

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO**

**CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Tesis previa a la obtención del título de: INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA:  
“ANÁLISIS Y DELINEACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL  
FUTURO DATA CENTER DE LA COOPERATIVA CONSTRUCCIÓN  
COMERCIO Y PRODUCCIÓN”**

**AUTOR:  
BYRON HUMBERTO ASTUDILLO OCHOA**

**DIRECTOR:  
DIEGO ANIBAL ARIAS CAZCO**

**Quito, Febrero de 2015**

## **DECLARATORIA DE AUTORÍA:**

Yo, Byron Humberto Astudillo Ochoa autorizo a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de grado y su reproducción sin fines de lucro.

Además declaro que los conceptos y análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Quito, 18 de Febrero del 2015

---

**Byron Humberto Astudillo Ochoa**  
**CC: 1714587340**

**AUTOR**

## **CERTIFICA:**

El Ing. Diego Aníbal Arias Casco, certifica haber dirigido y revisado prolijamente cada uno de los capítulos técnicos y financieros del informe de la tesis “Análisis y Delineación de las Características Técnicas del Futuro Data Center de la Cooperativa Construcción Comercio y Producción” realizada por el Sr. Byron Humberto Astudillo Ochoa, previa a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico en la Carrera de Ingeniería Eléctrica.

Por cumplir los requisitos autoriza su presentación.

Quito, 18 de Febrero del 2015

---

**Ing. Diego Aníbal Arias Casco**  
**DIRECTOR**

## **DEDICATORIA.**

*Byron Humberto Astudillo Ochoa*

*Este proyecto es dedicado con mucho amor a Dios por darme las fuerzas para cada uno de mis pasos en mi diario vivir, a mis padres Rosario y Jorge por ser guía y ejemplo de vida durante el sendero de mi vida, a mi hermano Jonathan por el incentivo para seguir adelante, a mi amigo, tío y hermano Milton Ochoa por sus consejos, apoyo, incondicional pese a la distancia.*

*A quienes han fomentado en mi vida fortaleciendo a cada instante mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para seguir y conseguir mis objetivos de vida y de desarrollo personal.*

## **AGRADECIMIENTO.**

*Byron Humberto Astudillo Ochoa*

*Me es grato de sobre manera a través de este trabajo exteriorizar mis más sinceros agradecimientos a todos los docentes del campus Kennedy de la especialidad Ingeniería Eléctrica, quienes con su profesionalismo, motivación y ética, contribuyeron para el desarrollo profesional y ético puesto en manifiesto en las aulas, generando conocimiento y profesionalismo nos han preparado para el desarrollo personal y de la sociedad; Al Ing. Diego Arias por el apoyo y experiencia como docente durante el proceso de este trabajo; Al Ing. Diego Carrión por su aporte y sus conocimientos brindados; Al Ing. Fernando Beltrán y a la COOPCCP, por la confianza y el apoyo brindado durante el desarrollo de este proyecto.*

*Por toda la paciencia y la perseverancia; a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.*

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La **Cooperativa Construcción Comercio y Producción (COOPCCP)**, es una entidad financiera, la cual, durante el transcurso de los años han ido incrementando su mercado a nivel nacional. Durante el transcurso del tiempo la institución financiera se vio en la necesidad de adquirir una edificación de acorde a sus necesidades, adquiriendo un edificio por partes para posteriormente ser nombrada como edificio matriz, razón por la cual no cuenta con una infraestructura adecuada para ser una institución financiera competitiva.

Actualmente la entidad financiera consta de un Sistema Integral de Datos ubicado en el DATA CENTER, el cual se encuentra en funcionamiento para satisfacer momentáneamente las necesidades de la Cooperativa y a sus terceros que se encuentran en la utilización de la misma, cabe indicar que el Data Center fue creado bajo la insistencia del crecimiento del mercado financiero y teniendo como finalidad salvaguardar su presencia como Cooperativa y no considerando la construcción bajo normas y estándares, razón por la cual a simple vista se puede captar las falencias de instalación, como se puede citar la unión de cables de red con cables de flujo eléctrico viajando por un mismo ducto sin tener algún espacio de separación que nos ayude a evitar posteriormente algún tipo de afectación, lo que ocasiona distorsión provocados por inducción electromagnética, pudiendo afectar a los diferentes equipos, es así que en una auditoría realizada por la Superintendencia de Bancos no fue certificada al no cumplir con las normativas vigentes.

## **JUSTIFICACIÓN DEL TEMA**

Actualmente se requiere hallar una solución alternativa y eficaz para la entidad financiera, al ver la necesidad de fortalecerse y expandirse para llegar a comprender un mejor mercado financiero, para lo cual debe sujetarse a los requerimientos de los organismos de control, por lo tanto, es importante el análisis Data Center para que a corto plazo pueda ser certificada, mejore las prestaciones y servicios en la red de datos.

Para un Data Center la calidad de la red es un factor que implica eficiencia y desempeño considerando el desempeño y la distribución de sus equipos en un lugar sin las condiciones técnicas, para ello se va a rediseñar una ubicación del Centro de Datos y sus diferentes componentes para lograr infundir una mejor distribución en el cableado estructurado a todos los módulos, para este redimensionamiento estará expuesto como proyección futura ante el desarrollo de la tecnología. Además, se debe especificar el sistema de protección para los equipos de comunicaciones, es decir que se debe diseñar un sistema de puesta a tierra especial y exclusivo para un Data Center puesto que en la actualidad no es el adecuado.

## **ALCANCES**

El presente proyecto está enfocado al análisis y delineación de las características técnicas del futuro data center de la Cooperativa Construcción Comercio y Producción que incluye aspectos tecnológicos relacionados con la instalación de un Sistema Integral haciendo énfasis a la parte eléctrica principalmente, al igual que las características de los componentes más importantes, así como sus normas de instalación. Dicho sistema de comunicaciones debe cubrir con las necesidades actuales y futuras, independientemente de los cambios que pudieran suscitarse con relación al diseño de nuevas tecnologías y equipos adicionales, sin importar el fabricante de los mismos.

Se analizará las rutas de cableado, normas de funcionamiento, métodos y sugerencias para una mejor calidad de red.

Se hará un estudio del sistema de puesta a tierra para el Data Center, es decir, se informará acerca de consideraciones necesarias de protección que debe tener para que los equipos a instalar convivan armoniosamente en la infraestructura.

Se analizará tipos de rack y servidores a ser implementados, como también algunos tipos de soluciones que puedan dirigir a un mejor funcionamiento del Data Center considerando el espacio a ser utilizado.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar un análisis y delineación de las características técnicas del futuro data center de la Cooperativa Construcción Comercio y Producción.

### **Específicos**

- Realizar una revisión bibliográfica e investigativa sobre la protección de un Data Center.
- Ejecutar el estudio eléctrico para ver el funcionamiento de los equipos que componen el Data Center y ver cómo protegerlos.
- Conocer los tipos de protección existentes para un Data Center.
- Hacer la evaluación del **Sistema de Puesta a Tierra (SPT)** para la protección exclusiva del Data Center y constatar si es la adecuada.
- Ofrecer la información a la Cooperativa Construcción Comercio y Producción de los estudios realizados para una futura implementación y certificación del Data Center.

## **HIPÓTESIS**

Mediante el análisis y delineación de las características técnicas del futuro data center de la Cooperativa Construcción Comercio y Producción, se demostrará que en el actual centro de datos, existen falencias en las instalaciones eléctricas, en los sistemas de distribución, en los sistemas de protección y fallas constructivas que conllevan a poner en riesgo la confiabilidad del Data center.

Se espera proponer un nuevo diseño eléctrico que cumpla la normativa nacional e internacional, para cumplir los requisitos de una certificación que valide una adecuada instalación garantizando seguridad y confiabilidad.

## **ESQUEMA DE CONTENIDOS**

### **CAPÍTULO I**

#### **TÍTULO: DISEÑO DE DATA CENTER**

- 1.1 DATA CENTER
- 1.2 DEFINICIONES PARA UN CORRECTO ANÁLISIS
- 1.3 NORMAS Y ESTÁNDARES
- 1.4 REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS E INSTALACIÓN
- 1.5 SISTEMAS DE RESPALDO DE ENERGIA

### **CAPÍTULO II**

#### **TÍTULO: ESTADO ACTUAL DEL DATA CENTER Y DE LA RED DE DATOS DE LA COOPCCP**

- 2.1 PLANOS AS-BUILT
- 2.2 ANÁLISIS DE CARGA
- 2.3 ANALISIS Y MEDICIONES DE LA PUESTA A TIERRA
- 2.4 ANÁLISIS DEL SISTEMA AUXILIAR DE ENERGÍA
- 2.5 ANÁLISIS TERMODINÁMICO DEL DATA CENTER

### **CAPÍTULO III**

#### **TÍTULO: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y CERTIFICACIÓN DEL DATA CENTER**

- 3.1 GENERALIDADES
- 3.2 UBICACIÓN DEL DATA CENTER
- 3.3 DISEÑO ESTRUCTURAL
- 3.4 DISEÑO DE LA OBRA ELÉCTRICA
- 3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA EL DATA CENTER.

### **CAPÍTULO IV**

#### **TÍTULO: ANÁLISIS DE RESULTADOS**

- 4.1 ANÁLISIS DE LOS BENEFICIOS EN LA MODERNIZACIÓN DEL DATA CENTER
- 4.2 ANÁLISIS COSTO VS TECNOLOGÍA

- 4.3 ANÁLISIS DE CARGA ELÉCTRICA EN EL DATA CENTER
- 4.4 ANÁLISIS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:**

## RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se realiza la investigación de las normas y estándares vigentes para el desarrollo y autenticación del Data Center para la Cooperativa Construcción Comercio y Producción.

Actualmente la entidad carece de un sistema de datos el cual no se encuentra reglamentado ni construido acorde a las especificaciones de las normas y estándares vigentes. Cabe mencionar que a este espacio físico que se le asignado como centro de datos durante el desarrollo de sus funciones se le han implementado accesorios a fin de solventar las necesidades de la entidad financiera.

La idea central de este proyecto es proporcionar el diseño a la Cooperativa Construcción Comercio y Producción un Data Center, bajo especificaciones adecuadas según especificaciones de normas y estándares internacionales específicas para el desarrollo de Centros de Datos; y así solucionar los problemas relacionados con espacio, confiabilidad y seguridad. Para lo cual se desarrollan diferentes temas a lo largo de este documento, los cuales indican desde las generalidades de la entidad, el marco de referencia, la propuesta técnica bajo la norma TIA 942; cableado genérico para el uso de las telecomunicaciones TIA/EIA 568; el análisis del sistema de puesta a tierra según los estándar ANSI/TIA/EIA 607, IEEE Std 80, IEEE Std 1100, IEEE Std 837; las normas utilizadas para aterrizaje de equipos eléctricos son la NEC 2011, IEEE Std 142, IEEE Std 80, IEEE Std 1100; la factibilidad técnica y financiera, hasta llegar a las conclusiones y recomendaciones generadas del proyecto.

El marco teórico necesario para el desarrollo de la presente tesis se lo define en el capítulo uno, en el cual se detalla todos los conceptos necesarios, normas y estándares TIA/IEEE, considerando las recomendaciones útiles que ayuden en el desarrollo del proyecto.

El capítulo dos indica el estado actual del Data Center y los sistemas eléctricos que intervienen en el mismo, como es la edificación de la Cooperativa Construcción Comercio y Producción.

Se realiza la propuesta técnica del proyecto, basándose en las normas anteriormente detalladas, considerando puntos esenciales como: la ubicación, diseño, diversos sistemas eléctricos, sistemas de protecciones para la red eléctrica.

Los análisis de los beneficios obtenidos en los sistemas eléctricos, electrónicos, protecciones, como también el análisis costos vs tecnología que se pueden obtener ante la reestructuración planteada para el Data Center.

## **ABSTRACT**

This project conducts the investigation of current norms and standards for the development and authentication of the Data Center of Cooperative Construction Trade and Production.

Currently, the company lacks of a data system, which is not regulated or built according to current standard specifications. It is noteworthy that this physical space, which has been assigned as a data center, has been implemented with accessories in order to fulfill the needs of the financial institution during its tasks development.

The main idea of this project is to provide the design of a Data Center for the Commerce and Production Cooperative Building that suits standard specifications and Data Centers' specific international standards; thus, it will solve the problems related to space, reliability and security. For this purpose different topics are developed throughout this document, which show general aspects of the entity, the reference mark, the technical proposal under the TIA 942 standard; generic cabling for using the TIA / EIA 568 telecommunications; the analysis of the grounding system according to ANSI / TIA / EIA 607 standard, IEEE Std 80 IEEE Std 1100, IEEE Std 837; the norms used for electrical equipment landing are the NEC 2011, IEEE Std 142, IEEE Std 80 IEEE Std 1100; technical and financial feasibility, and finally, the conclusions and recommendations of the project.

The theory for this project is on chapter one, in which all the necessary concepts, norms and standards TIA / IEEE, are defined; there is also considered the useful recommendations that help develop the project.

Chapter two discusses the current status of the Data Center and its electrical systems, such as the building of the Cooperative Construction Trade and Production.

The project technical proposal is done, based on the above detailed rules, considering essentials aspects as: location, design, electrical systems, and electric systems protections.

The analyses of benefits from electrical, electronic systems, protections, as well as cost vs. technology analysis can be obtained from the restructure proposal of the Data Center.

## **ÍNDICE GENERAL**

<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>10</b>
<b>1. DISEÑO DE DATA CENTER.....</b>	<b>10</b>
1.1 DATA CENTER.....	10
1.1.1 INTRODUCCIÓN.....	10
1.1.2 PARTES DE UN DATA CENTER.....	11
1.1.3 FUNCIONAMIENTO DE UN DATA CENTER .....	11
1.2 DEFINICIONES PARA UN CORRECTO ANÁLISIS .....	11
1.2.1 MÉTODOS Y SUGERENCIAS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN DATA CENTER.....	12
1.3 NORMAS Y ESTÁNDARES .....	14
1.3.1 INTRODUCCIÓN.....	14
1.3.2 IMPORTANCIA .....	14
1.3.3 NORMATIVAS.....	15
1.3.4 NORMAS TIA PARA DISEÑO DE DATA CENTER .....	18
1.3.5 NORMAS PARA SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA.....	30
1.3.6 NORMAS PARA INSTALACIÓN Y MONTAJE.....	42
1.4 REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS E INSTALACIÓN.....	44
1.4.1 SISTEMA DE CIRCULACIÓN DE AIRE EN EL CENTRO DE DATOS 44	
1.4.2 EFECTOS DE LA TEMPERATURA SOBRE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS.....	47
1.4.3 SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO DE CENTROS DE DATOS .....	47
1.5 SISTEMAS DE RESPALDO DE ENERGÍA.....	49
1.5.1 UNINTERRUPTIBLE POWER SYSTEM (UPS).....	49
1.5.2 ATERRIZAMIENTO DE FUENTES DERIVADAS .....	50
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>52</b>
<b>2. ESTADO ACTUAL DEL DATA CENTER Y DE LA RED DE DATOS DE LA COOPCCP .....</b>	<b>52</b>

2.1	PLANOS AS-BUILT.....	52
2.1.1	PLANOS AS-BUILT ARQUITECTÓNICOS Y MOBILIARIO.....	53
2.1.2	PLANOS AS-BUILT ELÉCTRICOS .....	54
2.1.3	PLANO AS-BUILT DEL DATA CENTER.....	57
2.2	ANÁLISIS DE CARGA .....	57
2.2.1	ANÁLISIS DE CARGA EXISTENTE .....	58
2.2.2	MEDICIÓN DE CARGA .....	58
2.2.3	DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL DATA CENTER.....	63
2.3	ANÁLISIS Y MEDICIONES DE LA PUESTA A TIERRA.....	71
2.3.1	EQUIPO DE MEDICIÓN.....	71
2.3.2	MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.....	71
2.4	ANÁLISIS DEL SISTEMA AUXILIAR DE ENERGÍA .....	73
2.5	ANÁLISIS TERMODINÁMICO DEL DATA CENTER.....	74
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>77</b>
<b>3. DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y CERTIFICACIÓN DEL DATA CENTER.....</b>		<b>77</b>
3.1	GENERALIDADES .....	77
3.2	UBICACIÓN DEL DATA CENTER.....	77
3.2.1	CRITERIOS PARA UBICACIÓN DE DATA CENTER.....	77
3.2.2	REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL DATA CENTER.....	78
3.3	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	79
3.3.1	INSONORIZACIÓN DEL DATA CENTER .....	79
3.3.2	PISO FALSO.....	80
3.4	DISEÑO DE LA OBRA ELÉCTRICA .....	81
3.4.1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA NORMAL DATA CENTER.....	82
3.4.2	SISTEMAS CONTRA INCENDIOS .....	86
3.4.3	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN .....	88
3.4.4	SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA Y CONTROL DE ACCESO .....	89
3.4.5	RACK CERRADO PARA COMUNICACIONES Y SERVIDORES.....	91
3.5	DISEÑO DEL SPAT PARA EL DATA CENTER.....	92

3.5.1	PASO 1: DATOS DE CAMPO, ÁREA DE LA MALLA (A) Y RESISTIVIDAD DEL SUELO ( $\rho$ ).....	92
3.5.2	PASO 2: DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR.....	95
3.5.3	PASO 3: CÁLCULO DE VOLTAJE DE PASO Y VOLTAJE DE TOQUE TOLERABLES PARA EL CUERPO HUMANO.....	96
3.5.4	PASO 4: DISEÑO PRELIMINAR DE LA MALLA DE TIERRA.....	99
3.5.5	PASO 5: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA ESTIMADA DE LA MALLA ( $R_g$ ).....	99
3.5.6	PASO 6: DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE MÁXIMA ( $I_g$ )... ..	100
3.5.7	PASO 7: DETERMINACIÓN DE LA ELEVACIÓN DE POTENCIAL A TIERRA ( $G_{pr}$ ).....	101
3.5.8	DISEÑO, VERIFICACIÓN Y AUTENTIFICACIÓN DE LA MALLA A TIERRA A TRAVÉS DEL PROGRAMA ETAP.....	101
3.6	PUNTOS DE VOZ Y DE DATOS DE LA EDIFICACIÓN.....	105
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>107</b>
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>107</b>
4.1	ANÁLISIS DE LOS BENEFICIOS EN LA MODERNIZACIÓN DEL DATA CENTER.....	108
4.1.1	CONTROL DE ACCESOS Y MONITOREO.....	108
4.1.2	AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN.....	108
4.1.3	USO DE PISO FALSO.....	109
4.1.4	SISTEMA CONTRA INCENDIO.....	110
4.2	ANÁLISIS COSTO VS TECNOLOGÍA.....	110
4.2.1	INVERSIONES.....	110
4.2.2	INGRESOS POR AHORRO.....	112
4.2.3	SUPUESTOS DE LA PROYECCIÓN.....	113
4.2.4	DEPRECIACIONES MENSUAL Y ANUAL.....	114
4.2.5	VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	115
4.2.6	TASA DE DESCUENTO.....	116
4.2.7	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	116
4.2.8	RELACIÓN COSTO / BENEFICIO.....	117
4.3	ANÁLISIS DE CARGA ELÉCTRICA EN EL DATA CENTER.....	118
4.3.1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA UNIFICADO.....	119
4.3.2	UPS de 8kVA ONLINE.....	120
4.3.3	POWER DISTRIBUTION UNIT (PDU).....	120
4.4	ANÁLISIS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS.....	121
4.4.1	BREAKERS TERMOMAGNÉTICOS.....	121
4.4.2	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	122

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>123</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>124</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>128</b>
<b>5. ANEXO 1.....</b>	<b>128</b>
<b>6. ANEXO 2.....</b>	<b>129</b>
<b>7. ANEXO 3.....</b>	<b>130</b>
7.1 Efectos de la corriente por el cuerpo.....	130
<b>8. ANEXO 4.....</b>	<b>132</b>
8.1 Calculo del voltaje de paso tolerable para el ser humano. Considerando su peso de 70 kg. ....	132
<b>9. ANEXO 5.....</b>	<b>133</b>
9.1 Tensión de toque.....	133
<b>10. ANEXO 6.....</b>	<b>134</b>
10.1 Procedimiento para el diseño de un SPAT[10][14][44][37].....	134
10.2 Características constructivas de sistemas de puesta a tierra .....	138
10.2.1 Materiales principales utilizados para una malla a tierra .....	138
10.2.2 Construcción de un sistema de puesta a tierra.....	138
10.3 Ejemplo de los Aspectos Constructivos para un sistema de puesta a tierra	142
<b>11. ANEXO 7.....</b>	<b>145</b>
11.1 Configuraciones de aterrizajes de Ups .....	145
11.1.1 Configuración 1: UPS-bypass no aislado – servicio eléctrico “Y” .....	145
11.1.2 Configuración 2: UPS-bypass aislado – servicio eléctrico “Y” .....	146
11.1.3 Configuración 3: UPS-bypass no aislado – centro de distribución aislado	147
11.1.4 Configuración 4: UPS-bypass de 3 hilos – centro de distribución aislado	148
11.1.5 Configuración 5: UPS-bypass aislado – fuente de conexión delta .....	148
<b>12. ANEXO 8.....</b>	<b>149</b>

12.1	Analizador de carga, armónicos.....	149
12.2	Analizador de resistencia y resistividad del terreno.....	150
<b>13.</b>	<b>ANEXO 9.....</b>	<b>152</b>
<b>14.</b>	<b>ANEXO 10.....</b>	<b>154</b>
<b>15.</b>	<b>ANEXO 11.....</b>	<b>156</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Normas y Estándares aplicables al Data Center.....	16
Figura 2 Distancias máximas para el cableado horizontal [31][23].....	23
Figura 3 Outlet.....	24
Figura 4 Interconexión del cuarto de equipos.....	26
Figura 5 Equipos de telecomunicaciones .....	28
Figura 6 Cableado de sistemas de telecomunicaciones.....	28
Figura 7 Partes de un data center .....	29
Figura 8 Diagrama tensión de paso.....	33
Figura 9 Diagrama tensión de toque .....	33
Figura 10 Diseño diagrama de bloques procedimiento .....	35
Figura 11 Interconexión .....	36
Figura 12 Sistema de Puesta a Tierra (SPAT) .....	36
Figura 13 Protección del sistema en un solo punto.....	37
Figura 14 Interconexión de dos puntos del SPAT .....	37
Figura 15 Conexión SPAT – No cumple NEC .....	38
Figura 16 Conexión de SPAT – No cumple NEC .....	38
Figura 17 Impacto de rayo en los equipos por diferencias de potencial – No cumple NEC .....	39
Figura 18 Tipos errores de cableado – No cumple NEC.....	39
Figura 19 Recomendaciones prácticas para SPAT de DC-Alta frecuencia y equipos electrónicos .....	40
Figura 20 Sistema de tierra electrónica para sistemas AC radiales .....	40
Figura 21 Recomendación práctica para conexión a tierra empleando una malla cuando los requerimientos de construcción lo permiten.....	41
Figura 22 Diagrama de conexión a tierra[10][37][23] .....	41
Figura 23 Diseño de ventilación para servidores, con entrada de aire .....	45
Figura 24 Efectos de la temperatura sobre los equipos electrónicos.....	47
Figura 25 Aterrizamiento de fuentes derivadas[9].....	51
Figura 26 Indicador gráfico del proceso de obtención de información a seguir mediante planos AS-BUILT.....	53
Figura 27 Plano AS-BUILT arquitectónico y mobiliario del edificio COOCCP .....	54
Figura 28 Diagrama unifilar de la edificación.....	55
Figura 29 Transformador INATRA #116063 tipo convencional de 50 kVA.....	56
Figura 30 Plano AS-BUILT eléctrico del edificio COOPCCP.....	56

Figura 31 Plano AS-BUILT arquitectónico y eléctrico del centro de datos.....	57
Figura 32 Conexión del analizador a un sistema de distribución trifásico.....	58
Figura 33 Demanda máxima de la edificación en un día laborable.....	60
Figura 34 Demanda máxima de la edificación en un día sábado.....	61
Figura 35 Curva de carga por fase de un día laborable.....	62
Figura 36 Curva de carga por fase de un día laborable de aires acondicionados.....	62
Figura 37 Curva de carga por fase de un día laborable de aires acondicionados.....	63
Figura 38 Planos AS-BUILT arquitectónico mobiliario y eléctrico, indica ubicación de los TDS y TDR del Data Center.....	63
Figura 39 TDS- 2 trifásico, distribuye circuitos hacia UPS de 10kVA y 6kVA.....	65
Figura 40 Curva de carga por fase del TDS-2 en un día laborable.....	66
Figura 41 Curva de carga por fase del TDS-2 en un día laborable.....	67
Figura 42 Factor de Potencia del TDS-2 (Mediciones durante las 24 horas de un día laboral)..	67
Figura 43 Señal de flicker.....	68
Figura 44 Relación entre los límites de tolerancia de armónicos y armónicos en la red eléctrica del Data Center.....	71
Figura 45 Diagrama utilizado para la medición [10][44].....	72
Figura 46 Visualización de la malla existente y visualización del cobre desnudo sin utilización.....	72
Figura 47 Generador Marelli Motori.....	73
Figura 48 Tablero de Transferencia Automática (TTA).....	74
Figura 49 Split de pared de refrigeración de la parte de atrás de los rack.....	75
Figura 50 Split de pared de refrigeración de la parte delantera de los rack.....	75
Figura 51 Propuesta de diseño del nuevo Data Center.....	78
Figura 52 Puntos de soporte y anclaje de pilares metálicos.....	80
Figura 53 Soportes y estructuras metálicas.....	81
Figura 54 Montaje del piso flotante térmico.....	81
Figura 55 Diagrama unifilar para implementar el Data Center.....	83
Figura 56 Extensiones eléctricas en el Data Center.....	84
Figura 57 Distribución de equipos en el Data Center[23].....	85
Figura 58 Rack de servidores.....	91
Figura 59 Esquema de medición de la resistividad del suelo [10][44].....	94
Figura 60 Diagrama tensión de paso.....	97
Figura 61 Diagrama tensión de toque.....	98
Figura 62 Distribución de cable y varillas en un SPAT.....	99

Figura 63 Falla dentro de la plataforma con un sistema de neutro puesto a tierra.....	101
Figura 64 Datos de campo ingresados .....	102
Figura 65 Datos del cable para la malla a tierra .....	103
Figura 66 Datos finales para el diseño de la malla a tierra.....	104
Figura 67 Diseño final de la malla a tierra .....	104
Figura 68 Resultados del diseño de la malla a tierra.....	105
Figura 69 Beneficios, indicador financiero .....	116
Figura 70 Diagrama unifilar del nuevo Data Center .....	119
Figura 71 Diseño de una malla a tierra .....	143
Figura 72 Proceso de construcción de una malla a tierra, visualización del molde con la varilla de copperweld con el conducto sin aislamiento.....	143
Figura 73 Proceso de construcción de una malla a tierra con el chispero eléctrico.....	144
Figura 74 Visualización del soldado de la malla a tierra en su etapa final de construcción.....	144
Figura 75 Configuración 1: UPS-bypass no aislado – servicio eléctrico “Y” .....	145
Figura 76 Configuración 2: UPS-bypass aislado – servicio eléctrico “Y” .....	146
Figura 77 Configuración 3: UPS-bypass no aislado centro de distribución aislado “Y” .....	147
Figura 78 Configuración 4: UPS-bypass de 3 hilos – centro de distribución aislado .....	148
Figura 79 Configuración 5: UPS-bypass aislado – fuente de conexión delta.....	148
Figura 80 Equipo Earthground .....	151

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales parámetros utilizados para un correcto análisis eléctrico [9][10].....	12
Tabla 2 Tipo de cable reconocido con sus respectivas distancias.....	25
Tabla 3 Características de las TIER [32].....	27
Tabla 4 Valor típicos de la resistividad para superficies .....	32
Tabla 5 Temperaturas recomendadas para el funcionamiento de equipos informáticos. ....	46
Tabla 6 Carga instalada en la COOPCCP .....	59
Tabla 7 Parámetros de demanda y carga de la edificación para un día sábado .....	61
Tabla 8 Circuitos existentes en el TDS-1 .....	64
Tabla 9 Circuitos existentes en el TDS-2.....	65
Tabla 10 Parámetros de demanda y carga para un día laborable.....	66
Tabla 11 Características del aire acondicionado #1 .....	74
Tabla 12 Características del aire acondicionado #2.....	74
Tabla 13 Medidas registradas de resistividad del terreno .....	94
Tabla 14 Promedio de mediciones .....	95
Tabla 15 Datos para el cálculo .....	99
Tabla 16 Especificaciones de los puntos en la COOPCCP .....	105
Tabla 17 Inversiones fijas del proyecto.....	110
Tabla 18 Ingresos por ahorro.....	112
Tabla 19 Supuestos de proyección.....	113
Tabla 20 Depreciación mensual y anual .....	114
Tabla 21 Indicadores del proyecto.....	117
Tabla 22 Clasificación del Cable UTP <sup>y</sup> .....	128
Tabla 23 Evolución de las norma EIA/TIA[32] .....	129
Tabla 24 Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano .....	130
Tabla 25 Índice de parámetros de diseño .....	136
Tabla 26 Características del Fluke 435 [55].....	149
Tabla 27 Especificaciones de Medida EXTECH 382252 .....	151
Tabla 28 Límites de tolerancia de armónicos permisible según la regulación N°004/001 del CONELEC .....	152
Tabla 29 Armónicos en la red eléctrica del Data Center.....	152

# CAPÍTULO I

---

## 1. DISEÑO DE DATA CENTER

### 1.1 DATA CENTER

#### 1.1.1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día la sociedad se encuentra en un mundo globalizado y competitivo, por tanto, es indispensable avanzar con la tecnología para dar soluciones a requerimientos de forma gradual; con la finalidad de ayudar a personas con necesidades, solventando y proponiendo nuevas soluciones de vida.

Lograr la satisfacción de las personas ya sea en las áreas de ciencia, tecnología, y también en el competitivo mundo de negocios, considerando que el manejo de la información en las entidades es un factor de gran importancia como eje de desarrollo y a los distintos servicios que esta pueda solventar.

Un Data Center (Centro de Datos) es una solución práctica al problema del manejo de la información [1][2]. Se encuentra relacionado con una serie de normas y estándares, que garantizan un adecuado funcionamiento de cada uno de los elementos que se encuentren dentro del mismo.

Para el diseño de un Data Center, es necesario regirse por normas y estándares actuales las cuales ayuden a encaminar de manera adecuada un diseño vigente y eficiente de un data center. Se debe tener en cuenta los distintos factores que intervienen en el diseño como el tamaño y la cantidad de equipos que este Data Center albergará [3]; características del lugar físico; acceso del flujo de energía eléctrica; sistemas de refrigeración; políticas y mecanismos de seguridad ante cualquier plagio o hurto de información, seguridades contra incendios y tipo de cableado son algunos de los principales factores que son de principal importancia [4][5].

Cabe señalar que existen varias normas y estándares aplicables al Data Center, y cada una de ellas se aplica a los distintos sistemas que componen el mismo.

Debido a que un Data Center está compuesto por varios sistemas que se integran en un sólo producto, es necesario familiarizarse con las normas y estándares que deben ser aplicados en la etapa de diseño, así como también debe hacerse un análisis puntual y riguroso del edificio donde se instalará el Data Center.

### **1.1.2 PARTES DE UN DATA CENTER**

Los requerimientos varían entre cada uno, puesto que no son los mismos riesgos en cada uno además de variar su localización. Para lo cual se detalla los puntos importantes para nuestro Data Center.

- Sistema Eléctrico y de Datos
- Sistemas para prevenir y controlar incendios e inundaciones como drenajes y extintores.
- Vías de evacuación
- Puertas y pinturas ignífugas (para proteger contra el fuego)
- Aire acondicionado
- UPS (Sistema de alimentación de energía ininterrumpido)
- Pisos y techos falsos
- Instalación de alarmas
- Control de temperatura y humedad con avisos
- Cerraduras electromagnéticas
- Cámaras de seguridad o CCTV (Circuito cerrado de televisión)
- Detectores de movimiento
- Tarjetas de identificación
- Bitácoras de acceso manual y electrónicas
- Botón de apagado de emergencia EPO

### **1.1.3 FUNCIONAMIENTO DE UN DATA CENTER**

Un Data Center permite cubrir las necesidades de administración de la información, tanto de la exclusividad de la empresa o de las que se asemejen al Data Center; a las que se encuentre brindando un soporte, así también como a los miles de clientes que se encuentren conectados a través del Internet [6].

Los Data Center son esenciales para el procesamiento y almacenamiento de información, para ello las diferentes entidades: pública, privada, necesitan estar actualizados en todos sus ámbitos (técnicos, capacitaciones, seguridades, autonomías), para llegar a ser destacados de otras empresas, siendo extremadamente confiables, seguros y al mismo tiempo capaz de adaptarse al crecimiento de la empresa [7].

## **1.2 DEFINICIONES PARA UN CORRECTO ANÁLISIS**

Para un correcto y adecuado cálculo de carga eléctrica, existen varias definiciones que se encuentran directamente relacionadas con el desarrollo del proyecto, es por eso, que

se ve la necesidad de mencionarlas.

Referirnos a estos conceptos y presentar los datos adquiridos serán de gran utilidad y beneficio ya que sirven para una mejor comprensión y desarrollo de los estudios que se realicen.

En la Tabla 1 se detallan las definiciones de los principales parámetros utilizados en el proyecto [8].

**Tabla 1 Principales parámetros utilizados para un correcto análisis eléctrico [9][10]**

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS
<b>Energía</b>	Cantidad de energía que absorbe un equipo, durante un intervalo de tiempo determinado.
<b>Tipos de mediciones</b>	Corto plazo (semanal) Mediano plazo (semestral) Largo plazo (anual)
<b>Potencia Efectiva instalada</b>	Suma de los valores medidos de cada uno de los equipos del Data Center.
<b>Potencia Nominal instalada</b>	Suma de las potencia nominales (datos de placa) de cada uno de los equipos del Data Center.
<b>Carga obtenida</b>	Valor de carga absorbida por el sistema eléctrico, medida en un intervalo de tiempo determinado.
<b>Curva de carga</b>	Representación gráfica de los valores de obtenidos de la carga, en un intervalo de tiempo. Es útil para determinar factores como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potencia instalada.</li> <li>• Potencia requerida.</li> <li>• Dimensionamiento de conductores en las acometidas.</li> <li>• Sistemas de protección.</li> </ul>

### 1.2.1 MÉTODOS Y SUGERENCIAS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN DATA CENTER

Se hace referencia a una serie de sugerencias que no sólo se deben tener en cuenta en la construcción eléctrica de un Data Center, sino que deben ser consideradas en cualquier instalación eléctrica.

- Se debe evitar en todo instante :
  - ✓ Lesiones, quemaduras o en el peor de los casos la muerte de las personas.
  - ✓ Daños en equipos o pérdidas materiales.
  - ✓ Daños que afecte al ecosistema o al medio ambiente.

- Para mejorar el desempeño y en lo posible evitar los daños y accidentes mencionados anteriormente, se recomienda que las instalaciones eléctricas sean planeadas, diseñadas y construidas con las siguientes finalidades: [11][12][13]
  - ✓ Proteger y a su vez prevenir el contacto directo con los sectores que se encuentren energizados (partes vivas) de la instalación. Se recomienda utilizar distintos tipos de aislantes para prevenir accidentes.
  - ✓ Ausentar y en lo posible prevenir el contacto directo con los conductores (cables) expuestos, si se diera el caso de que se encuentre presente algún tipo de falla [10].
  - ✓ Prevenir el contacto indirecto o directo que se diera con barras energizadas o algún tipo de separación que se encuentre presente en las instalaciones.
  - ✓ Limitar la corriente que pueda pasar a través del cuerpo y que dicho valor sea inferior al choque eléctrico y también a uno de sobrecorriente.
  - ✓ Disponer de un sistema automático emergente en el cual active la desconexión de la alimentación, el cual sea en un período de tiempo que permita limitar y no causar el choque eléctrico o una sobrecorriente, en un caso de que se diese el contacto indirecto.
  - ✓ En lo posible evitar el efecto térmico, eliminando en su totalidad la ignición de materiales inflamables debido a altas temperaturas presentes en el medio ambiente al que se encuentra sometido o a los arcos eléctricos.
  - ✓ Ser precavidos y minuciosos en el momento de manipular y utilizar los distintos sistemas de protecciones contra las sobrecorrientes para evitar temperaturas excesivas electromecánicas.
  - ✓ Manejar de una mejor forma la corriente de falla o de fuga de tal manera que no exista percances, sin que alcance la temperatura máxima o superiores permisibles en los conductores.
  - ✓ Instalar y mantener en constantes revisiones los distintos métodos de puesta y unión a tierra para un despeje adecuado de corrientes de falla, en especial si se presenta un contacto indirecto, eliminación de sobrevoltaje o sobrecorrientes presentes por descargas atmosféricas, electricidad estática, fallas presentes en equipos de operación de los equipos de interrupción o bien por fallas entre partes vivas de los circuitos alimentados a tensiones diferentes [14].
  - ✓ Evitar a todo instante y tener presente de no sobrecargar los circuitos instalados a una planeación o prácticas inadecuadas [15].

Teniendo presente estas recomendaciones en la etapa de diseño, se logrará implementar una instalación eléctrica segura y eficiente.

### **1.3 NORMAS Y ESTÁNDARES**

#### **1.3.1 INTRODUCCIÓN**

Las normas y estándares vigentes para los Data Centers tienden a ser de gran utilidad por su contenido ya que son una guía técnica y fundamental a la cual muchos técnicos hacen referencia por la serie de ventajas y beneficios que traen cuando son empleadas correctamente en la implementación de los Centros de Datos.

Las normas y estándares son expuestas por varias empresas privadas y públicas con la finalidad de ayudar con el manejo y desarrollo de los centros de datos y comunicación ya sean estos internos como también externos. Este tipo de normas y estándares tienen un período de vigencia no más de 15 años puesto a que la tecnología avanza día a día y tienden a ser obsoletos o a no satisfacer las necesidades, por ello es importante la periódica actualización y la implementación de las mismas con el fin de efectivizar los requerimientos de los usuarios y la agilidad en los distintos sistemas de comunicación o de datos en los que se encuentren en el Data Center [16][17].

Las normas y estándares son analizadas y estudiadas cautelosamente, puesto que al ser una guía de construcción e implementación tienen que ser de gran utilidad sin afectar o degradarse de anteriores versiones expuestas por los protagonistas y teniendo como meta el desarrollo de las comunicaciones.

Se hace mención a las normas que se encuentran en vigencia y que llevan consigo el desarrollo de las necesidades que se puedan presentar en un sistema de comunicaciones, es decir, se llega a determinar el uso de una norma de acuerdo a las necesidades a las que se deba enfrentar [7].

Existen varias normas y estándares que deben ser tomadas en cuenta para un Data Center, cada una de ellas consta de diferentes características y distintos métodos de empleo los cuales tendrán que ser observados detenidamente con la finalidad de satisfacer las necesidades como son: transporte de datos, eficiencia en la comunicación, reducción de equipos obsoletos, monitoreo de equipos ubicados en un solo sitio [18].

#### **1.3.2 IMPORTANCIA**

Es importante la aplicación de las normas eléctricas tanto en la planificación, diseño y construcción de un sistema eléctrico para obtener un adecuado funcionamiento con el fin de evitar grandes peligros y cuantiosas pérdidas materiales o peor vidas humanas [19]. Los principales riesgos eléctricos pueden resumirse en los siguientes aspectos:

- Corrientes de choque.
- Temperaturas Excesivas.

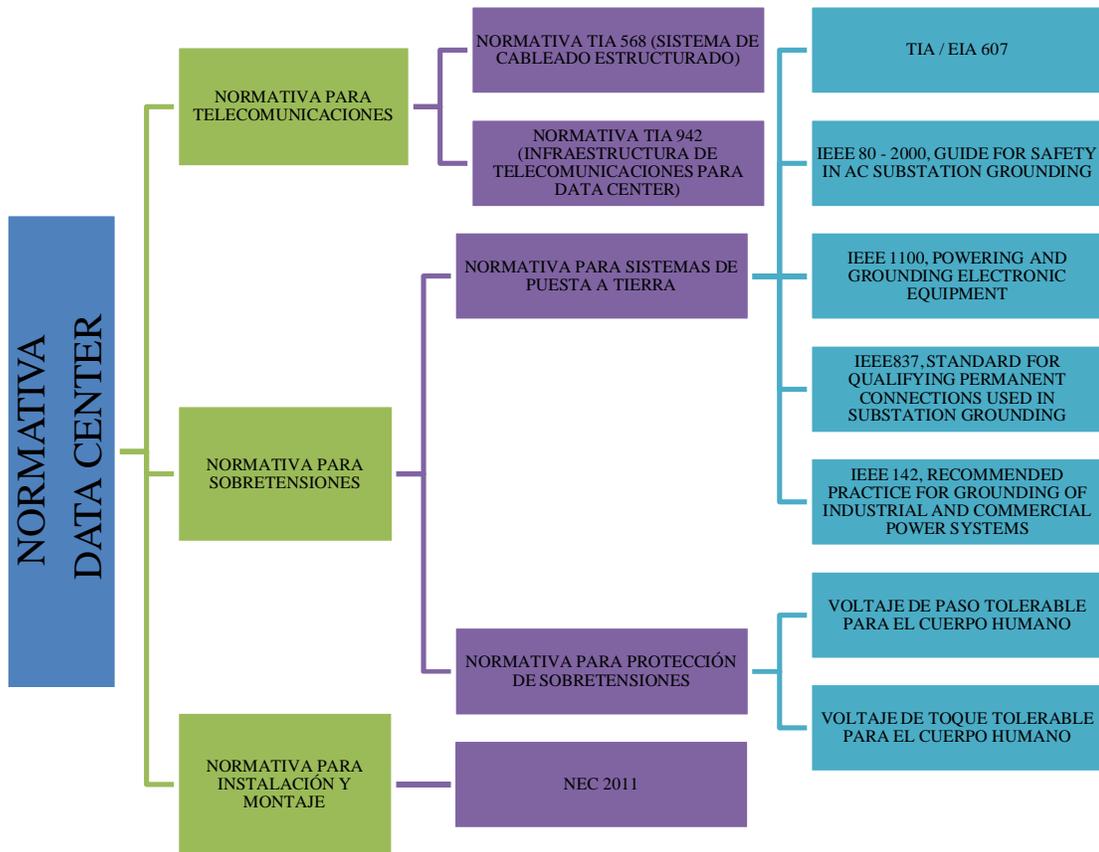
Y para ello hay que evitar la presencia de este tipo de fallas y se recomienda de forma preventiva el uso de elementos de protección apropiados contra:

- Sobretensiones.
- Sobrecorrientes.
- Corrientes de Falla.
- Choques eléctricos.
- Efectos Térmicos [20].

### **1.3.3 NORMATIVAS**

Existen muchas normas eléctricas nacionales como internacionales las cuales hacen mención a un adecuado flujo eléctrico que ayudan a mantener la vida útil de los equipos de telecomunicación y a su vez el Data Center como son: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)(Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos), American Society for Testing and Materials (ASTM), Empresa Eléctrica Quito (EEQ); las cuales nos ayudan a conducir la energía eléctrica sin afectaciones ya que se provee de un suministro de energía eléctrica que alimentará el Data Center y que por ello tiende a presentar una serie de inconvenientes técnicos en los equipos ya sea de alimentación como también de protección. Para ello se citan algunos reglamentos de gran importancia [21].

En la siguiente figura se clasifica las normativas y estándares aplicables en el diseño de un data center.



**Figura 1 Normas y Estándares aplicables al Data Center<sup>1</sup>**

- IEEE Std. 80-2000, Guide for Safety in AC Substation Grounding (Guía para la Seguridad en la AC de tierra para S/E), La 3<sup>ra</sup> edición de esta guía. En la cual, los puntos principales son: una forma simplificada para el cálculo de las tensiones de paso y de toque, los cambios en los criterios de seguridad, los efectos de las varillas de tierra, las ecuaciones para el cálculo de la resistencia de la red (malla a tierra), la división actual entre los caminos de tierra disponibles, el tamaño de los conductores de diversos materiales, y la discusión de los modelos de suelo multicapa.
- IEEE Std. 1100-2005, Powering and Grounding Electronic Equipment (Encendido y Puesta a Tierra Para Equipos Electrónicos), Esta norma indica los mejores consejos para la conexión de un sistema de puesta a tierra para los equipos electrónicos que son utilizados en aplicaciones comerciales e industriales. Dichas prácticas descritas están enfocadas a mejorar el rendimiento

<sup>1</sup> Fuente: Propia del Autor

de los equipos, manteniendo una instalación segura. Se presentan los equipos de protección de energía recomendados y cableado y puesta a tierra del sistema de prácticas de diseño. La información sobre la protección de la alimentación del sistema de telecomunicaciones, así como de conexión a tierra, conexión a tierra del sistema industrial, y el control del ruido está incluido.

