UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE UN DATA CENTER TIER I BASADO EN EL ESTÁNDAR TIA 942, PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

AUTOR: CRISTIAN RAFAEL NARVÁEZ MANOSALVAS

DIRECTOR: ING. CARLOS VÁSQUEZ

IBARRA – ECUADOR

2016

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determina la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DEL CONTACTO	
Cédula de identidad	040186969-8
Apellidos y Nombres	Narváez Manosalvas Cristian Rafael
Dirección	Ibarra, Calles Río Tahuando y Yasuní
E-mail	crnarvaezm@utn.edu.ec
Teléfono fijo	062-793-284
Teléfono móvil	0986400330
DATOS DE LA OBRA	
Título	Diseño de la infraestructura física de un Data Center TIER I basado en el Estándar TIA 942, para la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte
Autor	Narváez Manosalvas Cristian Rafael
Fecha	Junio de 2016
Programa	Pregrado
Título	Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación
Director	Ing. Carlos Vásquez

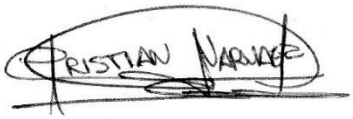
2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Narváez Manosalvas Cristian Rafael, con cédula de identidad Nro. 0401869698-8, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión, en concordancia con la ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume(n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

AUTOR:

(Firma): 

Nombre: Narváez Manosalvas Cristian Rafael

Cédula: 040186968-8

Ibarra, Junio de 2016

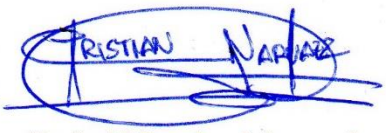
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Cristian Rafael Narváez Manosalvas, con cédula de identidad número 040186969-8 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado con el tema: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE UN DATA CENTER TIER I BASADO EN EL ESTANDÁR TIA 942, PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. Que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Firma 

Cristian Rafael Narváez Manosalvas

0401869698-8

Ibarra, Junio del 2016

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

ING. CARLOS VÁSQUEZ, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que, el presente Trabajo de Titulación: "DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE UN DATA CENTER TIER I BASADO EN EL ESTANDÁR TIA 942, PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE." Ha sido desarrollado por el Señor Cristian Rafael Narváez Manosalvas, bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ing. Carlos Vásquez

DIRECTOR DEL PROYECTO

REPUBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
SUBDECANATO

ING. Fernando Garrido, SUBDECANO – FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICO:

En calidad de Subdecano de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, certifico que el señor Cristian Rafael Narváez Manosalvas, con cédula de identidad 0401869698, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación con el trabajo de grado titulado **"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE UN DATA CENTER TIER I BASADO EN EL ESTÁNDAR TIA-942 PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE"**, se cumplió en su totalidad satisfaciendo todos los requerimientos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

Atentamente,
"CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO"

Ing. Fernando Garrido. MSc.
SUBDECANO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por siempre demostrarme su infinito amor, por ser la luz que en todo momento iluminó el camino de mi vida estudiantil con fortaleza, paciencia y sabiduría. A la virgen de San Pedro de Huaca “La Purita” por ser el soporte en mis momentos de caída y levantarme siempre con sus bendiciones.

A mi familia, mi padre Juan, mi madre Rosa, mis hermanos Patricio y Brayan, por confiar plenamente en mí y brindarme su apoyo incondicional. Por los valores y principios de unión, respeto, confianza y humildad, siempre inculcados.

Al personal Docente de la Facultad por impartir sus conocimientos con responsabilidad y dedicación, y en especial al Ing. Carlos Vásquez, supervisor de este proyecto de titulación, por su buena predisposición y paciencia, por haberme guiado con su experiencia profesional demostrando sobre cualquier cosa su calidad humana.

Cristian Narváez M.

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación se lo dedico a mis padres Juan y Rosa, por confiar en mí, apoyarme incondicionalmente en la toma de mis decisiones y metas propuestas. Por su esfuerzo y dedicación diaria hacia mí, por sus valores de amor, humildad, respeto y perseverancia inculcados. Por ser el pilar fundamental que ha permitido no decaer en ninguna adversidad tanto estudiantil como cotidiana.

A Dios por ser siempre la guía que iluminó mi vida estudiantil y seguirá iluminando mi vida profesional. Por sus bendiciones y fortaleza derramados sobre mí y mi familia.

A mis hermanos y demás familiares por la paciencia y buena voluntad desinteresada conmigo, por los valores de amor, unión, comprensión y confianza siempre demostrados por estar presentes siempre cuando más lo he necesitado.

Cristian Narváez M.

