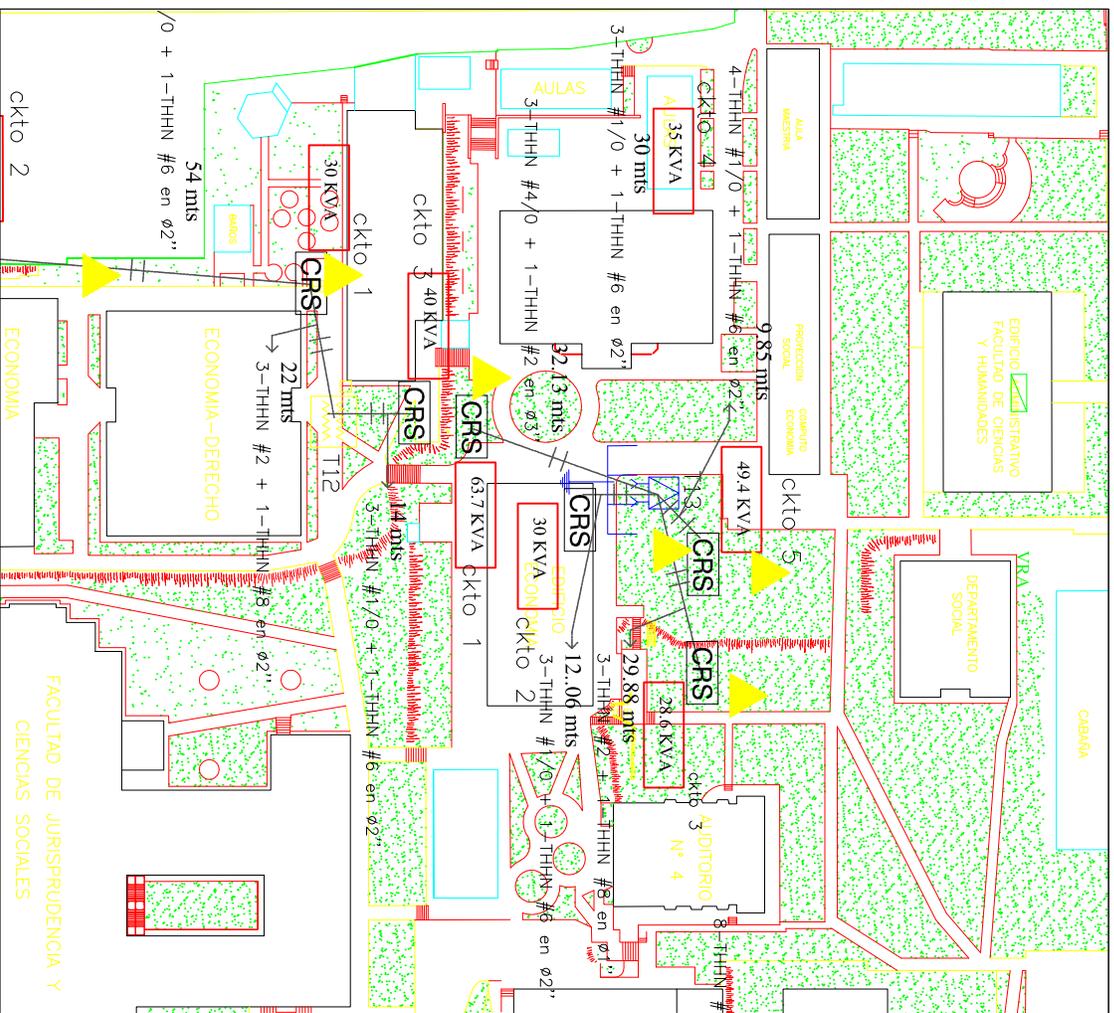
PRESENTAN :
HERNERA PARADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA



Nº HOJA
12/18

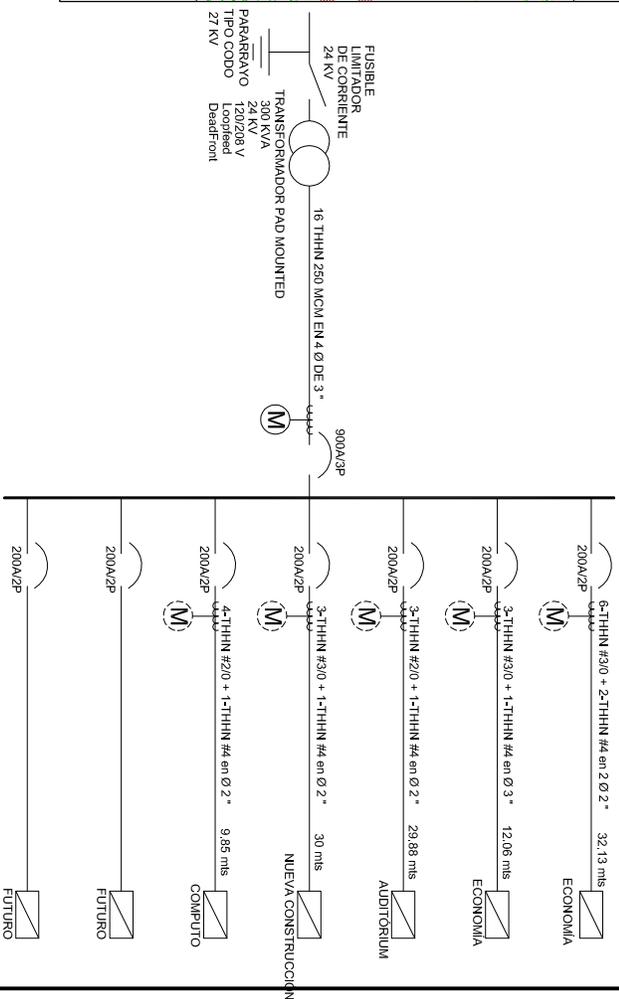


DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 13 ESCALA sin escala

CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION	LONGITUD (MTR/L)	CONDUCTORES
1	ECONOMIA	63.7	120/208	306.25	400A/2 Polos	32.13	6-THHN #3/0 + 2-THHN #4 en 2 Ø 2"
2	ECONOMIA	30	120/208	144.23	200A/2 Polos	12.06	3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3"
3	AUDITORIUM	28.6	120/208	137.50	175A/2 Polos	29.88	3-THHN #2/0 + 1-THHN #4 en Ø 2"
4	NUUEVA CONSTRUCCION	35	120/208	168.27	225A/2 Polos	30	3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 2"
5	COMPUTO	49.4	120/208	137.12	175A/3 Polos	9.85	4-THHN #2/0 + 1-THHN #4 en Ø 2"
6	FUTURO	25	120/208	69.40			
7	FUTURO	25	120/208	69.40			
TOTALES		256.7		931.33	Transformador de 300 KVA		

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 1000 Amperes, Interruptor principal de 900 Amper, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de las cables, 22 KVA/C, con los ramales indicadores y espacio para agregar 5 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 16 THHN 250 MCM (4 POR FASE + 4 NEUTRO) EN 4 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #13