- IEEE Std. 837-2002, Standard for Qualifying Permanent Connections Used in Substation Grounding (Norma para homologar Conexiones Permanentes empleadas en tierra para subestaciones), Esta norma tiene como fin el satisfacer la necesidad de la normalización de la terminología y los requisitos de prueba para conexiones a tierra permanentes utilizados en subestaciones. Esta norma en particular se refiere especialmente a los conectores que se utilizan en el sistema de red, conectores utilizan para unir los cables a tierra el sistema de red, y la conexión que se utilizan para unir la tierra lleva a los equipos y estructuras.
- IEEE Std. 142-2007, Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems (Práctica recomendada para la conexión a tierra de sistemas de energía industriales y comerciales). Por lo contrario en esta norma nos indica los inconvenientes de puesta a tierra en el sistema, como puede ser la conexión Tierra – Neutro, como también se diferencia las ventajas y desventajas de las puestas a tierra frente a los sistemas sin conexión a tierra. Se da información sobre cómo poner a tierra el sistema, en el que el sistema debe estar conectado a tierra, y cómo seleccionar el equipo para el terreno de los circuitos neutros. Los fundamentos de hacer la interconexión de un sistema de conductor de puesta a tierra entre los aparatos eléctricos y las varillas de tierra, tuberías de agua, estructuras, sistemas que no pertenecen a la parte eléctrica. Los problemas de electricidad estática - la forma en que se genera, qué procesos pueden producirlo, cómo se mide y qué se debe hacer para prevenir su generación o para drenar las cargas estáticas a tierra para tratar de evitar chispas.
- National Electrical Code (Código Nacional Eléctrico); es más conocido comúnmente como NEC – 2011, esta norma fue creada en Estados Unidos de América. Es una guía práctica para la construcción de sistemas eléctricos ya sean industriales, comerciales o domésticos. Esta guía ha sido elaborada y ha sido actualizada teniendo presente la Edición 50ª del Código Nacional Eléctrico. Desde su creación en 1896 cuando un grupo de 23 representantes de diferentes organizaciones se reunieron. Con la finalidad de desarrollar un código nacional de normas para la construcción y operación eléctrica.
- “IEC 60364-1:2005, Low-voltage electrical installations – Part1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions, esta norma está

dedicada a las instalaciones eléctricas de baja tensión”<sup>2</sup>, en la cual especifica los fundamentos que se debe tener presente, las evaluaciones de características generales y por lo cual las definiciones. Esta norma, junto a otras normas expuestas por la IEC, en la cual se enfocan en la “protección contra peligros que fueron ocasionados en los edificios ante el consumo de la electricidad”<sup>3</sup> [22].

El propósito fundamental de la aplicación de las normas y estándares es garantizar la seguridad a personas y equipos que se encuentren sujetos a un Data Center.

### **1.3.4 NORMAS TIA PARA DISEÑO DE DATA CENTER**

Las normas de la Telecommunications Industry Association (TIA) y la Electronic Industries Association (EIA), ayudan a garantizar un adecuado funcionamiento de los sistemas de comunicación de un Data Center [1] [23].

#### **1.3.4.1 La TIA y sus Normas**

La TIA y la EIA son organizaciones especializadas que dictan normas y estándares que resultan ser una guía teórica y práctica que tienen como fin ayudar el desempeño del cableado estructurado y los fines que se asemejan a las tecnologías [4].

Estas normas son actualizadas cada determinado tiempo con la finalidad de seguir el paso a los avances tecnológicos. Tienen un periodo de vigencia que no puede exceder los 15 años.

#### **1.3.4.2 Reseña Histórica**

La Asociación de la Industria de Comunicaciones Computacionales (CCIA) solicito que la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA) desarrollará este modelo necesario junto con la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA). En junio de 1991 se publicó la primera versión del estándar como EIA/TIA 568, donde se establecen las pautas a seguir para la ejecución del cableado estructurado. En agosto del mismo año se publicó un Boletín de Sistemas Técnicos TSB-36 con especificaciones adicionales para cables de categorías superiores a las Categorías 3 y 5 de UTP.

En agosto de 1992 se publica el boletín TSB-40, en el cual indica las especificaciones adicionales tomadas en cuenta para la transmisión y la conexión de cables UTP, en dicho documento indica las diferentes especificaciones y las divide por “Categorías” del

---

<sup>2</sup> IEC - International Electrotechnical Commission - Comisión Internacional de Electro tecnologías.

<sup>3</sup> IEC SC (Standards Committee – Comité de Normas) 64 – Electrical Installations and Protection against

cable UTP, como también los elementos a utilizarse para la interconexión entre: conectores, módulos, y sistemas acordes. También describe los métodos y técnicas empleadas para la medición de dichas especificaciones, es decir que fue publicado enfocándose a categorías superiores de equipo conector de UTP. En enero de 1994 el TSB-40 fue corregido y ahora trataba más detalladamente sobre los cables de conexión provisional UTP y esclarecía los requerimientos de prueba de los conductores hembra modulares UTP [24][25][26] .

La implementación de estos sistemas de cableado durante el proceso de instalación o como también en el proceso de remodelación son relativamente más baratos y a su vez esto implica la disminución de interrupciones que después de ocupado el edificio. Es importante conocer las especificaciones de los cables UTP para utilizarlo de acorde a nuestras necesidades, para ello lo detallamos a continuación:

#### **1.3.4.3 Especificaciones de los Cables UTP**

La especificación 568ACommercialBuildingWiringStandard de la asociación Industrias Electrónicas e Industrias de las Telecomunicaciones (EIA/TIA) especifica el tipo de cable UTP que se utilizará en cada situación y construcción.

El cable par trenzado más conocido como UTP, es uno de los medios más empleados para la transmisión de redes inteligentes en redes de conmutación de circuitos (redes telefónicas), así como también tiene gran difusión en las redes LAN de computadoras.

La clasificación depende de la velocidad y transmisión. Para lo cual lo detallamos en la Tabla 22 en el ANEXO 1.

#### **1.3.4.4 Estándares TIA/EIA**

El desarrollo implantado por las distintas asociaciones como la TIA y la EIA, ayudan a desarrollar mejores métodos de cableado para edificios, con la finalidad primordial de desarrollar un sistema de cableado uniforme para apoyar los productos de múltiples expuestos por los fabricantes y entornos.

Para un cableado estructurado según los estándares TIA/EIA, es una guía técnica y eficaz que definirán la forma de diseñar, construir y la correcta administración de un sistema de cableado que es estructurado, lo que significa que el sistema está diseñado en bloques que carecen de características de rendimiento específicos. Los bloques se integran de manera jerárquica para crear un sistema de comunicación unificado [1][25][27].

Por ejemplo, el grupo de trabajo que se especializa en LAN, que es una red de cobertura pequeña, limitada a una planta o a un edificio, representa un bloque con los requerimientos de menor rendimiento que el bloque de red troncal, que requiere un cable de alto rendimiento de fibra óptica en la mayoría de los casos.

Las estaciones de trabajo y los ordenadores personales en oficinas normalmente están conectados a una red LAN, lo que permite que los usuarios envíen y reciban archivos como también acceso a los archivos y datos, cada computador conectado a una LAN se conoce como nodo [28].

En las normas actuales se recomienda el uso del cable de fibra óptica, monomodo o multimodo, aunque también se puede hacer uso de cables: Shielded Twisted Pair (STP) *“se trata de cables en el que los conductores van trenzados formando parejas, y cada pareja cubierta por una capa metálica que hace las veces de pantalla electromagnética”*<sup>4</sup>, es decir, un par trenzado con blindaje; o Unshielded Twisted Pair(UTP) *“este cable en la actualidad se han consolidado como el medio de conexión de redes locales LAN debido a su bajo coste, y su estandarización ha permitido agruparlos en cinco categorías (uno y dos para voz, y de tres a cinco para datos) que cubren las necesidades de los subsistemas de cableado horizontal, siendo lo usual que el cable manguera empleado en el enlace incluya ocho hilos conductores que forman cuatro pares trenzados”*<sup>5</sup>, es decir, la unión de dos conductores aislados y entrelazados [27].

#### **1.3.4.5 Estándar TIA/EIA 568**

Conforme avanza la tecnología, ha sido posible la aparición de servicios que hasta hace unos años atrás eran algo inimaginables. En cuanto a lo que concierne a las telecomunicaciones y la informática, resulta posible utilizar la transferencia de información de datos, o a su vez, la conexión con diferentes servidores a grandes distancias, obteniendo beneficios particulares como el uso del correo electrónico, así como también una serie de servicios necesarios como telefonía, telefonía IP, FAX. Sin embargo, para poder disponer de estas prestaciones en cada uno de los puestos de trabajo en el edificio se hace necesario disponer, de un correcto equipamiento (hardware y software), y para ello es necesario tener un sistema de cableado acorde a las necesidades de los usuarios [25][26][27].

---

<sup>4</sup> Comunicaciones de Entorno Industrial, Joan Domingo P. – Juan Gámiz C. – Antoni Grau i Saldes – Herminio Martínez G., Primera Edición Oct. 2003, Editorial UOC, Capítulo II Comunicación Digital, Pág. 41-42.

<sup>5</sup> Ídem 4.

En los servicios expuestos anteriormente se adjunta avances permanentes de nuevos productos y servicios, con requerimiento de etapas modernas y diferentes, resulta claro entender que se deben realizar nuevos diseños de cableado para los edificios de oficinas, con la finalidad mantener los servicios implementados, y permitir la adición de nuevos servicios que puedan aparecer en el futuro inmediato.

#### **1.3.4.5.1 Estándar TIA/EIA 568-A**

En octubre de 1995, la norma 568 fue sometida a modificaciones y sustituida por la norma TIA/EIA 568-A, que constaba también de partes mejoradas explícitamente en los boletines TSB-36 y TSB-40 [24].

En esta norma se dedica más a la forma en que regula todo lo que es concerniente a sistemas de cableado estructurado para los edificios comerciales, financieros, que ayuden al desempeño laboral beneficiando a los sistemas de telecomunicaciones.

La norma garantiza que cada uno de los sistemas se encuentre en un correcto funcionamiento en el cual se ejecuten de acuerdo a la norma, estarán sujetas a todas las aplicaciones de telecomunicaciones vigentes y futuras con un lapso de tiempo mínimo de 15 años que es lo primordial. Posteriormente, la ISO (International Organization for Standards) y el IEC (International Electrotechnical Commission) fue adoptada bajo el nombre de ISO/IEC DIS11801 (1994). Haciéndola extensiva a Europa (que ya había adoptado una versión modificada, la CENELEC TC115) y el resto del mundo.

Haciendo referencia a todas las características expuestas anteriormente podemos resumir el propósito de la norma y el campo en el cual puede ser aplicado la misma:

Algunos campos de aplicaciones más conocidos del Estándar TIA/EIA 568-A, se los denota a continuación:

- Los requerimientos mínimos directamente para un cableado que va hacer usado en telecomunicaciones dentro de un ambiente oficinista.
- Distancias (pueden utilizarse las expuestas por el fabricante) y a su vez también las topologías.
- Los parámetros de medios de comunicación que determinen un adecuado funcionamiento.
- A todo tiempo disposiciones de conexión y sujeción para asegurar una adecuada interconexión.

Cabe indicar que la vida productiva de todos los sistemas de telecomunicaciones por conductor (cable) debe estar otorgado por más de 10 años. Es decir, que los fabricantes

de telecomunicaciones, son quienes tienen que garantizar o asegurar la calidad de sus productos al menos durante los próximos diez años desde que se emitió la norma, y por ende todos los nuevos productos que surgirán, podrán soportarse en los sistemas de cableado que se diseñen en la actualidad de acuerdo a la norma en que se encuentre vigente.

#### **1.3.4.5.2 Propósito del Estándar TIA/EIA 568-A**

- Las Normas TIA/EIA fueron creadas como solución de un país, pero se hicieron Internacionales, puesto que, fueron las primeras en ser creadas.
- Establecer y en lo posible estandarizar un cableado genérico para uso de las telecomunicaciones para respaldar un ambiente multiproveedor.
- Un propósito primordial al que se pretende llegar es de proteger las inversiones realizadas por el cliente para los próximos 10 años como mínimo.
- Dar a conocer un criterio de ejecución y técnico para diferentes configuraciones de sistemas de cableados [25][26][27].

En la Tabla 23 denotada en el ANEXO 2 se detalla la evolución de las normas EIA/TIA, junto con sus características principales [27].

#### **1.3.4.6 Subsistemas de Cableado Estructurado**

La norma Estándar TIA y sus derivaciones dividen el cableado estructurado en siete subsistemas, donde cada uno de ellos tiene una variedad de cables y productos diseñados para proporcionar una solución adecuada para las diferentes instancias, los elementos que lo componen son:

- Subsistema de Cableado Horizontal
- Área de Trabajo
- Subsistema de Cableado Vertical
- Cuarto de Telecomunicaciones
- Cuarto de Equipos
- Cuarto de Entrada de Servicios
- Subsistema de Administración [29][30].

##### **1.3.4.6.1 Subsistema de Cableado Horizontal**

Este sistema incorpora el sistema de cableado que se extiende desde el área de trabajo de telecomunicaciones hasta el cuarto de telecomunicaciones y está compuesto por:

### A) Cableado Horizontal

Es el medio de transmisión que se encarga de llevar la información la información de los usuarios hasta los correspondientes equipos de telecomunicaciones, el cable UTP debe tener un máximo de 90 m independientemente del tipo a utilizar, y se considera un margen de 10 m para ser utilizado dentro del área de trabajo y el cableado dentro del cuarto de telecomunicaciones como lo podemos observar en la Figura 2.

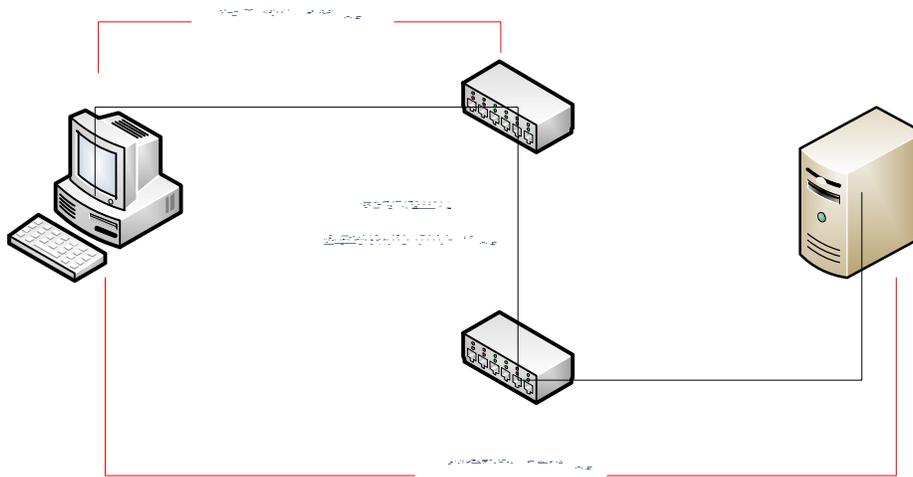


Figura 2 Distancias máximas para el cableado horizontal [31][23]

### B) Terminaciones Mecánicas

Conocidos como regletas o paneles (patch panels) que sirven para la interconexión del cableado horizontal con otros dispositivos de red. Un ejemplo son los switches que son arreglos de conectores RJ-45, que se los usa para realizar conexiones cruzadas entre los equipos activos y el cableado horizontal. En el mercado vienen en presentaciones de 12, 24, 48, 96 puertos.

### C) Cables Puente

Se los conoce como los patch cords que son los que se conectan en los diferentes equipos del Data Center, los cuales tienen conectores a cada extremo como se puede observar en la Figura 2, son de longitud variable pero hay que tomar en cuenta que sumada a la del cable horizontal y al área de trabajo no debe ser mayor a 100 m.

### D) Puntos de acceso

Sirven para la salida de telecomunicaciones u Outlets, estos deben proveerá los menos dos puertos uno de voz y otro de datos como pueden ser observados en la Figura 3.



Figura 3 Outlet<sup>6</sup>

### E) Puntos de Transmisión

Más conocidos como puntos de consolidación donde un cable se conecta a otra de otro tipo cuando el cableado horizontal se conecta con cables especiales para debajo de las alfombras. Existen dos tipos:

- **Toma multiusuario:** Es un outlet con varios puntos de acceso, es decir un outlet para varios usuarios.
- **CP:** Es una conexión intermedia del cableado horizontal con un pequeño cableado que traen muchos muebles modulares.

#### 1.3.4.6.2 Área de Trabajo

Es el espacio físico donde el usuario toma contacto con los diferentes equipos de escritorio como computadores, teléfono, impresoras, y demás equipos de trabajo de una oficina.

Se extiende desde un outlet hasta el equipo de la estación, el cableado en este subsistema es simple puesto que comúnmente cambiamos de lugar los equipos por eso el cableado no debe ser mayor a 3 m [25][26][27].

#### 1.3.4.6.3 Subsistema de Cableado Vertical

También conocido como backbone cuyo objetivo es brindar interconexiones entre el cuarto de entrada de servicios, el cuarto de equipos y cuarto de telecomunicaciones.

La interconexión se la realiza con topología estrella ya que cada cuarto de telecomunicaciones se debe enlazar con el cuarto de equipos, se permite dos niveles de jerarquía ya que varios cuartos de telecomunicaciones pueden enlazarse a un cuarto de interconexión intermedia y luego éste se interconecta con el cuarto de equipo.

---

<sup>6</sup> CONECTIS, Redes y Sistemas de Cableado, 2009

En la Tabla 2 observamos los medios que se reconocen para el cableado vertical con sus respectivas distancias permitidas entre el cuarto de equipos y el cuarto de telecomunicaciones permitiendo un cuarto intermedio [26][27].

**Tabla 2 Tipo de cable reconocido con sus respectivas distancias<sup>7</sup>**

Medio	Aplicación	Distancia (metros)
<b>100 UTP o STP</b>	Datos	90
<b>100 UTP o STP</b>	Voz	800
<b>Fibra Monomodo 8,3/125 um.</b>	Datos	3000
<b>Fibra Multimodo 62,5/125 um.</b>	Datos	2000

#### **1.3.4.6.4 Cuarto de Telecomunicaciones**

Es el lugar donde se termina el cableado horizontal y se origina el cableado vertical, por lo que contiene componentes como los patch panels, así como pueden tener equipos activos de la LAN como los switches.

Estos componentes son alojado en los racks o gabinetes, conformados de un armazón metálico de 19 pulgadas de ancho con agujeros en las columnas a intervalos regulares llamados unidades de rack (RU) para el anclaje de los equipos.

#### **1.3.4.6.5 Cuarto de Equipos**

Es el lugar donde se ubican los equipos de telecomunicaciones tales como centrales telefónicas, routers, switches y equipos de cómputo como servidores de datos o video, así como también incluyen áreas de trabajo para el personal encargado de la supervisión y correcto funcionamiento de estos equipos [25][26][27].

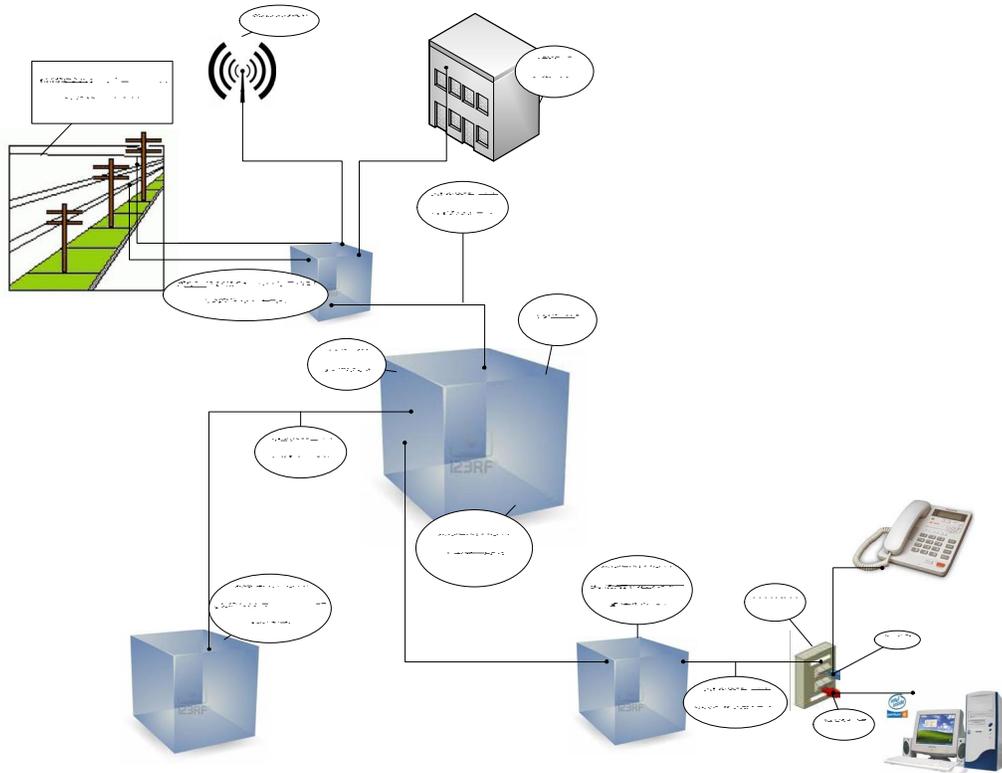
#### **1.3.4.6.6 Cuarto de Entrada de Servicios**

Es el lugar donde se encuentra la acometida de telecomunicaciones es decir es el punto donde el cableado interno deja el edificio y sale al exterior. Es llamado punto de demarcación pues en el terminan los servicios que brinda un proveedor es decir que pasado este punto, el cliente es responsable de proveer los equipos y cableado necesario para dicho servicio, así como su mantenimiento y operación [25][26][27].

---

<sup>7</sup> CONECTIS, Redes y Sistemas de Cableado, 2009

El cuarto de entrada también recibe el back bone que conecta al edificio a otros en situaciones de sucursales. La interconexión del cuarto de equipos se puede observar en la siguiente figura.



**Figura 4 Interconexión del cuarto de equipos<sup>8</sup>**

#### **1.3.4.6.7 Subsistema de Administración**

Está compuesto por todo lo que permita organizar los cuartos de equipos, armario de telecomunicaciones y la acometida. A esta categoría pertenecen:

- Patch Cords.
- Jumper.
- Marcación de los componentes con equipos especiales para esto.
- Adaptadores.
- Organizadores de cableado [27].

---

<sup>8</sup> CONECTIS, Redes y Sistemas de Cableado, 2009

### 1.3.4.7 Estándar TIA-942 (Telecommunication Infrastructure Standard for Data Centers)

El estándar TIA- 942 incluye un Anexo informativo sobre los Grados de Disponibilidad (Tier) con los que pueden clasificarse los Data Centers. Estos Tiers están basados en información desarrollado por el Uptime Institute, un consorcio dedicado a proveer a sus miembros las mejores prácticas y benchmarks para mejorar la planificación y gerenciamiento de Data Centers.

Las principales características de las categorías TIER se resumen en la Tabla 3.

**Tabla 3 Características de las TIER [32]**

<b>TIER I</b>	Ruta única para sistemas de energía y ventilación. Sin redundancia eléctrica y en componentes. Sin piso elevado. Susceptible a interrupciones de actividades, planificadas o no planificadas. Disponibilidad 99.67% 28, 8 horas anuales de downtime.
<b>TIER II</b>	Ruta única para sistemas de energía y ventilación. Componentes redundantes N+1. Piso elevado. Menos susceptible a interrupciones en comparación al TIER I. Disponibilidad del 99.75%. 22.0 horas anuales de downtime.
<b>TIER III</b>	Múltiples rutas para sistemas de energía y ventilación (sólo una activa). Componentes redundantes N+1. Permite cualquier modificación de diseño y mantenimiento sin interrupciones de las actividades operativas. Disponibilidad del 99.98%. 1,6 horas anuales de downtime.
<b>TIER IV</b>	Sistema de energía y ventilación distribuido. Componentes redundantes Mínimo N+1. Todo el hardware debe tener fuentes de energía redundante. Soportar como máximo una falla no planificada, o evento, con impactos en la pérdida de datos no críticos. Disponibilidad del 99.99%. 0,4 horas anuales de downtime.

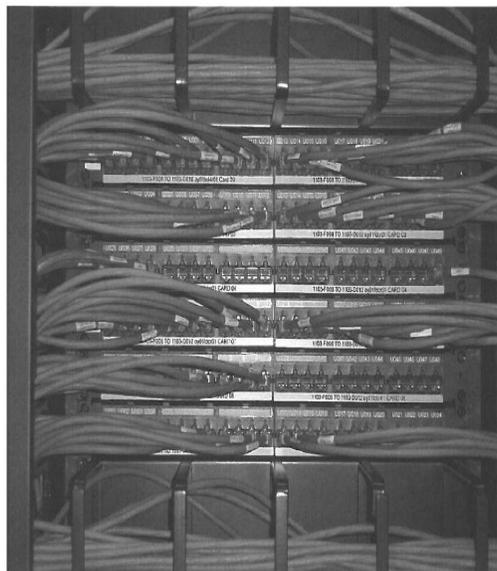
### 1.3.4.8 Sistemas de comunicación y Data Center

#### 1.3.4.8.1 Equipos de comunicación

Equipos electrónicos para el funcionamiento de la operación de sistemas de telecomunicaciones para la transmisión de audio, videos, datos. (Por ejemplo: convertidores, inversores y baterías) y equipo de soporte técnico (Computadoras)



**Figura 5 Equipos de telecomunicaciones<sup>9</sup>**



**Figura 6 Cableado de sistemas de telecomunicaciones<sup>10</sup>**

---

<sup>9</sup> ANSI/BICSI 002-2011, Data Center Design and Implementation Best Practices, Tampa : American National Standard, 2011 Pág. 252.

<sup>10</sup> ANSI/BICSI 002-2011, Data Center Design and Implementation Best Practices, Tampa: American National Standard, 2011 Pág. 253.

### 1.3.4.8.2 Data Center

Centro de almacenamiento o centro nervioso de toda empresa, construido con un ambiente apropiado y seguro, en el cual se albergan los servidores, equipos de telecomunicaciones y los sistemas de almacenamiento de las instituciones. Los centros de datos son centros de misión crítica que demandan la más alta disponibilidad y funcionamiento.

Con la creciente demanda de alta densidad generada por los diferentes tipos de servidores y la convergencia de las diversas tecnologías es cada vez más crítico el diseño de centro de datos sea profesional, basado en estándares internacionales considerando criterios de diseño, como son los pasillos fríos. En la figura siguiente se muestra un data center en el cual se describen todas las partes.

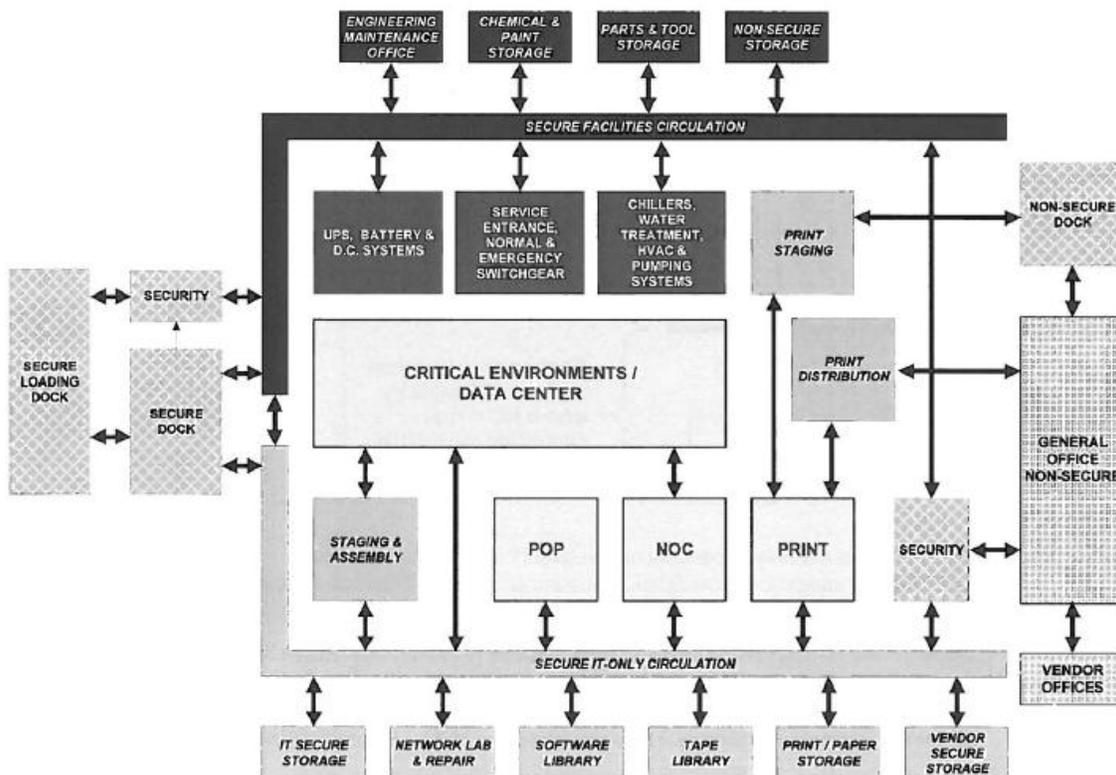


Figura 7 Partes de un data center<sup>11</sup>

<sup>11</sup> ANSI/BICSI 002-2011, Data Center Design and Implementation Best Practices, Tampa: American National Standard, 2011 Pág. 25.

### 1.3.5 NORMAS PARA SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Es necesaria la construcción de un sistema de puesta a tierra, para lo cual nosotros nos referimos a normas las cuales encaminen nuestro requerimiento para un adecuado funcionamiento de telecomunicaciones. Entre las más importantes recalamos las normas: ANSI/TIA/EIA 607, IEEE Std. 80, IEEE Std. 1100 estas normas especifican el diseño de una malla a tierra, consideraciones de construcción y conexiones e de sistemas de tierra de los equipos de telecomunicaciones. Los sistemas de conexión a tierra son parte fundamental de las instalaciones eléctricas debido a su gran influencia en la estabilidad de la red ya sean de comunicaciones, potencia, instrumentación o medición, la puesta a tierra tiene un parámetro característico denominado resistencia a tierra este es un indicador de un adecuado funcionamiento de los equipos.

El principal objetivo de los **Sistemas de Puesta a Tierra (SPT)**, es precautelar la seguridad de los seres vivos, así como de los equipos, con el fin de proporcionar un camino directo para las corrientes de falla, manteniendo los voltajes de toque y de paso en valores tolerables por el cuerpo humano, conectando los sistemas a tierra limitamos las sobretensiones eléctricas, transitorios en la red o contacto accidental con líneas de alta tensión [10].

Así como también, un buen manejo de los SPT brinda protección para los equipos sensibles como son las computadoras. Los SPT se diseñan normalmente para cumplir dos normas de seguridad, a estas funciones las denotamos a continuación:

- **Establecer conexiones equipotenciales**, es decir toda estructura que puede ser tocada por una persona se conecte a través de conductores, pues la mayoría de los equipos en las edificaciones comerciales se encuentran a través de ductería metálica provocando un peligro, al estar una pequeña parte del cable desnudo y entrar en contacto con la ductería esta quedaría también, la conexión eléctrica es para asegurar que, si tal falla ocurriese entonces el potencial sobre todas las estructuras metálicas conductoras expuestas sea virtualmente el mismo. En otras palabras, la conexión eléctrica iguala el potencial en el interior del local, de modo que las diferencias de potencial resultantes son mínimas. De este modo, se crea una plataforma equipotencial.

En nuestros hogares la conexión a tierra garantiza que al existir una falla entre la cubierta metálica y un conductor al tocar una persona la cubierta en un instante de falla, la instalación debe garantizar que la persona no sufra un choque eléctrico [10][14].

- **Garantizar en la presencia de una falla a tierra que las corrientes que se originen puedan retornar a la fuente de una manera controlada**, hay que

tomar en cuenta que la conexión a tierra no es de capacidad infinita e impedancia nula. Por lo cual se debe establecer que las conexiones a tierra tengan una impedancia baja de modo que por esta pueda fluir la suficiente corriente de falla a tierra para que operen de una manera adecuada los dispositivos de protección que harán actuar la operación de los interruptores o fusibles y poner fin al flujo de corriente [33].

Hay que tomar en cuenta que neutro no es lo mismo que tierra pues al neutro lo utilizamos como regreso de la línea de alimentación, en cambio la línea de tierra es la que utilizamos para conexión de los equipos eléctricos hacia la malla de puesta a tierra, con fin de precautelar la seguridad de las personas y equipos.

#### **1.3.5.1 Efectos de la corriente por el cuerpo**

Los efectos que puede tener la corriente eléctrica en el cuerpo humano establecida en orden de incremento de la magnitud de corriente y el tiempo de duración del contacto son:

- El umbral de percepción.
- Contracción muscular.
- Insensibilidad.
- Fibrilación del corazón.
- Obstrucción del nervio respiratorio y quemaduras [34][35].

En el ANEXO 3 se describe con mayor detalle los efectos de la corriente en el cuerpo humano.

#### **1.3.5.2 Causas de Accidentes Eléctricos.**

Los accidentes por efecto eléctrico son el resultado de una serie de acciones erróneas, por ende es importante recalcar un adecuado manejo de equipos al igual que método de concientización hacia las personas. Considerando que en muchos accidentes fueron causados personas que desconocen del peligro que puede generar la mala manipulación de la electricidad, para ello algunas de las causas pueden ser originadas por:

- Exceso de confianza.
- Fallas técnicas.
- Fallas humanas.
- Falta de prevención.
- Imprudencia.

- Ignorancia [36].

### 1.3.5.3 Resistividad del Terreno

Las técnicas para medir la resistividad del suelo son esencialmente la misma sea cual sea la finalidad de la medición. Sin embargo, la interpretación de los datos registrados puede variar considerablemente, especialmente donde se encuentran suelos con resistividades no uniformes. La complejidad adicional causada por los suelos no uniformes es común, y en pocos casos son las resistividades del suelo constantes al aumentar la profundidad.

La resistividad del suelo es un parámetro de diseño. Mediante la medida de la resistividad del suelo se puede determinar el sitio idóneo para la construcción de la malla de tierra. Para determinar la resistividad del suelo se procede a realizar mediciones del suelo mediante un equipo de medición. En la Tabla 4 se detalla los valores típicos de resistividad del suelo.

**Tabla 4 Valor típicos de la resistividad para superficies<sup>12</sup>**

Number	Description of surface material (U.S. state where found)	Resistivity of sample $\Omega \cdot m$	
		Dry	Wet
1	Crusher run granite with fines (N. C.)	$140 \times 10^6$	1300 (groundwater, 45 $\Omega \cdot m$ )
2	1.5 in (0.04 m) crusher run granite (Ga.) with fines	4000	1200 (rain water, 100 W)
3	0.75–1 in (0.02–0.025 m) granite (Calif.) with fines	—	6513 (10 min after 45 $\Omega \cdot m$ water drained)
4	#4 (1–2 in) (0.025–0.05 m) washed granite (Ga.)	$1.5 \times 10^6$ to $4.5 \times 10^6$	5000 (rain water, 100 $\Omega \cdot m$ )
5	#3 (2–4 in) (0.05–0.1 m) washed granite (Ga.)	$2.6 \times 10^6$ to $3 \times 10^6$	10 000 (Rain water, 100 $\Omega \cdot m$ )
6	Size unknown, washed limestone (Mich.)	$7 \times 10^6$	2000–3000 (groundwater, 45 $\Omega \cdot m$ )
7	Washed granite, similar to 0.75 in (0.02 m) gravel	$2 \times 10^6$	10000
8	Washed granite, similar to pea gravel	$40 \times 10^6$	5000
9	#57 (0.75 in) (0.02 m) washed granite (N.C.)	$190 \times 10^6$	8000 (groundwater, 45 $\Omega \cdot m$ )
10	Asphalt	$2 \times 10^6$ to $30 \times 10^6$	10 000 to $6 \times 10^6$
11	Concrete	$1 \times 10^6$ to $1 \times 10^{9(a)}$	21 to 100

<sup>12</sup> IEEE Std 80-2000, Guide for Safety in AC Substation Grounding, NY: IEEE Power Engineering Society, 2000 Pág. 52.

<sup>(a)</sup>Hormigón, secado en horno. Los valores para el hormigón curado al aire pueden ser muchos menores debido al contenido de humedad.

### 1.3.5.4 Voltajes de paso tolerable para el cuerpo humano

La tensión de paso es el potencial que se localiza entre los pies de una persona cuando estos se encuentran separados a una distancia de 1 m y se presenta una falla eléctrica en el sistema. La siguiente figura muestra la distribución de corriente según la IEEE Std 80-2000.

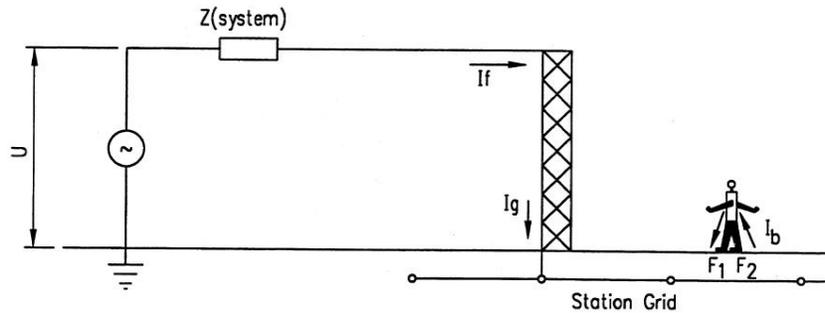


Figura 8 Diagrama tensión de paso<sup>13</sup>

### 1.3.5.5 Voltaje de toque tolerable para el cuerpo humano

La tensión de contacto es el potencial que se localiza entre los pies y la mano de una persona cuando esta permanece en contacto con una estructura metálica y los pies se encuentran a una distancia de 1m de la estructura en presencia de una falla eléctrica en el sistema. En la siguiente figura se muestra la distribución de corriente según la norma IEEE Std 80-2000.

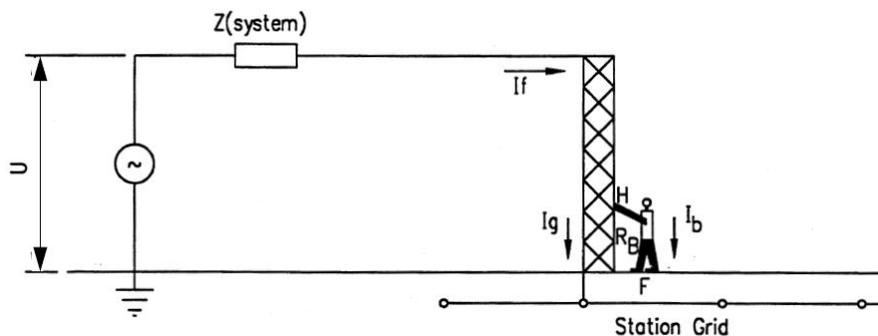


Figura 9 Diagrama tensión de toque<sup>14</sup>

<sup>13</sup> IEEE Std 80-2000, Guide for Safety in AC Substation Grounding, NY: IEEE Power Engineering Society, 2000 Pág. 19.

### 1.3.5.6 Procedimiento para el diseño de puesta a tierra [10]

En principio, un diseño de conexión a tierra de seguridad tiene los dos objetivos siguientes:

- a) Proporcionar medios para llevar a las corrientes eléctricas en la tierra, en condiciones normales y de fallo sin sobrepasar cualquier límite de operación y los equipos o lesiva de la continuidad del servicio.
- b) Para asegurar que una persona en las proximidades de las instalaciones conectadas a tierra no está expuesto al peligro de descarga eléctrica crítico.

Un enfoque práctico para la puesta a tierra a salvo de este modo las preocupaciones y se esfuerza por lograr el control de la interacción de dos sistemas de puesta a tierra, de la siguiente manera:

- La planta intencional, que consiste en electrodos de tierra enterrados a cierta profundidad por debajo de la tierra de superficie.
- La planta accidental, creado temporalmente por una persona expuesta a un gradiente de potencial en las proximidades de una instalación de puesta a tierra.

El diagrama de bloques de la siguiente figura ilustra las secuencias de pasos para diseñar la rejilla de tierra. Los parámetros que se muestran en el diagrama de bloques se identifican en el índice se presenta en la Tabla 25 ubicada en el ANEXO 6.

---

<sup>14</sup> IEEE Std 80-2000, Guide for Safety in AC Substation Grounding, NY: IEEE Power Engineering Society, 2000 Pág. 17

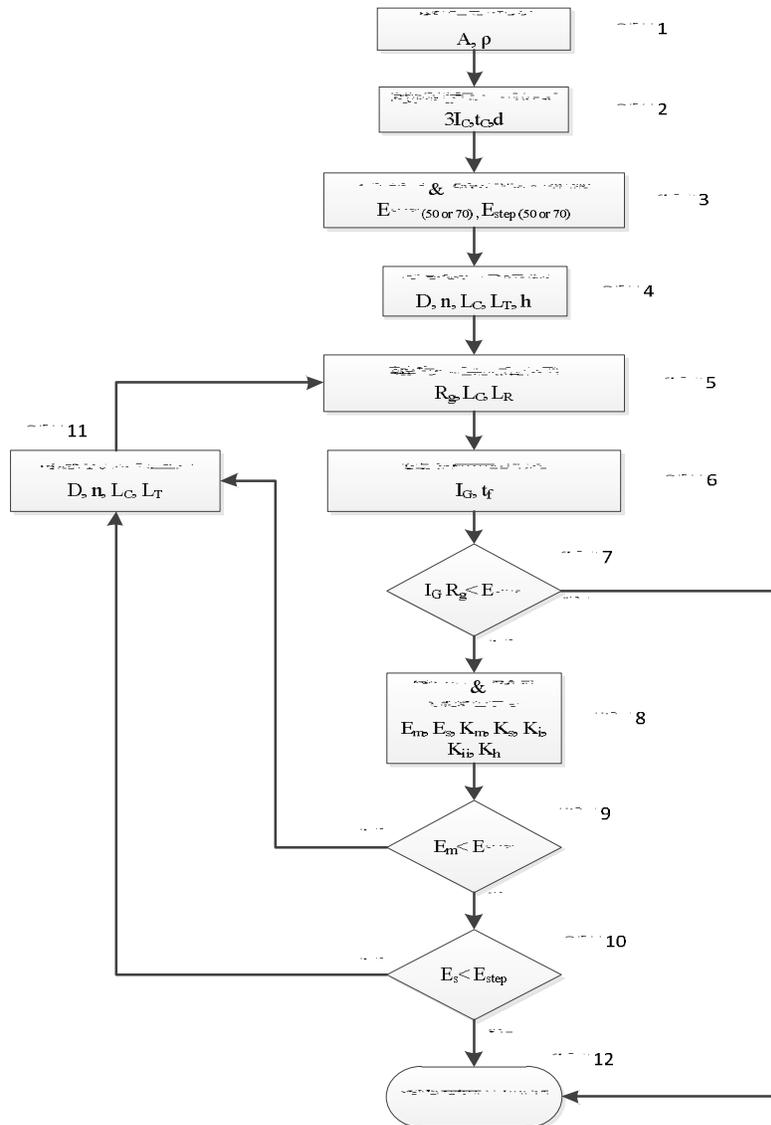


Figura 10 Diseño diagrama de bloques procedimiento<sup>15</sup>

En el ANEXO 6 se detalla el Procedimiento para el diseño de un SPAT, al igual que las Características constructivas de sistemas de puesta a tierra expresados por la norma IEEE 80.

### 1.3.5.7 Interconexión de sistemas de puesta a tierra

Las normas utilizadas para aterrizaje de equipos eléctricos son la NEC [9], IEEE Std. 142 [37], IEEE Std. 80 [10], IEEE Std. 1100 [14]. La siguientes figuras se muestra

<sup>15</sup> IEEE Std 80-2000, Guide for Safety in AC Substation Grounding, NY: IEEE Power Engineering Society, 2000 Pág. 92.

como se debe realizar la interconexión entre tierra y neutro en un sistema de distribución para alimentar una carga.