TABLA DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE I
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE III
CERTIFICACIÓN IV
AGRADECIMIENTO VI
DEDICATORIA VII
TABLA DE CONTENIDO VIII
ÍNDICE DE FIGURAS XIX
ÍNDICE DE TABLAS XXI
RESUMEN XXII
ABSTRACT XXII
PRESENTACIÓN XXIV
CAPÍTULO I 1
1.1 INTRODUCCIÓN 1
1.1.1 Problema 1
1.1.2 Objetivos 3
1.1.2.1 General 3
1.1.2.2 Específicos 3
1.1.3 Alcance 3
1.1.4 Justificación 6
CAPÍTULO II 9
2.1 DATA CENTER 9
2.1.1 Definición 9
2.1.2 Características 10
2.1.3 Servicios 10
2.2 ESTUDIO DE LA NORMA ANSI/TIA/EIA 942 11
2.2.1 Generalidades 11
2.2.2 Objetivo 11
2.2.3 Subsistemas 11
2.2.4 Clasificación 12
TIER I 12
TIER II 12
TIER III 13

TIER IV 13
Parámetros de Comparación 14
2.3 SUBSISTEMA DE ARQUITECTURA 15
2.3.1 Espacio Físico 15
2.3.1.1 Selección 15
2.3.1.2 Tipo de Construcción 15
2.3.1.3 Vibraciones 16
2.3.1.4 Dimensiones 16
2.3.1.5 Alrededores 16
2.3.1.6 Instalaciones ajenas 17
2.3.2 Piso Técnico 17
2.3.2.1 Requerimientos de instalación 17
2.3.2.2 Rampas o escaleras de acceso 18
2.3.2.3 Recorte en las Planchas 18
2.3.2.4 Carga Física 19
2.3.2.5 Drenajes 20
2.3.3 Cielo y Techo 20
2.3.3.1 Techo verdadero 20
2.3.3.2 Cielo Falso 21
Aspectos de instalación 21
Tipo de cielo falso 21
2.3.4 Condiciones ambientales 21
2.3.4.1 Temperatura 21
2.3.4.2 Humedad 22
2.3.5 Pintura 23
2.3.6 Iluminación 23
2.3.6.1 Iluminación General 23
2.3.6.2 Iluminación de Respaldo 24
2.3.6.3 Iluminación en Equipos 24
2.4 SUBSISTEMA ELÉCTRICO 25
2.4.1 Conceptos Básicos 25
Corriente eléctrica 25
Voltaje eléctrico 25
Potencia eléctrica 26
Fase eléctrica 26

Inducción eléctrica 26
2.4.2 Acometidas Eléctricas 26
2.4.3 Consumo Eléctrico 27
2.4.4 Tableros Eléctricos 27
2.4.4.1 Tipos 27
2.4.4.2 Tableros empleados en CDPs 28
2.4.5 Circuitos Derivados 28
2.4.5.1 Tipos 28
Circuitos derivados de propósito general *28*
Circuitos derivados de propósito específico *29*
Circuitos derivados para electrodomésticos *29*
2.4.5.2 Valores de tensión máxima 29
2.4.5.3 Calibre de los cables conductores 29
2.4.5.4 Aislamiento de los conductores 30
2.4.5.5 Canalizaciones 30
2.4.5.6 Etiquetado e identificación 31
2.4.6 Protecciones eléctricas 31
2.4.7 Breaker o Disyuntor termo magnético 31
2.4.8 Supresor de Transitorios de Voltaje (TVSS) 32
2.4.8.1 Origen de Sobre Tensiones y Sobre Corrientes 32
Sobretensiones atmosféricas *32*
Sobretensiones de maniobra: *33*
Sobretensiones debido a cargas electrostáticas: *33*
2.4.8.2 Características 33
2.4.8.3 Niveles de Exposición 33
Clase C *34*
Clase B *34*
Clase A *34*
2.4.8.4 Cálculo de la capacidad de protección 34
2.4.9 Unidad De Distribución De Energía Eléctrica (PDU) 35
2.4.10 Instalaciones Eléctricas Adicionales 35
2.4.11 Sistema De Puesta A Tierra 35
2.4.11.1 Componentes 35
Barra principal de conexión a tierra para telecomunicaciones (TMGB) *35*
Barra de conexión a tierra para telecomunicaciones (TGB) *36*

2.4.11.2 Conductores 37
Ecualizador de Tierra (EG) *37*
Conductor de Backbone de Puesta a Tierra para Telecomunicaciones (TBB) *37*
Identificación y Etiquetas *38*
2.4.11.3 Conectores 38
2.4.11.4. Electrodos a Tierra 39
2.4.11.5 Malla de Conexión a Tierra 39
2.4.12 Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) 40
2.4.12.1 Configuraciones 40
Stand By *40*
Interactivo *41*
On-Line *41*
2.4.12.2 Baterías 43
Selladas *43*
Inundadas *43*
2.4.12.3 Consideraciones 43
2.4.12.4 Funcionamiento 44
2.5 SUBSISTEMA MECÁNICO 44
2.5.1 Detección de Agentes 44
2.5.2 Sensores detectores NFPA 76 44
2.5.2.1 VWFD 44
2.5.2.2 EWFD 45
2.5.3 Sensores en Ambientes TIC 45
2.5.3.1 Sensor De Fuego 45
2.5.3.2 Sensor de Temperatura 45
2.5.3.3 Sensor de Humedad 45
Mediciones *45*
2.5.3.4 Sensor de líquidos 46
2.5.3.5 Sensor De Humo 46
2.5.4 Mecanismos Contra Incendios 46
2.5.4.1 Clasificación del Fuego 46
2.5.4.2 Sistema Automático De Aspersores 47
2.5.4.3 Extintores de Fuego 47
2.5.5 HVAC 47
2.5.5.1 Componentes Básicos 48