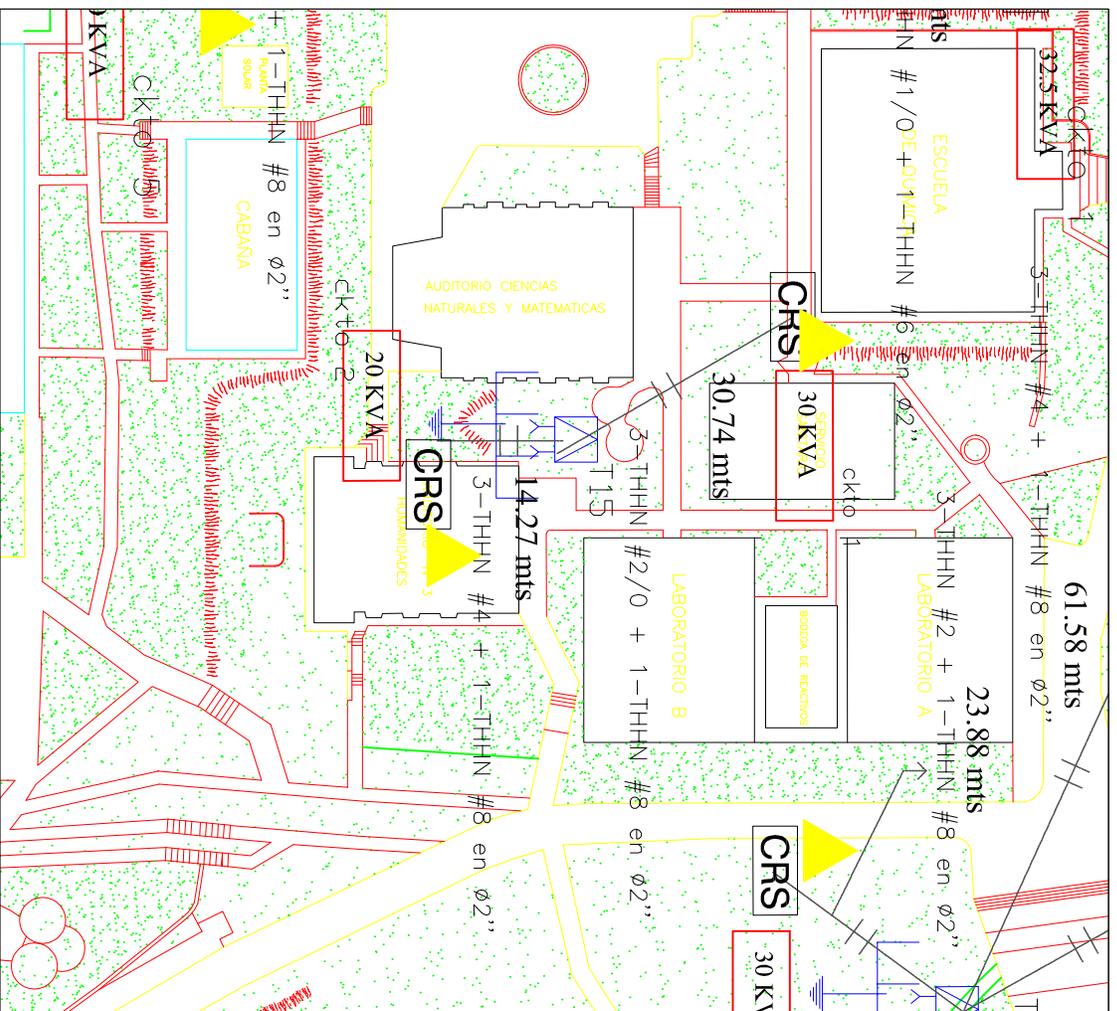
RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN :
HERNERA PARADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATIA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA
INDICADA





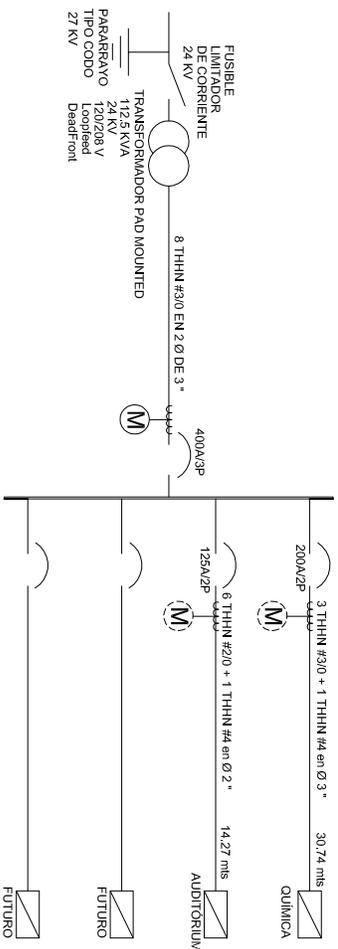
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 15

ESCALA sin escala

CUADRO DE CARGA TRANSFORMADOR DE PEDESTAL # 15						
CRTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION (MTR/L)	CONDUCTORES
1	QUINICA	10	120/208	144.23	200A/2 Polos	3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3"
2	AUDITORIO UM	10	120/208	96.15	125A/2 Polos	3-THHN #2 + 1-THHN #8 en Ø 2"
3	FUTURO	30	120/208	69.40		
4	FUTURO	30	120/208	69.40		
TOTALES				100	379.18	Transformador de 112.5 KVA