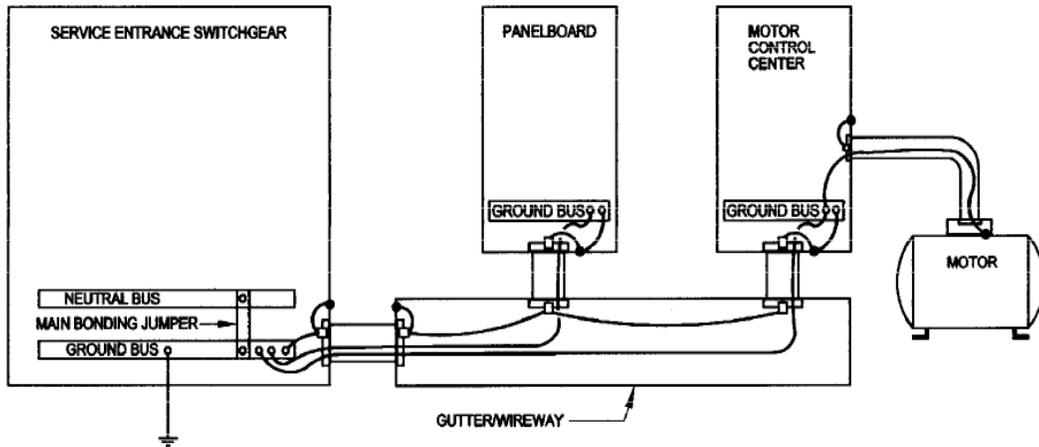


Figura 11 Interconexión<sup>16</sup>

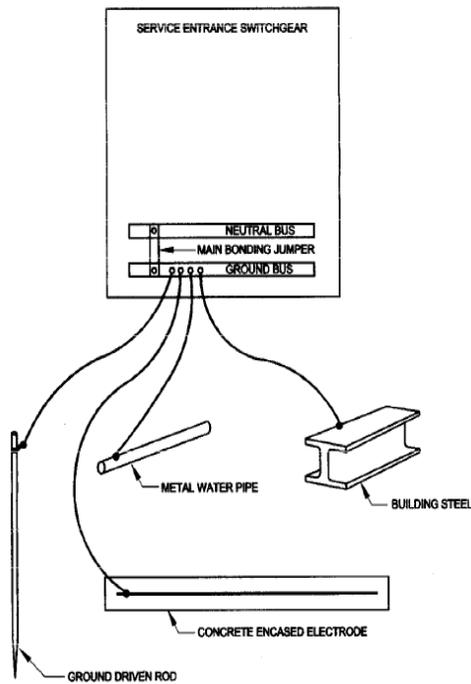


Figura 12 Sistema de Puesta a Tierra (SPAT)<sup>17</sup>

<sup>16</sup> IEEE Std 1100-2005, Powering and Grounding Electronic Equipment, NY: IEEE Power Engineering Society, 2005 Pág. 124.

<sup>17</sup> IEEE Std 1100-2005, Powering and Grounding Electronic Equipment, NY: IEEE Power Engineering Society, 2005 Pág. 125

El principal criterio considerado por las normativas de sistemas de puesta a tierra y descargas atmosféricas es la interconexión que debe mantenerse en los sistemas de puesta a tierra, con el fin de evitar diferencias de potencia entre mallas a tierra. De esta manera se dispone de un sistema equipotencial garantizando seguridad para los equipos eléctricos y electrónicos. En la Figura 13 y Figura 14 se muestra la conexión de varios equipos eléctricos y electrónicos a tierra. La forma adecuada de conexión de puesta con el fin de no tener diferencias de potencial entre SPT es la siguiente [14].

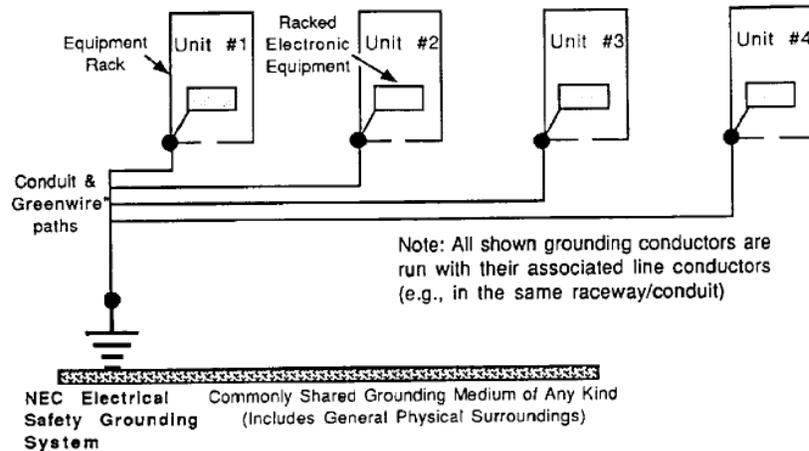


Figura 13 Protección del sistema en un solo punto<sup>18</sup>

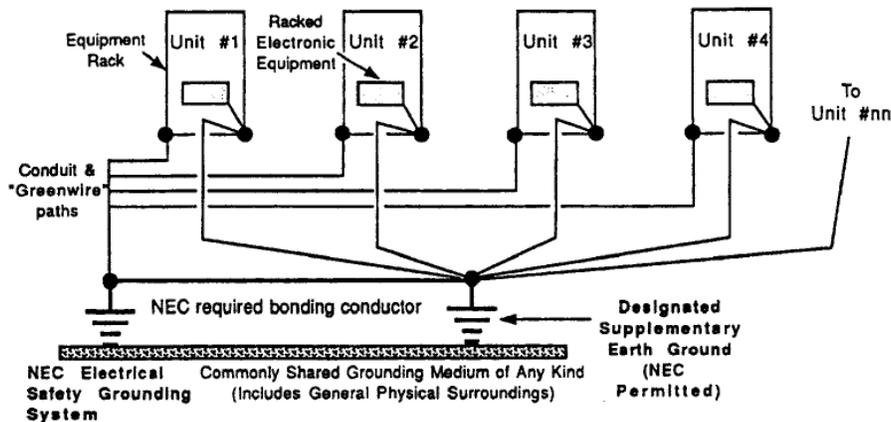


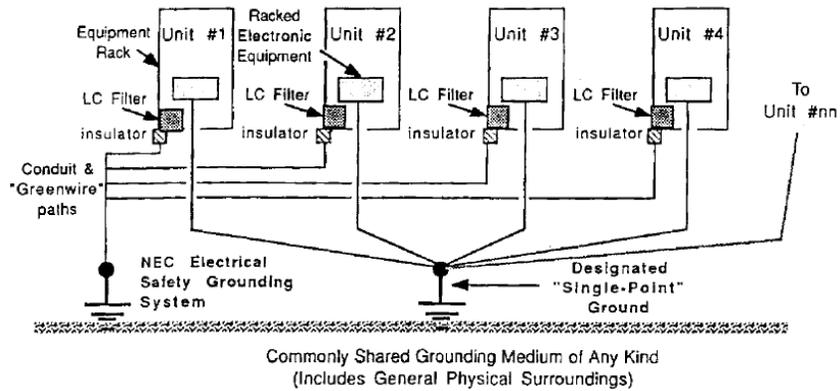
Figura 14 Interconexión de dos puntos del SPAT<sup>19</sup>

En la Figura 15 y Figura 16 se muestra la conexión de los mismos equipos de manera incorrecta, debido a que la conexión de puesta a tierra se lo realiza en dos diferentes

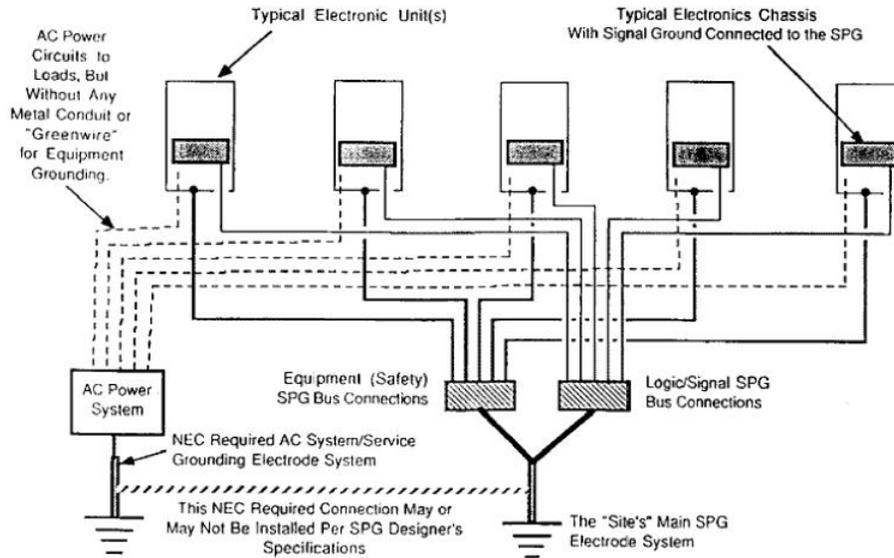
<sup>18</sup> IEEE Std 1100-2005, Powering and Grounding Electronic Equipment, NY: IEEE Power Engineering Society, 2005 Pág. 130

<sup>19</sup> IEEE Std 1100-2005, Powering and Grounding Electronic Equipment, NY: IEEE Power Engineering Society, 2005 Pág. 131

puntos, provocando diferencias de potencial en el sistema cuando se produzca una falla o una descarga atmosférica.



**Figura 15 Conexión SPAT – No cumple NEC<sup>20</sup>**



**Figura 16 Conexión de SPAT – No cumple NEC<sup>21</sup>**

En la Figura 17 se muestra la diferencia de potencial que se provoca por la descarga atmosférica al encontrarse con un sistema de puesta a tierra aislado. La diferencia de potencial causa daños en los equipos eléctricos.

<sup>20</sup> IEEE Std 1100-2005, Powering and Grounding Electronic Equipment, NY: IEEE Power Engineering Society, 2005 Pág. 132

<sup>21</sup> Ídem 20

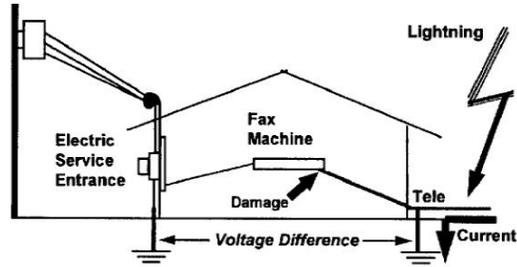


Figura 17 Impacto de rayo en los equipos por diferencias de potencial – No cumple NEC<sup>22</sup>

En la siguiente figura se muestra tres errores típicos en el cableado de tableros, tomacorrientes y carga el momento de su instalación. Error 1: Conexión de neutro a tierra inapropiada en el interior del panel board debido a que el tablero de servicio de entrada está siendo usado como un panel interior. Error 2: Conexión reversa entre neutro y tierra en el tomacorriente. Error 3: Inapropiada conexión entre neutro y tierra en la carga (Podría ocurrir que cuando la carga tiene una conexión opcional o cuando el dispositivo conectado N-G falla)

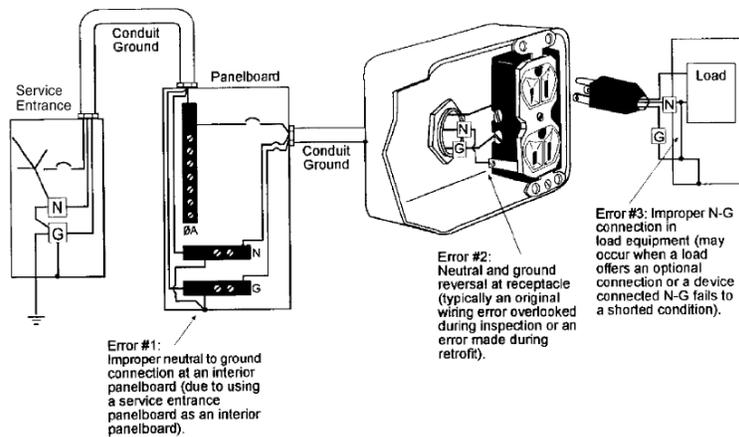
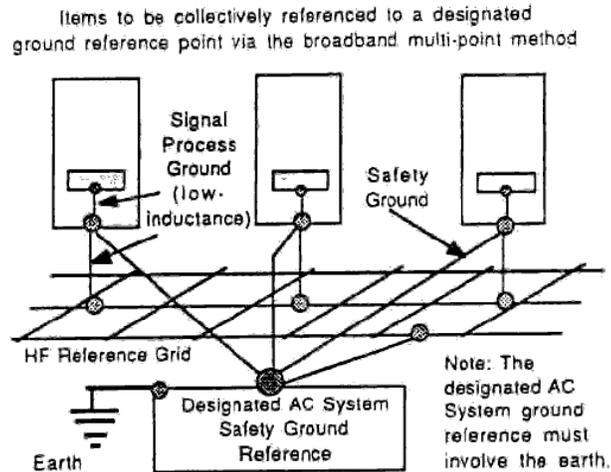


Figura 18 Tipos errores de cableado – No cumple NEC<sup>23</sup>

En la siguiente figura se muestra la conexión de puesta a tierra para equipos con alta frecuencia, el cual dispone de una malla de referencia para la conexión de dichos equipos electrónicos. Esta malla de alta frecuencia debe ir interconectada con la malla general del sistema con el fin de disponer un sistema de puesta a tierra equipotencial.

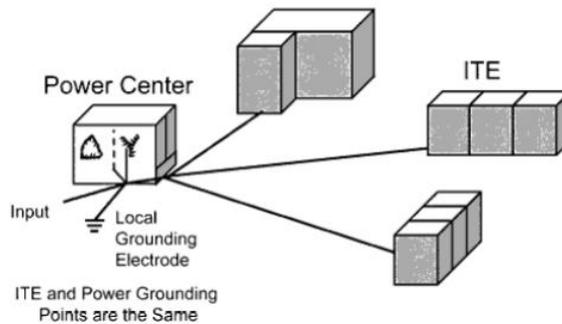
<sup>22</sup> IEEE Std 1100-2005, Powering and Grounding Electronic Equipment, NY: IEEE Power Engineering Society, 2005 Pág. 36

<sup>23</sup> IEEE Std 1100-2005, Powering and Grounding Electronic Equipment, NY: IEEE Power Engineering Society, 2005 Pág. 37



**Figura 19** Recomendaciones prácticas para SPAT de DC-Alta frecuencia y equipos electrónicos<sup>24</sup>

En la Figura 20 se muestra la interconexión de equipos hacia una única malla de tierra electrónica ubicada en el centro de carga, con el fin de disponer de un sistema equipotencial.



**Figura 20** Sistema de tierra electrónica para sistemas AC radiales<sup>25</sup>

En la Figura 21 se muestra una malla a tierra para conexión de todos los equipos. Esta malla a tierra es construida cuando la obra civil lo permite, o se lo planifica junto con la construcción de la obra civil. Adicional los equipos están interconectados entre ellos mediante una conexión física desde el centro de carga para garantizar un sistema de tierra equipotencial.

<sup>24</sup> IEEE Std 1100-2005, Powering and Grounding Electronic Equipment, NY: IEEE Power Engineering Society, 2005 Pág. 139

<sup>25</sup> IEEE Std 1100-2005, Powering and Grounding Electronic Equipment, NY: IEEE Power Engineering Society, 2005 Pág. 144

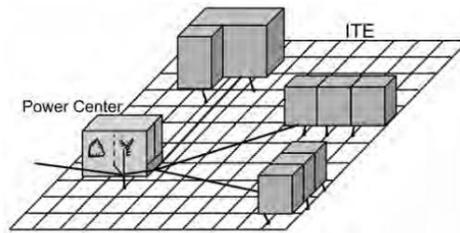


Figura 21 Recomendación práctica para conexión a tierra empleando una malla cuando los requerimientos de construcción lo permiten<sup>26</sup>

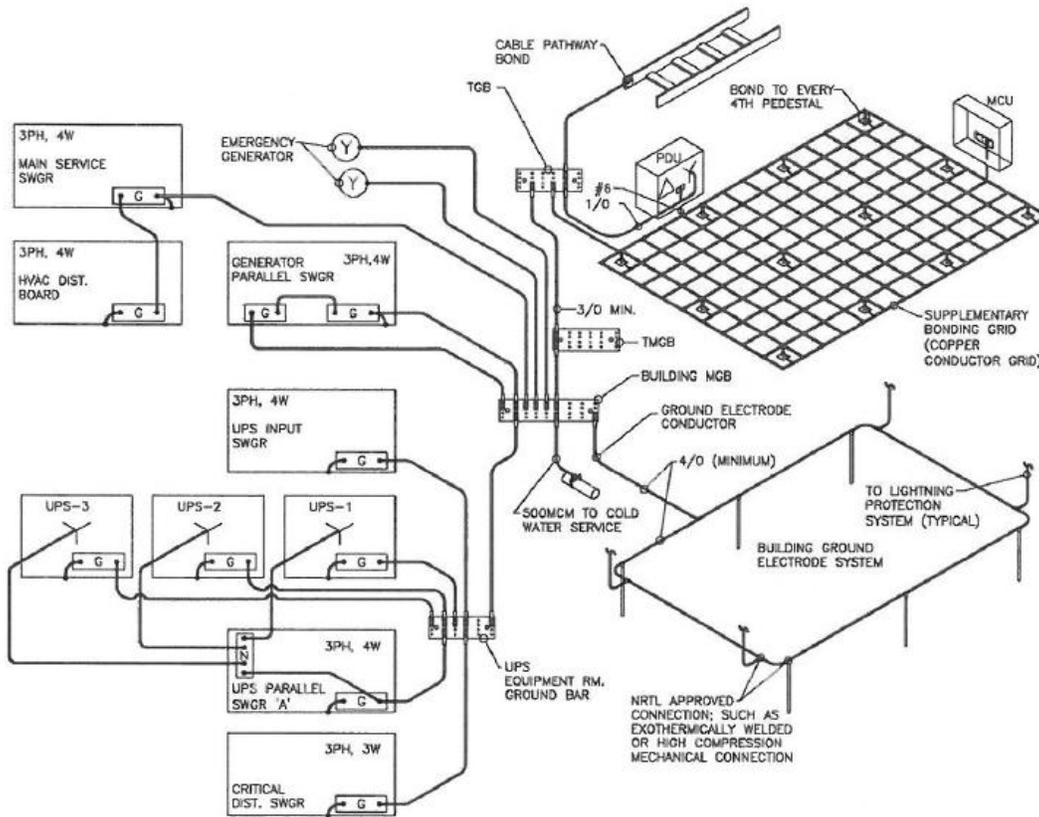


Figura 22 Diagrama de conexión a tierra[10][37][23]

Para mayor detalle de construcción de un sistema de puesta a tierra, se recomienda revisar la IEEE 837. En la cual indica los aspectos constructivos y las consideraciones para la construcción de la misma.

<sup>26</sup> IEEE Std 1100-2005, Powering and Grounding Electronic Equipment, NY: IEEE Power Engineering Society, 2005 Pág. 145

## **1.3.6 NORMAS PARA INSTALACIÓN Y MONTAJE**

### **1.3.6.1 Estándar IEEE 837 para las conexiones permanentes de clasificación utilizadas en tierra para subestaciones**

Esta norma nos indica el método de conexión que se debe considerar para garantizar las conexiones a tierra de una subestación. Tiende también a indicar el método de conexión desde la malla a tierra a la red. Tiende también a indicar el método de conexión desde la malla a tierra a la red. Y a su vez los conectores que sirven para unir la tierra a los diferentes equipos y estructuras.

### **1.3.6.2 Estándar NEC 2011 National Electric Code (Código Nacional Eléctrico)**

Este código en su edición 50ª, con el propósito de difundir información y opiniones entre los afectados por el fuego como también preservar la seguridad eléctrica.

Al ser una guía de desarrollo y construcción eléctrica la NEC está compuesta por varios artículos. Para los cuales denotaremos algunos de ellos que evidencia la construcción de edificaciones y de Data Centers.

#### **1.3.6.2.1 Artículo 645: Equipos de Tecnología Informática**

En dicho artículo da a conocer sobre las máquinas, la alimentación y las características del conductor (cable), interconexión de cables para los equipos y la conexión de los mismos hacia la malla a tierra y sistemas de tecnología de la información, incluyendo las unidades terminales, en una sala de equipos de tecnología de la información [9].

#### **1.3.6.2.2 Artículo 725, Artículo 727: Montaje de Bandejas**

Dichos artículos especifica y dan a conocer las especificaciones de uso, montaje y construcción de las bandejas (canaletas conocidas comúnmente) de instrumentación para su aplicación en circuitos de instrumentación y control que operan no más de 600 voltios. Al igual indica las recomendaciones que se deben considerar para el montaje de bandejas.

Como complemento también se da a conocer el artículo 727 que permite a un método de cableado alternativo para los circuitos que no excedan de 5 amperios y 150 voltios (para los niveles superiores de voltaje y corriente se recomienda tener una distancia de separación, una estructura de separación o se separe en bandejas de acuerdo al nivel de voltaje) [9].

### **1.3.6.2.3 Artículo 770, Cables de Fibra Óptica y Canalizaciones**

El presente artículo es recomendado para la instalación de cables de fibra óptica y la trayectoria a la cual debe estar sujeta para no tener ningún tipo de inconveniente en el momento de enviar – recibir las señales.

*El artículo también permite el desarrollo ordenado y el uso de la tecnología de fibra óptica en combinación con conductores eléctricos para las comunicaciones, señalización y circuitos de control en lugar de conductores metálicos. El cable de fibra óptica más común utilizado en edificios es no conductor.*

*Debido a que no se ven afectadas por el ruido eléctrico, los cables de fibra óptica pueden ser deseables en algunas circunstancias para transmitir datos u otras comunicaciones en donde el ruido eléctrico es un problema. Cables de fibra óptica pueden ser no conductores, o pueden contener conductores eléctricos.<sup>27</sup>*

### **1.3.6.2.4 Artículo 830: Sistemas de comunicaciones de banda ancha impulsado por la Red**

En este artículo se denota una guía, la cual cubre los sistemas de comunicaciones de banda ancha de potencia que proporcionan una combinación de voz, audio, video, datos y servicios interactivos a través de una unidad de interfaz de red.

Como también el artículo cubre los circuitos de comunicaciones de banda ancha de la red con alimentación, que ofrecen una amplia gama de servicios de suscripción, incluyendo voz, datos (como el acceso a internet), servicios interactivos, y las señales de televisión [9].

### **1.3.6.2.5 Supresor de transientes.**

Son dispositivos electrónicos con la principal función de proteger equipos electrónicos sensibles a Transientes de voltaje o energías de muy corta duración pero de niveles de voltaje altos. Generalmente estos voltajes son entre 1 a 2 veces el valor RMS.

Los transientes pueden ser generados por dos causas:

- **Origen externo.-** Las transientes de origen externo (sobretensiones) son obtenidas principalmente por descargas eléctricas tipo atmosférico.

---

<sup>27</sup> NEC 2011, Artículo 770 — Optical Fiber Cables and Raceways, Pág. 1113

- **Origen Interno.-** Por lo contrario las transientes de origen interno, son ocasionadas por sobretensiones generadas por la operación de maniobras y conmutación.

## 1.4 REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS E INSTALACIÓN

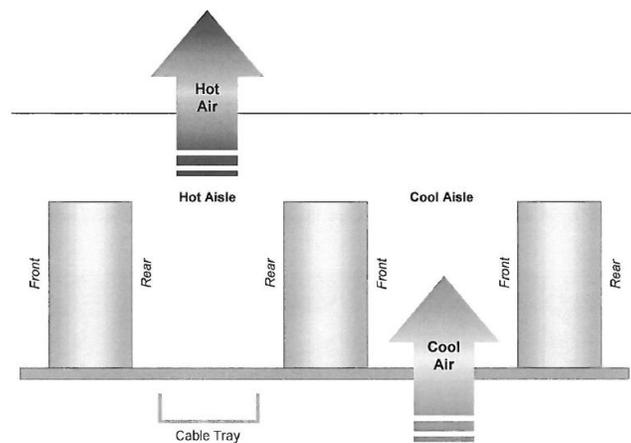
### 1.4.1 SISTEMA DE CIRCULACIÓN DE AIRE EN EL CENTRO DE DATOS

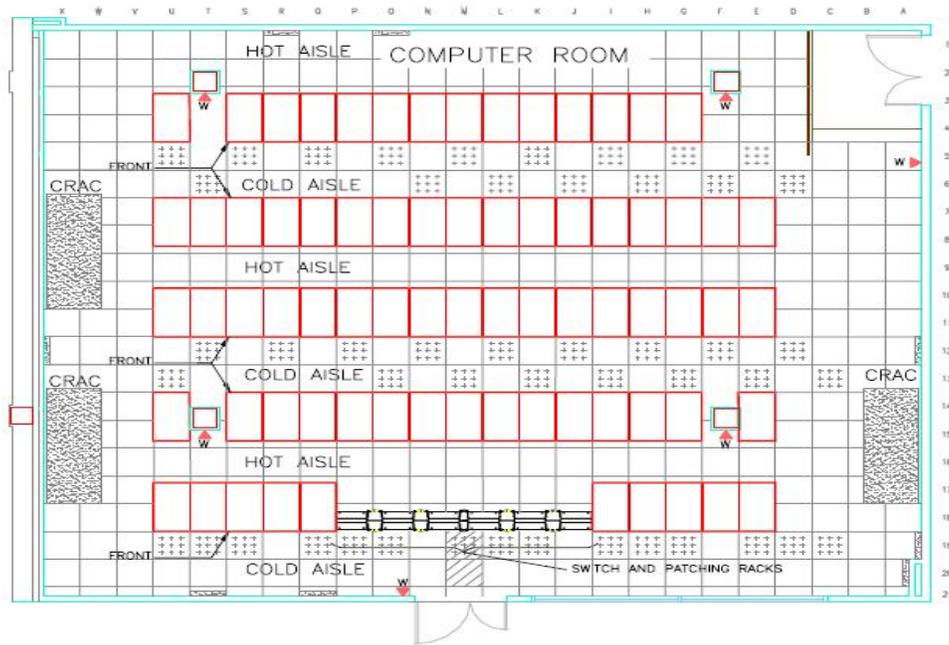
El diseño de centros de datos y grandes salas de cómputo siempre incluye un sistema de enfriamiento. Sin embargo, es común ubicar dispositivos informáticos en espacios distribuidos fuera de la sala de cómputo, en otras salas, sucursales y otros espacios pequeños, para los cuales no se encuentra previsto un suministro de enfriamiento para los equipos informáticos.

La densidad de potencia de los equipos informáticos ha aumentado con el tiempo y, como resultado, los equipos informáticos distribuidos, como los ruteadores de VoIP, conmutadores (switches) o servidores a menudo se sobrecalientan o fallan antes de tiempo debido a un enfriamiento inadecuado [38].

Para especificar adecuadamente la solución de enfriamiento apropiada para una sala de red, debe especificarse primero la temperatura a la que debe operar esa sala. Por lo general, los proveedores de equipos informáticos proveen una temperatura máxima con la cual los dispositivos pueden funcionar correctamente según su diseño.

En el caso de los equipos informáticos activos que suelen encontrarse en una sala de la red, esta temperatura por lo general es de 40°C (104°F). Esa es la temperatura máxima a la que el proveedor puede garantizar el rendimiento y la confiabilidad por el período de garantía establecido.





**Figura 23** Diseño de ventilación para servidores, con entrada de aire<sup>28</sup>

Es importante comprender que, aunque la temperatura máxima de operación que se publica es aceptable para el fabricante, por lo general el funcionamiento a tal temperatura no brindará el mismo nivel de disponibilidad ni la misma vida útil que el funcionamiento a una temperatura menor. Por eso, algunos proveedores de equipos informáticos también publican temperaturas operativas recomendadas para sus equipos, además de las máximas permitidas. Generalmente, las temperaturas operativas recomendadas que informan los proveedores de equipos informáticos se encuentran entre 21°C (70°F) y 24°C (75°F) [38].

Además, el comité TC9.9 de la Asociación de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado de los Estados Unidos (ASHRAE) publica temperaturas operativas recomendadas y permitidas de funcionamiento para los equipos informáticos, con el propósito de brindar mejores pautas para garantizar la confiabilidad y el rendimiento de los equipos. Esos valores se detallan en la Tabla 5.<sup>29</sup>

<sup>28</sup> ANSI/TIA-942-2005, Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center, Arlington: American National Standard, 2005, Pág. 131

<sup>29</sup> Estrategia de enfriamiento para salas de red y otros espacios de IT pequeños, Schneider Electric, Pág. 2

**Tabla 5 Temperaturas recomendadas para el funcionamiento de equipos informáticos.<sup>30</sup>**

Temperatura operativa	Rango de temperaturas
Recomendada	20-25°C (68-77°F )
Permitida	15-32°C (59-90°F )

Los equipos de los Centros de Datos se encuentran ubicados en los rack que son armarios o estanterías para alojar los equipos electrónicos, informáticos y de comunicaciones, su medida en cuanto al alto es muy variada pero el ancho está normalizada en 19” para que aloje a los equipos de los distintos fabricantes, en la actualidad los equipos electrónicos vienen más pequeños y más potentes pues la tendencia es usar mas equipos en espacios más pequeños por lo que se concentra una gran cantidad de calor el alto costo que implica refrigerar los equipos hace que los propietarios no den tanta importancia, pero hay que tomar en cuenta que la temperatura correcta en un centro de datos garantizara la vida útil de los equipos. Los sistemas de circulación de aire acondicionado deben estar diseñados para cumplir dos funciones [38].

- Proporcionar una capacidad de enfriamiento global, es decir que la capacidad de enfriamiento del sistema de aire acondicionado expresada en kilovatios debe extraer la potencia total de la carga (kW) de los equipos informáticos. Las diversas tecnologías para el desempeño de esta función no varían, ya sea que se trate de un sistema de enfriamiento diseñado para el ámbito de la sala, de la hilera o del rack.
- Tener la capacidad de distribuir el aire a las diferentes cargas que componen el centro de datos.

La circulación de aire dentro y alrededor de cualquier rack es clave para el rendimiento de los sistemas de refrigeración. Para comprender la noción de circulación de aire en los racks es clave tener en cuenta dos principios fundamentales:

- El aire acondicionado adecuado llega a la entrada de aire de los equipos.
- No debe restringirse la circulación de aire hacia el interior ni hacia el exterior de los equipos.

---

<sup>30</sup> Ídem 30

## 1.4.2 EFECTOS DE LA TEMPERATURA SOBRE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS

Es fundamental que los equipos reciban un suministro adecuado de aire frío. Pues si no se obtiene este suministro, la disponibilidad de los equipos y de los procesos de negocios a los que estos brindan soporte se verá afectada, ya que la vida útil de un dispositivo electrónico se relaciona en forma directa con la temperatura a la que este opera, “por cada 10°C (18°F) de aumento de temperatura sobre la temperatura nominal, la vida útil de los equipos se reduce a la mitad”<sup>31</sup>. La siguiente figura muestra un ejemplo de los efectos de la temperatura en los componentes electrónicos.

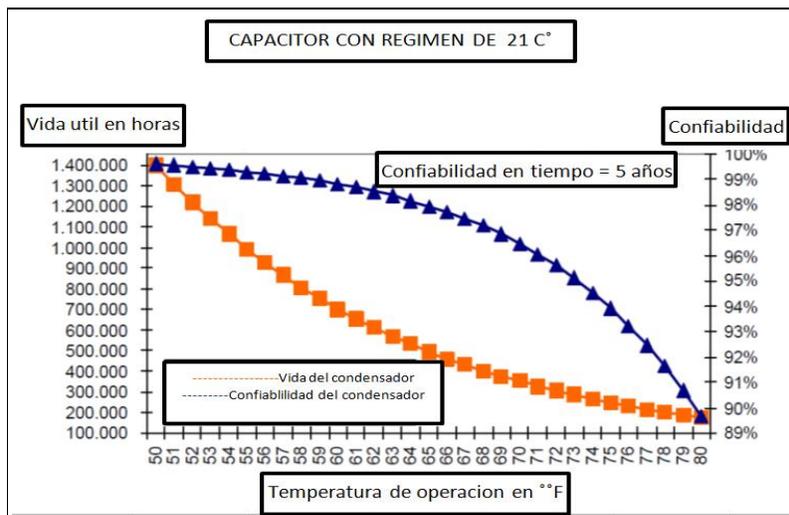


Figura 24 Efectos de la temperatura sobre los equipos electrónicos<sup>32</sup>

## 1.4.3 SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO DE CENTROS DE DATOS

Los sistemas de enfriamiento de precisión poseen la eficiencia, confiabilidad y flexibilidad necesarias para hacer frente a las crecientes demandas de disipación de calor, control de humedad, filtración y otros requerimientos de los centros de datos y otras instalaciones de cómputos de gran utilidad [39].

Estos equipos satisfacen las necesidades de densas cargas electrónicas que requieren de niveles más exactos de humedad y una mayor calidad de aire y están preparados para brindar enfriamiento durante las 24 horas del día, todo el año. De esta manera, los

<sup>31</sup> Opciones de Refrigeración Para Equipos Montados en Rack con Circulación de Aire Lateral, Niel Rasmussen, Informe Interno # 50, APC Legendary Reliability. Pág. 4.

<sup>32</sup> Estrategia de enfriamiento para salas de red y otros espacios de IT pequeños, Schneider Electric, pág. 2.

equipos a refrigerar tienen menores posibilidades de sufrir alteraciones que con la utilización de sistemas convencionales.

Los Centros de Datos tienen requerimientos ambientales particulares y necesitan sistemas de enfriamiento que estén diseñados para esas exigencias. En algunos casos, se decide instalar equipos de confort porque el costo inicial de los sistemas de enfriamiento de precisión es mayor. Sin embargo, muchos no saben que el costo de operación de los sistemas de precisión es más bajo ya que están diseñados para un funcionamiento permanente que incrementa la vida útil de la infraestructura [39].

Específicamente, existen siete principales diferencias entre los sistemas de aire acondicionado de precisión y los de confort:

- **Enfriamiento optimizado a los requerimientos del sistema electrónico.-** El enfriamiento óptimo latente es la habilidad para remover la humedad. Importante en las aplicaciones de enfriamiento convencionales tales como oficinas, habitaciones o cualquier establecimiento con alta ocupación y uso humano.  
El enfriamiento sensible es la capacidad para remover calor. Por lo tanto son los que deberían utilizar los centros de datos ya que tienen una mínima necesidad de enfriamiento latente pues generan mayor temperatura por pie cuadrado.
- **Sistemas dimensionados para las altas densidades de los ambientes de Centros de Datos.-** Se ha comprobado que la densidad de calor en ambientes electrónicos es de tres a cinco veces mayor que en un típico ambiente de oficina. Desde el punto de vista de flujo de aire, los sistemas de aire acondicionado de precisión están diseñados para manejar las altas densidades de carga de los centros de datos  
La tecnología sigue en crecimiento y hoy en día se utiliza los servidores Blade y otros nuevos equipos montados en racks han creado nuevos requerimientos de disipación de calor en los centros de datos especializadas para trabajar juntamente con los sistemas de enfriamiento de precisión de piso elevado [39][40].
- **Control de humedad preciso.-** No hay que ignorar el impacto que tiene la humedad puede traer serios problemas a largo plazo, incluyendo daños en el equipamiento y en la infraestructura de las instalaciones. Los equipos de aire convencionales por lo general no tienen control de humedad entonces se hace difícil mantener niveles estables. Los sistemas de aire acondicionado de precisión tienen múltiples modos de operación para proveer un régimen adecuado de refrigeración, humidificación y deshumidificación [41].

- **Protección contra contaminantes suspendidos en el aire.-** Pequeñas cantidades de polvo pueden dañar los medios de almacenamiento y componentes electrónicos cargados. Los filtros de los sistemas de precisión tienen cámaras de filtrado interno de alta calidad [41].
- **Enfriamiento eficiente continuo todo el año.-** En general los sistemas de aire convencionales están programados para operar un promedio de 8 horas diarias, 5 días por semana. Alrededor de 1200 horas por año sólo por los meses de verano. Los centros de datos requieren una disipación de calor de 24 horas al día durante todo el año. Así un ventilador de circulación de una unidad de aire de precisión opera continuamente 8760 horas al año [41].
- **Costos operativos más bajos.-** Si bien la comparación de precios de adquisición entre un aire acondicionado convencional y uno de precisión es importante, los costos operativos de los sistemas de precisión son más bajos pues no se necesitan de mayor mantenimiento [39][40].
- **Servicio y soporte mejorados.**  
Los ambientes críticos requieren de alta disponibilidad de sistemas de soporte críticos. Los sistemas de aire de precisión frecuentemente ofrecen mayor redundancia (mejores protecciones) internas de sus componentes, lo que les permite continuar operando en el caso de ciertas fallas. Así mismo, cuentan con soporte técnico local, capacitado y certificado en fábrica para la instalación [40].

## 1.5 SISTEMAS DE RESPALDO DE ENERGÍA

### 1.5.1 UNINTERRUPTIBLE POWER SYSTEM (UPS)

Al igual que con cualquier sistema eléctrico, los correctos procedimientos de puesta a tierra son esenciales para la seguridad general y el funcionamiento de un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) [10]. En particular, la seguridad personal, protección de equipos del sistema electrónico sensible todo puede ponerse en peligro por los sistemas de puesta a tierra incorrectos o ineficaces. La puesta a tierra de la UPS es muy importante cuando tales sistemas de suministro de energía son para cargas críticas y ordenadores.

Para ilustrar las prácticas recomendadas, se presentan varios esquemas, a partir de varias fuentes y configuraciones de carga, para conectar a tierra correctamente el UPS. Estos planos no cubren todas las configuraciones posibles, pero sólo presentan algunas pautas básicas, en particular los nuevos diseños pueden tener configuraciones que requieren diferentes esquemas de conexión a tierra. Los códigos locales NEC y aplicables se deben seguir según la interpretación de las autoridades locales y la aplicación.

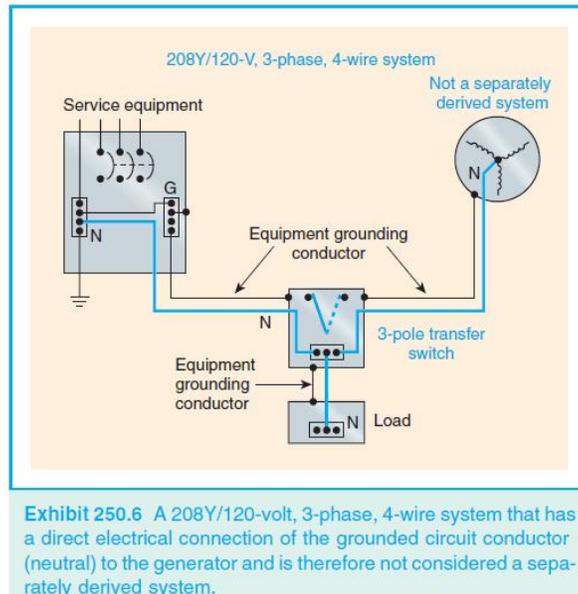
En los esquemas de conexión a tierra que se presentan, el conductor de puesta a tierra es parte del circuito de conducción de corriente. El conductor de puesta a tierra no es parte del circuito de transporte de corriente. El conductor de tierra se refiere al conductor (s) que se conectan (s) todas las partes metálicas de un aparato a tierra, sobre todo en materia de seguridad, en segundo lugar, para el funcionamiento.

### 1.5.2 ATERRIZAMIENTO DE FUENTES DERIVADAS

El artículo 250-30 del NEC define el aterrizamiento para fuentes derivadas:

*Un sistema de fuente derivada es definido por la NEC artículo 100 como un sistema en el cual la fuente es derivada de una batería, sistema fotovoltaico, un generador, un transformador o bobinados convertidores. No tiene ninguna conexión eléctrica directa, incluyendo un conductor de circuito puesto a tierra sólidamente conectados, para suministrar los conductores procedentes de otro sistema.*

*No se hará una conexión a tierra a cualquier conductor de circuito a tierra en el lado de carga del punto de toma de tierra del sistema separado, excepto por disposición en contrario al artículo de la NEC.*



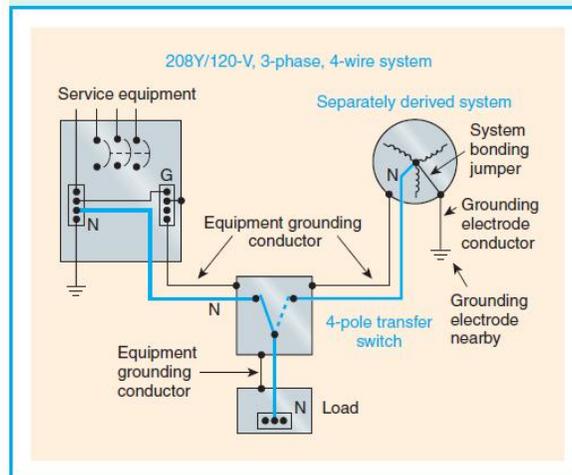


Exhibit 250.7 A 208Y/120-volt, 3-phase, 4-wire system that does not have a direct electrical connection of the grounded circuit conductor (neutral) to the generator and is therefore considered a separately derived system.

Figura 25 A terrizamiento de fuentes derivadas[9].

# CAPÍTULO II

---

## 2. ESTADO ACTUAL DEL DATA CENTER Y DE LA RED DE DATOS DE LA COOPCCP

La **Cooperativa Construcción Comercio y Producción (COOPCCP)**, es una entidad financiera, la cual, durante el transcurso de los años han ido incrementando su mercado a nivel nacional. Durante el transcurso del tiempo la institución financiera se vio en la necesidad de adquirir una edificación de acorde a sus necesidades, adquiriendo un edificio por partes para posteriormente ser nombrada como edificio matriz, razón por la cual no cuenta con una infraestructura adecuada.

Actualmente la entidad financiera consta de un Sistema Integral de Datos ubicado en el DATA CENTER, el cual se encuentra en funcionamiento para satisfacer momentáneamente las necesidades de la Cooperativa y a sus terceros que se encuentran en la utilización de la misma, cabe indicar que el Data Center fue creado bajo la insistencia del crecimiento del mercado financiero y teniendo como finalidad salvaguardar su presencia como Cooperativa y no considerando la construcción bajo normas y estándares, razón por la cual a simple vista se puede captar las falencias de instalación, como se puede citar la unión de cables de red con cables de flujo eléctrico viajando por un mismo ducto sin tener algún espacio de separación que nos ayude a evitar posteriormente algún tipo de afectación, lo que ocasiona distorsión provocados por inducción electromagnética, pudiendo afectar a los diferentes equipos, es así que en una auditoría realizada por la Superintendencia de Bancos no fue certificada al no cumplir con las normativas vigentes.

El data center actual tiene una demanda de 7.9 kW. Esta potencia es consumida por UPS, Servidores, Central Telefónica.

### 2.1 PLANOS AS-BUILT

Un plano AS-BUILT, (del inglés AS= como BUILT= construido) “como está construido”, es el conjunto de documentos o diseños que refleja la información relativa a la construcción de un edificio, a los directores o dueños del proyecto, sirve para conocer con exactitud la realidad de lo que va a ser modificado o como base referencial para la ejecución de posibles procesos de cambios que se puedan presentar en las distintas áreas de proyecto, ya sean eléctrico o civil. Como ejemplo se puede citar que un plano AS-BUILT, se busca saber cuales la potencia instalada, los diagramas eléctricos actualizados, los sistemas de protección que tiene el edificio y demás sistemas eléctricos que se asemejen al Data Center.

Este tipo de planos sirve como indicio para obtención de datos relevantes, que permitan en un futuro realizar modificaciones en la estructura.

Para la ejecución de cambios de la COOCCP, hacemos referencia a los cambios esenciales que se debería realizar para un mejor desempeño de la cooperativa los cuales las representamos en la siguiente figura.