Evaporador *48*
Compresor *48*
Condensador *49*
Dispositivo dosificador *49*
2.5.5.2 Refrigerantes 50
Tipos *51*
Actualidad *51*
2.5.5.3 Funcionamiento 52
Evaporación *52*
Compresión *52*
Condensación *52*
Expansión *53*
2.5.5.4 Tipos 53
Domésticos *53*
Profesionales *53*
2.5.5.5 Operación 53
2.5.5.6 Enfriamientos en racks y gabinetes 54
2.5.6 Mecanismos De Control de Acceso 55
2.5.6.1 Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) 55
Ubicación de cámaras *55*
Almacenamiento *55*
Consideraciones de diseño *55*
2.5.6.2 Puertas De Seguridad 56
Puerta de Ingreso *56*
Puerta de Emergencia *56*
2.5.6.3 Control Biométrico 56
2.5.6.4 Accesos De Control en Equipos 56
2.5.7 Señaléticas de Información Y Seguridad 57
2.6 SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES 57
2.6.1 Topología 57
2.6.1.1 Cuarto de Entrada (ER) 58
2.6.1.2 Área de Distribución Principal (MDA) 58
2.6.1.3 Área de Distribución Horizontal (HDA) 59
2.6.1.4 Área De Distribución de Equipos (EDA) 59
2.6.1.5 Área De Distribución De Zona (ZDA) 59

2.6.1.6 Áreas o Estaciones de Trabajo (WA) 59
2.6.2 Cable de Par Trenzado de Cobre 59
2.6.2.1 Características 59
2.6.2.2 Tipos 60
Par Trenzado No Apantallado (UTP) *60*
Par Trenzado Frustrado (FTP) *61*
Par Trenzado Apantallado (STP) *61*
2.6.2.3 Terminaciones para el cableado Par Trenzado 61
2.6.2.3 Categorías 62
2.6.2.3 Pinout 63
2.6.3 Cable de Fibra Óptica 63
2.6.3.1 Características 63
2.6.3.2 Parámetros de transmisión 64
2.6.3.2 Modos 65
2.6.3.4 Terminaciones y conectores 65
Conectores Duplex: *65*
Conectores "Array": *65*
2.6.3.5 Identificación 66
2.6.4 Cableado Estructurado 67
2.6.4.1 Cableado Horizontal 67
Características *67*
Medios de transmisión permitidos *67*
Distribuidor de conexiones Cruzadas *68*
2.6.4.2 Cableado de Backbone o Troncal 69
Características *69*
Topología *70*
Medios de Transmisión permitidos *71*
2.6.5 Bandejas y Escalerillas 71
2.6.6 Racks y Gabinetes 72
2.6.6.1 Tipos 72
2.6.6.2 Dimensiones 73
2.6.6.3 Unidades de Rack 73
2.6.6.4 Complementos de gabinetes y racks 74
2.6.6.5 Distribución en el piso técnico 75
2.6.6.7 Espacios entre racks y gabinetes 76

2.6.6.4 Distribución y ubicación de equipamiento 76
2.6.6.6 Paneles y regletas eléctricas 76
2.7 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS PARA UN DATA CENTER TIER I 77
2.7.1 Requerimientos De Infraestructura 77
2.7.2 Requerimientos Eléctricos 78
2.7.3 Requerimientos Mecánicos 80
2.7.4 Requerimientos De Telecomunicaciones 81
CAPÍTULO III 83
3.1 SITUACIÓN ACTUAL 83
3.1.1 Subsistema De Infraestructura 83
3.1.2 Subsistema Mecánico 84
3.1.3 Subsistema Eléctrico 85
3.1.4 Subsistema De Telecomunicaciones 86
3.1.4.1 Topología de red interna 86
3.1.4.2 Topología de red externa 86
3.1.4.3 Cableado Estructurado 87
3.1.4.4 Equipos TIC y demás hardware de conexión disponible 87
Racks *87*
Hardware de Networking *89*
Servidores *89*
3.2 DISEÑO DEL CENTRO DE DATOS – TIER I 90
3.2.1 SUBSISTEMA DE ARQUITECTURA 90
3.2.1.1 Definición del espacio físico 90
Consideraciones Legales *90*
Libre de Vibraciones *90*
Condiciones ambientales *90*
Instalaciones y canalizaciones ajenas *91*
3.2.1.2 Piso Técnico o Piso Falso 91
Materiales *91*
Número de planchas y demás componentes *92*
Preparación del espacio físico *92*
Instalación *93*
Paneles de Flujo de aire *94*
Escalerilla de acceso *95*
3.2.1.3 Cielo Raso 95