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 400 Amperios, Interruptor principal de 400 Amps, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 122 KVA/C, con los ramales indicados y espacio para abajaj 2 medidores digitales de 144x144 mm.
 ALIMENTADORES : 8 THHN #3/0 (2 POR FASE + 2 NEUTRO) EN 2 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #15



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

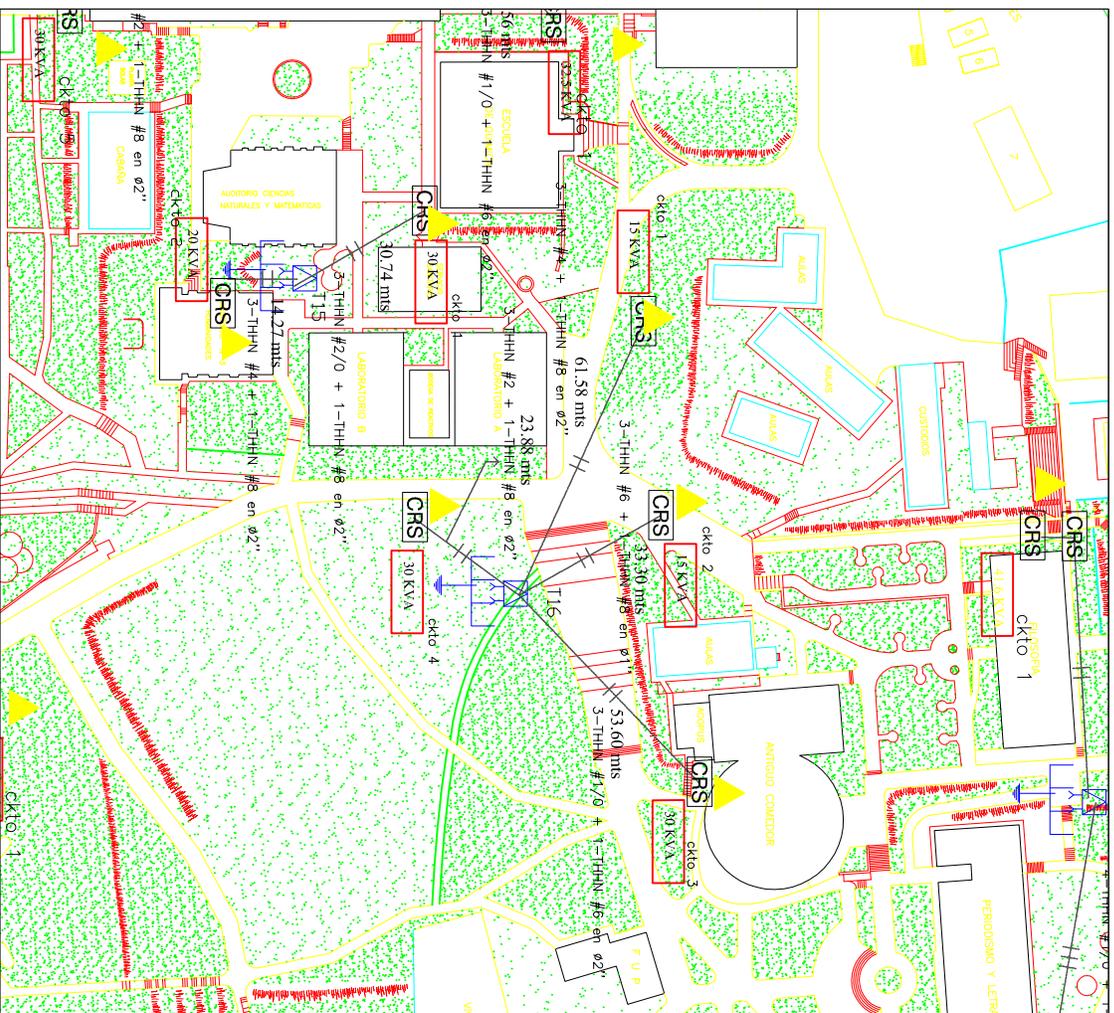
PRESENTAN :

HERNERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
 MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
 MATYA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
 RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
 DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
 ESCALA INDICADA
 Nº HOJA 15/18