**Figura 26 Indicador gráfico del proceso de obtención de información a seguir mediante planos AS-BUILT<sup>33</sup>**

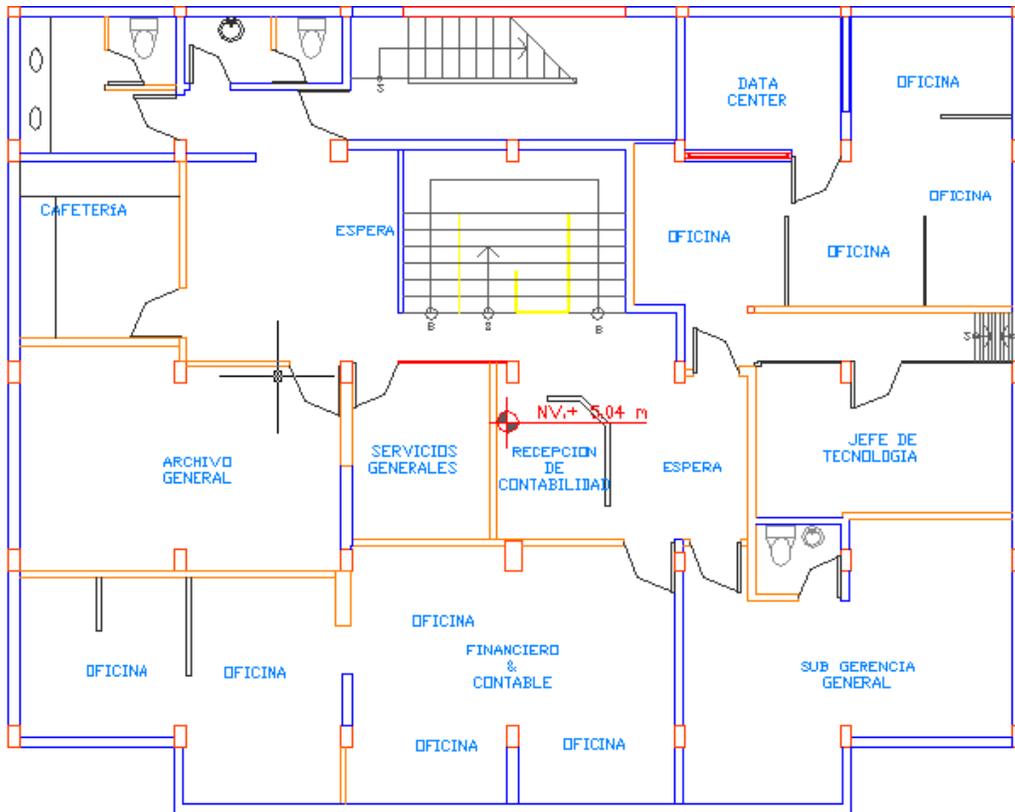
### **2.1.1 PLANOS AS-BUILT ARQUITECTÓNICOS Y MOBILIARIO**

Los planos arquitectónicos y mobiliario nos ayudan a conocer la infraestructura del edificio, a través del mismo podemos saber que espacios tenemos para extendernos.

En la siguiente figura se observa los planos de levantamiento arquitectónico diseñados en el software AUTOCAD. Mediante la ayuda de este software se puede llegar a obtener el diseño arquitectónico para posteriormente realizar el diseño eléctrico y estructural del Data Center de la COOPCCP.

---

<sup>33</sup> Fuente: Propia del Autor

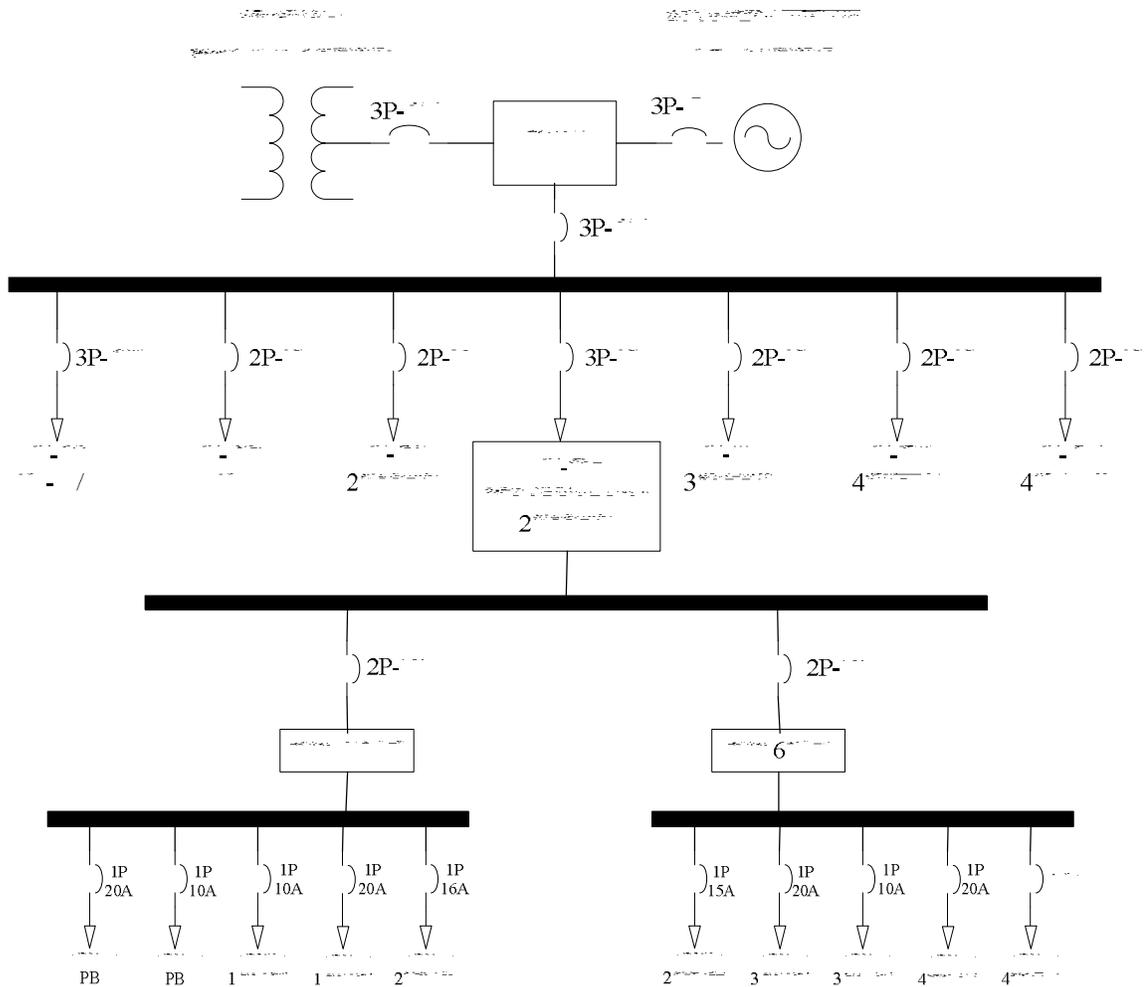


**Figura 27 Plano AS-BUILT arquitectónico y mobiliario del edificio COOCCP<sup>34</sup>**

### **2.1.2 PLANOS AS-BUILT ELÉCTRICOS**

Para realizar este tipo de planos se debe partir de la base de los planos de diseño arquitectónicos obtenidos, procederemos a realizar el levantamiento del diseño eléctrico, con la finalidad de saber los puntos de tomacorrientes o iluminación que se puede tener en uso. En la Figura 28 se indica el Diagrama Unifilar de la edificación.

<sup>34</sup> Fuente: Propia del Autor



**Figura 28 Diagrama unifilar de la edificación<sup>35</sup>**

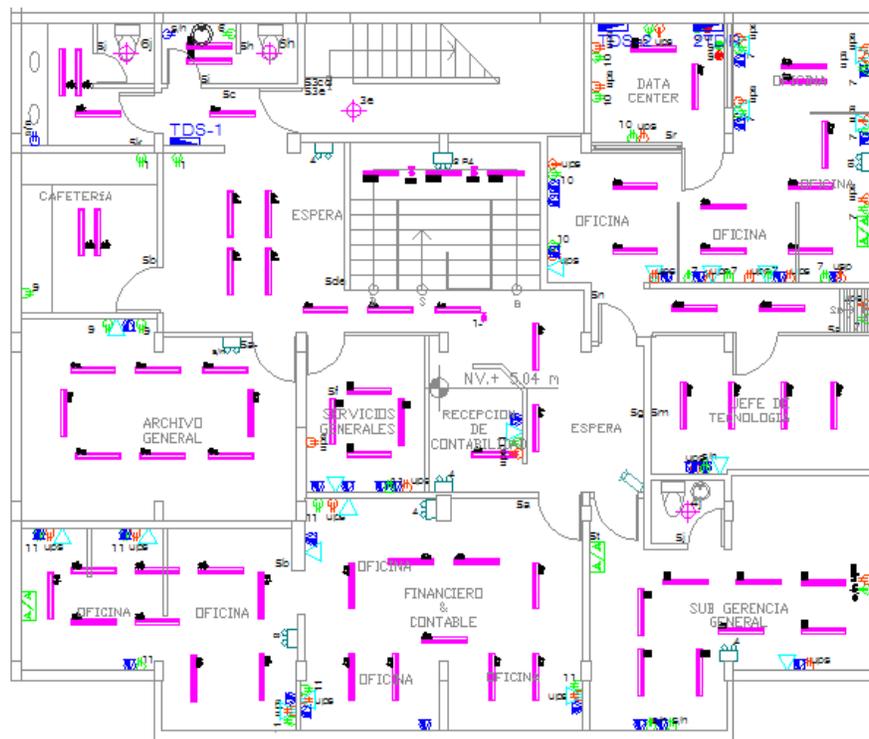
El transformador trifásico como se observa en la siguiente figura de 50 kVA, 13.8kV / 210V baja la acometida hacia el tablero de distribución trifásica principal, luego hacia los medidores para los registros de consumo para posteriormente distribuirse hacia los subtableros o centros de carga existentes en las diferentes plantas.

<sup>35</sup> Fuente: Propia del Autor



**Figura 29 Transformador INATRA #116063 tipo convencional de 50 kVA<sup>36</sup>**

De la misma forma se presenta el diseño final de los planos eléctricos mediante la siguiente figura:



**Figura 30 Plano AS-BUILT eléctrico del edificio COOPCCP<sup>37</sup>**

<sup>36</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>37</sup> Fuente: Propia del Autor

### 2.1.3 PLANO AS-BUILT DEL DATA CENTER

En base a los planos antes mencionados o ya conocido el levantamiento eléctrico general, se procede a realizar un levantamiento o un plano AS-BUILT de lo que es el Data Center de la COOPCCP, con la finalidad de obtener la potencia instalada de energía eléctrica y a su vez conocer el consumo de algunos equipos que la conforman.

Para este levantamiento es importante conocer la potencia instalada, que es la suma de potencias nominales de los equipos eléctricos.

En la siguiente figura se observa los puntos eléctricos tanto en iluminación como también en tomacorrientes del Data Center.

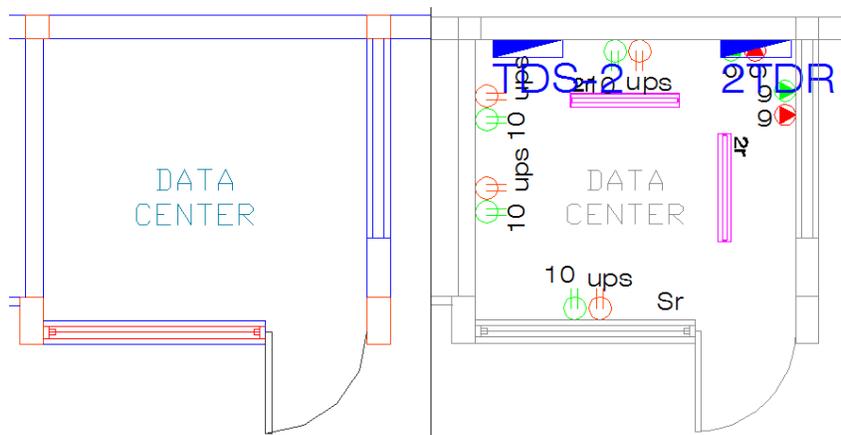


Figura 31 Plano AS-BUILT arquitectónico y eléctrico del centro de datos<sup>38</sup>

## 2.2 ANÁLISIS DE CARGA

La carga eléctrica es muy importante en un Data Center, ya que existe un incremento de equipos de comunicación y equipos que albergan la información., los cuales hay que satisfacer su consumo de energía eléctrica ininterrumpidamente.

En estas ocasiones muchos funcionarios instalan nuevos equipos de almacenamiento de datos sin tomar en cuenta, la capacidad de los conductores o de los alimentadores de energía eléctrica.

Por ello, se realiza el análisis de los equipos que existen en el edificio y en el Data Center de la COOPCCP y a su vez tomar en cuenta los datos necesarios para saber la carga instalada y la potencia requerida.

---

<sup>38</sup> Fuente: Propia de Autor

Como parte de las actividades se realiza las mediciones de carga eléctrica en el tablero principal, en el TTA, en los subtableros en los diferentes pisos asociados a los circuitos de iluminación, fuerza, datos y comunicaciones así como en el Data Center, conectando el analizador de redes trifásico Fluke 435.

### 2.2.1 ANÁLISIS DE CARGA EXISTENTE

La energía eléctrica tiene como característica tener una forma de onda sinusoidal perfecta, en ciertas instalaciones la forma de onda se ve afectada por anomalías; con el fin de analizar, predecir, prevenir o localizar posibles anomalías en sistemas eléctricos nos valemos de herramientas como el analizador de calidad eléctrica trifásica Fluke 435 cuyos datos técnicos los detallamos en el ANEXO 8.

En la siguiente figura la cual indica una conexión típica que se debe tener en cuenta al instante de conectar el Analizador FLUKE 435 en una instalación trifásica.

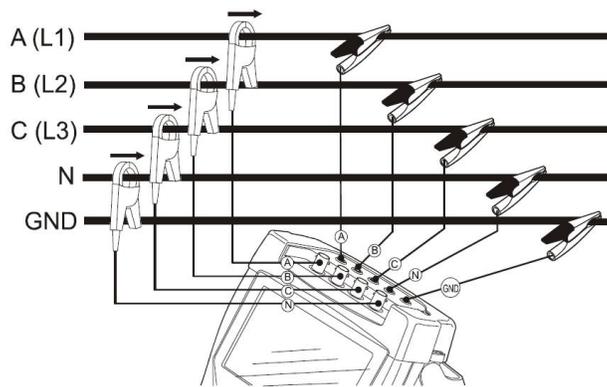


Figura 32 Conexión del analizador a un sistema de distribución trifásico<sup>39</sup>

### 2.2.2 MEDICIÓN DE CARGA

Los objetivos planteados para una adecuada medición son:

**En el Tablero de Distribución Principal y acometida / alimentador principal.**

- Obtener la curva de carga diaria del edificio.
- Estado general de la calidad de energía del edificio.
- Validar la lectura del medidor de la EEQSA.

---

<sup>39</sup> Fluke, Manual de Uso Fluke 435, Analizador trifásico de energía y calidad de energía eléctrica, Pág. 36

- Verificar el dimensionamiento de las protecciones, grupo electrógeno, asignación de circuitos y calibres de los alimentadores.
- Balanceo de fases.

### **En los tableros de distribución secundaria y alimentadores secundarios.**

- Estado de balance de fases.
- Lectura de parámetros eléctricos: voltajes, corrientes, potencias.
- Identificación de estado de los alimentadores y su funcionamiento general.

#### **2.2.2.1 Carga Instalada En La Edificación**

Para identificar la carga instalada que se dispone en las instalaciones, se procede a realizar una toma de datos de placa de todos los equipos eléctricos, equipos de computación, equipos en el Data Center, luminarias que se dispone, y tabularlos. En el ANEXO se muestra los valores tabulados de potencia instalada. Mediante la hoja de cálculo se procede a realizar un análisis de carga. El resultado del análisis de carga es muy cercano al valor medido por el analizador de carga instalado. Es la carga instalada en cada uno de los departamentos lo cual se realizó tomando los datos de placa de los equipos de computación, equipos en el Data Center, luminarias, como se puede observar en el ANEXO. La carga instalada la podemos observar en la Tabla 6.

**Tabla 6 Carga instalada en la COOPCCP<sup>40</sup>**

<b>Total cargas: COOPCCP</b>	<b>102.400,0kW</b>
<b>Total cargas: Data Center</b>	<b>18.138,6kW</b>

#### **2.2.2.2 Curvas De Carga De La Edificación**

La demanda en una instalación, es la carga requerida de la fuente de alimentación, a los terminales de recepción promediada, sobre un intervalo de tiempo el cual se conoce como intervalo de demanda.

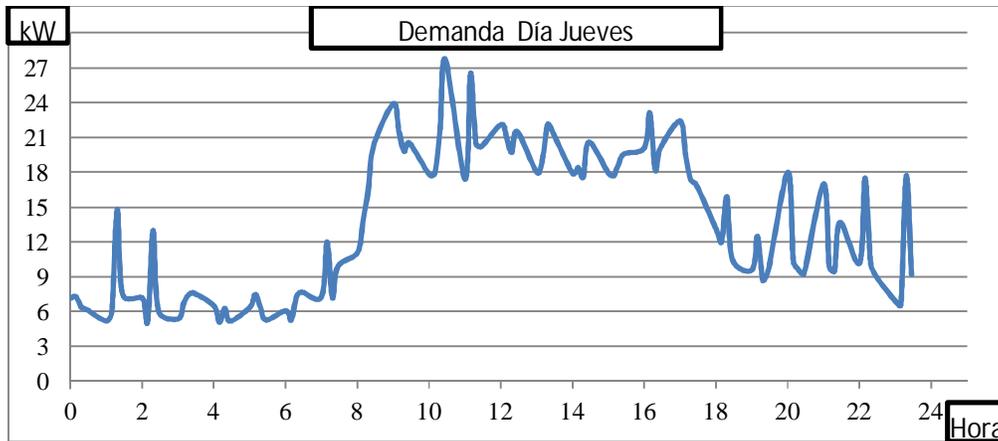
La demanda es la característica del comportamiento de la carga, la cual, es diferente en clientes residenciales, comerciales e industriales; las curvas de demanda son diferentes en los días laborables y los fines de semana para cada uno de estos consumidores.

Con estas curvas podemos analizar las horas pico a la cual se presenta la demanda máxima, y a su vez dimensionar el tipo de conductor, al igual que el sistema de

---

<sup>40</sup> Fuente: Propia del Autor

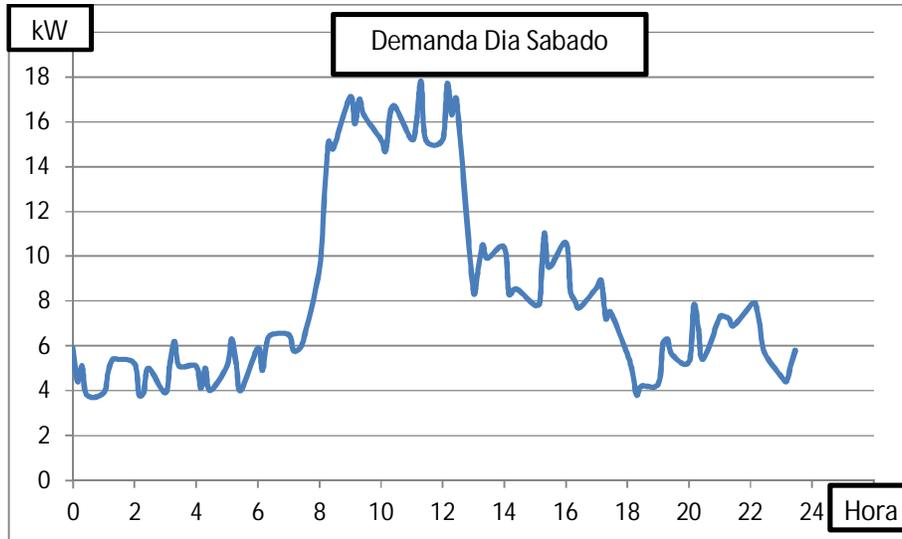
protecciones contra sobrecarga del sistema, como también determinar el factor de carga, que es la relación entre la demanda máxima y la demanda media; teniendo un valor diferente para cada tipo de conductor, cuando este valor se acerca a uno la curva de demanda será más uniforme con el objetivo de llegar a mejorar el factor de carga se debe distribuir el horario de operación de la carga instalada a lo largo de todo un día laboral. En la Figura 33 se indica la demanda de energía durante el transcurso de un día laboral en la cooperativa. Para la toma de datos de esta curva se utiliza un registrador de carga indicando en el capítulo 2.2.1 ANÁLISIS DE CARGA EXISTENTE.



**Figura 33 Demanda máxima de la edificación en un día laborable<sup>41</sup>**

En esta figura, podemos observar la curva de carga de un día laborable. Se aprecia que la hora pico es de 9h00 a 17h00 la cual coincide con el horario de trabajo del personal. De los datos obtenidos se determina que el valor máximo de demanda es de 27,7 kW a las 10h45. En la siguiente figura se muestra la curva de demanda en un día no laborable.

<sup>41</sup> Fuente: Propia del Autor



**Figura 34 Demanda máxima de la edificación en un día sábado<sup>42</sup>**

La curva de demanda de un fin de semana es diferente al de un día normal y esto se debe a que el horario de atención de la entidad empieza desde las 8h00 hasta las 13h00, los parámetros de demanda y carga de un día laborable los podemos observar en la Tabla 7.

**Tabla 7 Parámetros de demanda y carga de la edificación para un día sábado<sup>43</sup>**

<b>Demanda máxima</b>	<b>17,8 kW</b>
<b>Carga instalada</b>	<b>102,400 kW</b>

La diferencia entre Las curva de carga de la Figura 33 en relación con la Figura 34; observar tienen variaciones bruscas en cortos intervalos de tiempo. Este fenómeno se lo llama rizado de la curva de carga, esto se debe a que existen cargas significativas que se activan y desactivan en forma periódica durante las 24 horas durante todo el año, los equipos de refrigeración encargados de refrigerar el centro de datos tienen este tipo de comportamiento.

### **2.2.2.3 Curva De Carga Por Fases**

Este análisis es necesario para determinar las cargas distribuidas por cada fase, y en caso de estar desbalanceadas conocer los equipos conectados a cada una con el fin de balancear al sistema.

<sup>42</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>43</sup> Fuente: Propia del Autor

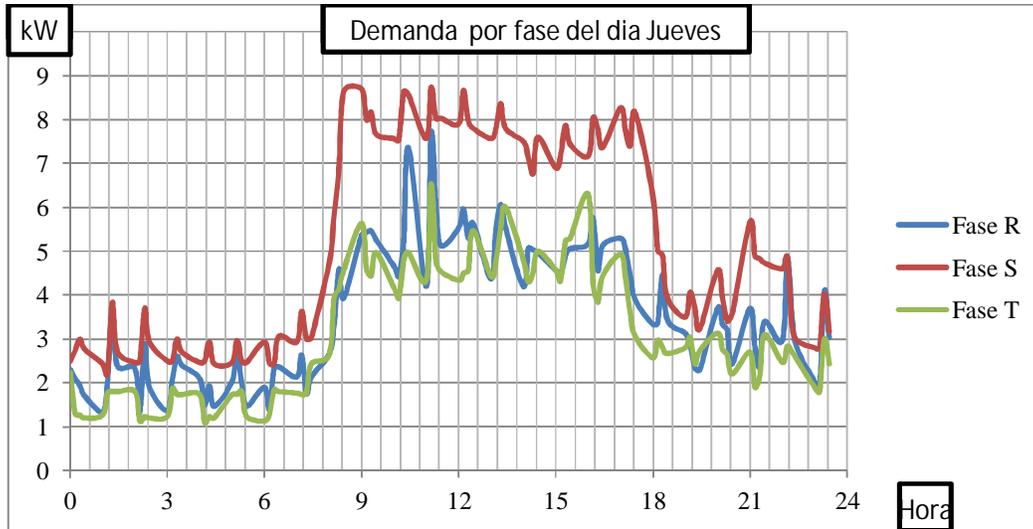


Figura 35 Curva de carga por fase de un día laborable<sup>44</sup>

La fase S dispone de mayor demanda que las otras, esto se debe a una sobrecarga en una de sus líneas ocasionando un desbalance de energía y a su vez también un incremento en la tarifa eléctrica.

#### 2.2.2.4 Curvas De Carga Del Tablero De Aire Acondicionado

Es importante el análisis de carga ocasionado por los aires acondicionados. Según estos análisis se puede apreciar los valores picos y el funcionamiento que ellos representan en el consumo eléctrico durante un día laborable.

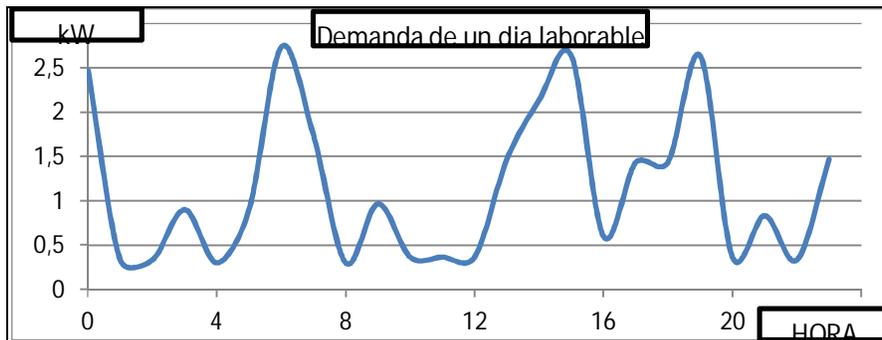


Figura 36 Curva de carga por fase de un día laborable de aires acondicionados<sup>45</sup>

<sup>44</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>45</sup> Fuente: Propia del Autor

En la anterior figura, podemos observar que los valores picos, esto se debe al encendido y apagado automático de los aires acondicionados.

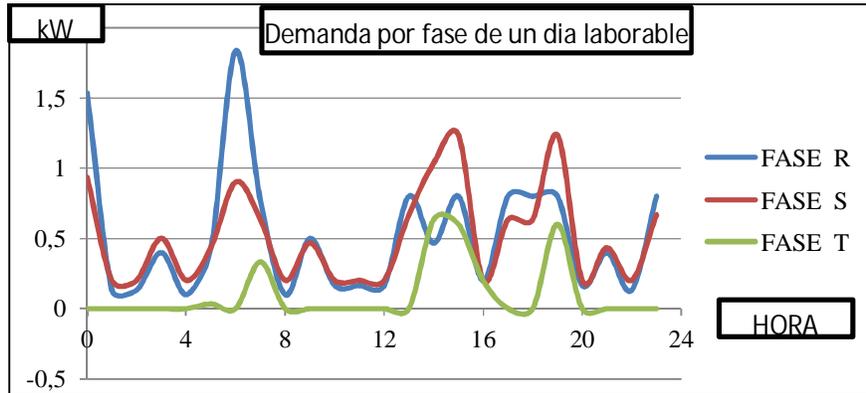


Figura 37 Curva de carga por fase de un día laborable de aires acondicionados<sup>46</sup>

Como podemos observar la carga en las diferentes fases están desbalanceadas debido a una mala distribución en el instante de realizar la instalación.

### 2.2.3 DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL DATA CENTER

Al ser una entidad financiera y por ende prestadora de servicios su sistema eléctrico debe ser confiable, para evitar grandes pérdidas de información y pérdidas económicas. Mediante un seguimiento del sistema eléctrico y continuidad de los conductores se determina que el circuito No 10 de tablero de distribución secundaria (TDS-1) del piso dos, distribuye la carga al Data Center y sus áreas aledañas como se muestra en la siguiente figura:



Figura 38 Planos AS-BUILT arquitectónico mobiliario y eléctrico, indica ubicación de los TDS y TDR del Data Center<sup>47</sup>

<sup>46</sup> Fuente: Propia del Autor

Se ubica los distintos tableros y se analiza los circuitos correspondientes al Data Center. De cada tablero detallamos los circuitos que hacen referencia y lo denotamos a continuación:

- a) **TDS1:** Tablero de Distribución Secundario No 1, este tablero distribuye la carga con toda la planta y por ello con el Data Center.
- b) **TDS2:** Tablero de Distribución secundario No. 2. Este tablero alimenta los UPS de 10kVA y 6kVA.

Los tableros antes mencionados están ubicados en la segunda planta y son críticos en el funcionamiento del Data Center, por lo cual es de vital importancia el análisis técnico de los mismos.

Por estos antecedentes, la confiabilidad del sistema debe ser muy alta para no poner en riesgo el resto de la integridad del sistema.

### 2.2.3.1 Tablero de Distribución Secundario 1 (TDS-1)

Este tablero bifásico se encuentra alimentado desde el tablero principal TDP. Para el estudio de este tablero se hace mención a los circuitos que se benefician del mismo. La siguiente tabla indicamos los circuitos que se encuentran conectados al tablero TDS-1:

**Tabla 8 Circuitos existentes en el TDS-1<sup>48</sup>**

CIRCUITO	# DE POLOS - AMPACIDAD	DESCRIPCIÓN
1	1P - 20A	Tomacorrientes, sala de estar y cafetería
2	1P - 16A	Iluminación Centro de datos y cuarto frío
3	1P - 16A	Iluminación pasillos y gradas
4	1P - 16A	Iluminación corredores, sala de espera, Contabilidad, Financiero, y jefatura de tecnología
5	1P - 20A	Reserva
6	1P - 16A	Iluminación baños
7	1P - 20A	Tomacorrientes área de Tecnología
8	1P - 16A	Iluminación archivo general y oficinas
9	1P - 20A	Tomacorrientes archivo general y cafetería
10	1P - 20A	Tomacorrientes área de Tecnología y cuarto frío
11	1P - 20A	Tomacorrientes oficinas y áreas de financiero y contabilidad
12	1P - 20A	Reserva

Este tablero alimenta los circuitos de iluminación ubicados en el Data Center y los tomacorrientes de cargas no críticas.

<sup>47</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>48</sup> Fuente: Propia del Autor

### 2.2.3.2 Tablero de Distribución Secundario No 2 (TDS-2)

Este tablero es trifásico y es alimentado desde el tablero de distribución principal TDP. En la Figura 39 indica una fotografía del tablero y la medición de parámetros eléctricos del mismo.



Figura 39 TDS- 2 trifásico, distribuye circuitos hacia UPS de 10kVA y 6kVA<sup>49</sup>

En la Tabla 9 se indica la forma en que se encuentran distribuidos los circuitos en el tablero TDS-2.

Tabla 9 Circuitos existentes en el TDS-2<sup>50</sup>

TDS – 2 TRIFÁSICO		
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIO # 2		
CIRCUITO #	# DE POLOS - AMPACIDAD	DESCRIPCIÓN
1	2P - 40A	UPS 10 kVA
2	-	Reserva
3	-	Reserva
4	1P - 20A	Tomas
5	1P - 20A	N/C
7	2P - 20A	UPS 1 kVA RACK 2
8	2P - 40A	UPS 6 kVA
9	2P - 20A	UPS 1 kVA RACK 3

#### 2.2.3.2.1 Estudio de Carga del Tablero de Distribución Secundario 2

Un adecuado estudio de la carga es necesario, en base a la sección 1.1.3, con la finalidad de obtener la potencia instalada y la demanda en el cuarto del data center y sus componentes que se encuentran conectados a este tablero trifásico.

---

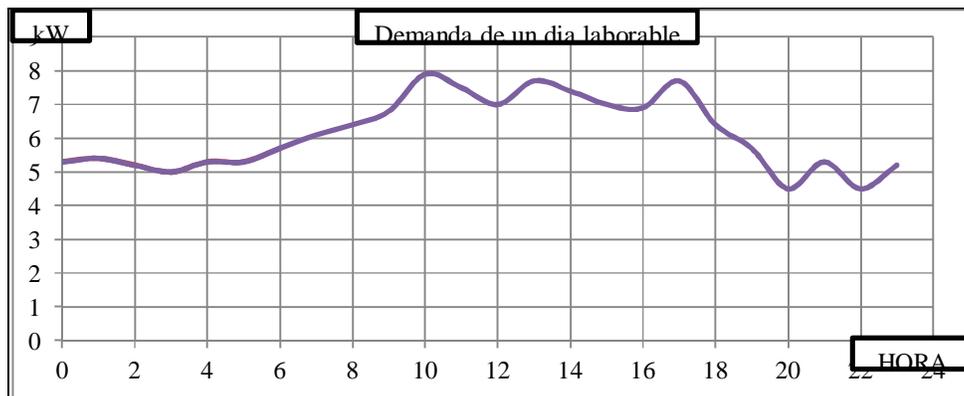
<sup>49</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>50</sup> Fuente: Propia del Autor

**TDR1 y TDR2:** Tablero de Distribución Regulado No 1 y Tablero de Distribución Regulado No 2 llamados en grupo como “**2TDR**” ya que tiene la misma función y finalidad, a este tipo de tableros los hemos mencionado así puesto que se energizan del TDS-2 y alimentan a un UPS de 10kVA y 6kVA respectivamente.

### 2.2.3.2.2 Curvas de Carga del Tablero de Distribución Secundario 2<sup>51</sup>

La medición de carga del Data Center es impórtate. Ya que a través de ello se puede determinar el uso de sistemas auxiliares de potencia que puedan seguir exclusivamente para esta área.



**Figura 40** Curva de carga por fase del TDS-2 en un día laborable<sup>52</sup>

Como podemos observar la curva de carga del Data Center de un día laborable, así como también se observa que la hora pico es de 9h00a 17h00 la cual coincide con el horario de trabajo del personal, de los datos obtenidos se determina que el valor máximo de demanda es de 7,9 kW a las 10h00, como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 10** Parámetros de demanda y carga para un día laborable<sup>53</sup>

<b>Demanda máxima</b>	<b>7,9 kW</b>
<b>Carga instalada</b>	<b>18.138,6 kW</b>

### 2.2.3.2.3 Curva de carga por fases del Data Center

Este análisis es necesario para determinar las cargas distribuidas por cada fase, y en caso de estar desbalanceadas conocer los equipos conectados a cada una con el fin de balancear al sistema.

<sup>51</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>52</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>53</sup> Fuente: Propia del Autor

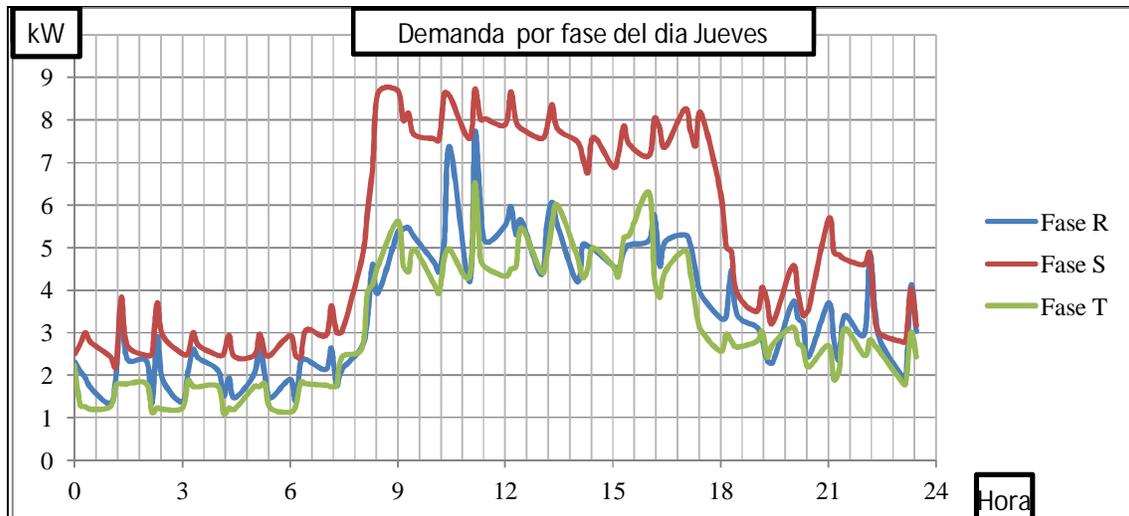


Figura 41 Curva de carga por fase del TDS-2 en un día laborable<sup>54</sup>

De la figura, se concluye que la carga en las diferentes fases están desbalanceadas debido a una mala distribución en el instante de realizar la instalación.

#### 2.2.3.2.4 Factor de Potencia

El factor de potencia es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente. La regulación 004/01 expuesta por el CONELEC indica que el límite del factor de potencia debe tener un valor mínimo de 0.92. Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al factor de potencia, si en el 5% o más del período evaluado el valor del factor de potencia es inferior a los límites, el Consumidor está incumpliendo con el índice de calidad.<sup>55</sup>

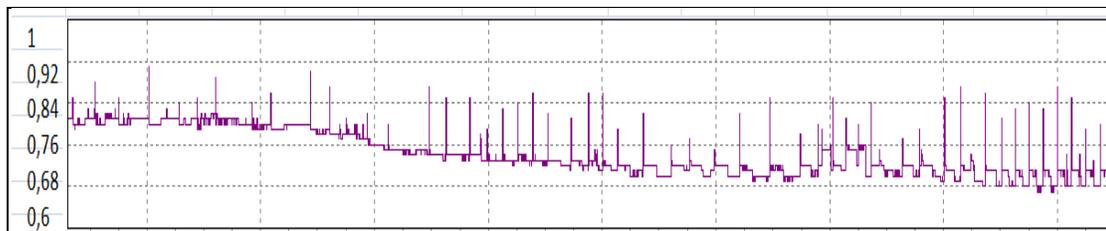


Figura 42 Factor de Potencia del TDS-2 (Mediciones durante las 24 horas de un día laboral)<sup>56</sup>

<sup>54</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>55</sup> Regulación CONELEC – 004/01, Calidad de Servicio, Directorio del CONELEC, ECUADOR, 23 de Mayo del 2001, Págs. 2 – 25.

<sup>56</sup> Fuente: Propia del Autor

De los datos concluimos que el consumidor que es la COOPCCP, no está dentro de los límites establecidos por la regulación 004/01 dada por el CONELEC. Es decir tiene un bajo factor de potencia el cual implica menor eficiencia, mayor consumo de energía, y penalizaciones por parte de la Empresa Eléctrica.

### 2.2.3.2.5 Datos de Flicker

La perturbación rápida de voltaje es decir los flickers, son aquellos fenómenos en los cuales el voltaje cambia en una amplitud moderada, generalmente menos del 10% del voltaje nominal, pero que pueden repetirse varias veces por segundo. Este fenómeno conocido como efecto “Flicker” (parpadeo), causa una fluctuación en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano.

Para la medición de los flicker se debe tomar en cuenta que tipo de usuario es, y el nivel de voltaje de la red.

Para efectos de la medición se deben considerar a los flicker de corta duración (Pst). En nuestro caso el Analizador de calidad de energía FLUKE 435 nos ayuda a registrar los (Pst) por cada una de las líneas.

Al momento de observar el comportamiento de estos flicker se debe tomar en cuenta la norma Ecuatoriana de regulación 004/001 de CONELEC, establece que el límite máximo de los (Pst) es 1. En la Figura 43 se muestra los flickers y se concluye que existe un alto índice de variedad en la energía eléctrica ocasionando pérdidas en el sistema eléctrico.

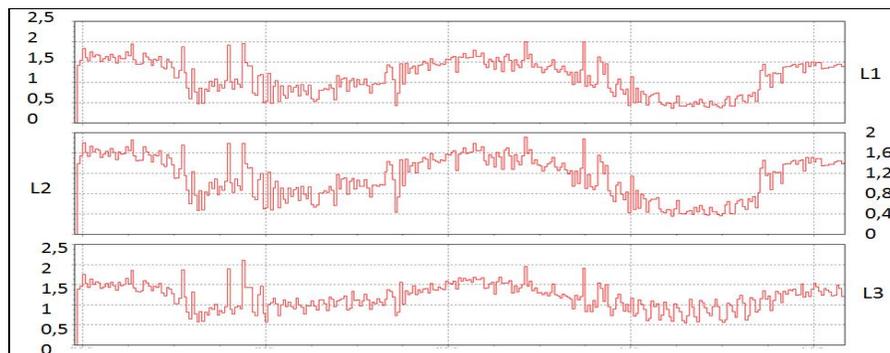


Figura 43 Señal de flicker<sup>57</sup>

<sup>57</sup> Fuente: Propia del Autor

### 2.2.3.2.6 Armónicos

La distorsión armónica generadas por el funcionamiento de sistemas de potencias no lineales, generalmente causados por valores de velocidad, balastos electrónicos. Ocasionando interferencias en los sistemas informáticos y el calentamiento de maquinas rotativas.

La entidad no cuenta con un equipo que proteja el sistema ante la presencia de transitorios y armónicos. En la tesis “ANÁLISIS Y ESTUDIOS DE DAÑOS EN LA RED DE DATOS OCASIONADOS POR TRANSITORIOS EN EL EDIFICIO MATRIZ COOPCCP” por Carlos Bolívar Coronel Zhingre en junio del 2013. Indica un análisis de armónicos y transitorios en la red de datos como en la parte eléctrica. Teniendo como conclusión la presencia de armónicos por varios factores como son: por falta de un buen sistema de puesta a tierra, protección de transitorios, Distribución de cables en la ruta de cables, Ruido y Desbalance de carga. Para ello se determina en la siguiente ecuación:

$$V_i' = \left( \frac{V_i}{V_n} \right) * 100 \quad \text{Ecuación 1 [42]}$$

$$THD = \left( \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{40} (V_i)^2}}{V_n} \right) * 100 \quad \text{Ecuación 2 [42]}$$

Dónde:

$V_i'$ : factor de distorsión armónica individual de voltaje.

THD: factor de distorsión total por armónicos, expresado en porcentaje

$V_i$ : valor eficaz (rms) del voltaje armónico “i” (para  $i = 2... 40$ ) expresado en voltios.

$V_n$ : voltaje nominal del punto de medición expresado en voltios.

### 2.2.3.2.7 Límites

Los valores eficaces (rms) de los voltajes armónicos individuales ( $V_i'$ ) y los THD, expresados como porcentaje del voltaje nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los valores límite ( $V_i'$  y THD) señalados a continuación. Para efectos de esta regulación se consideran los armónicos comprendidos entre la segunda y la cuadragésima [42].

En general, los armónicos son producidos por cargas no lineales, lo cual significa que su impedancia no es constante (está en función de la tensión). Estas cargas no lineales a pesar de ser alimentadas con una tensión sinusoidal se le suman una intensidad no sinusoidal, pudiendo estar la corriente desfasada un ángulo ( $x$ ) respecto a la tensión [42].

Existen dos categorías que clasifican los armónicos en función de la fuente que lo produce. La primera es simplemente las cargas no lineales en las que la corriente que fluye por ellas no es proporcional a la tensión. Como resultado de esto, cuando se aplica una onda sinusoidal de una sola frecuencia, la corriente resultante no es de una sola frecuencia [42].

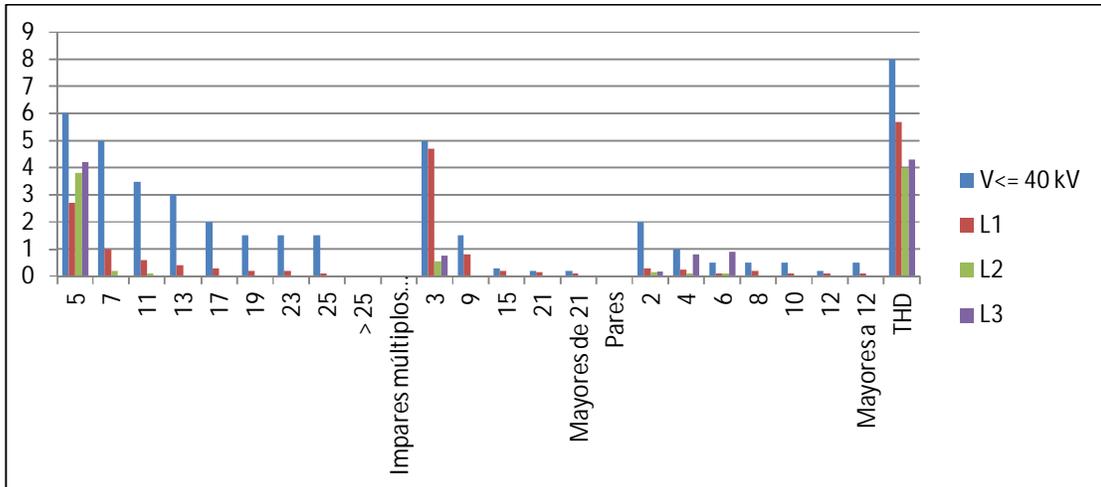
*“Transformadores, reguladores y otros equipos conectados al sistema pueden presentar un comportamiento de carga no lineal y ciertos tipos de bancos de transformadores multifase conectados en estrella-estrella con cargas desbalanceadas o con problemas en su puesta a tierra. Diodos, elementos semiconductores y transformadores que se saturan son ejemplos de equipos generadores de armónicos, estos elementos se encuentran en muchos aparatos eléctricos modernos. Invariablemente esta categoría de elementos generadores de armónicos, lo harán siempre que estén energizados con una tensión alterna. Estas son las fuentes originales de armónicos que se generan sobre el sistema de potencia. El segundo tipo de elementos que pueden generar armónicos son aquellos que tienen una impedancia dependiente de la frecuencia”<sup>58</sup>.*

Para realizar el análisis de calidad en cuanto a los Armónicos se debe considerar los índices establecidos en el capítulo 2.2.2 de la regulación N°004/001 del CONELEC la cual considerará los armónicos comprendidos entre la segunda y la cuadragésima. La Tabla 28 expuesta en el ANEXO 9 indica los límites máximos de calidad según la regulación.