Características *95*
Consideraciones de instalación *96*
3.2.1.4 Iluminación 96
Iluminación Verde *96*
Características *97*
Número de luminarias *97*
Ubicación *99*
Iluminación de emergencia *100*
3.2.2.3 Pintura 101
3.2.1 SUBSISTEMA ELÉCTRICO 101
3.2.1.1 Análisis Y Cálculo De La Carga Eléctrica 101
3.2.2.2 Esquema de Conexión del Sistema Eléctrico 105
3.2.2.3 Acometidas Eléctricas 106
3.2.2.4 Sistema de Puesta A Tierra 106
Barra Principal de conexión a Tierra para Telecomunicaciones *106*
Barra de conexión a Tierra para Telecomunicaciones *108*
Terminaciones y Soldaduras *109*
Malla Equipotencial *109*
Conexión a Tierra *110*
3.2.3.5 Tableros Eléctricos 112
Tablero Eléctrico General Principal (TEGP) *112*
Tablero Eléctrico de Transferencia Automática (TETA) *112*
Tablero Eléctrico General Secundario (TEGS) *113*
Tablero General de Energía Ininterrumpida (TGEI) *113*
3.2.3.6 Circuitos Derivados (CD) 113
3.2.3.7 Conductores Eléctricos 114
3.2.3.8 Disyuntor o breaker de protección 114
Cálculo de la capacidad del interruptor *114*
Características del interruptor *116*
Instalación *116*
3.2.3.9 Supresor de transitorios de voltaje (STV) 116
Dimensionamiento *116*
3.2.3.10 Escalerillas metálicas 118
Condiciones de diseño *118*
Instalación *118*

Conexión a Tierra *120*
3.2.2.11 Unidad de Distribución de Energía – PDU 120
3.2.2.12 Sistema De Alimentación Ininterrumpida (SAI) 122
Dimensionamiento *122*
Consideraciones *122*
3.2.3 SUBSISTEMA MECÁNICO 123
3.2.3.1 Condiciones Ambientales 123
3.2.3.2 Sistema de refrigeración 123
Dimensionamiento *123*
Características *124*
Refrigerante *126*
Método de enfriamiento e instalación *126*
Mantenimiento *128*
3.2.3.3 CCTV 128
Características *128*
Instalación *129*
Borrado de Grabaciones *130*
3.2.3.4 Sistema de Respuesta contra Incendios 130
Sistema de Aspersores *130*
Extintores De Fuego Portátiles *131*
3.2.3.5 Puerta de seguridad 135
Características *135*
Cerradura Electromagnética *136*
Control biométrico *137*
3.2.4 SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES 137
3.2.4.1 Topología De Red 137
Cuarto de Entrada *138*
Área de Distribución Horizontal *139*
Áreas de Trabajo *139*
3.2.4.3 Cableado Estructurado 140
Cableado Horizontal *140*
Patch Cords *141*
3.2.4.3 Canalizaciones 141
3.2.4.4 Racks y gabinetes 143
Características *144*

Identificación *145*
Distribución de Equipamiento TIC *146*
3.3 IMPLEMENTACIÓN PARCIAL DEL CENTRO DE DATOS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS 148
3.3.1 SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA 148
3.3.1.1 Espacio Físico 148
Definición y Justificación *148*
Modificaciones de Obra Civil *149*
3.3.1.2 Pintura 150
3.3.1.3 Piso Técnico 151
Preparativos *151*
Instalación *151*
3.3.2 SUBSISTEMA ELÉCTRICO 153
3.3.2.1 Acometida eléctrica 153
3.3.2.2 Tableros Eléctricos 154
Tablero General de Distribución (TGD) *154*
Tablero Eléctrico para UPS (TEU) *155*
3.3.2.3 Circuitos Derivados 156
3.3.2.4 Conductores 157
3.3.2.5 Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) 157
Ubicación dentro de la topología *157*
Características *158*
Instalación *159*
Panel de monitoreo *162*
3.3.3 SUBSISTEMA MECÁNICO 162
3.3.3.1 Puerta de Seguridad 162
Proceso de instalación *163*
Mecanismos complementarios *164*
3.3.3.2 Aire Acondicionado 168
Características *169*
Consideraciones de instalación *169*
3.3.3.3 Cámaras de Seguridad 169
3.3.4 SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES 171
3.3.4.1 Arquitectura de Red 171
3.3.4.2 Cableado Estructurado 172