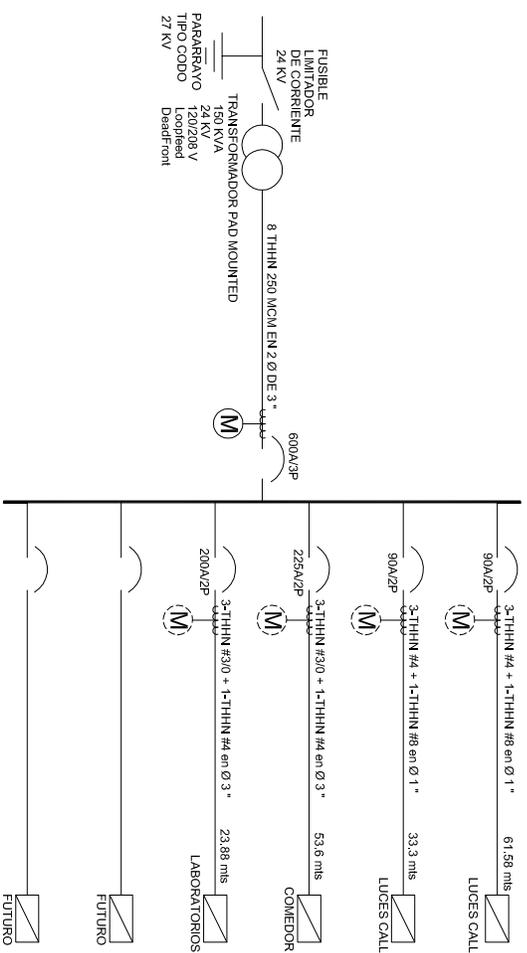


DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 16 ESCALA sin escala

CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION (MIS/L)	CONDUCTORES
1	LUCES CALLE	10	120/208	72.12	90A/2 Polos	3-THHN #4 + 1-THHN #8 en Ø 1"
2	LUCES CALLE	10	120/208	72.12	90A/2 Polos	3-THHN #4 + 1-THHN #8 en Ø 1"
3	COMEDOR	10	120/208	173.08	225A/2 Polos	3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3"
4	LABORATORIOS	10	120/208	144.23	200A/2 Polos	3-THHN #3/0 + 1-THHN #4 en Ø 3"
5	FUTURO	30	120/208	69.40		
6	FUTURO	30	120/208	69.40		
TOTALES		146		600.35		Transformador de 150 KVA

Panelboard trifásico, 120/208 V, Barras de 600 Amperios, Interruptor principal de 600 Amprs, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de los cables, 22 KALC, con los ramales indicados y espacio para abajo 4 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 8 THHN 250 MCM (2 POR FASE + 2 NEUTRO) EN 2 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #16