Es necesario hacer una relación de la Tabla 29 del mismo anexo antes mencionado, indica los valores obtenidos con los datos expuesto por el CONELEC mediante la Tabla 28. En la siguiente figurase muestra la relación entre los límites de tolerancia de armónicos establecidos por el CONELEC y los armónicos evaluados en la red eléctrica del Data Center.

---

<sup>58</sup> Norma IEEE Std 1159-1995 – Calidad de Energía



**Figura 44 Relación entre los límites de tolerancia de armónicos y armónicos en la red eléctrica del Data Center<sup>59</sup>**

Como se puede observar tanto en la Tabla 29 los valores de armónicos que se pudo obtener están por debajo de los límites establecidos anteriormente. Concluyendo en cuanto a los armónicos la línea 3 está en un nivel aceptable.

### 2.3 ANÁLISIS Y MEDICIONES DE LA PUESTA A TIERRA

Con el fin de verificar el sistema de puesta a tierra existente tanto del DATA CENTER, al igual que del edificio, se procedió a realizar calicatas con el fin de descubrir la malla de tierra puesto que actualmente no cuentan con pozos de revisión para mantenimiento e inspección [43].

#### 2.3.1 EQUIPO DE MEDICIÓN

Con la finalidad de analizar, predecir o localizar posibles anomalías en el sistema de puesta a tierra se utiliza un equipo probador de resistencia de tierra física “Telurómetro”, EXTECH 382252, cuyos datos técnicos y características del equipo se detalla en la Tabla 27 Especificaciones de Medida EXTECH 382252, del ANEXO 8.

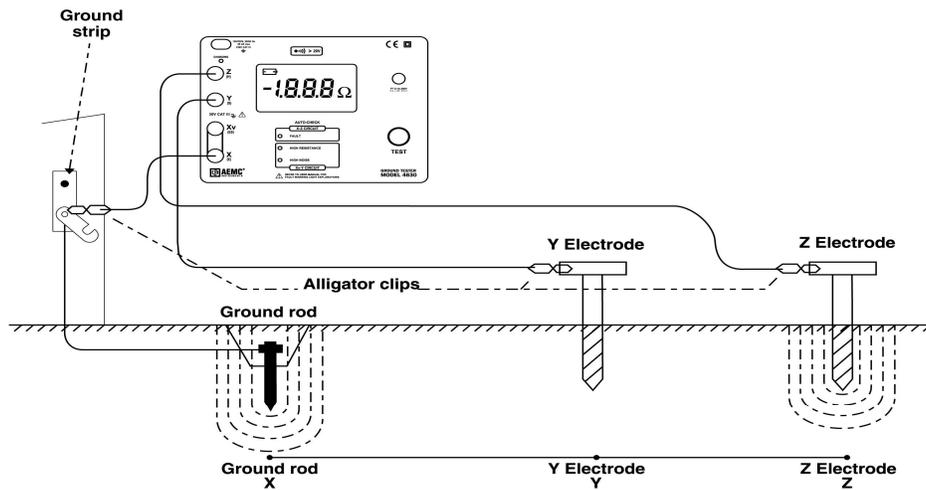
#### 2.3.2 MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

El método consiste básicamente en que la corriente (I) que genera el telurómetro se inyecta por el electrodo o malla de tierra (Eeó Electrodo X), y se regresa por electrodo auxiliar de corriente (Ecó Electrodo Z), que se encuentran espaciados a una distancia (d), al pasar corriente por la tierra se va a producir una caída de voltaje (V) entre (Ee) y

<sup>59</sup> Fuente: Propia del Autor

(Epó Electrodo Z) y finalmente se halla la Resistencia desconocida por medio de la ley de ohm. Dónde el valor del voltaje sería el valor tomado entre el electrodo (Ee) y (Ep), y el valor de la corriente, sería el valor inyectado por el telurómetro [10].

En la siguiente figura podemos observar el diagrama que se utiliza para la medición de las mallas a tierra, en el cual se muestra la disposición de las picas fijas y la pica móvil.



**Figura 45 Diagrama utilizado para la medición [10][44]**

Para dichas mediciones se utiliza el método de la caída de potencial (62%).

Las siguientes figuras se pueden apreciar el sistema de puesta a tierra existente y el uso para el cual fue construida.



**Figura 46 Visualización de la malla existente y visualización del cobre desnudo sin utilización<sup>60</sup>**

<sup>60</sup> Fuente: Propia del Autor

Con el equipo telurómetro se realiza la medición de la malla con el método del 62%, entregando un resultado de **32.7Ω**. El valor no se encuentra en un rango adecuado de acuerdo a la IEEE 142, que indican debe ser inferior a 5 Ω.

## 2.4 ANÁLISIS DEL SISTEMA AUXILIAR DE ENERGÍA

Un sistema auxiliar de energía es comúnmente conocido como un generador eléctrico (Figura 47). El equipo transforma la energía mecánica en energía eléctrica a través de la acción del campo magnético sobre los conductores eléctricos en una armadura llamada estator. A este movimiento entre los conductores y el estator se lo conoce como Fuerza electromotriz.

Dichos generadores eléctricos son conocidos comúnmente como sistemas auxiliares de energía, funcionalmente actuando ante la ausencia de energía eléctrica.

Los generadores eléctricos actúan mediante la activación de un **Tablero de Transferencia Automática (TTA)**. El cual activa su funcionamiento ante la ausencia de la señal eléctrica obtenida por proveedor del suministro de servicio eléctrico.

Existe un TTA como se observa en la Figura 48, que permite al generador trifásico de 20 kVA de la marca Marelli Motori (Figura 47) integrarse al sistema automáticamente cuando el suministro de la empresa eléctrica se suspende. Este generador está diseñado para abastecer cargas esenciales durante una emergencia.



**Figura 47 Generador Marelli Motori<sup>61</sup>**

---

<sup>61</sup> Fuente: Propia del Autor



Figura 48 Tablero de Transferencia Automática (TTA)<sup>62</sup>

## 2.5 ANÁLISIS TERMODINÁMICO DEL DATA CENTER

El calor es energía y generalmente se expresa en julios o en BTU. La energía térmica total producida por un sistema es la suma de la energía térmica producida por cada uno de sus componentes.

La refrigeración existente del Data Center está siendo suministrada por dos aires acondicionados tipo Split de 36000 BTU cada uno. Las características se muestran en la Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 11 Características del aire acondicionado #1<sup>63</sup>

PARÁMETRO	VALOR
<b>CONFORTSTAR AIR CONDITIONER</b>	
Modelo	CSC18CD-MD
Peso	34 kg
Alimentación	220 v- 230 v / 60 Hz
Corriente	10 A
Potencia	2200 W
Refrigerante	R22
Capacidad	36000 BTUh

Tabla 12 Características del aire acondicionado #2<sup>64</sup>

PARÁMETRO	VALOR
<b>CONFORT STAR AIR ACONDICIONING</b>	
Modelo	EC036CH2
Peso	20 kg
Alimentación	200V -240V /50, 60 HZ.
Corriente	10 A
Potencia	2200 W

<sup>62</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>63</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>64</sup> Fuente: Propia del Autor

<b>Refrigerante</b>	R22
<b>Capacidad</b>	36000 BTUh

Estos aires acondicionados son de tipo Split, abastecidos su funcionamiento a través de condensadores (ubicadas en los exteriores o al aire libre del edificio). El servicio que presentan este tipo de aires acondicionados es para el enfriamiento de los racks de comunicaciones (Data Center) proporcionando una adecuada refrigeración a los equipos para un óptimo desempeño, como también salas de uso múltiple [45].

En la Figura 49 podemos observar la fotografía del primer Split que se encuentra refrigerando la parte trasera de los rack de comunicaciones.



**Figura 49 Split de pared de refrigeración de la parte de atrás de los rack<sup>65</sup>**

En la Figura 50 observamos la gráfica del segundo Split el cual refrigera la parte delantera de los Racks de Comunicaciones así también se observa una perforación en la pared sin sellar la cual permite el paso de polvo del exterior y el cuarto pierde conservación de la temperatura.



**Figura 50 Split de pared de refrigeración de la parte delantera de los rack<sup>66</sup>**

---

<sup>65</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>66</sup> Fuente: Propia del Autor

El Data Center en análisis dispone de 2 aires acondicionados de 36000 BTU/h cada uno con lo cual la refrigeración de los equipos es adecuada.

El inconveniente en estos equipos es que se puede tapan la bomba de desfogue de agua ante la presencia de polvo o tierra en su área de enfriamiento, ocasionando un desfogue de agua interna. Y al estar frente a los equipos puede provocar goteo directo a los equipos de comunicación provocando daños.

# CAPÍTULO III

---

## **3. DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y CERTIFICACIÓN DEL DATA CENTER**

### **3.1 GENERALIDADES**

Pese a que la entidad financiera viene atravesando una serie de cambios de ubicación en los equipos, es importante considerar si la ubicación del Data Center es el adecuado, como también es tema muy importante considerar las principales razones por la cual se llevaron a determinar la elección de dicho lugar. Adicional, se debe considerar que no se puedan modificar por ningún motivo las estructuras existentes, por lo contrario, lo que si es viable y de ser necesario, la reubicación de las diferentes zonas o áreas de trabajo del edificio con la finalidad de adquirir la mejor solución en la ubicación del cuarto de equipos.

De la misma forma al ser una entidad delimitada por un edificio de cinco plantas se ha decidido con anterioridad que el Data Center, se encuentre ubicado en un piso de difícil acceso por seguridad y a su vez que exista de la misma forma un cuarto de Telecomunicaciones que alimente a las diferentes zonas sin mayores inconvenientes.

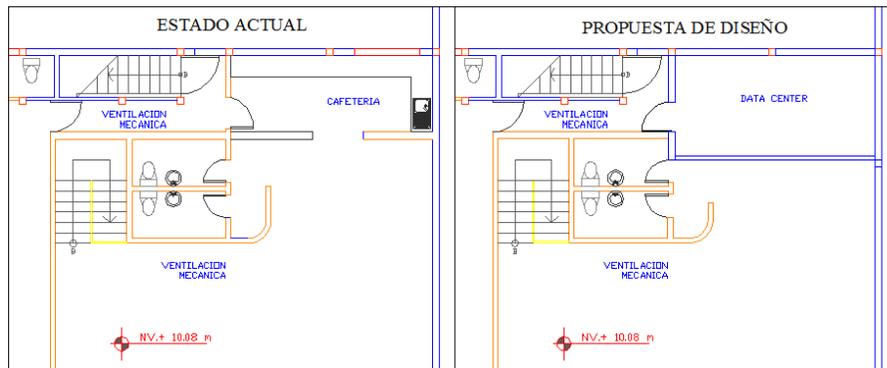
Para el diseño del Data Center se considera en primera instancia la parte tecnológica, es decir, se seguirá las recomendaciones expuestas en el Capítulo 1.3.4: NORMAS TIA PARA DISEÑO DE DATA CENTER y como normativa primordial la norma TIA-942, sin embargo al ser un Data Center de servicio corporativo muchos de los elementos que recomienda el estándar (descrito anteriormente) serán incluidos o obviados dentro de otros componentes. Considerando uno de los principales objetivos de la norma o estándar TIA 942 la proyección del Data Center hacia el futuro, el área correspondiente al cuarto de equipos deberá ser correspondido por su propio espacio y delimitado única y exclusivamente para Cuarto de Datos sin tener que compartido por alguna otra oficina de la entidad ajena a las tareas relacionadas con el manejo de los dispositivos de telecomunicaciones.

### **3.2 UBICACIÓN DEL DATA CENTER**

#### **3.2.1 CRITERIOS PARA UBICACIÓN DE DATA CENTER**

La ubicación del Data Center se determina de acuerdo a los requerimientos que exige las normativas internacionales. La mejor alternativa de ubicación se lo puede apreciar en la Figura 51. Los puntos más relevantes considerados en escoger esta ubicación son:

- No tiene acceso, es decir no queda expuesto al acceso del público. Lo que hace más confiable puesto que solo accedería personal autorizado al control, desempeño, mantenimiento.
- Pese a las modificaciones estructurales se obtendrá mayor espacio como también mejor inconvenientes en molestias de construcción.
- Se encuentra cerca de una zona ventilada es decir no afectaría la instalación de aires acondicionados en los exteriores del Data Center.
- La distancia al sistema de puesta a tierra es muy corta para lo cual el despeje de falla sería instantánea.
- Menor tiempo en desconexión y conexión del Data Center durante el proceso de cambio estructural y adecuación para el Data Center.
- La norma TIA 942 indica que un sitio idóneo para un Data Center es que no se encuentre ubicado cerca de un sanitario, cafetería, o alguna zona en la que implique una posible inundación o expuesto a la humedad[23].



**Figura 51 Propuesta de diseño del nuevo Data Center<sup>67</sup>**

La propuesta se presenta referencia a las normas y estándares estudiados en el capítulo 1: DISEÑO DE DATA CENTER.

### **3.2.2 REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL DATA CENTER**

Actualmente el área asignada se encuentra fuera de servicio. Para lo cual no existiría mayor inconveniente o se afectaría el desempeño diario de los funcionarios.

<sup>67</sup> Fuente: Propia del Autor

El diseño propuesto en la Figura 51 abarcaría cambios estructurales o de obra civil. Para la parte eléctrica los cambios serían mínimos ya que solo se transportaría las acometidas eléctricas y sistemas de voz y datos.

A continuación se indica los cambios que deben ser realizados para la implementación del nuevo Data Center:

- Desmontaje del mesón
- Desmontaje de Lava platos.
- Desmontaje de paredes tipo Gypsum y cambio por paredes de bloque y hormigón
- Suspensión de Acceso a la sala de uso múltiple.
- Suspensión de ventana por pared de bloque y hormigón.

### **3.3 DISEÑO ESTRUCTURAL**

Es indispensable que la obra civil vaya a la par con las normas vigentes para el data center como es la TIA-942. Proporcionando el ambiente necesario a los equipos para que cumplan sin ningún inconveniente las funciones para los que fueron adquiridos.

El aspecto físico de un Data Center puede ocupar uno o varios cuartos o a su vez varios pisos e incluso hasta un edificio completo (Esto se puede validar de acuerdo a los requerimientos del cliente y a las normas TIA), usualmente los servidores usados son servidores “1U” empotrados en racks de 19”, que usualmente son alineados en celdas formando un corredor entre ellos. Esto permite el acceso para los servicios técnicos y por supuesto mejor circulación del aire para el enfriamiento[23].

#### **3.3.1 INSONORIZACIÓN DEL DATA CENTER**

En un Data Center se debe considerar la posibilidad de altos niveles de ruido causados por el equipamiento de los que lo conforman (Servidores, UPS, Aires Acondicionados, y demás equipos eléctricos que son empleados en un Data Center). Provocando molestias en el entorno de trabajo.

A fin de prevalecer el cuidado de las personas es necesario considerar vidrios insonoros (doble vidrio laminado antibala) o pantallas acústicas, para que no surja el ruido. Sin tener que afectar en ningún instante la monitoreo del Data Center.

Los vidrios en el diseño sería de consideración opcional de la entidad financiera puesto a que se eliminaría el ruido mediante la construcción de paredes de bloque y hormigón.

### 3.3.2 PISO FALSO

Una vez ya definido el espacio designado al Data Center, se determina el diseño del piso falso que es adecuado para manejar todo el cableado de red y de electricidad. Para lo cual se presenta la Figura 52, Figura 53, Figura 54 el diseño del piso falso, para separar las conexiones de red y eléctricas del Rack.

El piso se compone de paneles modulares con revestimiento superior conductivo, antiestático y anti-inflamable. Deberán cumplir y especificar las siguientes características técnicas y descripciones [23]:

- Deberán ser paneles de 61 x 61 cm.
- Cumplirá con las normas NFPA 75, 225 y test de llama directa acorde con ASTM-E84
- Fácil instalación y desinstalación del panel
- Intercambiables con paneles perforados para paso de aire acondicionado
- Acabado de piso: HPL, “High Pressure Laminate”
- Se garantizará por lo menos 5 años el suministro de partes de iguales características para futuras ampliaciones de la Sala de Comunicaciones.
- Previo a la instalación del vinil el Contratista Civil deberá pintar la superficie con pintura de alto tráfico en color a definirse.



**Figura 52 Puntos de soporte y anclaje de pilares metálicos<sup>68</sup>**

Como se indica en la anterior figura los soportes tienen que ser metálicos y tienen que estar separados simultáneamente para que después se empotren las estructuras metálicas que van a soportar el piso flotante.

---

<sup>68</sup> Fuente: Propia del Autor

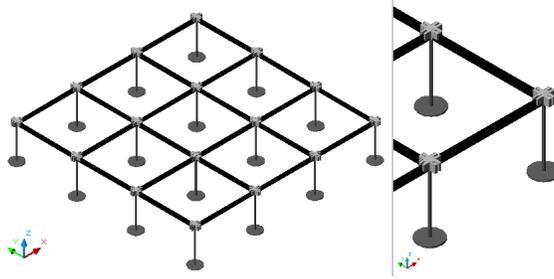


Figura 53 Soportes y estructuras metálicas<sup>69</sup>

Posterior a la finalización de la parte estructural, se procede con el montaje del piso flotante el cual es construido con la finalidad de mantener la temperatura ambiente a la que es sometido. Para lo cual se presenta la siguiente figura.

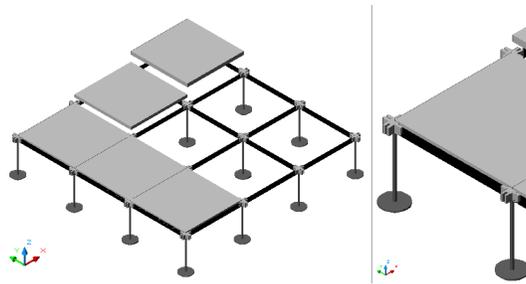


Figura 54 Montaje del piso flotante térmico<sup>70</sup>

### 3.4 DISEÑO DE LA OBRA ELÉCTRICA

Para el diseño de la obra eléctrica del Data Center se considera las recomendaciones expuestas en el Capítulo 1.3: NORMAS Y ESTÁNDARES. A continuación se muestra los puntos principales del sistema eléctrico del Data Center.

- Sistema de protecciones eléctricas acorde a las cargas del Data Center.
- Sistema de puesta a tierra (SPAT).
- Sistema de Distribución eléctrica:
  - ✓ Energía Eléctrica suministrada por la empresa de distribución (EEQSA)
  - ✓ UPS para el Data Center
  - ✓ UPS para la Edificación
  - ✓ Reservas para equipamiento futuro del Data Center.

<sup>69</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>70</sup> Fuente: Propia del Autor

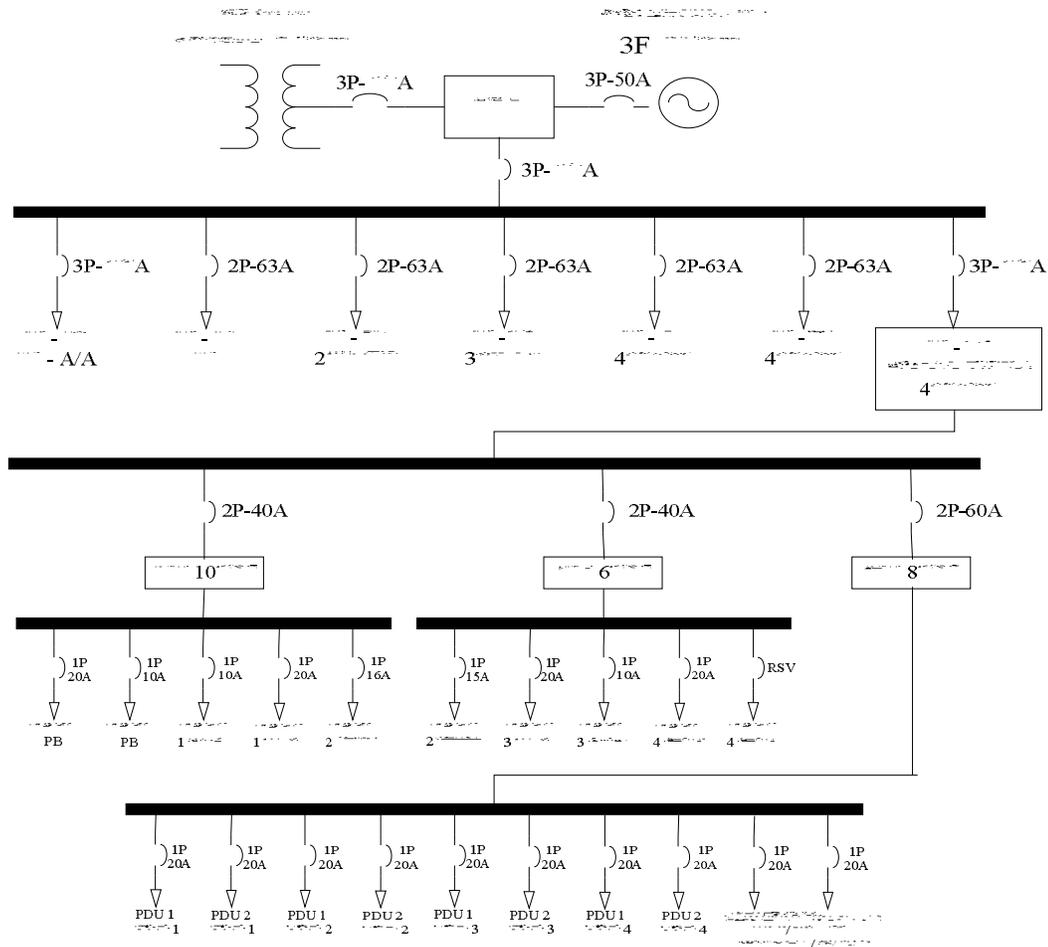
- Bandejas cortacables para Sistema Eléctrico de Fuerza y de Datos.

Para el Data Center se han definido varias labores de tal forma que se pueda acoplar al sistema existente en el espacio existente; estas labores se dividen en varios componentes así:

- Instalación, dentro del Data Center, de un gabinete metálico que contenga componentes eléctricos generales a ser ubicados dentro del mismo y desde el cual se proporcionará energía eléctrica al Sistema UPS redundante distribuido del centro de cómputo, al sistema de Aire Acondicionado de Precisión del centro de cómputo, al circuito de iluminación y tomas Normales al interior del Centro de Cómputo[32].
- Construcción de la red eléctrica de distribución de energía regulada en el interior del data center.
- Implementar las acometidas eléctricas de alimentación a los sistemas UPS y de Aire Acondicionado de Precisión.
- Proveer de un sistema de protección contra eventos transitorios TVSS para el sistema eléctrico del Centro de Cómputo.

#### **3.4.1 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA NORMAL DATA CENTER**

Para un mejor manejo de las cargas y de todos los sistemas eléctricos acoplados al Data Center como son: alimentación de los aires acondicionados, Alimentación a los sistemas UPS, alimentación a los sistemas de iluminación, iluminación de emergencia, letreros de salida y tomas normales dentro del Data Center. Para ello se lo aprecia en la Figura 55 el diagrama unifilar como solución eficaz para la implementación del Data Center.



**Figura 55 Diagrama unifilar para implementar el Data Center<sup>71</sup>**

El tablero de fabricación nacional incluye:

- Gabinete eléctrico metálico con puerta
- Barras de cobre principales
- Breakers de control UPS-1 modular 8kVA (IN, OUT, BYPASS) UPS1
- Breakers de control UPS-1 modular 8kVA (IN, OUT, BYPASS) UPS1
- 1 Distribuidor eléctrico 2 Fases 30 Posiciones UPS-1 16 kVA
- 1 Distribuidor eléctrico 2 Fases 30 Posiciones UPS-2 16 kVA
- Distribuidor eléctrico 3 fases 12 posiciones energía normal
- Acometida de entrada y salida UPS-1 u UPS-2

<sup>71</sup> Fuente: Propia del Autor

- Alimentación de aire acondicionado y breakers de protección

### 3.4.1.1 EXTENSIONES ELÉCTRICAS DATA CENTER

Desde el tablero general de energía normal dentro del Data Center y los sistemas UPS en Redundancia Distribuida se deberán originar todo el cableado de alimentación eléctrica para los racks de equipos y tomas normales e iluminación del Data center de acuerdo a las normas establecidas en el capítulo 1.3.6.2 Estándar NEC 2011 National Electric Code (Código Nacional Eléctrico).

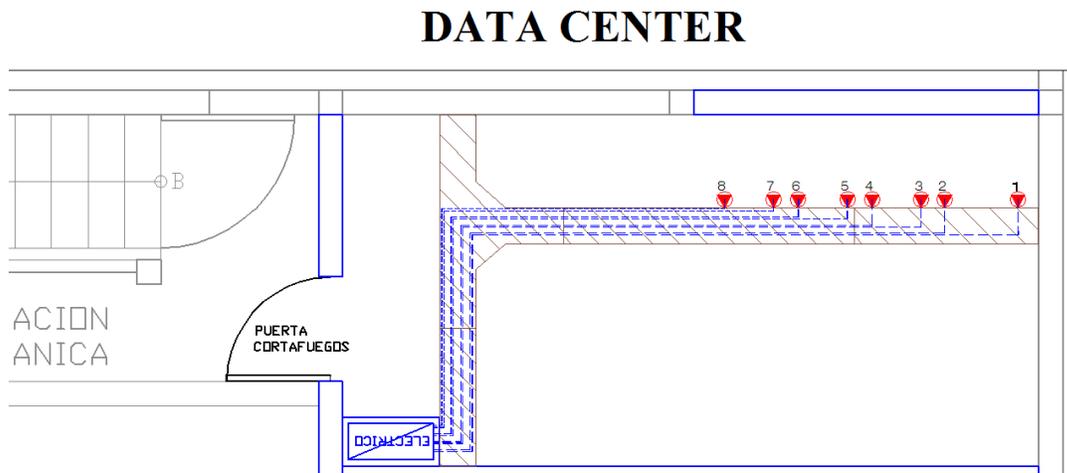


Figura 56 Extensiones eléctricas en el Data Center<sup>72</sup>

Las extensiones eléctricas se deben considerar para un voltaje nominal de 120 Vac 20 Amps para los racks de equipos de acuerdo al sistema de UPS en redundancia Distribuida.

Todas las extensiones eléctricas utilizarán tomas de seguridad tipo NEMA, como se indica en la Figura 56 Extensiones eléctricas en el Data Center.

### 3.4.1.2 ACOMETIDA ELÉCTRICA DEL DATA CENTER DESDE TABLERO GENERAL EN CUARTO DE GENERADORES:

Para alimentación general del nuevo Data Center se especifica la instalación de una acometida eléctrica que de servicio a estas.

<sup>72</sup> Fuente: Propia del Autor

Esta acometida eléctrica de aproximadamente 100 metros debe ser realizada con cable 3 x 2/0 AWG para cada fase + neutro + 1/0 tierra, con breaker de protección.

La canalización deberá ser metálica y debe originarse en el cuarto de generadores desde el tablero de transferencia automática del nuevo generador para el Data Center.

En la Figura 57 se presenta la ubicación de equipos eléctricos como alternativa para el desarrollo de la Construcción del nuevo Data Center.

## DATA CENTER

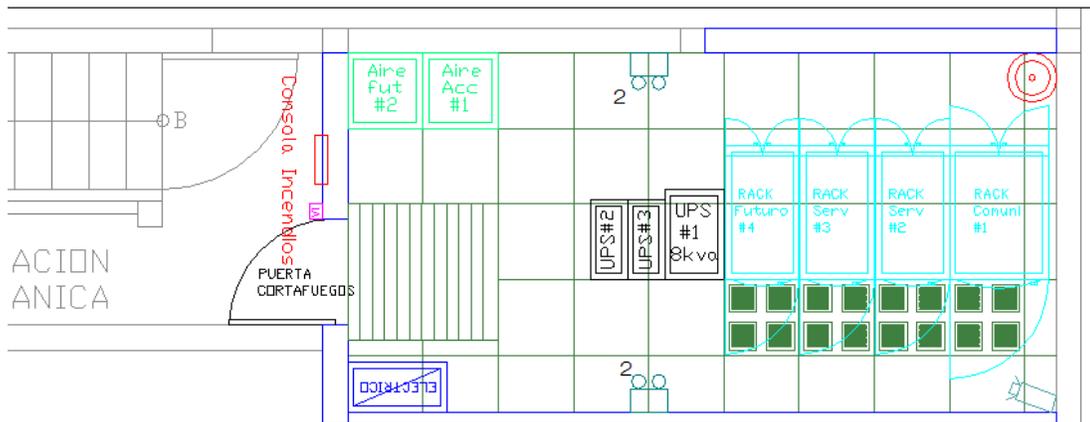


Figura 57 Distribución de equipos en el Data Center[23]

### 3.4.1.3 TVSS trifásico de 100 kA.

La protección contra transitorios debe tener las principales características de operación:

- Modos de protección Línea-Línea(L-L), Línea-Neutro(L-N), Línea-Tierra(L-G)
- Tecnología de varistores de oxido de metal (MOV's)
- Montaje paralelo con la carga
- Atenuación de ruido 100khz, hasta -40dB
- Voltaje de operación 208/120 Vac 3PH+N+GND
- Modos de protección L-N, L-G, N-G, L-L
- Tiempo de respuesta menor a 0,5 nano segundos
- Leds de indicación de estado
- Cumple UL 1449
- Cumpla CUL, CE, ISO 9001, ANSI/IEEE C62.41 cat C3

### 3.4.2 SISTEMAS CONTRA INCENDIOS

Los sistemas de alarmas son usados para minimizar los riesgos y advertir a los operadores frente de una catástrofe. Usar agua en equipo eléctrico operacional no es lo mejor para apagar un incendio. Originalmente el gas halom fue usado para este fin, el uso de un gas inerte es necesario para expulsar el oxígeno de las salas, Sin embargo esto fue prohibido en algunos países por el riesgo que representa para la salud[23].

Conformación del sistema automático de detección y extinción contra incendios:

- El sistema a implementarse debe proveer la detección y extinción automática de incendios para el Data Center de la COOPCCP.
- La instalación del sistema se realizará en toda el Área del Data Center. Se protegerá con extinción en todo el volumen del Data Center, en el volumen de equipos y sobre el cielo falso.
- El agente considerado es el HFC125 ECARO 25, calculado al 8% en volumen y entre 18 y 25 grados °C. El respectivo cálculo hidráulico en el software de la instalación del sistema se realizará en toda el Área del data Center. Se protegerá con extinción en todo el volumen esto es bajo pisos falsos, en el volumen de equipos y sobre el cielo falso.
- Todos los componentes deben tener certificación Factory Mutual FM.
- **Alarma y detección**, en todas las áreas, basado en un sistema de control y alarma capaces de reporte remoto y control a un panel centralizado ubicado en el exterior del Data Center, junto a la puerta de acceso.
- El sistema estará integrado por detectores de humo puntuales tipo fotoeléctricos y contará con elementos de notificación como sirenas con luz estroboscópica al interior ó exterior del Centro de Datos.
- **Extinción**, en todas las áreas especificadas: Centro de Datos en el ambiente de equipos y bajo el piso falso; basado en agente limpio ECARO 25 (HFC125) para la extinción de incendios. El software de cálculo deberá ser listado UL y aprobado FM.

#### 3.4.2.1 Cumplimiento de normas y códigos:

Los equipos, la ejecución de los trabajos de montaje, así como el criterio de instalación y funcionamiento del sistema, cumplirán las siguientes normas y códigos en su última versión aprobada, según corresponda:

- AWWA C-206 FIELD WELDING FOR STEEL WATER PIPE
- AWWA C-207 STEEL PIPE FLANGES

- ASTM AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
- ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION
- ASME AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS
- AWS AMERICAN WELDING SOCIETY
- NFPA 13 STANDARD FOR INSTALLATION OF SPRINKLERS SYSTEMS
- NFPA 72 NATIONAL FIRE ALARM CODE
- NFPA 76 STANDARD FOR THE FIRE PROTECTION OF TELECOMMUNICATIONS FACILITIES
- NFPA 80 STANDARD FOR FIRE DOORS AND FIRE WINDOWS
- NFPA 2001 STANDARD ON CLEAN AGENT FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS

### **3.4.2.2 Funcionamiento del sistema automático de detección y extinción contra incendios**

El sistema será operado automáticamente y eléctricamente a través de los detectores de humo y del panel de control. También podrá ser activado manualmente por medio de la estación manual o por la palanquilla instalada en el cabezal eléctrico de control colocado en las válvulas de los cilindros de gas extintor ECARO 25. Una vez accionado el gas extintor ECARO 25 se descargará por la tubería y las boquillas en un tiempo menor a 10 segundos.

### **3.4.2.3 Consideraciones generales de diseño**

- En todas las áreas a proteger con agente extintor ECARO 25, se garantizará que el mismo llegue efectivamente a las boquillas con las condiciones de presión, cantidad y tiempo de descarga establecidas en los diseños y requerimientos de estas especificaciones generales y técnicas.
- Se contará con elementos de notificación de alarma como son una sirena con luz estroboscópica al interior del Centro de Datos y una luz estroboscópica al exterior, el panel además contará con señales audibles y visibles.
- La detección automática en las zonas con extinción de incendios (sala de servidores) se realizará por un sistema de detección basado en detectores puntuales de humo.
- En el Centro de Datos se ubicarán 4 detectores de humo.
- No debe ser nocivo para las personas
- No debe dañar los equipos
- Eficiente en el caso de un incendio
- Continuidad del servicio

### 3.4.3 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN

El sistema propuesto, es un sistema de climatización de precisión, con descarga directa al ambiente.

Se solicita un sistema tipo torre, que se ubique directamente al piso del área, que permita un suministro de aire superior, y un retorno frontal, manteniendo separados los flujos de aire tanto de suministro como de retorno[23][32].

El sistema será diseñado para una carga térmica de hasta 8.8 kW, considerando la máxima disipación de la carga del Data Center limitada por la existencia de un sistema UPS de 10kVA (8kW), más un porcentaje de seguridad de un 10% que cubre cargas adicionales como iluminación e infiltraciones.

- Dimensiones: No supera un área de 0.6m x 0.6 m.
- Ubicación: En un costado del Data Center, preferiblemente en la parte posterior del rack, de forma que permita un retorno directo del aire caliente.
- Capacidad térmica total:
  - ✓ Capacidad total de 10 kW (34130 btu/h) y a 24°C de temperatura de retorno y 50% de HR a 0 m.s.n.m.
  - ✓ Capacidad total de 8.8 kW (30034 btu/h) a 24°C de temperatura de retorno y 50% de HR a 3000 m.s.n.m.
  - ✓ Caudal de aire solicitado mínimo de 2000 m<sup>3</sup>/h (1180 cfm)
  - ✓ Pruebas: Estas capacidades deberán ser probadas con un software de selección del fabricante, incluyendo la selección de la unidad condensadora para la altura de Quito como mínimo, o carta del fabricante especificando esta capacidad a estas condiciones de altura.
  - ✓ Calidad de los materiales y equipo: se utilizarán solo equipos y materiales nuevos.

#### **Características mínimas:**

- Equipos tipo Up Flow, descarga superior directa al ambiente y retorno por la parte frontal del equipo.
- Control preciso de temperatura y humedad.
- Capacidad de humidificación y deshumidificación.
- Unidad evaporadora interna de un tamaño no mayor a 0.60 m x 0.60 m x 1.98 m de alto.
- Capacidad de 8.8 kW a 24 °C y 50% HR a la altura de Quito.

- La unidad interior incluye el compresor de tipo scroll.
- La unidad interior debe incluir un acumulador de líquido refrigerante.
- La unidad Exterior solo debe incluir los ventiladores y el serpentín.
- El sistema debe ser de un solo circuito de refrigeración.
- El sistema incluye filtro deshidratador, visor de humedad y presostatos de alta y de baja presión.
- La unidad interior debe tener switchs de desconexión tipo guarda motor, para todos y cada uno de los subsistemas que lo componen: compresor, ventilador, humidificador, calentador, control.
- Los switchs serán regulables en corriente, que permiten tener un control más efectivo de una sobrecarga eléctrica en cualquier subsistema desconectándose inmediatamente.
- El control de cada unidad dispondrá de un indicador que permita visualizar los valores de temperatura y de humedad.
- La unidad interior será ubicada junto a una pared, es decir toda labor de mantenimiento debe ser frontal.
- La unidad condensadora debe ser diseñada o seleccionada para una temperatura ambiente de 30°C, y para la altura de 3000 msnm. Se debe indicar específicamente en el catálogo de la condensadora, o en el programa de cálculo del fabricante este criterio de selección. Este parámetro es mandatorio.
- Unidad condensadora con tuberías de cobre, aletas y cuerpo de aluminio.
- La unidad debe permitir arranques automáticos después de un corte de energía.
- La unidad condensadora o exterior de cada máquina de aire acondicionado será instalada y posicionada en un sitio suficientemente ventilado exterior.

### **3.4.4 SISTEMA DE SEGURIDAD FÍSICA Y CONTROL DE ACCESO**

La seguridad física juega un rol importante, el acceso del personal al sitio es usualmente restringido a unos pocos. Video cámaras y guardias de seguridad permanentes son usados para resguardar la información de los clientes[23].

#### **3.4.4.1 Puerta de seguridad**

Se considera una puerta de seguridad con el tamaño y características que faciliten este diseño. La puerta de seguridad, incorporará una mirilla de vidrio de seguridad compuesta por vidrio de 25mm de espesor antibala con dimensiones de 30cm.x30cm.

El marco construido en planchas de hierro laminado en caliente de 1.5 mm de espesor, doblada, reforzada. La puerta irá montada sobre bisagras especiales tipo caja fuerte.

La puerta deberá estar especialmente diseñada para brindar una rápida evacuación en caso de alguna contingencia o accidente, junto con la barra Antipánico y el brazo automático para cerrar puertas garantizarán una rápida apertura y seguro retorno para impedir el ingreso desde el exterior sin autorización. Debe estar habilitada para trabajar mediante apertura remota o con control de accesos.

La estructura de la puerta deberá estar elaborada en plancha de hierro laminado de 1.5 mm de espesor, con estructura de refuerzo interno en perfil angular de 2 mm, aislamiento en lana de fibra de vidrio.

Deberá incluir cerradura electromagnética de por lo menos 600Lbs.

Deberá cumplir con los parámetros de la norma NFPA (NACIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION) para puertas de evacuación.

Todas sus partes, marco y puerta llevarán fondo y como acabado laca automotriz de color Grafito.

#### **3.4.4.2 Control de Acceso**

Para la puerta de seguridad de acceso al Data Center se diseña un sistema de control de acceso.

La puerta principal de acceso al área será controlada a través de una lectora que utilice la combinación de lectura de huella digital y tarjeta de aproximación para la entrada y la salida por medio de accionamiento por la barra antipánico incorporada en la puerta de seguridad[23].

El sistema se entregará con 15 tarjetas de aproximación compatibles con las lectoras previstas para el sistema de control de acceso.

#### **Componentes:**

- 1 controladora lectora con interfaz Ethernet.
- Capacidad de gestión de hasta 15000 usuarios.
- 1 lectora combinada con huella digital (Biométrico) interface Wiegand.
- Fuente de poder.
- Instalación y puesta en marcha del control de accesos que incluya:
  - ✓ Integración de la controladora y lectora biométrica a la red LAN.
  - ✓ Software de gestión.
  - ✓ Cables de interconexión.

- ✓ Alimentación eléctrica de controladores.
- ✓ Breakers de interconexión.
- ✓ Cajetines eléctricos de conexión 120 V, 60 Hz.
- ✓ Interconexión de cerraduras electromagnéticas y baterías de respaldo.
- ✓ Cable de comunicaciones con PC.

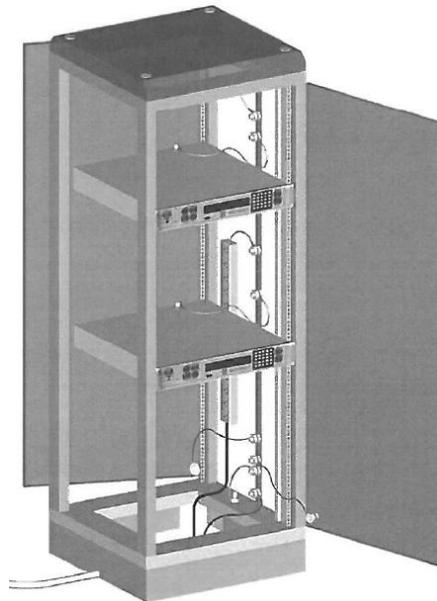
### 3.4.5 RACK CERRADO PARA COMUNICACIONES Y SERVIDORES

Las características de los Rack son importantes ya que se considera un factor importante como es el espacio.

En estos armarios de equipos de telecomunicaciones se encuentran la mayoría de los equipos de un data center. Generalmente se los distribuye o se los categoriza por:

- Rack de comunicaciones
- Rack de servidores

En la Figura 58, se puede apreciar un rack de servidores y la forma de su aterrizamiento al sistema de puesta a tierra.



**Figura 58 Rack de servidores<sup>73</sup>**

---

<sup>73</sup> ANSI/BICSI 002-2011, Data Center Design and Implementation Best Practices, USA: American National Standard, 2011 Pág. 245.

### **Características de Rack:**

- Gabinetes cubiertos completos para montaje de servidores de 19 pulgadas con niveladores de piso.
- 42 U para equipos estándar de 19”.
- Cumple EIA-310-D.
- Bastidores numerados y regulables en profundidad para adaptación de aplicación y equipo a instalarse
- Dimensiones: 60 cm. de ancho, 107 cm. de profundidad, 1.99 m de alto.
- Pasa cables superior e inferior.
- Paneles laterales desmontables en dos partes con seguro de llave.
- Puerta frontal y posterior con tol perforado,
- Puerta posterior doble
- Pintura electrostática.
- Bandejas metálicas para rack
- PDU vertical de rack 120 Vac (multitoma)

### **3.5 DISEÑO DEL SPAT PARA EL DATA CENTER.**

Para el diseño de la malla a tierra se realizará siguiendo la secuencia de pasos como lo indica en el capítulo 1.3.5.6 Procedimiento para el diseño de puesta a tierra. Para lo cual el diseño contempla, una malla enterrada de conductores de cobre desnudo, combinada con jabalinas tipo Copperweld de 5/8” de diámetro y 5.91’ (1.80m) de longitud, cuyo punto superior estará a una profundidad de 0,50 m

Los conductores y varillas se conectarán por medio de uniones de suelda exotérmica que garantizan la conectividad frente a la corrosión, esfuerzos mecánicos y temperatura durante la descarga atmosférica.

Todas las mallas de la estación serán interconectadas entre sí para tener una equipotencialidad y eliminar las diferencias de potencial entre mallas.

El diseño de la malla de puesta a tierra se realizará siguiendo la secuencia de pasos mostrados en la Figura 10 Diseño diagrama de bloques procedimiento, conforme a la norma IEEE Std 80-2000. “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”.

#### **3.5.1 PASO 1: DATOS DE CAMPO, ÁREA DE LA MALLA (A) Y RESISTIVIDAD DEL SUELO ( $\rho$ ).**

De acuerdo al plano de malla de tierra, el área que ocupará la malla es de **36 m<sup>2</sup>**.

Para el diseño de la malla de puesta a tierra se requiere la medición de la resistividad del terreno, la cual depende de varios factores, tales como: clase del terreno, humedad, temperatura del terreno, salinidad del terreno.

El análisis de la resistividad del terreno tiene como objetivo caracterizar el terreno. El caracterizar este parámetro identifica de forma real valores y profundidades de las resistividades encontradas en el terreno. Esta información es una base fundamental para el diseño de la malla de puesta a tierra, y la estimación de los gradientes de potencial, incluyendo las tensiones de toque y paso tolerables, las cuales verifican la seguridad del sistema de puesta a tierra.