Cableado horizontal *172*
Cableado Backbone *173*
3.3.4.3 Racks y Gabinetes 173
Reubicación del rack principal *173*
Instalación de nuevos racks *174*
3.3.4.4 Equipamiento TIC instalado 175
3.3.4.5 Alimentación eléctrica 179
3.3.4.5 Distribución de Equipos 180
3.4 PLAN DE MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA 181
CAPÍTULO IV 185
4. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO 185
4.1 PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL DATA CENTER 185
4.2 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL DATA CENTER 188
CAPÍTULO V 191
CONCLUSIONES 191
RECOMENDACIONES 195
GLOSARIO DE TÉRMINOS 199
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 201
ANEXOS 207
ANEXO 1: PUERTOS DE CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS DE RED 207
ANEXO 2: PROPUESTA DE POLÍTICAS A CUMPLIR EN EL DATA CENTER FICA 209
Políticas para Ingreso y Comportamiento de personas al interior del Centro de Datos . 209
Manual de Procedimiento para el ingreso de personas al Centro de Datos 210
INGRESO DE NUEVO EQUIPAMIENTO TIC 215
Manual de Procedimiento de Entrada/Salida de Equipos del Data Center FICA 215
MANTENIMIENTO Y APAGADO DE EQUIPAMIENTO TIC 218
Manual de Procedimiento para el apagado de equipos en el Data Center FICA 218
ANEXO 3: TABLA PARA REVISIÓN MENSUAL DE LAS CONDICIONES DE INFRAESTRCUTURA DEL DATA CENTER FICA 221
ANEXO 4: COMPROBANTE ECONÓMICO DE IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS TIC 225

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Piso Técnico 18
Figura 2. Componentes secundarios de Piso Técnico 19
Figura 3. Carga Física en el Piso Técnico 20
Figura 4. TMGB Estándar 36
Figura 5. Etiqueta para conductores eléctricos 38
Figura 6 Malla equipotencial de conexión a tierra 40
Figura 7. Sistema SAI Bypass 41
Figura 8. Sistema SAI Interactivo 41
Figura 9. Sistema SAI on-line doble conversión 42
Figura 10. Sistema SAI on-line conversión delta 43
Figura 11. Componentes de un HVAC 48
Figura 12. Pasillos fríos y calientes en un CDP 54
Figura 13. Topología de un Data Center 58
Figura 14. Tipos de Cable de Par Trenzado 61
Figura 15. Conexiones T568A y T568B 63
Figura 16. Longitud máxima de Backbone 70
Figura 17. Topología estrella del Backbone 71
Figura 18. Tipos de Racks y Gabinetes para comunicaciones 73
Figura 19. Complementos para gabinetes y racks de comunicaciones 75
Figura 20. Planchas de Piso Técnico 91
Figura 21. Pedestales y travesaños para Piso Técnico 92
Figura 22: Distribución de travesaños y pedestales 93
Figura 23. Distribución de Planchas en el Piso Técnico 94
Figura 24. Ubicación de paneles de flujo de aire 94
Figura 25. Escalerilla de Acceso a un Centro de Datos 95
Figura 26. Luminaria LED T8 para Data Center 97
Figura 27. Distribución de luminarias en el CDP 100
Figura 28. Topología De La Red Eléctrica 105
Figura 29. TMGBs y TGBs comerciales 108
Figura 30. Conector tipo "Lengüeta" 109
Figura 31. Instalación de malla a Tierra 110
Figura 32. Conexión de Tableros Eléctricos 112
Figura 33. Ubicación de las escalerillas para el cableado eléctrico 119
Figura 34. Escalerilla para cableado eléctrico y componentes 120
Figura 35: Puesta a Tierra de escalerillas metálicas 120
Figura 36. B – Flujo de aire en el CDP 127
Figura 37. Ubicación de cámaras en el Data Center 130
Figura 38. Ubicación de extintores en el CDP 134
Figura 39: Estructura de la puerta de seguridad para un CDP 136
Figura 40. Diagrama de Bloques De Red Recomendada 138
Figura 41. Terminales del Cableado Horizontal para Áreas de Trabajo 139
Figura 42: Bandejas metálicas para datos. A: Recomendada; B: Distribución 142
Figura 43. Soldadura de Bandejas metálicas 143
Figura 44. Instalación de grupos de cableado en bandejas metálicas planas 143
Figura 45. Características de gabinetes y racks de comunicaciones 145