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA
PARA EL CAMPUS DE LA
CIUDAD UNIVERSITARIA

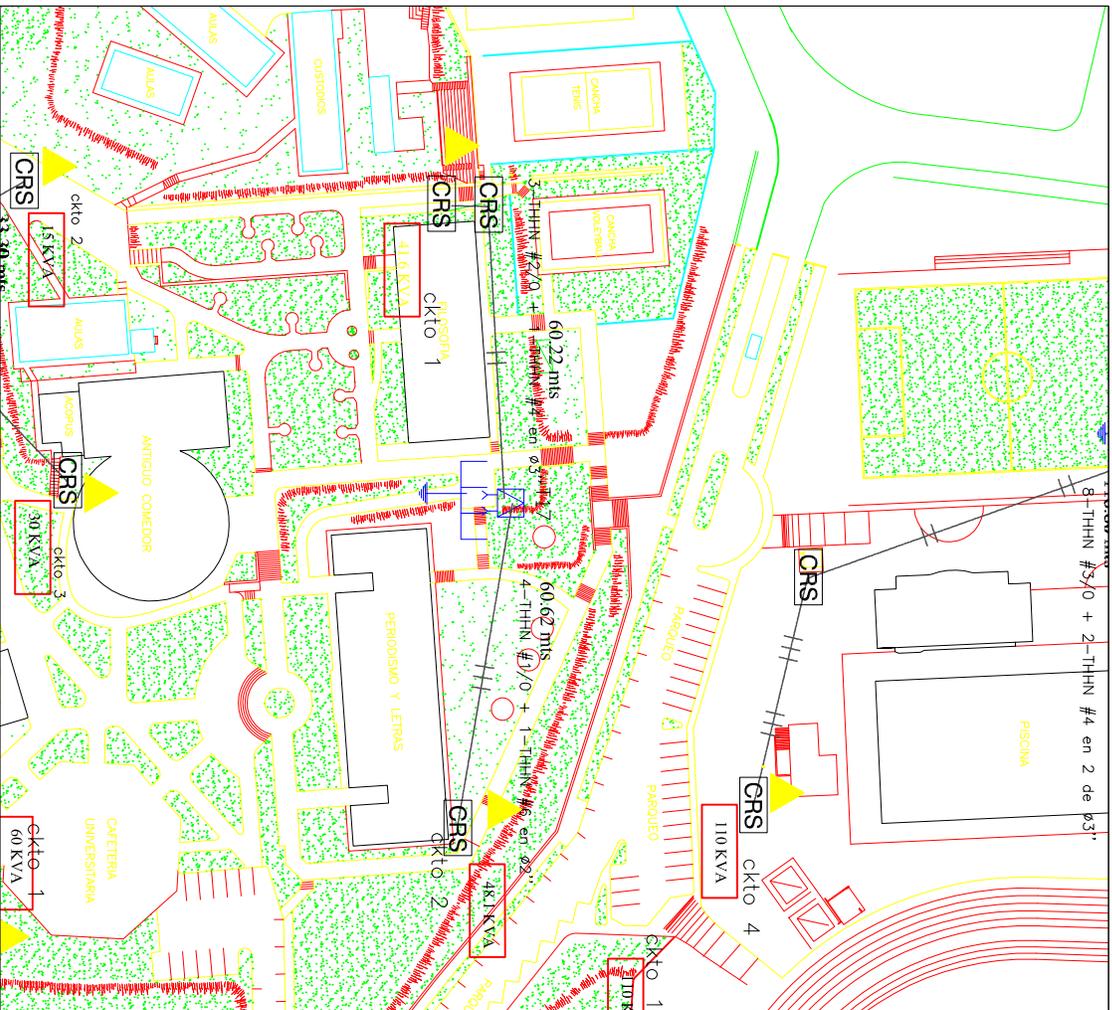
PRESENTAN :

HERNANDEZ PARRA, MANUEL OVIDIO
MARRAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA
revisión:
diseño:
Nº HOJA
16/18





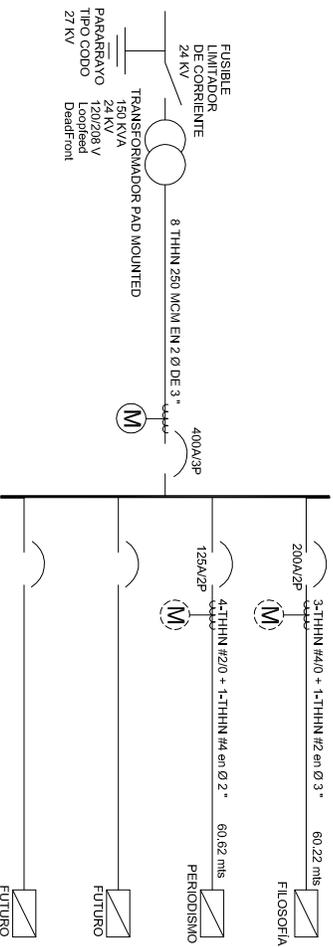
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 17

ESCALA sin escala

CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION	LONGITUD (MTR/L)	CONDUCTORES
1	FLOSOFIA	41.6	120/208	200.00	250A/2 Polos	60.22	3-1THHN #4/0 + 1-1THHN #2 en Ø 3"
2	PERIODISMO	30	120/208	133.52	175A/3 Polos	60.62	4-1THHN #2/0 + 1-1THHN #4 en Ø 2"
3	FUTURO	30	120/208	69.40			
4	FUTURO	30	120/208	69.40			
TOTALES		139.7		445.64			Transformador de 150 KVA

Panelboard trifásico, 120/208 V. Barras de 600 Amperios, Interruptor principal de 400 Amper, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de las cables, 22 KALC, con los ramales indicados y espacio para alojar 4 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 8 THHN 250 MCM (2 POR FASE + 2 NEUTRO) EN Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #17