La medición de la resistividad del terreno en la edificación, fue realizada el 23 de Febrero del 2013, utilizando el método de Wenner y está basado según la IEEE Std 80 y IEEE Std 81, el cual consiste en enterrar cuatro electrodos igualmente espaciados. El equipo utilizado fue un telurómetro: Earth Ground resistance tester, Model 382252, Marca EXTECH, el cual entrega la resistencia en Ohmios, por lo cual para tener el valor de resistividad del suelo se aplica la siguiente expresión:

$$\rho = 2\pi AR \quad \text{Ecuación 3 [10][44]}$$

La profundidad de las picas debe cumplir la siguiente relación:

$$B < \frac{A}{20} \quad \text{Ecuación 4 [10][44]}$$

Donde:

- $\rho$**  Resistividad aparente del suelo en  $\Omega.m$
- A** Distancia entre electrodos adyacentes en m
- B** Profundidad de la Pica
- R** Resistencia eléctrica medida por el telurómetro en  $\Omega$ ,

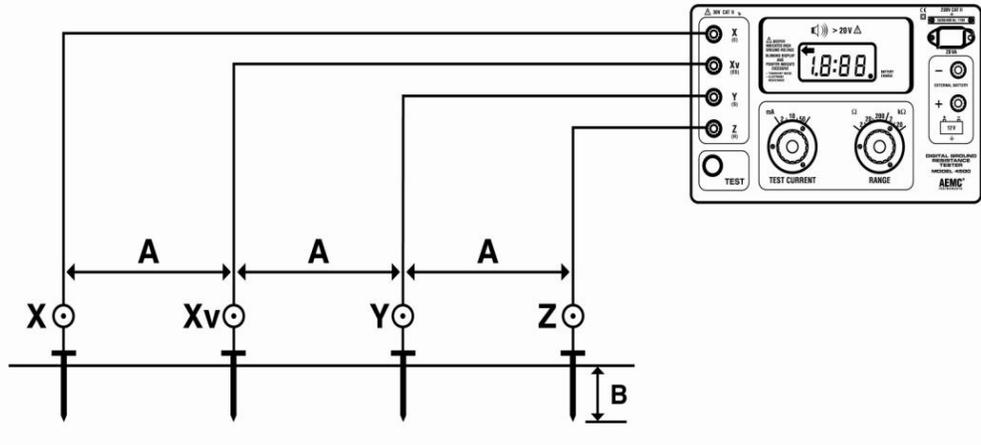


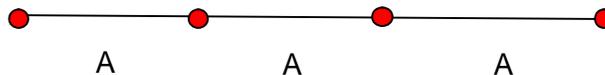
Figura 59 Esquema de medición de la resistividad del suelo [10][44]

Se realizaron 2 sondeos eléctricos en localizaciones diferentes de la Edificación. Las mediciones efectuadas se ubicaron en la zona de instalación de los equipos eléctricos y en la zona perimetral de la Edificación. Se usa los valores de resistividad obtenidos en los 2 sondeos a diferentes distancias para hallar el valor de la resistividad aparente del terreno promedio.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos en las mediciones realizadas.

Tabla 13 Medidas registradas de resistividad del terreno<sup>74</sup>

Test	Distancia	Soil Resistivity
	A (m)	( $\Omega$ - m)
1	2	58,0
	4	37,7
	6	32,7
2	2	50,8
	4	33,0
	6	28,6



<sup>74</sup> Fuente: Propia del Autor

**Tabla 14 Promedio de mediciones<sup>75</sup>**

RESISTIVIDAD DEL SUELO	
PROMEDIO DE MEDICIONES	
Distancia (A)	Resistividad Aparente
(m)	(Ohm - m)
2	54,4
4	35,4
6	30,7
(Ohm - m)	40,1

Se realiza mediciones de la resistividad del suelo a 3 capas, separando las picas a 2,4 y 6 metros, obteniendo un promedio general de las mediciones que se indican en la Tabla 14. Se utiliza el valor promedio de resistividad del suelo para los diferentes cálculos de la malla de tierra, según recomienda para estos casos la IEEE Std 80-2000 (Guide for Safety in AC Substation Grounding). Este valor promedio de resistividad es 40.1 Ωm.

### 3.5.2 PASO 2: DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR

Para determinar el calibre del conductor del sistema de puesta a tierra se tiene en cuenta la máxima corriente de falla que puede presentarse en el sistema, de acuerdo a las simulaciones de Cortocircuito realizadas, la mayor corriente de falla a tierra simétrica es de 3.3kA.

El dimensionamiento según la IEEE Std 837 y IEEE Std 80 es función del límite térmico del conductor y está definido por la siguiente expresión:

$$A_{[mm^2]} = I \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r}\right) \ln \left[\frac{K_o + T_m}{K_o + T_a}\right]}} \quad \text{Ecuación 5 [46]}$$

Donde:

I = Corriente de falla (kA)

Amm<sup>2</sup>= Sección del conductor (mm2)

Tm = Temperatura máxima de operación (450°C) considerando conexiones con suelda exotérmica

Ta = Temperatura ambiente (25°C)

<sup>75</sup> Fuente: Propia del Autor

$\alpha_r =$	Coefficiente térmico de material (0,00381)
$\rho_r =$	Resistividad del conductor reflejado a temperatura final ( $\mu\Omega\text{-cm}$ )
$K =$	$1/\alpha_r$
$t_c =$	Duración de la falla (0.3 seg.)
$TCAP =$	Capacidad térmica/unidad de volumen de tabla 1 de IEEE Std 80 ( $\text{J}/\text{cm}^3$ )

$$A_{[mm^2]} = 3.3kA \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{0,000342}{0.3 \times 0,00381 \times 1.78}\right) \ln \left[\frac{242 + 450}{242 + 25}\right]}}$$

$$A_{[mm^2]} = 8.25mm^2$$

La sección calculada es equivalente a un conductor 8 AWG. Para asegurar que el conductor soporte esfuerzos mecánicos que pudieran presentarse, se selecciona el conductor calibre N° 1/0 AWG.

A partir de dicha malla se realizarán derivaciones en conductor de cobre aislado XHHW calibre No. 1/0 AWG para la puesta a tierra de los transformadores y para la conexión de barras equipotenciales para la puesta a tierra de las celdas de media tensión y tableros de baja tensión; y en conductor calibre No. 2 AWG aislado para puesta a tierra de estructuras metálicas y skid de motores.

### **3.5.3 PASO 3: CÁLCULO DE VOLTAJE DE PASO Y VOLTAJE DE TOQUE TOLERABLES PARA EL CUERPO HUMANO**

#### **3.5.3.1 Voltaje de paso tolerable para el cuerpo humano**

La tensión de paso es el potencial que se localiza entre los pies de una persona cuando estos se encuentran separados a una distancia de 1 m y se presenta una falla eléctrica en el sistema. La Figura 60 Diagrama tensión de paso muestra la distribución de corriente según la IEEE Std 80-2000.

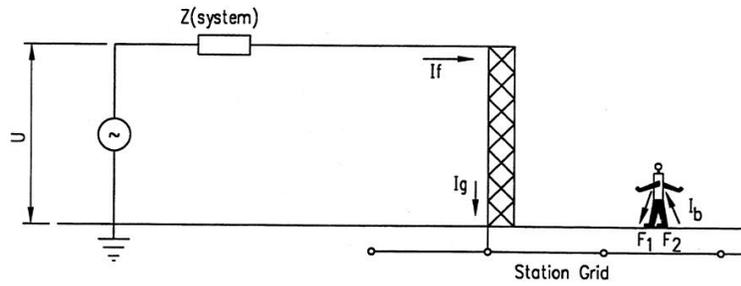


Figura 60 Diagrama tensión de paso<sup>76</sup>

Según los criterios adoptados por la IEEE 80-2000 las tensiones de paso tolerables por el cuerpo humano para una persona con un peso de 70Kg se rigen por la fórmula:

$$E_{PT} = \frac{157 + 0.942C_s \rho_s}{\sqrt{t}}$$

Ecuación 6 [10]

Donde:

EPT = Voltaje de paso tolerable para el cuerpo humano.

t = Tiempo de duración de la falla (0.3 seg).

$\rho_s$  = Resistividad del material superficial (4657  $\Omega$ -m plataforma de hormigón)

$\rho$  = Resistividad del suelo (40.1  $\Omega$ -m)

hs = Espesor del material superficial en metros (losa de hormigón de 0.2 m)

$$C_s = 1 - \frac{0,09(1 - \frac{\rho}{\rho_s})}{2h_s - 0,09}$$

$$C_s = 0.712$$

De las condiciones del problema tenemos:

$$E_{PT} = \frac{157 + 0.942 \times 0.712 \times 4657}{\sqrt{0.3}}$$

$$E_{PT} = 5990.71 \text{ Volts}$$

<sup>76</sup> IEEE Std 80-2000, Guide for Safety in AC Substation Grounding, NY: IEEE Power Engineering Society, 2000 Pág. 19.

Los valores calculados posteriormente de tensiones de paso y contacto son comparados con respecto al resultado de la ecuación anterior, con el fin de no ser superado y que la malla de puesta a tierra controle efectivamente estas tensiones siendo la tensión máxima a soportar por el ser humano de 5990.71 V.

### 3.5.3.2 Voltaje de toque tolerable para el cuerpo humano

La tensión de contacto es el potencial que se localiza entre los pies y la mano de una persona cuando esta permanece en contacto con una estructura metálica y los pies se encuentran a una distancia de 1m de la estructura en presencia de una falla eléctrica en el sistema. En la Figura 61 Diagrama tensión de toque se muestra la distribución de corriente según la norma IEEE Std 80-2000.

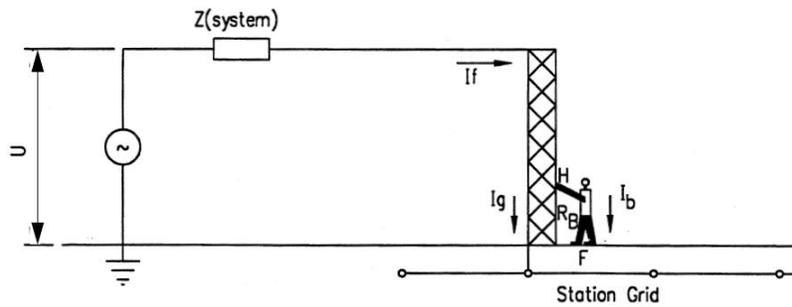


Figura 61 Diagrama tensión de toque<sup>77</sup>

Se calcula mediante la fórmula:

$$E_{CT} = \frac{157 + 0.2355Cs\rho_s}{\sqrt{t}}$$

Ecuación 7 [10]

Donde:

ECT = Voltaje de toque tolerable para el cuerpo humano.

t = Duración máxima de la falla (0.3 seg).

$\rho_s$  = Resistividad del material superficial (4657  $\Omega$ -m plataforma de hormigón)

hs = Espesor del material superficial en metros (losa de hormigón de 0.2 m)

De las condiciones del problema tenemos:

---

<sup>77</sup> IEEE Std 80-2000, Guide for Safety in AC Substation Grounding, NY: IEEE Power Engineering Society, 2000 Pág. 17

$$E_{CT} = \frac{157 + 0.2355 \times 0.7121773 \times 4657}{\sqrt{0.3}}$$

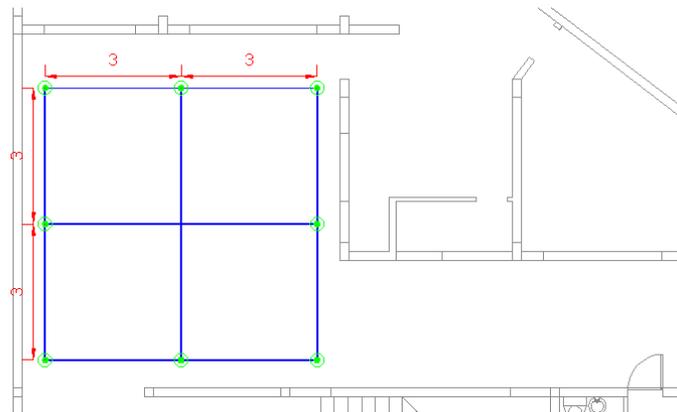
$$E_{CT} = 1712.66 \text{ Volts}$$

### 3.5.4 PASO 4: DISEÑO PRELIMINAR DE LA MALLA DE TIERRA

**Tabla 15 Datos para el cálculo<sup>78</sup>**

DATOS	
Resistividad del suelo (ohms.m)	40.1
Longitud del conductor (m)	36
Longitud de las varillas (m)	1.80
Número total de varillas	8
Longitud total (LT) (m)	50
Área de la malla m <sup>2</sup>	36
Profundidad de la malla (m)	0,5

En la Figura 62 Distribución de cable y varillas en un SPAT se muestra la disposición de la malla junto con las varillas.



**Figura 62 Distribución de cable y varillas en un SPAT<sup>79</sup>**

### 3.5.5 PASO 5: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA ESTIMADA DE LA MALLA (Rg)

La resistencia de la malla de tierra calcularemos mediante la ecuación:

<sup>78</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>79</sup> Fuente: Propia del Autor

$$R_g = \rho \left[ \frac{1}{LT} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left( 1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{20/A}} \right) \right]$$

**Ecuación 8 [10]**

En donde: Rg: Resistencia de la malla a tierra

$\rho$ : Resistividad en (Ohms.m)

LT: Longitud total (m, longitud del conductor +  $\Sigma$ (longitud de varillas))

A: Área que ocupa la malla

h: Profundidad de la malla

$$R_g = 40.1 \left[ \frac{1}{50} + \frac{1}{\sqrt{20 * 36}} \left( 1 + \frac{1}{1 + 0.5\sqrt{20/36}} \right) \right]$$

$$R_g = 3.385 \Omega$$

Se puede observar que el resultado del valor de la resistencia de la malla de puesta a tierra es de 3.3851  $\Omega$ , este valor esta dentro de lo exigido por la IEEE Std. 80 e IEEE Std.142. debido a que el suelo de la Edificación es del tipo arcilloso Sin embargo, en el diseño, los valores de seguridad respecto a las tensiones de toque y de paso se mantienen dentro de lo tolerable por el cuerpo humano según las exigencias que hace hincapié la IEEE 80.

### 3.5.6 PASO 6: DETERMINACIÓN DE LA CORRIENTE MÁXIMA (Ig)

IG se define como la corriente máxima de malla que fluye entre la malla de tierra y el suelo que lo rodea. La Figura 63 Falla dentro de la plataforma con un sistema de neutro puesto a tierra muestra que la corriente máxima de malla para la configuración del sistema eléctrico diseñado para la Edificación tiene un valor de cero. Esto se debe a que en caso de una falla a tierra existe un camino de baja impedancia (malla con conductor de cobre) que facilita que la corriente retorne a la fuente (generadores) desde el punto de falla. La corriente necesita solamente retornar rápidamente por la malla de regreso a los generadores o transformadores. En éste caso, una corriente nula fluye dentro del suelo circundante a la malla.

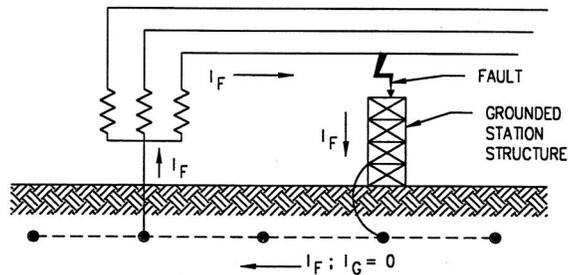


Figura 63 Falla dentro de la plataforma con un sistema de neutro puesto a tierra<sup>80</sup>

### 3.5.7 PASO 7: DETERMINACIÓN DE LA ELEVACIÓN DE POTENCIAL A TIERRA (Gpr)

El GPR se define como el producto de la corriente máxima de malla (IG) por la resistencia de la malla proyectada (Rg). Éste resultado deberá ser comparado con el voltaje de toque tolerable calculado en el paso 3.

$$GPR = I_G * R_g$$

Ecuación 9 [10]

$$GPR = 0 * 3.3851 = 0$$

Entonces:  $0 < 1712.65 \text{ V}$ , consecuentemente el diseño preliminar de la malla es aceptable y en cumplimiento del Paso 12 del procedimiento pasaremos a realizar el diseño de detalle de la malla con sus conexiones a los equipos.

### 3.5.8 DISEÑO, VERIFICACIÓN Y AUTENTIFICACIÓN DE LA MALLA A TIERRA A TRAVÉS DEL PROGRAMA ETAP

Para la diseño, verificación del diseño de la malla a tierra usamos el simulador de sistemas eléctricos ETAP Para el cual describimos a continuación los pasos que se consideraron para el diseño:

**Paso 1:** Ingreso al programa simulador ETAP.

**Paso 2:** Registramos los datos previos al proyecto como son: Nombre del nuevo proyecto, Información del Usuario.

**Paso 3:** Usando la opción de Grid creamos nuestra malla a tierra. Para poder editar e ingresar los valores; damos un doble clic sobre la malla. En la cual solicita la referencia

<sup>80</sup> IEEE Std 80-2000, Guide for Safety in AC Substation Grounding, NY: IEEE Power Engineering Society, 2000 Pág. 75

de la norma a la cual va a ser diseñada la malla. Para nuestro caso accedemos a las normas IEEE.

**Paso 4:** Ingresamos los datos de campo: resistividad, tipo de suelo, profundidad de las picas, como se puede apreciar en la Figura 64.

The image shows a software dialog box titled "Soil Editor". It contains three rows of input fields for soil layers. The first row is for the "Surface Material" with a resistivity of 4267.2 ohm-m, material "Crushed rock", and a depth of 0.20 m. The second row is for the "Top Layer" with a resistivity of 40.1, material "Moist soil", and a depth of 0.2 m. The third row is for the "Lower Layer" with a resistivity of 40.1 and material "Moist soil". At the bottom of the dialog are three buttons: "Help", "OK", and "Cancel".

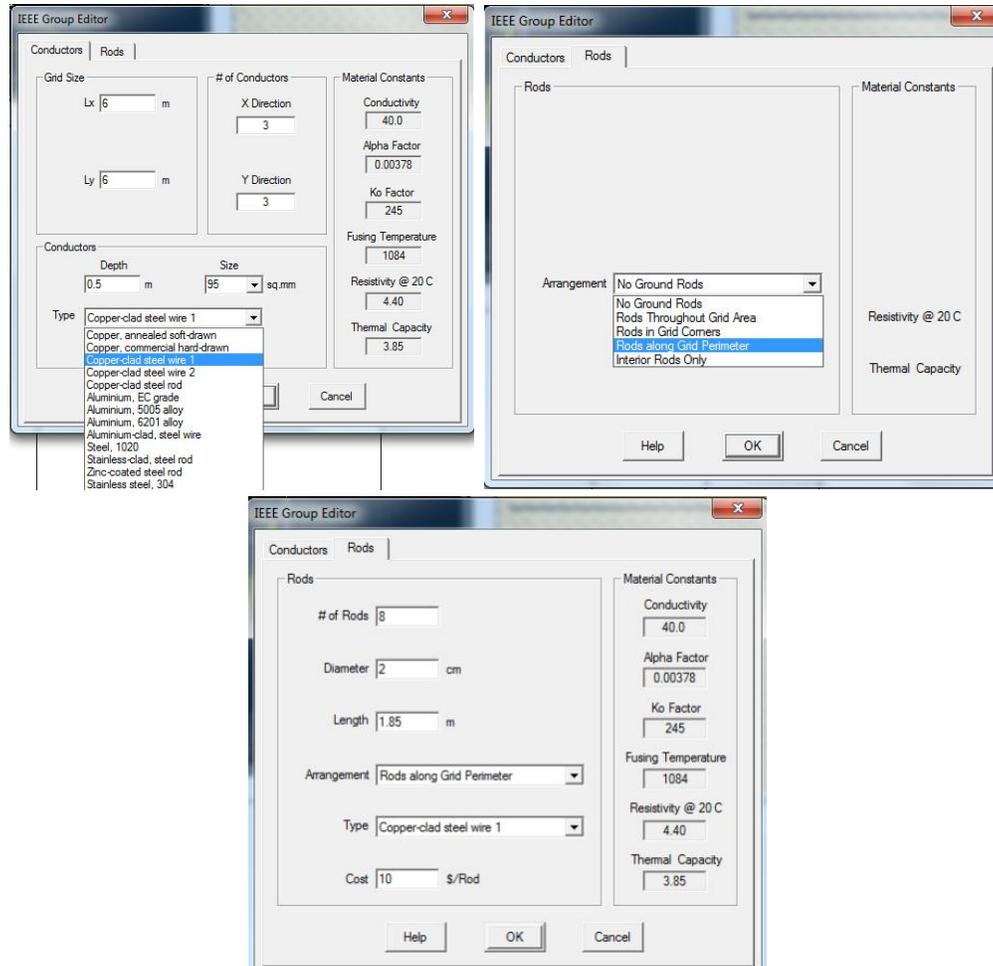
	Resistivity ohm-m	Material	Depth m
Surface Material	4267.2	Crushed rock	0.20
Top Layer	40.1	Moist soil	0.2
Lower Layer	40.1	Moist soil	

**Figura 64** Datos de campo ingresados<sup>81</sup>

**Paso 5:** Ingresamos los Datos para la construcción de la malla: longitud de la malla, número de cables de la malla cuadrada, profundidad de la malla a tierra, sección y tipo de copperweld. Por defecto el simulador nos indica los datos del suelo. Como se puede observar en la Figura 65. De la misma forma se procede con el ingreso de datos para lo que es el número de varillas y la distribución de las mismas como se aprecia en la misma figura.

---

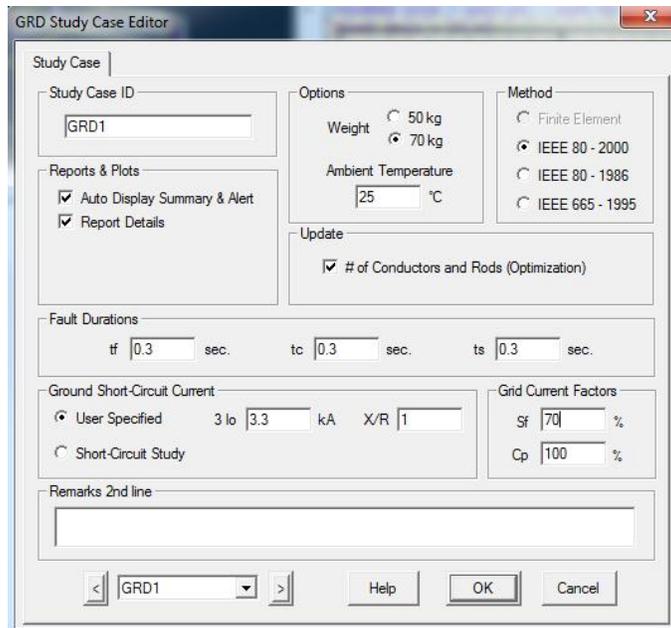
<sup>81</sup> Fuente: Propia del Autor



**Figura 65 Datos del cable para la malla a tierra<sup>82</sup>**

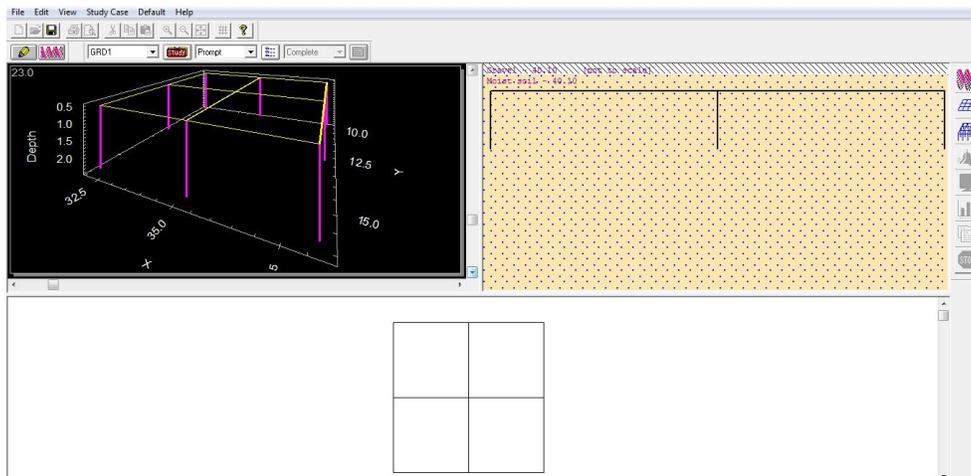
**Paso 7:** Finalmente se ingresa datos adicionales como son: temperatura ambiente, peso referencial de una persona, tiempo de duración ante una descarga y demás parámetros como se lo aprecia en la Figura 66.

<sup>82</sup> Fuente: Propia del Autor



**Figura 66 Datos finales para el diseño de la malla a tierra<sup>83</sup>**

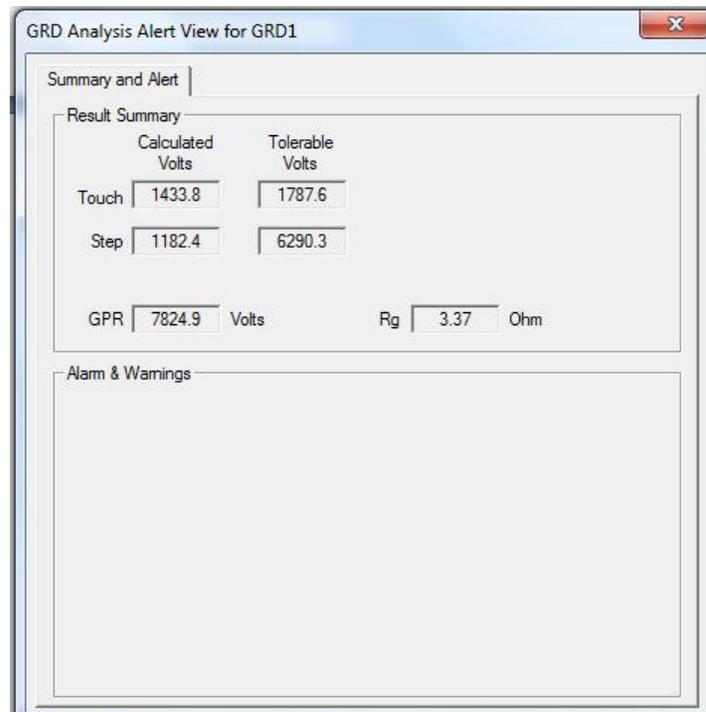
**Resultados:** En la Figura 67 se indica el diseño final del diseño de la malla a tierra bajo los lineamientos expuestos en el capítulo 3.5 DISEÑO DEL SPAT PARA EL DATA CENTER. Adicionalmente se puede observar en la Figura 68 la fiabilidad del Diseño de la malla a Tierra.



**Figura 67 Diseño final de la malla a tierra<sup>84</sup>**

<sup>83</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>84</sup> Fuente: Propia del Autor



**Figura 68 Resultados del diseño de la malla a tierra<sup>85</sup>**

Al obtener el análisis de programador ETAP, concluimos que la malla a tierra diseñada se encuentra bajos los valores de Voltaje de toque y paso tolerables por el ser humano [10].

### 3.6 PUNTOS DE VOZ Y DE DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Según lo establecido por el estándar TIA-942 es necesario considerar el número de puntos de voz y datos. Se detalla en la siguiente tabla los puntos de voz y datos de la edificación:

**Tabla 16 Especificaciones de los puntos en la COOPCCP<sup>86</sup>**

NÚMERO DE PUNTOS DE VOZ Y DATOS						
	PLANTA	V/D	D	V	D/D	TOTAL
<b>CANTIDAD</b>	PB	6	1	2	1	10
	1er PISO	10	0	0	0	10
	2do PISO	19	3	1	4	27
	3er PISO	21	2	3	1	27

<sup>85</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>86</sup> Fuente: Propia del Autor

	4to PISO	0	2	1	0	3
<b>CONDUCTORES</b>	PB	12	1	2	2	19
	1er PISO	20	0	0	0	20
	2do PISO	38	3	1	8	50
	3er PISO	42	2	3	2	49
	4to PISO	0	2	1	0	3

Donde:

- V/D: punto doble (voz y datos)
- D: punto simple de datos
- V: punto simple de voz
- D/D: punto doble de datos

Es importante determinar el lugar del Data Center bajo el estudio de las normas TIA, ya que por parte de las normas Eléctricas se acoplaría a la funcionalidad tecnológica del Data Center para brindar seguridad en todo instante.

# CAPÍTULO IV

---

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el diseño del Data Center se asegura que se tomen las decisiones adecuadas a fin de solventar las necesidades de diseño de la COOPCCP.

Con la aplicación de normas y estándares vigentes para el diseño del Data Center y considerando la remodelación de los componentes eléctricos del mismo se asegura su funcionamiento en todo momento es decir los 365 días del año. Adicionalmente disponer de personal especializado como también de herramientas apropiadas que proporcionen una fiabilidad del 100% durante el transcurso de sus funciones.

Los resultados adquiridos en el diseño del Data Center efectivizan mejoras ya sean de productividad, optimización de los procesos de gestión, la estandarización, automatización y los recursos reasignados. Los motivos que ayudaron para la elaboración del diseño son los siguientes:

- **Ubicación del Data Center:** La ubicación del Data Center esta dimensionado por estándares acordes a las Normas TIA 942 seguidas también por las IEEE.
- **Acondicionamiento del espacio físico y distribución de Equipos:** Los equipos, componentes son modulares y escalables minimizando así el espacio de equipamiento y mejorando la eficiencia en su clase.
- **Disponibilidad:** los equipos tienen la disponibilidad suficiente para abastecer los servicios de TI para el data center.
- **Continuidad de Negocio:** satisfacer y caracterizar la redundancia, monitoreo y las infraestructuras requeridas por las normas y estándares aplicables para los Data Center significan que el potencial de interrupción de las actividades sea casi nulo.
- **Costo total de propiedad más bajo:** combinar recursos a fin de reducir la cantidad de servidores de datos separados. Reduciendo gastos ya sea de infraestructura y de personal que estén a cargo del monitoreo de las operaciones administrativas.
- **Agilidad:** una adecuada infraestructura de un Data Center genera mayor agilidad, pues nuevas implementaciones no serán expuestas a varios lugares físicos.

## **4.1 ANÁLISIS DE LOS BENEFICIOS EN LA MODERNIZACIÓN DEL DATA CENTER**

Actualizar un Data Center con trae muchos beneficios. Uno de ellos y el principal es mejorar la infraestructura existente usando nuevas normas y estándares, para la implementación de nuevas tecnologías que se caractericen por disponer de mejor rendimiento que abalada la efectividad de sus componentes que lo conforman. En base a lo expuesto anteriormente; se indica en los siguientes subcapítulos los beneficios que se obtienen al implementar el Data Center diseñado.

### **4.1.1 CONTROL DE ACCESOS Y MONITOREO**

El control de acceso al Data Center será por medio de lector de acceso (tarjetas magnéticas) que activaran la cerradura electromagnética efectivizando la seguridad permanente. Se aumenta la seguridad restringiendo el acceso al público y efectivizando el uso, la operación y monitoreo del personal calificado. El circuito cerrado de televisión CCTV autentifica a través del monitoreo la existencia del personal que se encuentre en el área del Data Center a fin de señalar responsabilidad de la manipulación del mismo.

### **4.1.2 AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN**

El Data Center, los sistemas informáticos necesitan condiciones climáticas constantes para el correcto funcionamiento de sus equipos. Las variaciones de temperatura, humedad y polvo, son factores principales para las afecciones de funcionamiento como los datos almacenados.

Los aires acondicionados de precisión garantizan un sistema climático eficaz. Teniendo como principal beneficio el control de temperatura ambiente en el Data Center, conservando los niveles de funcionamiento de los equipos expresados por el fabricante, generando ahorros de consumo de energía. A diferencia de los tipos confort, que no han sido diseñados para un funcionamiento continuo e ininterrumpido.

Además, este tipo de aires acondicionados son diseñados bajo normas de humedad y temperatura expuestas en la norma TIA 942, en la que expone que el nivel de humedad debe estar establecido en el rango de humedad entre el 40% y 55% en los Data Center.

Climatización controlada y sistema de purificación de aire se implementa en el data center. El sistema de enfriamiento “Estrechamente acoplado”, está diseñado y establecido con las unidades de aire cerca de la fuente de calor.

El Data Center cuenta con equipos de refrigeración en configuración N+1 (mayor confiabilidad) que mantienen el nivel correcto de temperatura y humedad, además de un sistema purificador de aire y de extracción que elimina por completo partículas de polvo garantizando un ambiente libre de impurezas.

Como los servidores y otros equipos de TI disipan mucho calor en el ambiente, los Data Centers necesitan de una climatización técnica, especial, de precisión, que mantenga la temperatura y humedad internas en niveles constantes y que garantice la integridad de equipos y datos.

La tecnología de FREE COOLING, es un sistema de refrigeración que aprovecha el flujo de aire exterior para regular la temperatura del CPD. Por último, disponer de un sistema de monitorización de temperatura y humedad para mantener en valores óptimos los parámetros de funcionamiento.

### **4.1.3 USO DE PISO FALSO**

El uso del Piso falso de gran importancia para el funcionamiento del Data Center, por sus beneficios y la seguridad que representan en el desempeño diario. Estos dispositivos rellenos de aislante (cemento) de peso ligero protegen, conservando el nivel de temperatura y propagando la llama y la clasificación del humo. Las normas y estándares expuestos por la UL y NFPA recomiendan el uso de pisos conductivos.

La implementación de acabados de plástico de piso disipador estático es esencial para el piso falso. La presencia de cargas electrostáticas son graves y muchos de los incidentes incluyen daños a los sistemas electrónicos de los equipos; ocasionando pérdidas de datos y acumulación de electricidad electrostática.

La electrostática es un factor importante en el Data Center ya sea por el contacto de dos objetos o el choque entre polos negativos y positivos, los cuales se encuentran estáticos en los puntos de contacto mutuo. Es importante el aterrizamiento del piso a la malla a tierra, para eliminar cualquier potencial no deseado.

El piso flotante también dispone de otras características el cual efectivizan su instalación. Su elevación de 25cm proporciona ayuda para albergar servicios críticos o métodos de organización que son presentes en los Data Center, como son el cableado modular para transmisión de energía, voz, datos, sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado. Como también facilita el acceso a cambios y mantenimiento de los sistemas antes mencionados.

#### 4.1.4 SISTEMA CONTRA INCENDIO

Cuenta con múltiples detectores que en caso de un mínimo foco de incendio se activa un sistema de gas que consume en segundos todo el oxígeno de las salas, mitigando en forma inmediata incendios. También contamos con extintores ubicados en puntos estratégicos en caso de una contingencia.

Por medio de inteligencia artificial, el sistema contra incendio analiza partículas del aire, evaluando la posibilidad de combustión mucho antes de cualquier indicio de fuego. El trabajo está vinculado al sistema contra incendio, que dispara el gas de combate, solamente en caso que sea confirmado el riesgo por dos lazos distintos.

### 4.2 ANÁLISIS COSTO VS TECNOLOGÍA

#### 4.2.1 INVERSIONES

El objetivo de la COOPCCP es disponer un sistema confiable y seguro para los servicios que ofrece, con el fin de obtener una ganancia al mediano y largo plazo. Es decir, el beneficio está vinculado con el proceso productivo de la actividad económica de la empresa, incluyendo los bienes como son equipos informáticos y maquinaria. Se puede apreciar en la Tabla 17.

Tabla 17 Inversiones fijas del proyecto<sup>87</sup>

Cant.	Unid.	DETALLE DE LA OBRA CIVIL	V. Unit	V. Total
		<b>PISO FLOTANTE</b>		
40	c/u	Piso Flotante de 60x60cm, con instalación	38,00	1.520,00
		<b>PUERTA DE SEGURIDAD</b>		
1	c/u	Puerta de Seguridad, incluye accesorios	1.768,68	1.768,68
1	sist.	Instalación de la Puerta de Seguridad	250,00	250,00
		<b>ESTRUCTURAL</b>		
14	c/u	Techo falso con lamina de PVC, de 60x60cm	34,00	476,00
1	sist.	Tumbado de pared existente, Pared frontal, Ventana con vidrio antibala, Alisado de piso para instalación de vinil, Pintura de todo el recinto, Limpieza de escombros	2.800,00	2.800,00
		<b>SUBTOTAL</b>		<b>6.814,68</b>
Cant.	Unid.	DETALLE DE LA OBRA ELECTRICA Y EQUIPAMIENTO	V. Unit	V. Total
		<b>AIRE ACONDICIONADO DE PRESIÓN</b>		
1	c/u	Aire Acondicionado	13.850,00	13.850,00
1	sist.	Instalación del Aire Acondicionado	2.382,80	2.382,80

<sup>87</sup> Fuente: Propia del Autor

		<b>SISTEMA DE ACCESO</b>		
1	c/u	Control de acceso con lectora de tarjetas	280,00	280,00
5	c/u	Tarjetas de aproximación	4,31	21,55
1	sist.	Instalación Control de Accesos	180,00	180,00
		<b>RACK PARA EQUIPOS</b>		
1	c/u	Rack metálico cerrado 750 MM Comunic.	2.072,00	2.072,00
3	c/u	Rack metálico cerrado 600 MM Equi.	1.725,00	5.175,00
8	c/u	PDU maraca APC Cero U (vertical) 20A	308,00	2.464,00
8	c/u	Bandeja de Soporte para equipos. APC	154,00	1.232,00
		<b>CONECTIVIDAD ENTRE RACK CAT 6A</b>		
1	sist.	Conectividad entre Rack Cat 6A, Panduit o Siemon, con accesorios, instalación y mano de obra	4.680,00	4.680,00
		<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>		
1	sist.	UPS 8kVA, marca APC, contiene acometida e instalación	10.984,49	10.984,49
1	sist.	Tablero de BYPASS y Distr. Eléctrico, contiene acometida e instalación	4.200,00	4.200,00
1	c/u	TVSS, clase B, 100kVA, contiene acometida e instalación	941,98	941,98
8	c/u	Extensión eléctrica para PDU, contiene instalación	125,32	1.002,56
4	c/u	Lámparas sobrepuestas de 3x17 W, contiene acometida e instalación	112,00	448,00
2	c/u	Lámparas de Emergencia, contiene instalación	95,80	191,60
1	sist.	Acometida Principal Para el Data Center, contiene cables, materiales e instalación	2293,70	2293,70
		<b>MONITOREO, SIST. DE SUPERVISIÓN DE ALARMAS</b>		
1	sist.	Sist. Detección y Extinción de Incendios, contiene equipamiento, materiales	7.182,00	7.182,00
1	sist.	Instalación del sistema contraincendios	725,76	725,76
1	sist.	Monitoreo de Alarmas Data Center, contiene equipos,	2.484,00	2.484,00
1	c/u	Sensor de Contacto Seco APC, NBES0304	69,78	69,78
1	c/u	Sensor de Temperatura y Humedad, APC, AP9335TH	265,48	265,48
1	c/u	Sensor de Líquidos, APC, NBES0308	537,50	537,50
1	c/u	Sensor de vibración, APC, NBES0306	149,04	149,04
1	sist.	Instalación y configuración del monitoreo	393,60	393,60
		<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y APANTALLAMIENTO</b>		
110	m	Cable de cobre desnudo 2/0 AWG (19 Hilos)	7,88	866,80
25	m	Cable de cobre desnudo 8 AWG (7 Hilos)	1,17	29,25
11	c/u	Varilla copperweld alta camada 1,8 m 5/8"	13,54	148,94
28	c/u	Punto de unión suelda Exotérmica Fastweld 90 gr.	5,85	163,80
1	sist.	Kit completo Pararrayos Punta Franklin, contiene materiales, equipos, y instalación	335,00	335,00
		<b>SUBTOTAL</b>		<b>72.565,31</b>
<b>Cant.</b>	<b>Unid.</b>	<b>DETALLE</b>	<b>V. Unit</b>	<b>V. Total</b>
1	glb	DETALLE DE LA OBRA CIVIL	6.814,68	6.814,68
1	glb	DETALLE DE LA OBRA ELECTRICA Y EQUIPAMIENTO	65.750,63	65.750,63
			<b>Sub-Total</b>	72.565,31
			<b>IVA 12%</b>	8.707,84
			<b>TOTAL</b>	<b>81.273,15</b>

Al incorporar al sistema productivo de bienes destinados con la finalidad de aumentar la capacidad global de producción. Las inversiones fijas son consideradas como los equipos (trabajo, reparto, seguridad, cómputo, oficina) y maquinaria

#### 4.2.2 INGRESOS POR AHORRO

Para la evaluación de los ingresos por ahorro se verifica los ahorros que se obtienen ante la implementación de nuestro Data Center, los valores estimados son: el consumo de energía, costes de seguridad de la información y las multas.

Valores estimados contra egresos de pérdidas de información, multas, consumo de energía. Como lo podemos verificar en la Tabla 18.

**Tabla 18 Ingresos por ahorro<sup>88</sup>**

COOPCCCP	2014												
	Diario	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic					
kWh	7,132	213,9	213,96	213,96	213,96	213,96	213,96	213,96	213,96	213,96	213,96	213,96	1497,72
seguridad de información		1749,9	1749,9	1749,9	1749,9	1749,9	1749,9	1749,9	1749,9	1749,9	1749,9	1749,9	12249,3
multas		491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	491,7	3441,9
<b>TOTAL de ahorro</b>		2455,5	2455,5	2455,5	2455,5	2455,5	2455,5	2455,5	2455,5	2455,5	2455,56	2455,5	17188,9
<b>2015</b>													
COOPCCCP	2016												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
kWh	223,03	223,03	223,03	223,03	223,03	223,03	223,03	223,03	223,03	223,03	223,03	223,03	2.676,3
seguridad de información	1.824,1	1.824,10	1.824,1	1.824,1	1.824,1	1.824,1	1.824,1	1.824,1	1.824,1	1.824,1	1.824,10	1.824,1	21.889,
multas	512,55	512,55	512,55	512,55	512,55	512,55	512,55	512,55	512,55	512,55	512,55	512,55	6.150,5
<b>TOTAL de ahorro</b>	2.559,6	2.559,68	2.559,6	2.559,6	2.559,6	2.559,6	2.559,6	2.559,6	2.559,6	2.559,6	2.559,68	2.559,6	30.716,
<b>2017</b>													
COOPCCCP	2018												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
kWh	232,73	232,73	232,73	232,73	232,73	232,73	232,73	232,73	232,73	232,73	232,73	232,73	2.792,8
seguridad de información	1.903,4	1.903,44	1.903,4	1.903,4	1.903,4	1.903,4	1.903,4	1.903,4	1.903,4	1.903,4	1.903,44	1.903,4	22.841,
multas	534,84	534,84	534,84	534,84	534,84	534,84	534,84	534,84	534,84	534,84	534,84	534,84	6.418,1
<b>TOTAL de ahorro</b>	2.671,0	2.671,02	2.671,0	2.671,0	2.671,0	2.671,0	2.671,0	2.671,0	2.671,0	2.671,0	2.671,02	2.671,0	32.052,
<b>2018</b>													
COOPCCCP	2018												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
kWh	243,39	243,39	243,39	243,39	243,39	243,39	243,39	243,39	243,39	243,39	243,39	243,39	2.920,7
seguridad de información	1.990,6	1.990,62	1.990,6	1.990,6	1.990,6	1.990,6	1.990,2	1.990,6	1.990,6	1.990,6	1.990,62	1.990,6	23.887

<sup>88</sup> Fuente: Propia del Autor

<b>multas</b>	559,34	559,34	559,34	559,34	559,34	559,34	559,34	559,34	559,34	559,34	559,34	559,34	559,34	6.712,0
<b>TOTAL de ahorro</b>	2.793,3	2.793,35	2.793,3	2.793,3	2.793,3	2.793,3	2.793,3	2.793,3	2.793,3	2.793,3	2.793,3	2.793,35	2.793,3	33.520,
<b>COOPCCCP</b>	<b>2019</b>													
	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>		
<b>kWh</b>	254,71	254,71	254,71	254,71	254,71	254,71	254,71	254,71	254,71	254,71	254,71	254,71	254,71	3.056,5
<b>seguridad de información</b>	2.083,1	2.083,19	2.083,19	2.083,1	2.083,1	2.083,1	2.083,1	2.083,1	2.083,1	2.083,1	2.083,19	2.083,1	2.083,1	24.998,
<b>multas</b>	585,35	585,35	585,35	585,35	585,35	585,35	585,35	585,35	585,35	585,35	585,35	585,35	585,35	7.024,1
<b>TOTAL de ahorro</b>	2.923,2	2.923,25	2.923,25	2.923,2	2.923,2	2.923,2	2.923,2	2.923,2	2.923,2	2.923,2	2.923,25	2.923,2	2.923,25	35.078

<b>RESUMEN DE INGRESO POR AHORROS</b>					
		<b>TI ponderada</b>	<b>diario</b>	<b>mensual</b>	<b>anual</b>
<b>energía ahorrada</b>	7,13		7,13	213,96	2.567,5
<b>problemas por pedida de informa</b>	150.000	14%	58,33	1.749,9	20.998,
<b>multa</b>	88.500,00		16,39	491,70	5.900,4
<b>TOTAL:</b>			81,85	2.455,5	29.466,

Adicionalmente se presenta el resumen de ingresos por ahorro, en la cual indica los valores totales obtenidos por el tiempo de un mes y por un año, estos valores nos ayudan a representar nuestros ahorros en los siguientes años y a su vez a determinar en que tiempo se puede recuperar dicha inversión.