Figura 46. Identificación de racks y gabinetes 146
Figura 47. Espacio físico definido para la implementación del Data Center 149
Figura 48: Adecuaciones a la Obra Civil..... 150
Figura 49. Colocación de pintura en el cuarto del CDP 151
Figura 50. Instalación del Piso Técnico en el CDP 152
Figura 51. Piso Técnico instalado sin el escalón de entrada..... 153
Figura 52. Acometida Eléctrica del CDP..... 154
Figura 53. Tableros eléctricos instalados en el CDP 156
Figura 54. Tomas dobles instaladas para alimentación eléctrica de racks..... 157
Figura 55: Esquema de la ubicación de UPS dentro de la topología eléctrica 158
Figura 56. Preparación de Conductores Eléctricos para el UPS..... 159
Figura 57. Recorrido del cableado eléctrico para UPS..... 160
Figura 58. Conexiones Eléctricas de UPS 161
Figura 59. Equipo UPS instalado en el CDP 161
Figura 60: Interpretación del panel UPS 162
Figura 61. Tornillos y placas metálicas de Soporte para la puerta de seguridad..... 163
Figura 62. Soldadura del marco de la puerta en la infraestructura 164
Figura 63. Brazo mecánico y cerradura electromagnética instalados..... 165
Figura 64: Diagrama de conexión del control de acceso SOYAL instalado 166
Figura 65. Control Biométrico SOYAL instalado..... 166
Figura 66. Instalación de la Barra anti-pánico..... 167
Figura 67. Puerta de seguridad del CDP..... 168
Figura 68. Sistema de Aire Acondicionado instalado..... 169
Figura 69. Cámara IP instalada al interior del CDP 170
Figura 70. Arquitectura de Red implementada..... 172
Figura 71. Extensión del cableado estructurado 173
Figura 72. Reubicación del rack de comunicaciones de la Facultad 174
Figura 73. Racks instalados en el Data Center 175
Figura 74. Multitomas eléctricas instaladas en el CDP 180
Figura 75. Distribución de equipos en los gabinetes 181

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Requisitos de un Data Center según el TIER 14
Tabla 2: Diámetro mínimo de conductores. 29
Tabla 3: Longitud vs calibre de TBB/GE 37
Tabla 4: Cables de par trenzado reconocidos por la TIA 568 C 62
Tabla 5: Parámetros de transmisión del cableado de fibra óptica 64
Tabla 6: Conectores de Fibra Óptica según la FOCIS 66
Tabla 7: Características de los otros racks disponibles 88
Tabla 8: Servidores de la Facultad FICA 89
Tabla 9: Cálculo de la carga eléctrica del Centro de Datos 103
Tabla 13: Circuitos Derivados a instalar en el CDP 113
Tabla 14: Rangos eléctricos seguros para la protección de un circuito derivado 115
Tabla 15: Calibre del conductor definido de acuerdo a su protección 115
Tabla 16: Dimensionamiento de protecciones eléctricas STV 117
Tabla 17: Categorías de STV de acuerdo al índice de exposición 118
Tabla 9: Dimensionamiento del Sistema de Refrigeración 124
Tabla 10: Tamaño y ubicación de extintores de fuego para peligros de Clase A 133
Tabla 11: Tamaño y ubicación de extintores de fuego para peligros de Clase B 133
Tabla 18: Costos de Adecuaciones de Infraestructura y techo falso 185
Tabla 19: costos del Piso Técnico 185
Tabla 20: Costos del Sistema Eléctrico 185
Tabla 21: Costos del sistema de refrigeración 186
Tabla 22: Costos de Sistemas de Seguridad 186
Tabla 23: Costos del Sistema contra incendios 186
Tabla 24: Costos del Sistema de Iluminación 187
Tabla 25: Costos del Sistema de Puesta a Tierra 187
Tabla 26: Costos de equipos de Comunicaciones 187
Tabla 27: Presupuesto Total del Data Center 188

RESUMEN

Anteriormente las condiciones ambientales y los niveles de seguridad que presentaban las instalaciones físicas donde se alojaban los equipos de telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte no eran las adecuadas por lo que éstos eran expuestos constantemente a riesgos y peligros.

Es así que, el presente proyecto tiene como finalidad presentar el diseño de la infraestructura física de un Centro de Datos Tier I que permita alojar todo los componentes IT actuales y futuros de la Facultad, ofreciendo condiciones ambientales estables y niveles de seguridad confiables para sus componentes. La inmediación se dividirá en subsistemas: Infraestructura, Eléctrico, Mecánico, Telecomunicaciones, y en cada uno de ellos se recomendará sus componentes correspondientes, acordes a las necesidades y requerimientos planteados.

Los lineamientos del diseño seguirán las exigencias y recomendaciones del "Estándar para infraestructuras de telecomunicaciones en Centros de Datos 942" de la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones y todos sus consecuentes complementos.

Asimismo, la implementación de un Data Center se convierte en un proyecto de mayor prioridad ya que la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte actualmente se encuentra ejecutando proyectos de investigación sobre plataformas Cloud, por lo que todos los equipos TIC recientemente adquiridos necesitarán de toda las características de infraestructura que el Centro de Datos propuesto les va a ofrecer.

ABSTRACT

Previously the environmental conditions and security levels in the physical installations of the telecommunications equipment of the "Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas" of the "Universidad Técnica Del Norte" were not correct so they were constantly exposed to risks and dangers.

For that reason, the finality of this project is to give a design of the physical infrastructure of a Data Center Tier I, it let to accommodate all current and future IT components of the School, it provide stable environmental conditions and reliable security levels for its components. The immediacy is divided in subsystems: infrastructure, Electrical, Mechanical, Telecommunications, and each one of them recommend their corresponding components, according to the needs and posed requirements.