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

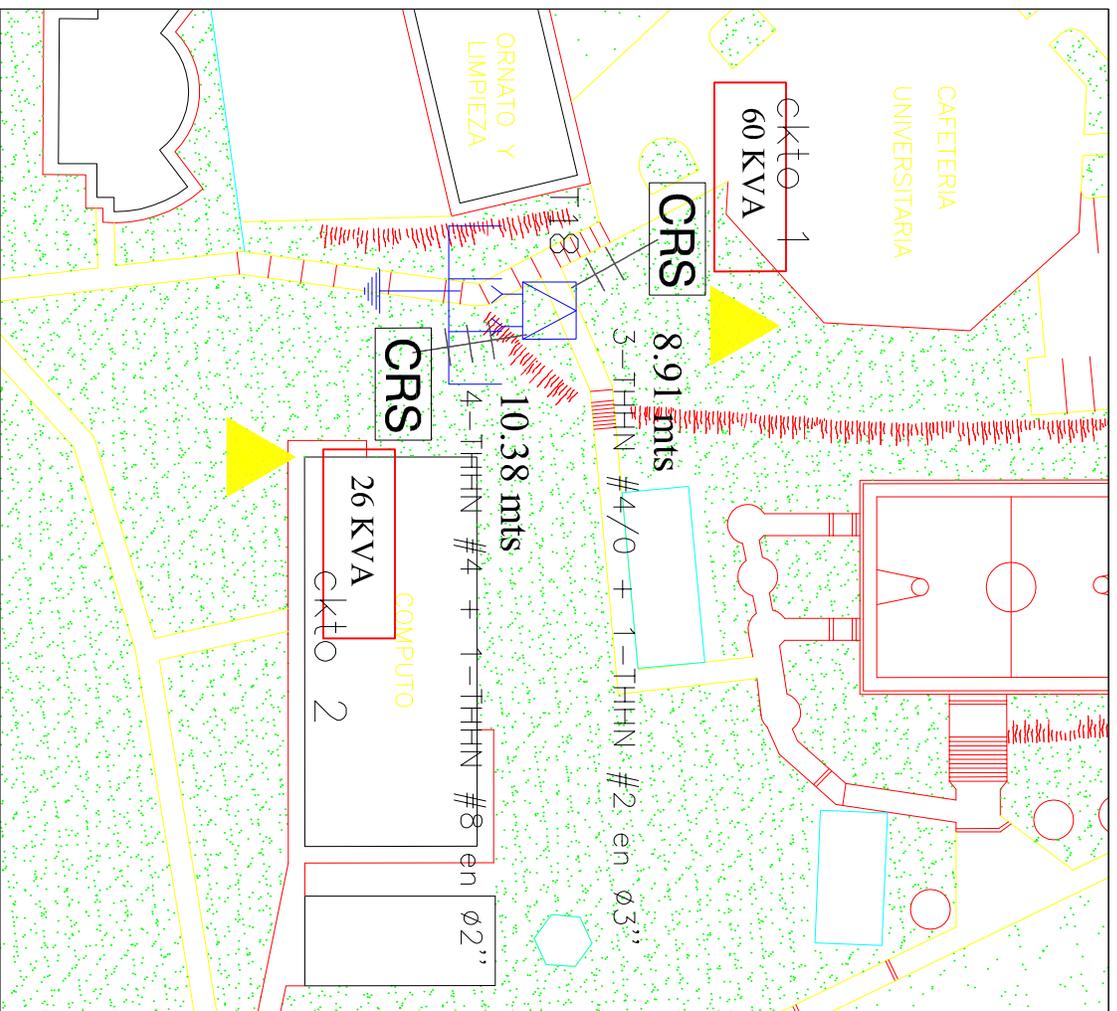
PRESENTAN :

HERNERA PARRADA, MANUEL OVIDIO
MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN
MATA AMAYA, JUSSES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA
REVISOR:
DIBUJOS:
Nº HOJA
17/18