#### 4.2.3 SUPUESTOS DE LA PROYECCIÓN

Los supuestos de la proyección son evaluados para cinco años, estos valores son estimados de acuerdo al primer año y nos indican los valores referenciales de inflación y tasas de referencia. En la Tabla 19 se indican estos valores.

**Tabla 19 Supuestos de proyección<sup>89</sup>**

<b>DETALLE</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
Inflación Esperada	4,15%	4,24%	4,35%	4,58%	4,65%
Tasa Referencial Activa	8,34%	8,73%	8,88%	8,98%	9,01%
Tasa Referencial Pasiva	5,08%	5,15%	5,10%	4,75%	4,55%
Tasa de descuento	10,86%	11,18%	11,34%	11,45%	11,43%

<sup>89</sup> Fuente: Propia del Autor

#### 4.2.4 DEPRECIACIONES MENSUAL Y ANUAL

La depreciación mensual y anual es la depreciación de los equipos y materiales que se van a utilizar para la construcción del Data Center. Dichos valores tienen en su totalidad afectaran a la inversión del Data Center y son expresados en la Tabla 20.

**Tabla 20 Depreciación mensual y anual<sup>90</sup>**

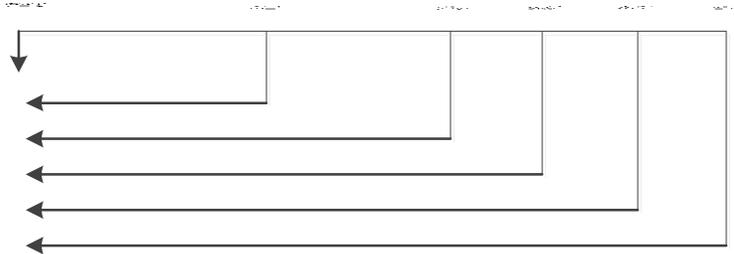
Cant.	Unit.	DETALLE DE LA OBRA CIVIL	Depreciación %			Deprec. Anual	Deprec. Mensual
			%	Tiempo años	Valor Residual		
		<b>PISO FLOTANTE</b>					
40	c/u	Piso Flotante de 60x60cm, con instalación	5,00%	20	1,90	76,00	6,33
		<b>PUERTA DE SEGURIDAD</b>					
1	c/u	Puerta de Seguridad, incluye accesorios	5,00%	20	88,43	88,43	7,37
1	sist	Instalación de la Puerta de Seguridad	5,00%	20	12,50	12,50	1,04
		<b>ESTRUCTURAL</b>					
14	c/u	Techo falso con lamina de PVC, de 60x60cm	5,00%	20	1,70	23,80	1,98
1	sist	Tumbado de pared existente, Pared frontal, Ventana con vidrio antibala, Alisado de piso para instalación de vinil, Pintura de todo el recinto, Limpieza de escombros	5,00%	20	140,00	140,00	11,67
		<b>SUBTOTAL</b>				<b>340,73</b>	<b>28,39</b>
Cant.	Unid.	DETALLE DE LA OBRA ELÉCTRICA Y EQUIPAMIENTO	Depreciación %			Deprec. Anual	Deprec. Mensual
			%	Tiempo años	Valor Residual		
		<b>AIRE ACONDICIONADO DE PRECISIÓN</b>					
1	c/u	Aire Acondicionado	6,67%	15	923,80	923,33	76,94
1	sist.	Instalación del Aire Acondicionado	6,67%	15	158,93	158,85	13,24
		<b>SISTEMA DE ACCESO</b>					
1	c/u	Control de acceso con lectora de tarjetas	6,67%	15	18,68	18,67	1,56
5	c/u	Tarjetas de aproximación	6,67%	15	0,29	1,44	0,12
1	sist.	Instalación Control de Accesos	6,67%	15	12,01	12,00	1,00
		<b>RACK PARA EQUIPOS</b>					
1	c/u	Rack metálico cerrado 750 MM Comunic.	6,67%	15	138,20	138,13	11,51
3	c/u	Rack metálico cerrado 600 MM Equi.	6,67%	15	115,06	345,00	28,75
8	c/u	PDU maraca APC Cero U (vertical) 20A	6,67%	15	20,54	164,27	13,69
8	c/u	Bandeja de Soporte para equipos. APC	6,67%	15	10,27	82,13	6,84
		<b>CONECTIVIDAD ENTRE RACK CAT 6A</b>					
1	sist.	Conectividad entre Rack Cat 6A, Panduit o Siemon, con accesorios, instalación y mano de obra	6,67%	15	312,16	312,00	26,00
		<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>					
1	sist.	UPS 8kVA, marca APC, contiene acometida e instalación	6,67%	15	732,67	732,30	61,02

<sup>90</sup> Fuente: Propia del Autor

1	sist.	Tablero de BYPASS y Distr. Eléctrico, contiene acometida e instalación	6,67%	15	280,14	280,00	23,33
1	c/u	TVSS, clase B, 100kVA, contiene acometida e instalación	6,67%	15	62,83	62,80	5,23
8	c/u	Extensión eléctrica para PDU, contiene instalación	6,67%	15	8,36	66,84	5,57
4	c/u	Lámparas sobrepuestas de 3x17 W, contiene acometida e instalación	6,67%	15	7,47	29,87	2,49
2	c/u	Lámparas de Emergencia, contiene instalación	6,67%	15	6,39	12,77	1,06
1	sist.	Acometida Principal Para el Data Center, contiene cables, materiales e instalación	6,67%	15	152,99	152,91	12,74
<b>MONITOREO, SIST. DE SUPERVISIÓN DE ALARMAS</b>							
1	sist.	Sist. Detección y Extinción de Incendios, contiene equipamiento, materiales	6,67%	15	479,04	478,80	39,90
1	sist.	Instalación del sistema contra incendios	6,67%	15	48,41	48,38	4,03
1	sist.	Monitoreo de Alarmas Data Center, contiene equipos,	6,67%	15	165,68	165,60	13,80
1	c/u	Sensor de Contacto Seco APC, NBES0304	6,67%	15	4,65	4,65	0,39
1	c/u	Sensor de Temperatura y Humedad, APC, AP9335TH	6,67%	15	17,71	17,70	1,47
1	c/u	Sensor de Líquidos, APC, NBES0308	6,67%	15	35,85	35,83	2,99
1	c/u	Sensor de vibración, APC, NBES0306	6,67%	15	9,94	9,94	0,83
1	sist.	Instalación y configuración del monitoreo	6,67%	15	26,25	26,24	2,19
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y APANTALLAMIENTO</b>							
110	M	Cable de cobre desnudo 2/0 AWG (19 Hilos)	6,67%	15	0,53	57,79	4,82
25	M	Cable de cobre desnudo 8 AWG (7 Hilos)	6,67%	15	0,08	1,95	0,16
11	c/u	Varilla copperweld alta camada 1,8 m 5/8"	6,67%	15	0,90	9,93	0,83
28	c/u	Punto de unión suelda Exotérmica Fastweld 90 gr.	6,67%	15	0,39	10,92	0,91
1	sist.	Kit completo Pararrayos Punta Franklin, contiene materiales, equipos, y instalación	6,67%	15	22,34	22,33	1,86
<b>SUBTOTAL</b>						<b>4.383,38</b>	<b>365,28</b>
<b>Cant</b>	<b>Unid</b>	<b>DETALLE</b>			<b>Deprec. Anual</b>	<b>Deprec Mensual</b>	
1	Glb	DETALLE DE LA OBRA CIVIL			340,73	28,39	
1	Glb	DETALLE DE LA OBRA ELECTRICA Y EQUIPAMIENTO			4.383,38	365,28	
<b>TOTAL</b>					4.724,11	393,68	

#### 4.2.5 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Es un indicador financiero que nos permite realizar una evaluación de la inversión que se realiza en el data center. En esta evaluación se trae al momento actual los flujos futuros que se tiene en la cooperativa, es decir, colocamos el ingreso del primer año y restamos el egreso o los gastos del cada año aplicando la tasa de descuento para que este dinero tenga una equivalencia al momento que se hizo la inversión. Esto lo hacemos por cada uno de los años, como se lo puede apreciar en la Figura 69.



**Figura 69 Beneficios, indicador financiero<sup>91</sup>**

En la Tabla 21, se puede apreciar el resultado del VAN es positivo significa que crea valor, es decir otorga un retorno por encima del esperable en la inversión.

#### **4.2.6 TASA DE DESCUENTO**

Compuesta por la inflación como concepto económico, sobre el cual como explicamos es el fenómeno por el cual una unidad monetaria pierde poder adquisitivo en el tiempo. A este concepto le añadimos las tasas activa y pasiva; estas tasas añaden el costo de oportunidad ya que podemos ver si ese dinero lo podemos dejar en el banco o mejor realizamos la inversión en este proyecto; la tasa activa tiene un componente dado por el riesgo, con lo cual cubrimos los conceptos financieros y económicos para poder realizar este cálculo:

La fórmula para la tasa de descuento es la siguiente:

$$\text{Tasa de descuento} = \frac{(\text{Tasa de interés activa} + \text{Tasa de interés pasiva})}{2} + \text{Inflación} \quad \text{Ecuación 10 [47]}$$

Si el VAN positivo, el proyecto es rentable. Entre dos o más proyectos, el más rentable es el que tenga un VAN más alto.

#### **4.2.7 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)**

Es la tasa con la cual el valor actual neto es igual a cero. Esto quiere decir que la sumatoria de los flujos prácticamente es iguales a la inversión inicial.

$$VAN = -I + \sum_{i=1}^N \frac{Q_i}{(1+TIR)^i} = 0 \quad \text{Ecuación 11 [47]}$$

---

<sup>91</sup> Fuente: Propia del Autor

En la Tabla 21 se indica los valores calculados para el proyecto. Estos valores los comparamos con el costo de capital promedio ponderado. Obteniendo así un valor superior a la inversión.

#### 4.2.8 RELACIÓN COSTO / BENEFICIO

Es aquel que mide la absorción de los costos, en una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados con un menor uso de recursos, logrando eficiencia por una mayor producción y venta de productos.

También podemos decir que es una relación matemática que compara los dólares que gastamos, contra los dólares que tenemos de utilidad sirve para ver cómo va evolucionando el proyecto; como lo podemos apreciar en la Tabla 21.

Tabla 21 Indicadores del proyecto<sup>92</sup>

CONCEPTO	Inversión Inicial	Año 1 2015	Año 2 2016	Año 3 2017	Año 4 2018	Año 5 2019
INGRESOS						
INVERSION A REALIZAR	72.565,31					
TOTAL INGRESOS		17.188,92	30.716,11	32.052,26	33.520,25	35.078,94
TOTAL EGRESOS		4.724,11	4.724,11	4.724,11	4.724,11	4.724,11
SALDO FINAL	-72.565,31	12.464,81	25.992,00	27.328,15	28.796,14	30.354,84
CONCEPTO	Inversión Inicial	Final Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FLUJOS DE FONDOS NOMINALES	-72.565,31	12.464,81	25.992,00	27.328,15	28.796,14	30.354,84
TASA DE DESCUENTO APLICABLE: $K_e$		11%	11%	11%	11%	11%
FACTOR DE VALOR ACTUAL: $1/(1+K_e)^i$		0,90	0,81	0,72	0,65	0,58
FLUJOS DE CAJA ACTUALIZADOS		11.243,74	21.027,44	19.799,61	18.667,75	17.669,21
FNCi ACTUALIZADOS Y ACUMULADOS		11.243,74	32.271,18	52.070,79	70.738,54	88.407,75
SUMA DE LOS FNCi ACTUALIZADOS		88.407,75				
MONTO DE LA INVERSION INICIAL		-72.565,31				
<b>VALOR ACTUAL NETO (VAN)</b>		<b>15.842</b>				
<b>RELACION COSTO / BENEFICIO (C/B)</b>		<b>82,08%</b>				
<b>TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)</b>		<b>18,76%</b>				

<sup>92</sup> Fuente: Propia del Autor

Como se pudo ya apreciar en la Tabla 21, observamos que el proyecto económicamente es viable, dadas las estimaciones y tasa de descuento utilizada, que lo podemos apreciar en la Tabla 19.

### **4.3 ANÁLISIS DE CARGA ELÉCTRICA EN EL DATA CENTER**

Las instalaciones con sistemas eléctricos antiguos son poco fiables o bien si se encuentran sobrecargadas, ocasionan daños a los equipos como también a los sistemas eléctricos a los que se encuentren conectados.

De acuerdo a las mediciones del analizador de carga en un ventana de tiempo, se dispone de la demanda real promedio del data center, el cual se utiliza para el dimensionamiento adecuado de equipos.

Se concluye que los elementos y equipos seleccionados están dimensionados para satisfacer la demanda, con márgenes de seguridad y la capacidad para soportar una contingencia.

El sistema eléctrico en un Data Center necesariamente tiene que ser de alta confiabilidad, disponibilidad y con un nivel de redundancia.

La carga eléctrica debe estar distribuida simultáneamente en todas sus fases a fin evitar sobrecargas, mala operación de los elementos de protección por desbalances de carga. Para ello en la Figura 70 se indica un tablero de energía eléctrica el cual presenta el sistema eléctrico general del data center.

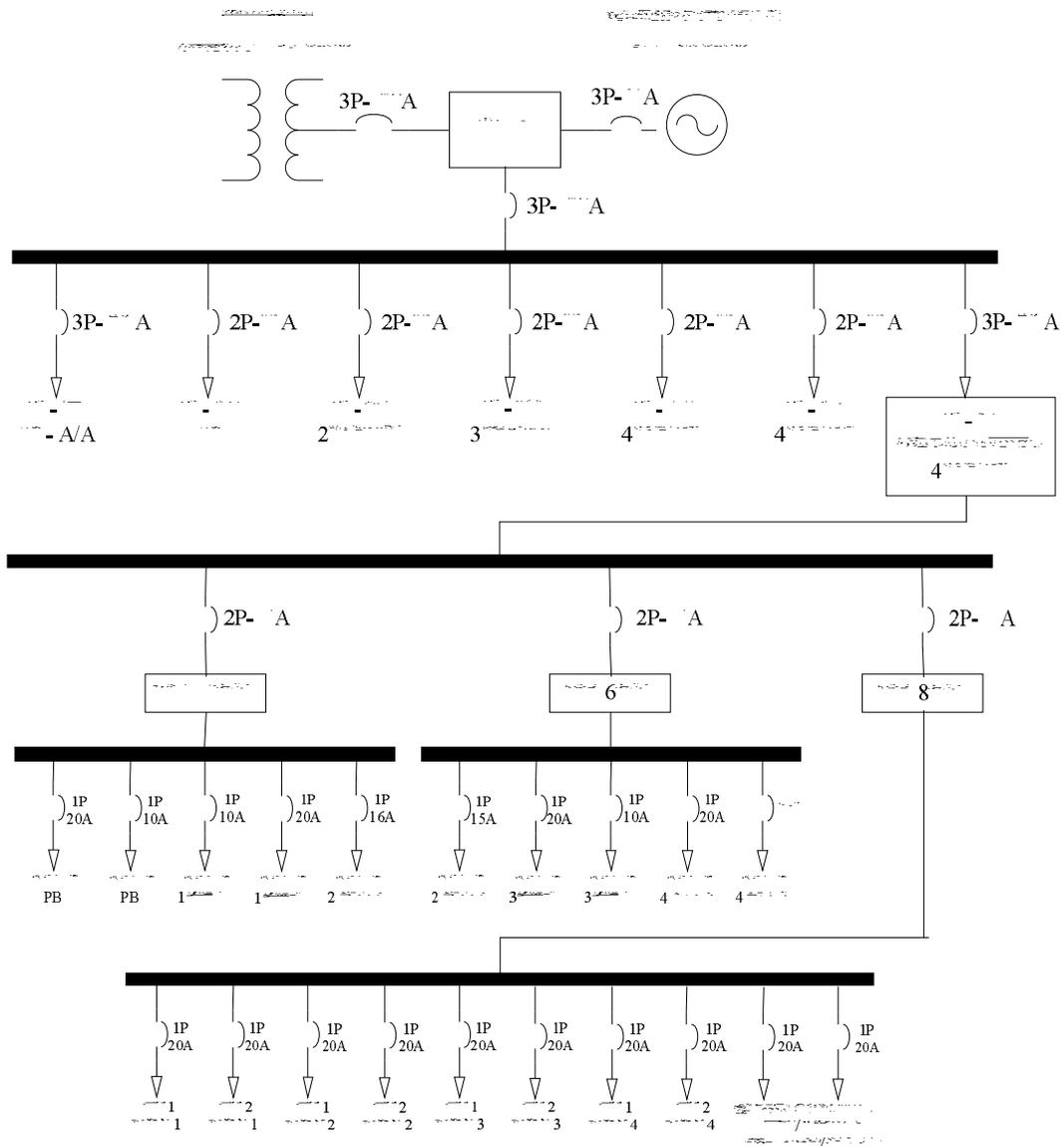


Figura 70 Diagrama unifilar del nuevo Data Center<sup>93</sup>

### 4.3.1 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA UNIFICADO

De acuerdo a las normas y estándares establecidos por la IEEE y la TIA 942, los tableros de distribución de carga eléctrica son diseñados e serán instalados a fin de minimizar las interrupciones, según los requerimientos del inmueble.

<sup>93</sup> Fuente: Propia del Autor

Al ser un tablero de distribución eléctrica unificado permiten distribuir la energía eléctrica de manera segura y eficiente. Con sus respectivas protecciones, es decir, que dispongan de barras y conectores metálicos que conduzcan la corriente eléctrica a las diversas cargas, como también dispongan de aislantes y cubiertas que permiten resguardar las partes energizadas, para así permitir la segura operación de seccionadores o interruptores. Incluso, si se consideran equipos para la medición, monitoreo y comunicación de parámetros eléctricos. Eliminando flicker, fallas eléctricas por malas acometidas, distribución de energía simultánea.

También al considerar el monitoreo y control de los dos tipos de suministro de energía eléctrica: normal (suministrada por la Empresa Eléctrica Quito) y regulada (suministrada por los UPS). Se efectiviza el sistema eléctrico en el Data Center, facilitando maniobras de operación y mantenimiento.

#### **4.3.2 UPS de 8kVA ONLINE**

Los Data Center disponen de equipos eléctricos y electrónicos en constante funcionamiento, puesto que, mantienen a los negocios operando y siempre deben estar disponibles, para lo cual se debe considerar sistemas eléctrico de energía de reserva de acorde a la capacidad del Data Center.

Un UPS (sistema de alimentación ininterrumpida) en Online, elimina la demora en la conmutación y mantiene la energía de forma continua para el Data Center. Así mismo, el sistema en línea desvía un flujo constante de electricidad para cargar el banco de baterías.

El UPS se actualiza a un modelo más nuevo puede mejorar la eficiencia de energía UPS y proporcionar capacidades de supervisión/medición de energía más inteligentes que complementan un plan de gestión de la infraestructura del centro de datos.

Se requiere que el sistema tenga una mayor eficiencia, con un sistema más confiable, mediante una configuración redundante [N+1], por medio de una solución modular, que permite un incremento de capacidad del equipo, como lo indica la norma TIA 942.

#### **4.3.3 POWER DISTRIBUTION UNIT (PDU)**

Partiendo de una acometida directa desde el Tablero de distribución de energía ininterrumpida hacia los tomacorrientes que van abastecerán a los PDU. Los cuales no tendrán algún tipo de empalmes.

El uso de los PDU's, son de gran utilidad en un Data Center, debido a que son los elementos que distribuyen la energía en el rack, consiguiendo convertir un

tomacorriente de alto amperaje en varios de bajo amperaje. Los PDU's permiten la conexión de varios equipos, aumentando el número total de tomacorrientes energizados por el sistema UPS. Reduciendo considerablemente grandes cantidades de alimentadores en un solo cable y proporciona una distribución de energía eléctrica confiable, asegurando y organizando los cables de alimentación en el rack, reduciendo las desconexiones accidentales.

Para un adecuado funcionamiento del Data Center se diseña la distribución de 2 PDU's en cada Rack, dos circuitos eléctricos completamente separados (con sus correspondientes cables de entrada, breaker termomagnético y tomacorriente) permiten usar varios servidores con fuentes de poder redundante, a fin de cumplir con lo establecido por la norma TIA 942.

#### **4.4 ANÁLISIS DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS**

En toda instalación eléctrica (cualquier función o servicio que cumpla, desempeño), debe estar considerada por una secuencia o coordinación de protecciones que efectivicen el adecuado funcionamiento de los cables (conductores eléctricos) y los equipos que son abastecidos de energía que ellos transmiten, como la seguridad de las personas y operadores que se encuentran en la manipulación de los sistemas eléctricos.

Existen muchas protecciones para los Data Centers y elementos que pueden hacer que una instalación eléctrica del Data Center sea completamente segura ante la presencia de fallas, perturbaciones en un equipo o en el sistema eléctrico. Para el caso del Data Centers de la Edificación de la COOPCCP, se menciona los principales dispositivos de protección.

- Breakers Termomagnéticos
- Sistema de Puesta a Tierra

##### **4.4.1 BREAKERS TERMOMAGNÉTICOS**

Conocidos también como interruptores Termomagnéticos, son dispositivos electromecánicos utilizados para proteger un circuito o sistema eléctrico ante la presencia de cortocircuitos. Estos dispositivos también reaccionan cortando el paso de corriente cuando existe un sobrecalentamiento del conductor, ocasionados por una sobre carga.

Es decir estos dispositivos electromecánicos ofrecen dos tipos de protecciones simultáneamente. Una por sobrecalentamiento (termo) y la otra instantánea o cortocircuito (magnética).

#### **4.4.2 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

Como se pudo apreciar en el diseño de la malla a tierra y los resultados que ésta trae consigo se verifica que el Data Center, está protegido ante la presencia de sobretensiones a fin de que el Data Center no salga de su funcionamiento y cumpla con la funcionalidad del 99,99%. Efectivizando en todo instante su funcionalidad de sus equipos que la conforman.

Los voltajes de toque y paso no sobrepasan los valores tolerables por el cuerpo humano. El valor de resistencia 3.37 Ohm es un valor bajo y está de acuerdo a la normativa.

Todo el sistema de puesta a tierra esta interconectado para mantener el sistema equipotencial.

# CONCLUSIONES

---

- Mediante el estudio de carga y demanda se diseña un sistema eléctrico para la edificación y el data center a fin de no tener más los problemas de desbalances de carga y la presencia de voltaje en el neutro.
- Mediante el rediseño del Data center se cumple los estándares nacionales e internacionales. Mediante la implementación del diseño, la cooperativa tiene la capacidad de obtener la certificación de organismos como son la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria, Superintendencia de Bancos del Ecuador, Superintendencia de Telecomunicaciones.
- El diseño del data center incrementa la confiabilidad en su sistema, garantizando seguridad en su servicio. De acuerdo al análisis económico, la cooperativa tiene beneficios, evitando grandes pérdidas económicas.
- El diseño de puesta a tierra cumple los valores tolerables de voltaje de toque y paso, de igual forma, su valor de resistencia esta en 3.37 Ohm el cual es un valor aceptable en la normativa.
- Para protección contra sobretensiones se considera dispositivos supresores de transientes en los tableros principales y equipos. Estas protecciones resguardan la integridad de los equipos durante una perturbación o un fenómeno dinámico externo.
- Mediante el diseño del sistema de respaldo de Energía, la cooperativa dispone de una autonomía de 15 minutos tiempo, garantizando el resguardo de su información y la continuidad de su servicio hasta que se restablezca el servicio eléctrico.

# RECOMENDACIONES

---

- ✓ Es recomendable la actualización de tecnologías de la información. Pues bien actualmente existe nuevos equipos tecnológicos que albergan mejores desempeños técnicos y su nivel de consumo de energía son inferiores.
- ✓ La automatización y un mantenimiento preventivo del respaldo de energía explícitamente del generador eléctrico. Actualmente este sistema de respaldo no dispone de algún tipo de mantenimiento como tampoco se realiza una prueba de funcionamiento periódico.
- ✓ Es importante la realización del balance de carga momentánea (hasta la implementación de este proyecto). Ya que se obtuvo lecturas de energía elevadas en los medidores eléctricos, esto causa daños a los equipos eléctricos y al sistema eléctrico de la EEQ; a su vez este proveedor de energía emite sanciones por mal manejo de la electricidad.
- ✓ Verificar periódicamente las características del funcionamiento del Sistema de Puesta A Tierra afín de evitar daños a los equipos.
- ✓ Dimensionar e implementar un sistema de protecciones contra sobretensiones (Sistema de Pararrayos, punta franklin). Actualmente la entidad no consta con este sistema y es de vital importancia protegerlo contra estos fenómenos naturales.

# BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] J. G. Fernández, “Data Centers: Tendencias y Seguridad,” *Seguridad y Auditoria*, no. 32, pp. 86-88, Mayo 2009.
- [2] R. Cañizares Sales, “Los Nuevo Data Center,” *Auditoria y Seguridad*, vol. 2009, no. 32, pp. 44-45, Mayo 2009.
- [3] M. Wiboonrat, “Data Center Design of Optimal Reliable Systems,” in *IEEE International Conference on Quality and Reliability (ICQR)*, Bangkok, Thailand, 2011.
- [4] M. A. Castro Gil, *Sistemas de Cableado Estructurado*, Madrid: Ra-Ma, 2006.
- [5] J. Fernández, “Punto de Vista Data Center,” *Fujitsu*, vol. 4, pp. 1-12, 2008.
- [6] T. Dionise and C. L. Cooper, “Data Center Reliability: Identifying Issues That Adversely Affect Electrical Sytem Audits,” *IEEE Industry Applications Magazine*, vol. 18, no. 5, pp. 69 - 77, 2012.
- [7] G. Parise and L. Parise, “Electrical Distribution For a Reliable Data Center,” *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 49, no. 4, pp. 1697- 1702, 2013.
- [8] A. López López, L. M. López Toro and F. J. López Toro, *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión*, Madrid: Marcombo, 2012.
- [9] National Electrical Code NEC, NFPA 70, NY, 2011.
- [10] IEEE Std. 80-2000, *Guide for Safety in AC Substation Grounding*, NY: IEEE Power Engineering Society, 2000.
- [11] J. C. Rueda, *Seguridad en las Instalaciones de Telecomunicación e Informática*, Madrid: Paraninfo, 2005, pp. pp. 196 - 198..
- [12] E. R. Oliva, *Teoría de Líneas Eléctricas*, Barcelona: Marcombo, 2001, pp. pp. 85 - 89..
- [13] J. G. Trasancos, *Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión*, Sexta Edición ed., Madrid: Paraninfo, 2010, pp. pp. 27 - 29..
- [14] IEEE Std. 1100, *Recommended Practice for Powering and Grounding Electronic Equipment*, New York: American National Standards Institute, 2005.
- [15] A. López López, L. M. López Toro and F. López Toro, *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión*, Madrid: Anaya, 2009.
- [16] J. Morales Barros and J. L. Lázaro García, *Cableado Estructurado*, Madrid: Ra-Ma, 2001.
- [17] S. G. Carrera Valle, *Diseño del Cableado Estructurado y de la Red Wireless LAN para la Cooperativa de Ahorro y Credito Educadores de Tungurahua*, Ambato, Tungurahua, 2010, pp. pp.9-12.
- [18] M. Arregoces and M. Portolani, *Data Center Fundamentals*, Indianapolis: Cisco Systems, 1996, pp. 799 - 864.
- [19] M. Sobrevila and A. Parina, *Instalaciones Eléctricas*, Mexico: Osborne, 2009.

- [20] M. Aldama, "Las Normas Eléctricas en el Cableado Estructurado," Siemons, Network Cabling Solutions, s.f. s.f. s.f.. [Online]. Available: [http://www.siemon.com/la/white\\_papers/08-10-17-normas-electricas.asp](http://www.siemon.com/la/white_papers/08-10-17-normas-electricas.asp). [Accessed 12 05 2013].
- [21] L. D. López O., "Propuesta de un Plan de Gestión de Proyectos Para la Instalación de Cableado Estructurado Para Integradores de Sistemas.," San José, Costa Rica, Junio, 2009.
- [22] C. C. N. Electrico, Codigo Nacional Electrico, United States of America, 2008.
- [23] ANSI/BICSI 002-2012, Data Center Design and Implementation Best Practices, Tampa - USA: BICSI Standards, 2011.
- [24] D. Moreira, Cableado Estructurado y Fibra Óptica, Barcelona: Osborne, 2010.
- [25] J. D. Corrales, "Ayudantes Técnicos de Informática de la Junta de Andalucía,," Madrid, S.L., 2005.
- [26] J. M. H. Moya, Sistemas Telemáticos e Informáticos, Tercera Edición ed., Madrid: Thomson Paraninfo, 2005, pp. pp. 179 - 198..
- [27] E. Herrera, Tecnologías y Redes de Transmisión de Datos, Primera Edición ed., Mexico DF: Limusa, 2003.
- [28] J. Desongles Corrales, Ayudantes Técnicos de Informática de la Junta de Andalucía, vol. Segundo, Madrid, S.L., 2005, pp. 402 - 414.
- [29] J. M. H. Moya, Sistemas Telemáticos e Informáticos, Tercera Edición ed., Madrid: Thomson Paraninfo, 2005.
- [30] E. Herrera, Tecnologías y Redes de Transmisión de Datos, Primera ed ed., Mexico DF: Limusa, 2003.
- [31] CONECTIS, *Redes y Sistemas de Cableado*, 2009.
- [32] ANSI/TIA Std. 942, Telecommunications Infrastructure Standart For Data Centers, Arligton: Telecommunication Industry Association, 2005.
- [33] N. M. Osorio, Sistemas de Puesta a Tierra, Santiago de chile: Pro Cobre, 1999.
- [34] L. A. a. B. L. E. Geddes, "Response of passage of electric current through the body", vol. Volumen 2, Journal of Asocciation for the Advancement of Medical Instrument, Feb. 1971, pp. pp. 13-18.
- [35] IEC 60479-1 (1994 -9), Effect of current passing through human body—Part 1: General aspects, vol. Part 1, 1994-9.
- [36] Normas Técnicas Peruanas, Mallas de Tierra, Lima: Procobre, 1999.
- [37] IEEE Std. 142-1991, Grounding Of Industrial And Commercial Power Systems, NY: IEEE Power Engineering Society, 1991.
- [38] Rasmussen, Neils, "Opciones de refrigeracion para equipos montados en rack con circulacion de aire lateral," 2004.
- [39] N. Rasmussein, Administracion de capacidad de energía y enfriamiento para centros de datos, vol. 150, S. Electric, Ed., Schneider Electric, p. 17.
- [40] T. Evans, Diferentes Tegnologías Para Enfriar Data Center, vol. 59, S. Electric, Ed., Schneider Electric.

- [41] V. Avelar, *Calculo del Requisito Total de Potencia Para Centros de Datos*, Schneider Electric.
- [42] "Regulacion CONELEC No 004/001," Quito, 23/04/2001.
- [43] R. García Márquez, *Puesta a tierra de instalaciones eléctricas*, MADrid: Marcombo, 2011.
- [44] IEEE Std. 81.2 - 1991, *Impedance and Safety Characteristics of Large, Extended or Interconnected Grounding Systems*, NY, USA: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1991.
- [45] M. E. De las Heras León, *Conociminetos específicos de instalaciones térmicas*, Madrid: Marcombo, 2011.
- [46] IEEE Std. 837-1989, *Qualitying Permanent Connections Used in Substation Grounding*, NY, USA: The Institute of Electrical and Electronic Engineers, 1989.
- [47] P. G. Keat and P. K. Y. Young, *Economía de Empresa*, Cuarta Edición ed., Mexico : Pearson, 2011, pp. Págs. 571 - 585.
- [48] C. F. a. M. F. P. Da lziel, "Let-go currents and voltages," *AIEE Transactions on Power Apparatus and System*, vol 75, part II, pp 49-56, 1956.
- [49] C. F. Dalziel, "Temporary paralysis following freezing to a wire," *AIEE Transactions on Power Apparatus and System*, vol 79, part III, pp 174-175, 1960.
- [50] C. F. Dalziel, "Threshold 60-cycle fibrillating currents," *AIEE Transactions on Power Apparatus and system*, vol 79, part III, pp 667 - 673, 1960.
- [51] C. F. a. L. W. R. Dalziel, "Lethal electric currents", *IEEE Spectrum*, pp. 44-50, Feb, 1969.
- [52] C. F. a. M. F. P. Dalziel, "Let-go currents and voltages," *AIEE Transactions on Power Apparatus and system*, vol 75, part II, pp 49-56, 1956.
- [53] C. F. L. J. B. a. T. J. L. Dalziel, , "Electric shock," *AIEE Transations on Power Apparatus and System* vol 60, pp 1073-1079, 1941.
- [54] C. F. Dalziel, "Dangerous electric currents," *AIEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, vol 65, pp 579-585, 1123-1124, 1946.
- [55] Fluke, "www.fluke.com," [Online]. Available: <http://www.fluke.com/fluke/usen/power-quality-tools/logging-power-meters/fluke-435-series-ii.htm?PID=73939>. [Accessed 01 04 2012].
- [56] N. Rasmussein, *Administracion de capacidad de energia y enfriamiento para centros de datos*, vol. 150, S. Electric, Ed., Schneider Electric, p. 17.
- [57] T. Evans, *Diferentes Tegnologías Para Enfriar Data Center*, vol. 59, S. Electric, Ed., Schneider Electric.
- [58] V. Avelar, *Calculo del Requisito Total de Potencia Para Centros de Datos*, Schneider Electric.

# ANEXOS

---

## 5. ANEXO 1

**Tabla 22 Clasificación del Cable UTP**<sup>94y 95</sup>

Categoría	Ancho de Banda (MHz)	Aplicaciones	Notas
Categoría 1	0,4 MHz	Líneas telefónicas y módem de banda ancha.	No descrito en las recomendaciones del EIA/TIA. No es adecuado para sistemas modernos.
Categoría 2	4 MHz	Cable para la conexión de antiguos terminales como IBM 3270	No descrito en las recomendaciones del EIA/TIA. No es adecuado para sistemas modernos.
Categoría 3	16 MHz	10 BASE-T y 100Base-T4 Ethernet	Descrito en la norma EIA/TIA-568. No es adecuado para transmisión de datos mayor a 16 Mbit/s.
Categoría 4	20 MHz	16 Mbit/s Token Ring	
Categoría 5	100 MHz	100BASE-TX y 1000BASE-T Ethernet	
Categoría 5e	100 MHz	100BASE-TX y 1000BASE-T Ethernet	Mejora del cable Categoría 5. En la práctica es como la categoría anterior pero con menos normas de prueba. Es adecuado para Gigabits Ethernet
Categoría 6	250 MHz	1000BASE-T Ethernet	Cable más comúnmente instalado en Finlandia según la norma SFS-EN 50173-1.
Categoría 6a	250 MHz (500MHz según otras fuentes)	10G BASE-T Ethernet (en desarrollo)	
Categoría 7	600 MHz	En desarrollo. Aún sin aplicaciones.	Cable U/FTP (sin blindaje) de 4 pares.
Categoría 7a	1200 MHz	Para servicios de telefonía, Televisión por cable y Ethernet 1000Base-T en el mismo cable.	Cable S/FTP (pares blindados, cable blindado trenzado) de 4 pares. Norma en desarrollo.

---

<sup>94</sup> CONECTIS, Redes y Sistemas de Cableado,2009

<sup>95</sup> Cableado Estructurado, Ing. José Joskowicz, Comunicaciones Corporativas Unificadas 2011, pág. 73-80

## 6. ANEXO 2

**Tabla 23 Evolución de las norma EIA/TIA[32]**

NORMA	CARACTERÍSTICA
ANSI/TIA/EIA-568-A-1995.	Trata sobre los estándares de cables para edificios comerciales.
ANSI/TIA/EIA-568-A-1-1997.	Especificaciones para asegurar 100 ohmios de cuatro pares de cable.
ANSI/TIA/EIA-568-A-2-1998.	Correcciones y ampliaciones para la TIA/EIA-568-A
ANSI/TIA/EIA-568-A-3-1998.	Cables híbridos (Addendum No. 3 para la TIA/EIA-568-A)
Estándar TIA/EIA 568 B.	En abril del año 2001 se finalizó la revisión “B” de la norma de cableado de telecomunicaciones haciendo énfasis generalmente a los edificios comerciales. Esta norma se encuentra subdividida en tres documentos que constituyen indistintamente normas separadas:
ANSI/TIA/EIA-568-B.1-2001.	Trata sobre los requerimientos generales.
ANSI/TIA/EIA-568-B.2-2001	Esta norma trata sobre el par trenzado para telecomunicaciones.
ANSI/TIA/EIA-568-B.3-2000	Esta norma trata de los componentes de la fibra óptica.
Estándar TIA/EIA 568 C.0.	Desarrollada para la planificación y la instalación de un sistema de cableado estructurado para todo tipo de instalaciones. Especifica un sistema que soporte cableados de telecomunicaciones genéricas en un entorno multiproducto y multiproveedor. Varios de los conceptos originalmente indicados en la recomendación ANSI/TIA/EIA 568-B.1 (que era específica para edificios comerciales) fueron generalizados e incluidos en la 568-C.0.
ANSI/TIA/EIA 568-C.1.	Planeamiento, instalación y verificación de cableados estructurados para edificios comerciales. Los aspectos de la anterior recomendación ANSI/TIA/EIA 568-B.1 que aplican únicamente a este tipo de edificios fueron detallados y actualizados en esta nueva recomendación. Se define en 6 componentes Instalaciones de Entrada Repartidor principal y secundario (Main /Intermediate Cross-Connect) Distribución central de cableado (Back bone distribution) Repartidores Horizontales (Horizontal Cross-Connect) Distribución horizontal de cableado (Horizontal distribution) Áreas de Trabajo.
ANSI/TIA/EIA-568-C.2.	Detalla los requerimientos específicos de los cables de pares trenzado balanceados a nivel de sus componentes y de sus parámetros de transmisión.
ANSI/TIA/EIA-568-C.3.	Este estándar especifica las características de los componentes y los parámetros de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica (cables, conectores) para fibras multimodo de 50/125 $\mu\text{m}$ y 62,5/125 de fibra monomodo.

## 7. ANEXO 3

### 7.1 Efectos de la corriente por el cuerpo.

Las corrientes de 1 a 6 mA, se catalogan generalmente como corrientes de soltura (liberación) aún cuando son desagradables de soportar, generalmente no daña la habilidad de una persona en controlar sus músculos para liberar un objeto energizado que este sostenido. Un experimento clásico que realizo Dalziel y Massogilia fue con 28 mujeres y 134 hombres, proporcionó un valor promedio de la corriente de liberación de 10.5 mA en las mujeres y de 16 mA en los hombres. Así como también el valor del umbral de percepción de 6mA en las mujeres y 9 mA en los hombres [48].

Corrientes comprendidas en el rango de los 9 a 25 mA, son dolorosas y se dificulta es casi imposible liberar objetos energizados sujetos con las manos. Debido a las corrientes elevadas las contracciones musculares dificultan la respiración. Este efecto no es permanente y se interrumpe el flujo de corriente, a menos que la contracción sea muy severa y obstruya la respiración por minutos en lugar de segundos será necesaria aplicar la resucitación artificial [49].

Hasta que el valor de la corriente se encuentre en el rango de los 60 a 100 mA, la fibrilación ventricular, el paro de corazón o la abstención de respiración podrían causar algún daño o la muerte. Una persona capacitada en la respiración cardiopulmonar (CPR) debe suministrar hasta que la victima pueda ser atendida en una instalación médica [50][51].

Para un mejor entendimiento de los efectos fisiológicos de la corriente sobre el cuerpo humano los expresamos en la Tabla 24.

**Tabla 24 Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano<sup>96</sup>**

INTENSIDAD	EFFECTOS FISIOLÓGICOS
De 1	Imperceptibles no hay riesgo
De 1 a 6 mA	Contracciones involuntarias de los músculos y pequeñas alteraciones del sistema nervioso
De 9 a 25	Principio de tetanización muscular contracciones violentas e incluso pueden ser permanente en las extremidades
De 60 a 100 mA	Contracciones violentas, pueden llegar hacer permanentes de la caja torácica con alteraciones en el sistema cardiaco, fibrilación ventricular

Los valores presentados en la Tabla 24 pueden variar en función del tiempo que dure el paso de la corriente eléctrica.

---

<sup>96</sup> Código Nacional de la Republica del Perú, Ministerio de Energía y Minas, Tomo 1, Pag.5

- Para  $t < 150$  ms, no hay riesgo siempre que la intensidad no supere los 300 mA.
- Para  $t \geq 150$  ms, no hay riesgo siempre que la intensidad no supere los 30 mA.

De acuerdo a estudios la corriente de no fibrilación  $I_b$  en un rango comprendido entre 0.03 A 0.3 segundos se refiere a la energía absorbida por el cuerpo como se indica en la siguiente ecuación 1.1 [52][53].

$$S_b = I_b^2 * t_s \quad \text{Ecuación 12 [52][53]}$$

Donde:

- **$I_b$** . es el valor rms de la corriente que circula a través del cuerpo en amperios.
- **$t_s$**  es la duración de la exposición del cuerpo humano hacia la corriente en segundos.
- **$S_b$**  es un valor estimado relacionado con el golpe eléctrico tolerado por un porcentaje de la población.

La cantidad de corriente que pueden soportar las personas a 50 Hz o 60 Hz de acuerdo a estudios realizados por Dalziel asume que el 99.5 % de las personas pueden soportar sin sufrir una fibrilación ventricular, así el paso de una corriente con magnitud y duración se establece en la siguiente ecuación [14][54].

$$I_b = K/\sqrt{t_s} \quad \text{Ecuación 13 [14][54]}$$

$$S_b = K^2 / t_s \quad \text{Ecuación 14 [14][54]}$$

Dalziel descubrió que las personas que tienen un promedio de 110 libras pueden sobrevivir a un golpe eléctrico que da como resultado un valor de  $S_B = 0,01350$ , es decir que  $K = 0.116$ . Así también estudios posteriores por Dalziel llevó a determinar que  $K = 0.157$  y de  $S_B = 0,0246$  estos valores se los debe aplicar para personas con un peso estimado de 155 Lbs.

## 8. ANEXO 4

### 8.1 Calculo del voltaje de paso tolerable para el ser humano. Considerando su peso de 70 kg.

$$E_{PT} = \frac{157 + 0.942C_s \rho_s}{\sqrt{t}} \quad \text{Ecuación 15 [10]}$$

Donde:

$E_{PT}$  = Voltaje de paso tolerable para el cuerpo humano.

$t$  = Tiempo de duración de la falla (0.3 seg).

$\rho_s$  = Resistividad del material superficial (4657  $\Omega$ -m plataforma de hormigón)

$\rho$  = Resistividad del suelo (**48.4 $\Omega$ -m**)

$h_s$  = Espesor del material superficial en metros (losa de hormigón de 0.2 m)

$$C_s = 1 - \frac{0,09(1 - \frac{\rho}{\rho_s})}{2h_s - 0,09} = 0.839$$

De las condiciones del problema tenemos:

$$E_{PT} = \frac{157 + 0.942 \times 0.839 \times 4657}{\sqrt{0.3}}$$

$$E_{PT} = 6840.16 \text{ Volts}$$

Los valores calculados posteriormente de tensiones de paso y contacto son comparados con respecto al resultado de la ecuación anterior, con el fin de no ser superado y que la malla de puesta a tierra controle efectivamente estas tensiones siendo la tensión máxima a soportar por el ser humano de 6840.16 V.

## 9. ANEXO 5

### 9.1 Tensión de toque.

Se calcula mediante la fórmula:

$$E_{CT} = \frac{157 + 0.2355Cs\rho_s}{\sqrt{t}} \quad \text{Ecuación 16 [10]}$$

Donde:

$E_{CT}$  = Voltaje de toque tolerable para el cuerpo humano.