Design guidelines will follow the requirements and recommendations of the "Standard for telecommunications infrastructure in Data Centers 942" of the Telecommunications Industry Association and all its subsequent supplements.

In addition, the implementation of a Data Center becomes a project of greater priority because the "Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas" of the "Universidad Técnica Del Norte" is running investigation projects about Cloud platforms, so that all TIC equipment recently acquired is going to need all the infrastructure characteristics that the proposed data center is going to offer.

Centro Académico de Idiomas
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
Secretaría

PRESENTACIÓN

El proyecto descrito a continuación tiene como finalidad realizar el diseño de la infraestructura física del centro de Datos nivel TIER I de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte y supervisar su consecuente implementación parcial, basado en el "Estándar para Infraestructuras de Telecomunicaciones en Centros de Datos – 942" de la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones.

En el capítulo I se describen los objetivos y antecedentes que justifican la ejecución del proyecto conjuntamente con la problemática a la que se da solución.

En el capítulo II se detalla el fundamento teórico sobre un Centro de Datos, su clasificación y conceptos básicos que mejoren el entendimiento del proceso que se está ejecutando. Asimismo, se analiza el estándar TIA 942 exponiendo sus exigencias y recomendaciones más relevantes en los subsistemas: INFRAESTRCUTURA, ELÉCTRICO, MECÁNICO, TELECOMUNICACIONES, relacionados con un Data Center de nivel 1.

En el capítulo III inicialmente se realiza el análisis de la situación en las que se encuentra el espacio físico asignado para el proyecto. A continuación, se procede con el diseño y caracterización de todos las unidades que conformaran el Centro de Datos, teniendo en cuenta, en todo momento, cuales son los más beneficiosos y adaptables a las características de infraestructura con la que se cuenta.

Finalmente se termina con la documentación técnica del proceso de implementación parcial de los componentes del Centro de Datos. Se presenta un bosquejo de políticas y manuales de procedimiento para: Ingreso de Personas al Data Center, Entrada/Salida de Equipamiento, Encendido & Apagado de equipos en caso de mantenimiento o ante eventos no programados.

Se adiciona también un Plan de Mejora con el cual se busca superar los inconvenientes ajenos al diseño presentados en el proceso de implementación.

Tanto la situación actual, el diseño y la implementación parcial del Data Center se lo ha realizado de manera organizada y secuencial en los 4 subsistemas mencionados anteriormente.

En el capítulo IV se realiza el análisis Costo-Beneficio que determina la factibilidad de la implementación del proyecto y los beneficios obtenidos por parte de los usuarios y administradores IT de la Facultad y Universidad en general.

En el capítulo V se exponen las conclusiones obtenidas luego de los procesos de diseño e implementación parcial realizados así como sus consecuentes recomendaciones que buscan como fin mantener y mejorar las condiciones en las que se entrega la infraestructura del centro de Datos.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 Problema

El desarrollo y la evolución constante de la tecnología, hoy por hoy se despliega a pasos acelerados, entre ellos, las tecnologías de acceso y medios de transmisión que cada vez permiten mediante la aplicación de estándares y normas, mejorar la calidad de transmisión de la información; las exigencias de los usuarios día tras día aumentan y es por eso que obliga a los prestadores y administradores de servicios de comunicaciones emplear infraestructuras de red actuales que cumplan estándares y normativas acordes; la facultad FICA[1] de la Universidad Técnica Del Norte en la actualidad no cuenta con un espacio físico adecuado para alojar sus servidores y equipamiento de red por lo que la calidad de transmisión y rendimiento de sus equipos y cableado estructurado no trabajan en condiciones normales para presentar su mejor rendimiento.

En 2012 se realizó el diseño e implementación del nuevo cableado estructurado con cable categoría 5e, lo cual para ese entonces era lo mejor en el mercado, sin embargo, algunos recorridos del cableado no cumplían con las normas respectivas, además que los requerimientos de aplicaciones en la actualidad demandan un medio de transmisión que soporte mayor ancho de banda; la ubicación de los equipos de red también al estar expuestos en ambientes libres ocasionaron que trabajen a su máximo nivel por el calor que generan y el polvo al que están expuestos, varios equipos han cumplido su vida útil en menor tiempo y han tenido que ser sustituidos; en 2015 un incendio ocurrido en la FICA estuvo a punto de afectar a los equipos de red no solo por el fuego sino por el uso de agua para apagar el incendio, el cableado

[1] **FICA:** Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

estructurado donde ocurrió el incidente en cambio no corrió con tanta suerte y si fue afectado al punto de tener que ser reemplazado.