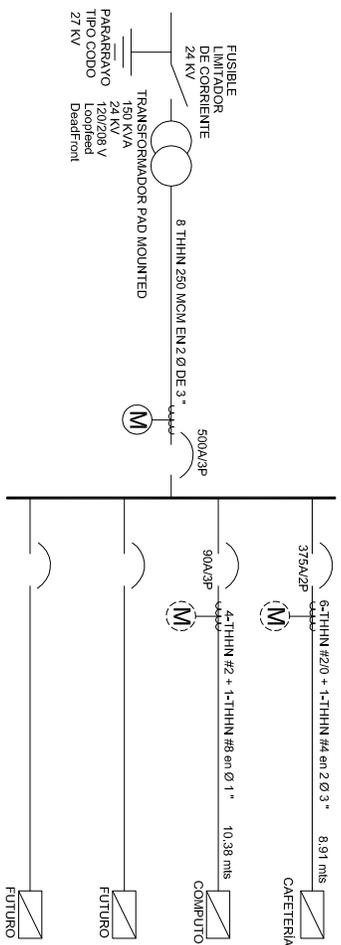
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADOR 18

ESCALA sin escala

CKTO	DESCRIPCION	POTENCIA KVA	VOLTS	AMPS (I)	PROTECCION (MTRSL)	LONGITUD (MTRSL)	CONDUCTORES
1	CAFETERIA	60	120/208	288.46	375A/2 Polos	8.91	6-TTHN #2/0 + 1-TTHN #4 en 2 Ø 3"
2	COMPUTO	26	120/208	72.17	90A/3 Polos	10.38	4-TTHN #2 + 1-TTHN #8 en Ø 1"
3	FUTURO	30	120/208	89.40			
4	FUTURO	30	120/208	89.40			
TOTALES		136		499.43			Transformador de 150 KVA

Panelboard trifásica, 120/208 V, Barras de 600 Amperios, Interruptor principal de 500 Amps, 3 Polos, 1 medidor de 144x144 mm a la entrada de las cables, 22 KALC, con los ramales indicados y espacio para alojar 2 medidores digitales de 144x144 mm.
ALIMENTADORES : 8 TTHN 250 MCM (2 POR FASE + 2 NEUTRO) EN 2 Ø DE 3" o instalados directamente dentro del pozo del transformador.

DIAGRAMA UNIFILAR TRANSFORMADOR #18



RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

PRESENTAN: HERRERA PARADA, MANUEL OVIDIO MARAVILLA RIVERA, CESAR IVAN MATI AMAYA, JUISES ALBERTO

CONTENIDO
RED SUBTERRÁNEA PRIMARIA Y SECUNDARIA
DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES PAD MOUNTED

JUNIO DE 2013
ESCALA INDICADA
revisión:
diseño:
Nº HOJA 18/18



CUADRO DE SIMBOLOGIA	
SIMBOLOGIA	ELEMENTOS
	LINEA SUBTERRANEA MEDIA TENSION TIPO/SECA 20/10 #10.11 THYK #7/6 AJUSTADO PARA 20KV
	LINEA SUBTERRANEA SECUNDARIA TIPO/SECA
	LINEA SUBTERRANEA SECUNDARIA MONOFASICA
	INTERRUPTOR PARA TRANSICION DE ARCO O SUBTERRANEO
	BUSBARRIA A 18KV/10KV
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL MEDIA TENSION (BET/0.2KV)
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL EXISTENTE
	CAJA DE DISTRIBUCION PRIMARIA TIPO/SECA, DIMENSIONES 1.2X1.2X1.7
	CAJA DE DISTRIBUCION PRIMARIA TIPO/SECA, DIMENSIONES 1.2X1.2X1.7
	CAJA DE REGISTRO SECUNDARIA, DIMENSIONES 400X400
	CAJERIA PARA TRANSFORMADOR
	SUBESTACION EXISTENTE A REEMPLAZAR



RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA PARA EL CAMPUS DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA

PROYECTO
 INGENIERIA CIVIL, MATERIA: OBRAS
 INGENIERIA CIVIL, MATERIA: OBRAS
 MATERIA: OBRAS, CURSO: 5º

CENTRO DE ESTUDIOS
 RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA Y SECUNDARIA DE SERVIDORES TIPO/SECA (BET/0.2KV)
 JUNIO DE 2013
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 1/1