$t$  = Duración máxima de la falla (0.3 seg).

$\rho_s$  = Resistividad del material superficial (4657  $\Omega$ -m plataforma de hormigón)

$h_s$  = Espesor del material superficial en metros (losa de hormigón de 0.2 m)

De las condiciones del problema tenemos:

$$E_{CT} = \frac{157 + 0.2355 \times 0.839 \times 4657}{\sqrt{0.3}}$$

$$E_{CT} = 1925,02 \text{Volts}$$

## 10. ANEXO 6

### 10.1 Procedimiento para el diseño de un SPAT[10][14][44][37]

- Paso 1: El mapa de la propiedad y la ubicación general del plan de la subestación debe proporcionar buenas estimaciones de la zona que se va a tierra. Una prueba de resistividad del terreno, determinará el perfil de resistividad del suelo y el modelo de suelo necesario (es decir, uniforme o un modelo de dos capas).
- Paso 2: El tamaño del conductor está determinado por las ecuaciones dadas en el capítulo 11.3 de la norma IEEE 80 -2000. La corriente de defecto debe ser la corriente de falla máxima esperada futura que será llevada a cabo por cualquiera de los conductores en el sistema de puesta a tierra, y el tiempo,  $t_c$ , debe reflejar el tiempo de compensación máxima posible (incluyendo copia de seguridad).
- Paso 3: Los de paso y contacto voltajes tolerables son determinados por las ecuaciones dadas en el capítulo 8.3 y 8.4 de la norma IEEE 80 -200. La elección del tiempo,  $t_s$ , se basa en el juicio del ingeniero de diseño, con la orientación 5,2-6,3 de la misma norma.
- Paso 4: El diseño preliminar deberá incluir un bucle conductor que rodea toda la zona de tierra, además el acceso de terreno para los conductores transversales adecuados para facilitar el acceso a los equipos de construcción. Las estimaciones iniciales de la separación del conductor y los lugares de la barra de tierra deben basarse en la corriente IG y el área que se está conectado a tierra.
- Paso 5: Estimaciones de la resistencia preliminar del sistema de puesta a tierra en suelo uniforme pueden ser determinadas por las ecuaciones dadas en el capítulo 14.2 y 14.3 de la norma IEEE 80 -2000. Para el diseño final, las estimaciones más precisas de la resistencia se pueden desear. El análisis por ordenador basada en el modelado de los componentes del sistema de puesta a tierra en detalle puede calcular la resistencia con un alto grado de precisión, suponiendo que el modelo de suelo se elige correctamente.
- Paso 6: La corriente de IG está determinada por las ecuaciones dadas en la cláusula 15 de la norma IEEE 80 -2000. Para evitar sobredimensionamiento del sistema de puesta a tierra, sólo esa porción de la corriente de fallo total de,  $3I_0$ , que fluye a través de la red a la tierra a distancia se debe utilizar en el diseño de la rejilla. La corriente IG debe, sin embargo, reflejan el peor tipo de falla y la ubicación, el factor de decremento, y cualquier futura expansión del sistema.
- Paso 7: Si el GPR del diseño preliminar está por debajo de la tensión de contacto tolerable, ningún análisis adicional es necesario. Sólo conductor adicional necesario para facilitar el acceso a las zonas de equipamiento es necesario.

- Paso 8: El cálculo de la malla y las tensiones de paso para la red como diseñado se puede hacer mediante las técnicas de análisis aproximadas descritas en el capítulo 16.5 de la norma IEEE 80 -200 para suelo uniforme, o por las técnicas de análisis de ordenador más precisos, como se demuestra en el capítulo 16,8 de la norma IEEE 80 -200. Discusión adicional de los cálculos están reservados para esas secciones.
- Paso 9: Si la tensión de la malla calculada está por debajo de la tensión de contacto tolerable, el diseño puede ser completa (consulte el paso 10). Si la tensión de la malla calculada es mayor que la tensión de contacto tolerable, el diseño preliminar deberá ser revisado (véase el paso 11).
- Paso 10: Si tanto el contacto computarizada y tensiones de paso están por debajo de los voltajes tolerables, el diseño sólo necesita los refinamientos necesarios para proporcionar acceso a las zonas de equipos. Si no, el diseño preliminar deberá ser revisado (véase el paso 11).
- Paso 11: Si se exceden cualquiera de los pasos o tocar los límites tolerables, se requiere la revisión del diseño de la red. Estas revisiones pueden incluir separaciones conductores más pequeños, varillas de tierra adicionales. Más debate sobre la revisión del diseño de la red para satisfacer los límites de paso y de la tensión de contacto se da en el capítulo 16,6 de la norma IEEE 80 -200.
- Paso 12: Una vez cumplidos los requisitos de paso y de la tensión de contacto, se pueden requerir barras de cuadrícula y de terreno adicionales. Los conductores de la rejilla adicionales pueden ser necesarios si el diseño de la malla no incluye conductores cerca de equipo que se va a tierra. Varillas de tierra adicionales pueden ser necesarios en la base del pararrayos, neutros de transformadores y otros sistemas eléctricos que necesiten la protección. El diseño final también debe ser revisado para eliminar los riesgos debido al potencial y los riesgos transferidos asociados con áreas especiales de interés. Véase la cláusula 17 de la norma IEEE 80 -200.

Tabla 25 Índice de parámetros de diseño

Symbol	Description	Clause number
$\rho$	Soil resistivity, $\Omega\cdot\text{m}$	Clause 13
$\rho_s$	Surface layer resistivity, $\Omega\cdot\text{m}$	7.4, 12.5
$3I_0$	Symmetrical fault current in substation for conductor sizing, A	15.3
$A$	Total area enclosed by ground grid, $\text{m}^2$	14.2
$C_s$	Surface layer derating factor	7.4
$d$	Diameter of grid conductor, m	16.5
$D$	Spacing between parallel conductors, m	16.5
$D_f$	Decrement factor for determining $I_G$	15.1.4, 15.10
$D_m$	Maximum distance between any two points on the grid, m	16.5
$E_m$	Mesh voltage at the center of the corner mesh for the simplified method, V	16.5
$E_s$	Step voltage between a point above the outer corner of the grid and a point 1 m diagonally outside the grid for the simplified method, V	16.5
$E_{step50}$	Tolerable step voltage for human with 50 kg body weight, V	8.3

Symbol	Description	Clause number
$E_{step70}$	Tolerable step voltage for human with 70 kg body weight, V	8.3
$E_{touch50}$	Tolerable touch voltage for human with 50 kg body weight, V	8.3
$E_{touch70}$	Tolerable touch voltage for human with 70 kg body weight, V	8.3
$h$	Depth of ground grid conductors, m	14.2
$h_s$	Surface layer thickness, m	7.4
$I_G$	Maximum grid current that flows between ground grid and surrounding earth (including dc offset), A	15.1.4
$I_s$	Symmetrical grid current, A	15.1.6
$K$	Reflection factor between different resistivities	7.4
$K_h$	Corrective weighting factor that emphasizes the effects of grid depth, simplified method	16.5
$K_g$	Correction factor for grid geometry, simplified method	16.5
$K_{in}$	Corrective weighting factor that adjusts for the effects of inner conductors on the corner mesh, simplified method	16.5
$K_m$	Spacing factor for mesh voltage, simplified method	16.5
$K_s$	Spacing factor for step voltage, simplified method	16.5
$L_g$	Total length of grid conductor, m	14.3
$L_{M}$	Effective length of $L_g + L_R$ for mesh voltage, m	16.5
$L_R$	Total length of ground rods, m	16.5
$L_r$	Length of ground rod at each location, m	14.3, 16.5
$L_s$	Effective length of $L_g + L_R$ for step voltage, m	16.5
$L_T$	Total effective length of grounding system conductor, including grid and ground rods, m	14.2

Symbol	Description	Clause number
$L_x$	Maximum length of grid conductor in x direction, m	10.5
$L_y$	Maximum length of grid conductors in y direction, m	10.5
$n$	Geometric factor composed of factors $n_1$ , $n_2$ , $n_3$ , and $n_4$	10.5
$n_R$	Number of rods placed in area A	14.3
$R_g$	Resistance of grounding system, $\Omega$	14.1–14.4
$S_f$	Fault current division factor (split factor)	15.1.3
$t_e$	Duration of fault current for sizing ground conductor, s	11.3
$t_f$	Duration of fault current for determining decrement factor, s	15.10
$t_s$	Duration of shock for determining allowable body current, s	5.2–5.3

## 10.2 Características constructivas de sistemas de puesta a tierra

### 10.2.1 Materiales principales utilizados para una malla a tierra

Los materiales utilizados para la ejecución de una malla a tierra son esenciales, y de distintas características cada uno de ellos, con la finalidad de disminuir la resistencia para que en el momento de una descarga, circule y/o se despeje la corriente por la menor resistencia que en este caso es la malla a tierra.

### 10.2.2 Construcción de un sistema de puesta a tierra

El método de construcción, o combinación de métodos elegidos, dependerá de un número de factores, como el tamaño de una cuadrícula, tipo de suelo, el tamaño del conductor, la profundidad de enterramiento, la disponibilidad de equipo, coste de la mano de obra, y cualquier físico o restricciones de seguridad debido a las estructuras existentes cercanas o equipo energizado.

Hay dos métodos comúnmente empleados para instalar la rejilla de tierra. Estos son el método de trinchera y el método de arado cable. Ambos de estos métodos emplean máquinas. Cuando estas máquinas no se utilizan debido a la falta de espacio para moverlos o pequeño tamaño del lugar de trabajo, la rejilla de tierra se instala de excavación mano.

### **10.2.2.1 Rejilla Ground método de construcción de zanja**

Las banderas se apostaron en el perímetro a lo largo de dos lados para identificar el espacio entre conductores paralelos. Estos marcadores también sirven como una guía para la máquina de excavación de zanjas. Las zanjas se excavan usando una máquina de excavación de zanjas por lo general a lo largo del lado que tiene el mayor número de conductores paralelos. Estas zanjas se excavan a la profundidad especificada (por lo general alrededor de 0,5 m ó 1,5 pies). Los conductores se instalan en estas zanjas y varillas de tierra son impulsados y conectado a los conductores. Colitas de canchas de equipos también se pueden colocar en este momento. Estas zanjas iniciales son entonces rellenadas con tierra hasta la ubicación de las conexiones cruzadas.

El siguiente paso es cavar zanjas cruz y conductores (a menudo a una profundidad menos profunda), una vez más el uso de marcadores como una guía. Se debe tener cuidado al excavar estas zanjas para evitar enganchones del conductor establecido en las zanjas rellenadas en los puntos de cruce. Los conductores están instalados en las zanjas y las varillas de tierra restantes son impulsadas y se conectan a los conductores. Trenzas restantes también están conectadas a estos conductores. Conexiones en cruz se hacen entre las corridas de conductores perpendiculares. Las zanjas son luego rellenadas con tierra.

Un método alternativo consiste en confinar la obra a una pequeña sección del patio total y completar esta sección completamente antes de pasar a una nueva área. En este caso, las trincheras están excavadas en la misma profundidad antes de cualquier conductor de la puesta. Instalación de conductores y varillas de tierra son los mismos como se describe en los párrafos anteriores.

### **10.2.2.2 Rejilla Ground construcción conductores método de arado**

Otro procedimiento para la instalación de conductores de tierra, lo que puede resultar económico y rápido cuando las condiciones son favorables y el equipo adecuado disponible, es arar los conductores pulg. Se utiliza un arado estrecho especial, que pueden asociarse a cualquiera de los dos, o atraídos por, un tractor o un camión de cuatro ruedas motrices, si hay suficiente espacio de maniobra. El arado también puede ser dibujado por un cabrestante colocado en el borde de la yarda. El conductor puede colocarse en el suelo delante del arado, o una bobina de conductor puede ser montado en el tractor o camión, o en un trineo tirado por delante del arado. El conductor se alimenta entonces en el suelo a lo largo de la cuchilla del arado a la parte inferior del corte. Otro método es para unir el extremo del conductor a la parte inferior de la hoja de la pala, y tire de ella a lo largo de la parte inferior del corte como el arado avanza. En

este caso, se debe tener cuidado para asegurar que el conductor no funciona su camino hacia arriba a través del suelo aflojado.

Los conductores transversales se harán en ligeramente menos profundidad para evitar daños a los conductores previamente establecidos. Los puntos de cruce, o puntos donde varillas de tierra se van a instalar, luego se descubrieron, y las conexiones se realizan como se describe en el subcapítulo 10.2.2.3.

Con el equipo adecuado y la ausencia de rock pesado, este método es adecuado para todos los tamaños de conductores y profundidades de enterramiento utilizados normalmente. El lector puede encontrar información adicional en la IEEE Std 590-1992.

### **10.2.2.3 La instalación de las conexiones, coletas, y varillas de tierra**

Una vez que los conductores se colocan en sus trincheras, entonces se hacen las conexiones necesarias. Generalmente, los puntos de cruce requieren una conexión de tipo cruz, mientras que las conexiones se utilizan para grifos a una carrera conductor recto situado a lo largo del perímetro. Tipos de conexiones son muchas y variadas y dependen de la articulación, el material que se incorporó, y la práctica habitual de la utilidad de que se trate.

Coletas se dejan en lugares adecuados para poner a tierra las conexiones con las estructuras o equipos. Estas trenzas pueden ser del mismo tamaño de cable como la red de metro o un tamaño diferente en función del número de motivos por dispositivo, la magnitud de la corriente de fallo de tierra, y las prácticas de diseño de la utilidad interesadas. Las coletas son entonces fácilmente accesibles después de relleno para hacer las conexiones por encima de grado.

La instalación de las varillas de tierra generalmente se logra mediante el uso de un martillo hidráulico, martillo de aire, u otro dispositivo mecánico. La unión de dos varillas de tierra se lleva a cabo ya sea utilizando el método exotérmica o un acoplador de rosca o sin. La conexión entre la varilla de tierra y conductor de rejilla se puede hacer usando diversos métodos.

### **10.2.2.4 Construcción consideración secuencia para instalación rejilla de tierra**

Una rejilla de tierra normalmente se instala después se califica el patio, las fundaciones se vierten, y tuberías y conductos subterráneos más profundos se instalan y rellena. La valla de seguridad se puede instalar antes o después de la instalación de malla de tierra. En los casos en que las tuberías y conducciones subterráneas más profundas no

están instaladas antes de la instalación rejilla de tierra, se debe hacer un intento de coordinar el procedimiento de apertura de zanjas de una manera lógica.

#### **10.2.2.5 Consideraciones de seguridad durante las excavaciones posteriores**

Como se muestra en el apartado 7.4, el valor aislante de una capa de material de la superficie limpia o grava es una ayuda a la seguridad en caso de fallo de tierra. Por lo tanto, cuando es necesaria una excavación después de que se haya aplicado un revestimiento de roca, se debe tener cuidado para evitar la mezcla del suelo de resistividad inferior de la excavación con el material de revestimiento roca circundante.

Durante las excavaciones posteriores hay más posibilidades de enganchar el cable de tierra. En tal caso, un cheque debe hacerse para determinar si hay una ruptura en el conductor y las articulaciones. Una rotura en el conductor o en las articulaciones, o ambos, debe ser reparada inmediatamente. Una conexión a tierra temporal debe ser colocada alrededor de la ruptura antes de que se lo reparen. La conexión a tierra temporal debe ser adecuada para la aplicación y se instala de acuerdo con las prácticas de puesta a tierra de seguridad, ya que puede existir una tensión entre los dos extremos de los conductores de tierra.

#### **10.2.2.6 Materiales principales para el mejoramiento del suelo y de la malla a tierra.**

- a) **Yeso.**- El sulfato de calcio (yeso) se usa como material de relleno, ya sea solo o mezclado con Bentonita o con el suelo natural del área.

##### **Características:**

- ✓ Tiene baja solubilidad, y baja resistividad (aproximadamente 5-10 Ohm-metro en una solución saturada).
- ✓ Es virtualmente neutro, con un valor de pH entre 6,2 y 6,9.
- ✓ Se presenta en forma natural y no causa corrosión con el cobre.
- ✓ El efecto beneficioso en el valor de la resistencia a tierra del electrodo es menor que en el caso de bentonita.

- b) **Bentonita.**- Es una arcilla de color pardo, de formación natural, levemente alcalina.

##### **Características:**

- ✓ Tiene un pH de 10,5.

- ✓ Puede absorber casi cinco veces su peso de agua, reteniéndola y de este modo expandirse hasta treinta veces su volumen seco.
- ✓ En terreno puede absorber humedad del suelo circundante y ésta es la principal razón para usarla, ya que esta propiedad ayuda a estabilizar la impedancia del electrodo a lo largo del año.
- ✓ Tiene baja resistividad (aproximadamente 5 Ohm - metro) y no es corrosiva. Se usa más a menudo como material de relleno al enterrar barras profundas.

c) **Gel (aporte de las sales).**- La unión de dos o más sales en solución acuosa, acompañadas de catalizadores en la proporción adecuada, reaccionan entre sí formando un precipitado en forma de gel.

#### **Características:**

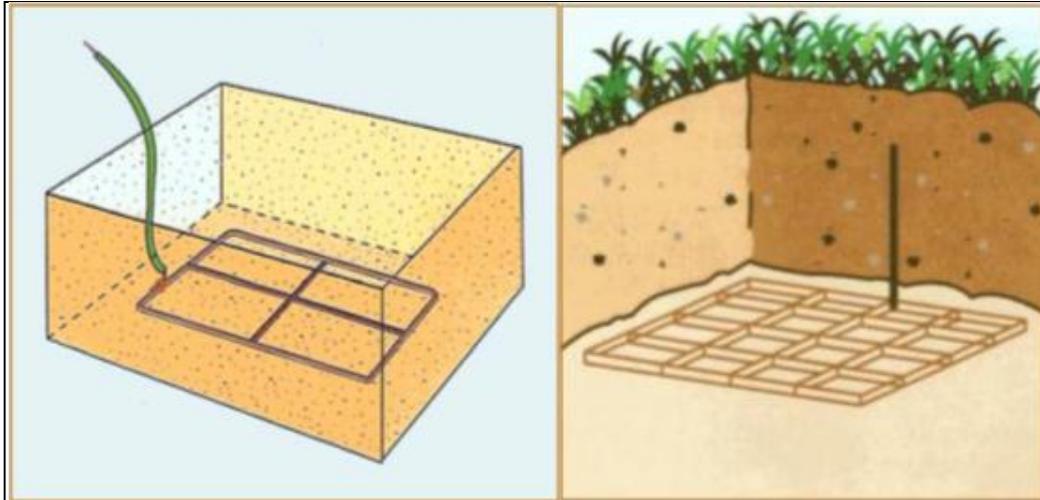
- ✓ Es estable con una elevada conductividad eléctrica (resistividad de aproximadamente 1 Ohm-metro), resistente al ambiente ácido del terreno, con buenas cualidades higroscópicas e insoluble al agua. Esta última cualidad le confiere al tratamiento con esos materiales sintéticos su permanencia en el tiempo.
- ✓ Con estos gel se consigue reducciones en la resistencia de puesta a tierra de electrodos que van del 25% al 80% del valor original sin tratamiento.

d) **Electrodos.**- Son elementos metálicos que están en contacto directo con la tierra deben estar constituidos de materiales resistentes a la humedad así como a la naturaleza del terreno.

e) **Uniones exotérmicas.**- Son las más usadas, se realizan mediante un molde de grafito diseñados para diferentes conductores y tipos de unión, es común encender una mecha de polvos de aluminio y de óxido de cobre formándose una reacción virtualmente de cobre puro entre los puntos de contacto [36].

### **10.3 Ejemplo de los Aspectos Constructivos para un sistema de puesta a tierra**

Como se puede observar en la siguiente figura la malla a tierra es un reticulado el cual está formado por la unión de conductores horizontales por lo general direccionados perpendicularmente y de espacios uniformes, incluyendo eventualmente conductores verticales de tipo barra, se utilizan con el objetivo de mantener un control de los potenciales en la superficie del terreno con una valor de resistencia bajo [36].



**Figura 71 Diseño de una malla a tierra<sup>97</sup>**

Para las siguientes tres figuras, son de auditoría propia y en la cual indicaremos brevemente los procesos que antes durante y después de la construcción de un sistema de protección malla a tierra:



**Figura 72 Proceso de construcción de una malla a tierra, visualización del molde con la varilla de copperweld con el conducto sin aislamiento<sup>98</sup>**

---

<sup>97</sup> Código Nacional de la Republica del Perú, Ministerio de Energía y Minas, Tomo 1, Pag.5

<sup>98</sup> Fuente: Propia del Autor



**Figura 73** Proceso de construcción de una malla a tierra con el chispero eléctrico<sup>99</sup>



**Figura 74** Visualización del soldado de la malla a tierra en su etapa final de construcción<sup>100</sup>

---

<sup>99</sup> Fuente: Propia del Autor  
<sup>100</sup> Ídem 23

## 11. ANEXO 7

### 11.1 Configuraciones de aterrizajes de Ups

La IEEE Std 142 [37] muestra 8 configuraciones de UPS y distintos tipos de cableado para los distintos tipos de UPS, de los cuales, a continuación se muestra la 5 configuraciones de UPS en conexión individual (Single-UPS).

#### 11.1.1 Configuración 1: UPS-bypass no aislado – servicio eléctrico “Y”

Módulo UPS individual, no aislada Bypass, con conexión a tierra de servicio en estrella. En esta disposición (Figura 75), un servicio - estrella aterrizada está conectado tanto a la entrada principal y de derivación (reserva) de entrada de un solo módulo de UPS, y el centro de distribución de energía no contiene un transformador de aislamiento. El neutro, que está unido al conductor de puesta a tierra en el equipo de acometida, se pone en el módulo SAI.

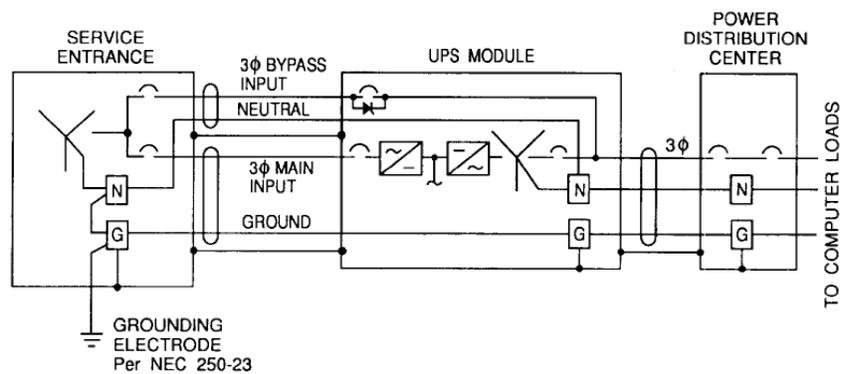


Figura 75 Configuración 1: UPS-bypass no aislado – servicio eléctrico “Y”<sup>101</sup>

##### 11.1.1.1 Conectado a tierra / tierra Disposición del conductor.

Puesto que el módulo UPS neutro de salida está conectado firmemente a la entrada de derivación (entrada de servicio) neutro, el módulo UPS no se considera un sistema derivado separadamente de acuerdo con el NEC. En este sistema, (1) el neutro UPS no debe estar unido al conductor de tierra del equipo, y (2) no conductor del electrodo de puesta a tierra local, se debe instalar en el módulo SAI.

<sup>101</sup> IEEE Std 142-1991, Grounding of Industrial and Commercial Power Systems, NY: IEEE Power Engineering Society, 1991, Pág. 51.

### 11.1.1.2 Características / Performance.

Si bien esta disposición puede ser típico para los sistemas UPS 208 de salida input/208 V, que no proporciona ningún aislamiento o la atenuación de ruido de modo común para cargas sensibles. Parece que la corriente de falla a tierra del inversor puede afectar negativamente el relé de falla a tierra de entrada de servicio, como se muestra en la IEEE Std 446-1987, en el capítulo 7, para los generadores de emergencia. En realidad, el inversor no suministrará corriente de falla a tierra desde que el interruptor estático transferirá a causa de la tensión de falla a deprimirse.

### 11.1.2 Configuración 2: UPS-bypass aislado – servicio eléctrico “Y”

Módulo UPS individual, Bypass aislada. En esta configuración (Figura 76), un transformador de derivación se utiliza para alimentar a la entrada de la derivación del módulo del UPS. El transformador de derivación y el módulo de UPS en conjunto constituyen un sistema derivado separado, ya que no existe una conexión eléctrica directa entre los de entrada (entrada de servicio) conductores del circuito y los conductores del circuito de salida.

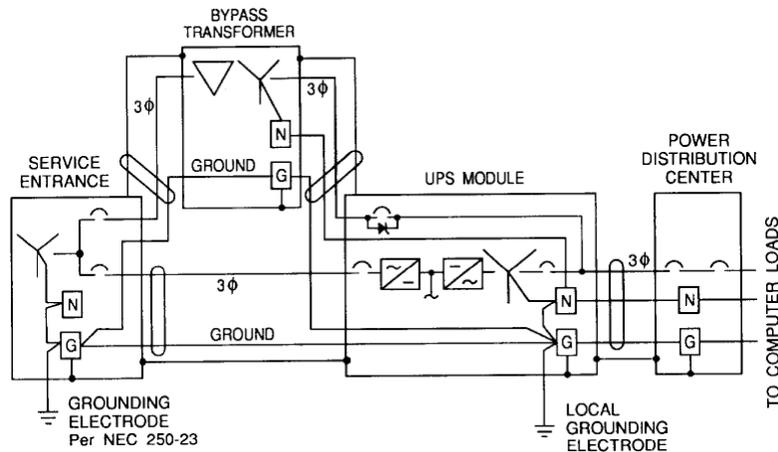


Figura 76 Configuración 2: UPS-bypass aislado – servicio eléctrico “Y”<sup>102</sup>

#### 11.1.2.1 Conectado a tierra / tierra Disposición del conductor.

Dado que esta configuración se considera una fuente de que provengan por separado, el neutro del módulo del UPS debe estar unido al conductor de tierra del equipo, y se debe instalar un módulo de electrodos de puesta a tierra locales, de acuerdo a NEC, 250-26.

<sup>102</sup> IEEE Std 142-1991, Grounding of Industrial and Commercial Power Systems, NY: IEEE Power Engineering Society, 1991, Pág. 51.

(En este sistema particular, la unión de la neutral para el conductor de puesta a tierra se puede hacer ya sea en el transformador de derivación o en el módulo SAI. El módulo SAI se elige para el punto de unión, ya que es en el flujo de potencia normal y es eléctricamente más cerca de la carga). El transformador de derivación se utiliza en la entrada de derivación para proporcionar aislamiento y para reducir la tensión si es necesario (por ejemplo, en una configuración de salida de 480 V input/208 V).

### 11.1.2.2 Características / Performance.

Con esta disposición, se consigue el aislamiento de la entrada, y en modo común de atenuación de ruido se puede obtener para las cargas sensibles si los UPS y transformador de derivación se encuentran eléctricamente cerca (recomendación es de 50 pies (15,2 m) o menos) a la distribución de alimentación Centro y las cargas sensibles.

### 11.1.3 Configuración 3: UPS-bypass no aislado – centro de distribución aislado

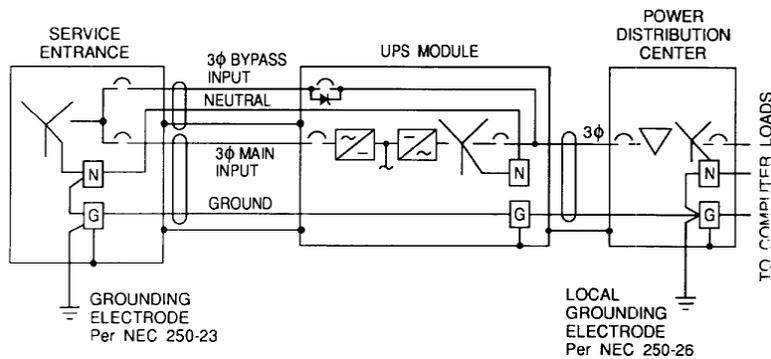


Figura 77 Configuración 3: UPS-bypass no aislado centro de distribución aislado “Y”<sup>103</sup>

<sup>103</sup> IEEE Std 142-1991, Grounding of Industrial and Commercial Power Systems, NY: IEEE Power Engineering Society, 1991, Pág. 53.

### 11.1.4 Configuración 4: UPS-bypass de 3 hilos – centro de distribución aislado

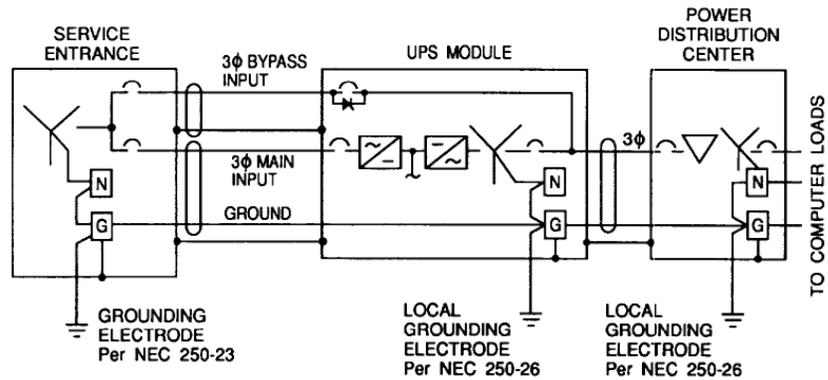


Figura 78 Configuración 4: UPS-bypass de 3 hilos – centro de distribución aislado<sup>104</sup>

### 11.1.5 Configuración 5: UPS-bypass aislado – fuente de conexión delta

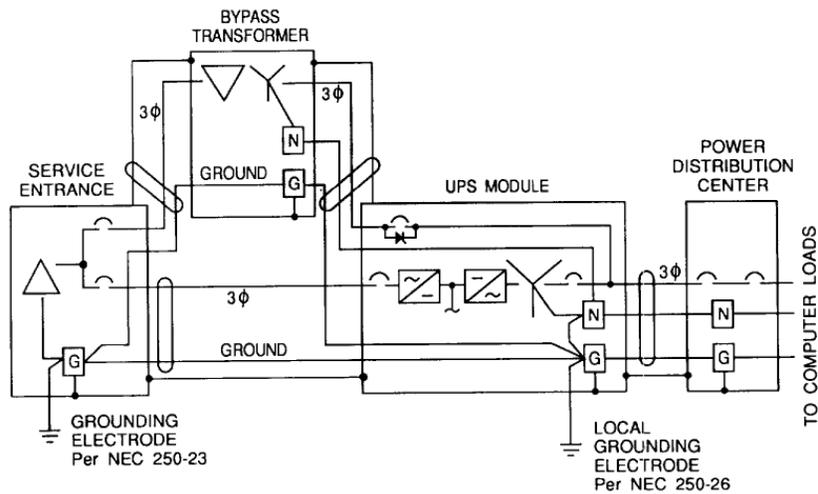


Figura 79 Configuración 5: UPS-bypass aislado – fuente de conexión delta<sup>105</sup>

<sup>104</sup> IEEE Std 142-1991, Grounding of Industrial and Commercial Power Systems, NY: IEEE Power Engineering Society, 1991, Pág. 54.

<sup>105</sup> IEEE Std 142-1991, Grounding of Industrial and Commercial Power Systems, NY: IEEE Power Engineering Society, 1991, Pág. 54.

## 12. ANEXO 8

### 12.1 Analizador de carga, armónicos

Para los análisis de carga se utiliza un equipo fluke con las siguientes características:

Tabla 26 Características del Fluke 435 [55]

DATOS TÉCNICOS		
<b>Entradas</b>	<b>Número:</b>	4 de tensión y corriente (3 fases + neutro)
	<b>Tensión máxima:</b>	1000 Vrms (pico de 6 kV)
	<b>Velocidad de muestreo máxima:</b>	200 kS/s en cada canal simultáneamente
<b>Voltio amperios hercios</b>	<b>Vrms (CA + CC)</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	1 ... 1000 V
	<b>Precisión:</b>	0,1% de la tensión nominal
	<b>Pico de tensión</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	1 ... 1400 V
	<b>Precisión:</b>	5% de la tensión nominal
	<b>Factor de cresta, tensión</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	1 ... > 2,8
	<b>Precisión:</b>	± 5%
	<b>Arms (CA + CC)</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0 ... 20 kA
	<b>Precisión:</b>	± 0,5% ± 5 cuentas
	<b>Amperios de pico</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0 ... 5,5 kA
	<b>Precisión:</b>	5%
	<b>Factor de cresta, A</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	1 ... 10
	<b>Precisión:</b>	± 5%
	<b>50Hz nominal</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	42,50 ... 57,50 Hz
	<b>Precisión:</b>	± 0,01Hz
<b>Fluctuaciones</b>	<b>Vrms (CA+CC)<sup>2</sup></b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0,0% ... 100% de V <sub>N</sub>
	<b>Precisión:</b>	± 0,2% de la tensión nominal
	<b>Arms (CA+CC)<sup>2</sup></b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0 ... 20 kA
	<b>Precisión:</b>	±1% ± 5 cuentas
<b>Armónicos</b>	<b>Armónico (interarmónico) (n)</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	DC, 1..50; (desactivado, 1..49) medido respecto a CEI 61000-4-7
	<b>Vrms</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0 ... 1000 V
	<b>Precisión:</b>	± 0,05% de la tensión nominal
	<b>Arms</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0 ... 4000 mV x escala de la pinza de corriente
	<b>Precisión:</b>	±5% ± 5 cuentas
	<b>Vatios</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	Según escala de la pinza de corriente
	<b>Precisión:</b>	±5% ± n x 2% o lectura, ± 10 cuentas
	<b>Tensión de CC</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0 ... 1000 V
	<b>Precisión:</b>	± 0,2% de la tensión nominal
	<b>THD</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0,0 ... 100,0%
	<b>Precisión:</b>	± 2,5% V y A (± 5% Vatios)
	<b>Hz</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0 ... 3500 Hz
	<b>Precisión:</b>	± 1 Hz
	<b>Ángulo de fase</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	-360° ... +360°

	<b>Precisión:</b>	$\pm n \times 1,5^\circ$
<b>Potencia y energía</b>	<b>Vatios, VA, VAR</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	1,0 ... 20,00 MVA <sup>1</sup>
	<b>Precisión:</b>	$\pm 1\% \pm$ cuentas
	<b>kWh, kVAh, kVARh</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	00,00 ... 200,0 GV Ah <sup>1</sup>
	<b>Precisión:</b>	$\pm 1,5\% \pm 10$ cuentas
	<b>Factor de potencia/ Cos <math>\Phi</math> / PF</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0 ... 1
	<b>Precisión:</b>	$\pm 0,03$
<b>Flicker (Parpadeo de tensión)</b>	<b>Pst (1 min), Pst, Plt, PF5</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0 ... 20
	<b>Precisión:</b>	$\pm 5\%$
<b>Desequilibrio</b>	<b>Voltios</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0 ... 5%
	<b>Precisión:</b>	$\pm 0,5\%$
	<b>Corriente</b>	
	<b>Rango de medida</b>	0% ... 20%
	<b>Precisión:</b>	$\pm 1\%$
<b>Captura de transitorios</b>	<b>Voltios</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	$\pm 6000$ V
	<b>Precisión:</b>	$\pm 2,5\%$ de Vrms
	<b>Duración de detección mínima</b>	5 $\mu$ s (muestreo a 200kS/seg.)
<b>Modo de corriente de arranque</b>	<b>Arms (CA + CC)</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	0,000 ... 20,00 kA <sup>1</sup>
	<b>Precisión:</b>	$\pm 1\%$ de medida $\pm 5$ cuentas
	<b>Duración del arranque (seleccionable)</b>	
	<b>Rango de medida:</b>	7,5 s ... 30 minutos
	<b>Precisión:</b>	$\pm 20$ ms (frecuencia nominal = 50 Hz)
<b>Registro de tendencias automático</b>	<b>Muestreo:</b>	Muestreo continuo de 5 lecturas/segundo en cada canal
	<b>Memoria:</b>	1.800 puntos. Cada punto contiene los valores máx., mín., y promedio de todas las lecturas realizadas.
	<b>Tiempo de registro:</b>	Hasta 450 días
	<b>Zoom:</b>	Hasta 12 aumentos de zoom horizontal
<b>Memoria</b>	<b>Pantallas y datos</b>	La memoria se comparte entre los registros, las pantallas y los datos. 16MB.

## 12.2 Analizador de resistencia y resistividad del terreno

Para los respectivos análisis se utiliza el Telurómetro EXTECH 382252 (Figura 80). Para lo cual damos a conocer las características de equipo en la Tabla 27.



Figura 80 Equipo Earthground<sup>106</sup>

Tabla 27 Especificaciones de Medida EXTECH 382252<sup>107</sup>

ESPECIFICACIONES DE MEDIDA			
Medición	Escala	Resolución	Precisión
Resistencia de tierra física	20Ω	0.01Ω	± (2% lectura +10 dígitos)
	200Ω	0.1Ω	± (2% lectura + 3 dígitos)
	2000Ω	1Ω	
Voltaje de tierra Frecuencia: 40 a 500Hz	0 a 200VAC	0.1V	± (3% lectura + 3 dígitos)
Resistencia	0 a 200kΩ	0.1 kΩ	± (1% lectura + 2 dígitos)
	Protección de sobre carga: 250 Vrms		
Voltaje CA 40Hz a 400Hz	0 a 750V	1V	± (1.2% lectura +10 dígitos)
	Protección de sobre carga: 750 Vrms, Impedancia de entrada: 10MΩ		
Voltaje DC	0 a 1000V	1V	± (0.8% lectura + 3 dígitos)
	Protección de sobre carga: 1000 Vrms, Impedancia de entrada: 10MΩ		

<sup>106</sup> Fuente: Propia del Autor

<sup>107</sup> <http://www.extech.com/instruments/product>.

## 13. ANEXO 9

**Tabla 28 Límites de tolerancia de armónicos permisible según la regulación N°004/001 del CONELEC<sup>108</sup>**

Orden (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA  Vi'  o  THD'  (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)	
	V > 40 Kv (otros puntos)	V ≤ 40 Kv (trafos de distribución)
Impares no múltiplos de tres		
5	2.0	6.0
7	2.0	5.0
11	1.5	3.5
13	1.5	3.0
17	1.0	2.0
19	1.0	1.5
23	0.7	1.5
25	0.7	1.5
<b>Mayores de 25</b>	0.1+0.6*25/n	0.2 + 1.3*25/n
Impares múltiplos de tres		
3	1.5	5.0
9	1.0	1.5
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
<b>Mayores de 21</b>	0.2	0.2
Pares		
2	1.5	2.0
4	1.0	1.0
6	0.5	0.5
8	0.2	0.5
10	0.2	0.5
12	0.2	0.2
<b>Mayores a 12</b>	0.2	0.5
THD	3	8

Teniendo como referencia la Tabla 28 y mediante los análisis realizados en este subcapítulo, damos a conocer los armónicos presentes en el Data center, mediante la Tabla 29, determinando los límites de tolerancia de armónicos en el Data Center.

**Tabla 29 Armónicos en la red eléctrica del Data Center<sup>109</sup>**

Orden (n) DE LA ARMÓNICA Y THD	TOLERANCIA  Vi'  o  THD'  (% respecto al voltaje nominal del punto de medición)			
	V ≤ 40 Kv (trafos de distribución)	Valores Medidos		
Impares no múltiplos de tres		L1	L2	L3
5	6.0	2,7	3,8	4,2
7	5.0	1	0,2	0
11	3.5	0,6	0,1	0

<sup>108</sup> Regulación CONELEC – 004/01, Calidad de Servicio, Directorio del CONELEC, ECUADOR, 23 de Mayo del 2001, Págs. 2 – 25

<sup>109</sup> Fuente: Propia del Autor

13	3.0	0,4	0	0
17	2.0	0,3	0	0
19	1.5	0,2	0	0
23	1.5	0,2	0	0
25	1.5	0,1	0	0
> 25	$0.2 + 1.3 \cdot 25/n$			
<b>Impares múltiplos de tres</b>				
3	5.0	4,7	0,55	0,75
9	1.5	0,8	0	0
15	0.3	0,2	0	0
21	0.2	0,15	0	0
Mayores de 21	0.2	0,1	0	0
<b>Pares</b>				
2	2.0	0,3	0,14	0,16
4	1.0	0,25	0,1	0,8
6	0.5	0,1	0,09	0,9
8	0.5	0,2	0	0
10	0.5	0,1	0	0
12	0.2	0,1	0	0
Mayores a 12	0.5	0,1	0	0
<b>THD</b>	8	5,7	4	4,3

## 14. ANEXO 10

En la siguiente hoja de cálculo se puede indicar el estudio de carga y demanda presente en la Edificación.

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN-PARTE A- GUIA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN						
SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD								
REVISIÓN:05		CÓDIGO: DI-EP-P001-D001						
APENDICE A-11-D		PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES					A-11-D REVISIÓN: 05 FECHA: 2014-02-28	
NOMBRE DEL PROYECTO		<b>COOPERATIVA CONSTRUCCION COMERCIO Y PRODUCCIÓN (COOPCCP)</b>						
LOCALIZACIÓN		<b>Av. 10 de Agosto y Atahualpa</b>						
USUARIO TIPO		<b>A</b>						
RENLÓN	SUMINISTROS			CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)					
1	Puntos de alumbrado normal	205	64	13120	90	11808	60	7085
2	Apliques de pared	22	60	1320	90	1188	60	713
3	Refrigeradora	3	350	1050	50	525	30	158
4	Batidora	2	250	500	15	75	30	23
5	Microondas	2	1800	3600	40	1440	20	288
6	Congelador	1	890	890	50	445	30	134
7	Cafetera	3	750	2250	50	1125	30	338
8	Equipo de Sonido	3	120	360	20	72	10	7
9	Radio (Reloj)	7	40	280	70	196	50	98
10	Televisor	4	160	640	50	320	20	64
11	Aire Acondicionado	6	3500	21000	50	10500	20	2100
12	Puerta Eléctrica	1	115	115	50	57,5	100	58
13	Ventilador de baño	8	75	600	10	60	5	3
14	Aspiradora	3	1300	3900	25	975	30	293
15	Impresora Matricial	15	120	1800	50	900	30	270
16	Impresora de Tinta	5	60	300	50	150	30	45
17	Impresora de Laser	3	800	2400	50	1200	30	360
18	Scanner	5	65	325	10	32,5	5	2
19	Router o Switch	25	50	1250	100	1250	100	1250
20	Computador de Escritorio	42	360	15120	70	10584	40	4234
21	Computador Portátil	18	150	2700	70	1890	40	756
22	Modem	5	10	50	100	50	100	50
23	Servidores	18	850	15300	100	15300	100	15300
24	Fax	2	20	40	10	4	5	0



## 15. ANEXO 11

En la siguiente hoja de cálculo se puede indicar el estudio de carga y demanda presente en el Data Center.

 EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN-PARTE A- GUIA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN							
	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD							
REVISIÓN:05	CÓDIGO: DI-EP-P001-D001							
APENDICE A-11-D	PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES						A-11-D REVISIÓN: 05 FECHA: 2014-02-28	
NOMBRE DEL PROYECTO LOCALIZACIÓN USUARIO TIPO	<u>COOPERATIVA CONSTRUCCION COMERCIO Y PRODUCCIÓN (COOPCCP)</u> <u>Av. 10 de Agosto y Atahualpa</u> <u>A</u>							
RENGLÓN	SUMINISTROS			CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)					
1	Puntos de alumbrado normal	4	32	128	90	115	60	69
2	Aire Acondicionado	1	3500	3500	50	1750	20	350
3	Router o Switch	12	50	600	100	600	100	600
4	Computador de Escritorio	4	360	1440	70	1008	40	403
5	Computador Portátil	2	150	300	70	210	40	84
6	Modem	5	10	50	100	50	100	50
7	Servidores	12	850	10200	100	10200	100	10200
8	CCTV	1	300	300	100	300	100	300
9	Central Telefónica	1	100	100	100	100	100	100
10	Lector de Huellas	1	10	10	100	10	100	10
11	UPS	3	500	1500	100	1500	100	1500
12	Cámaras de Video	1	10	10	100	10	100	10
TOTALES			5872	18138		15853		13676
FACTOR DE POTENCIA DE LA CARGA FP = 0,85 DMU (kVA) = 16,1 kVA	FACTOR DE DEMANDA FDM DE $\frac{DMU}{CI}$ 0,754							