Actualmente como parte de la mejora de la infraestructura física, se está realizando la instalación de un Ascensor en la Facultad. Un punto débil de este proceso es que la ubicación del ascensor está precisamente sobre el lugar donde se ubicaban los racks de comunicaciones. Cabe mencionar también que el lugar donde estaban ubicados dichos racks no contaba con las garantías y exigencias que la norma 942 presenta. Frente a esto, la propuesta de diseño de un Data Center para alojar a estos equipos se presenta como una solución ya que permitirá la reubicación de los equipos a un espacio de trabajo normalizado por la norma 942 de la ANSI/TIA/EIA.

La facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y en específico su Carrera de Ingeniería En Electrónica y Redes de Comunicaciones siempre están prestos para la generación de proyectos e innovaciones en temas relacionados a su fin, es por eso que para el proyecto del Cloud de la Universidad Técnica del Norte, es necesario el diseño de un data center que cumpla con todas las exigencias y recomendaciones de la norma ANSI/EIA/TIA 942 que permitan mantener a los equipos de red y servidores en un lugar con las especificaciones de temperatura del caso, seguridad y calidad de su cableado estructurado que permita que se aproveche lo mejor posible el rendimiento de la red.

El diseño del Data Center para la Facultad de Ingeniera en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte, nace como un requerimiento debido a que estas entidades antes mencionadas siempre trabajan por estar generando proyectos de investigación, es así que la ejecución del proyecto de CLOUD COMPUTING necesita que sus equipos de red y servidores se alojen en un lugar específico que brinde las garantías de seguridad y rendimiento para los

mismos, esto lo ofrece un Data Center que cumpla con las normas y sugerencias que la norma ANSI/TIA/EIA 942 ofrece.

1.1.2 Objetivos

1.1.2.1 General

Diseñar un Data Center para alojar los servidores y equipos de red del Cloud de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) de la Universidad Técnica Del Norte

1.1.2.2 Específicos

- Describir las sugerencias y requerimientos que ofrece la normativa ANSI/TIA/EIA 942 para adaptarlos al diseño del Data Center para el Cloud que se va a implementar en la Facultad de ingeniería en Ciencias Aplicadas.
- Evaluar las condiciones actuales del cableado estructurado de la FICA siguiendo parámetros de la norma TSB-67, para plantear un rediseño del mismo si es necesario.
- Presentar el diseño del Data Center que siga los lineamientos de la norma ANIS/TIA/EIA 942, la reubicación de equipos y racks de comunicaciones; ingreso de enlaces de fibra.
- Realizar el análisis Costo – Beneficio del proyecto de Data Center planteado.

1.1.3 Alcance

El diseño del Data Center tiene como finalidad proporcionar un espacio de trabajo adecuado para los equipos de comunicaciones con lo cual éstos puedan mejorar sus prestaciones.

Como primer paso se obtendrá un mapeo de todos los puntos de red de la Facultad para conocer el recorrido del cableado estructurado y la distribución de equipos. Adicionalmente se utilizará el fluke 1800 disponible en la carrera, para certificar de acuerdo a la norma TSB-67 el cableado estructurado.

Se estudiara la norma ANSI/EIA/TIA 942 que es una normativa para diseño de Data Center de la cual se extraerá los parámetros básicos con los que se debe contar, se pondrá énfasis en puntos como piso falso, cielo falso, tipo de pintura, seguridades en el acceso, sistemas de enfriamiento, ubicación y distancias entre equipos, cableado estructurado dentro del lugar, tipo de cableado recomendado.

Para conocer que equipos serán alojados en el Data Center, se solicitara a los encargado de la FICA el inventario de los servidores que se tienen, estén activos o no, a esto hay que agregarle los nuevos servidores que se incluirán por parte del proyecto Cloud.

Una vez que se conoce los servidores que irán en el Cloud, se plantea la reubicación de éstos al Data Center por lo que sebe plantear su cableado y configuración dentro de la topología de red. Así mismo, la reubicación del switch de Core que posee la Facultad y sus recorridos se coordinarán con el Departamento de Desarrollo de Tecnología e Informática (DDTI).

El planteamiento y distribución del espacio físico se desarrollará en un plano realizado en el software AutoCAD. Se tomara en cuenta el espacio físico de la Facultad que ya se ha definido por parte de los encargados del proyecto Cloud.

Dentro de las recomendaciones que la norma 942 ofrece, se pondrá énfasis en la correcta y apropiada distribución de los servidores dentro del Data Center, con el objetivo de que ayuden al desarrollo de proyectos futuros, en los cuales la distribución de los servidores es esencial.

Se realizará una propuesta de Puesta a Tierra que permita proteger al Data Center y sus equipos de descargas eléctricas no deseadas. Igualmente para la alimentación eléctrica se lo hará utilizando la red eléctrica con la que la Facultad cuenta, tomando las medidas correctivas necesarias.

Se Planteará sugerencias de equipamientos disponibles en el mercado que garanticen la seguridad del Data Center solicitados por la norma 942. Entre tales seguridades se toma en cuenta acceso, temperatura e infraestructura.

El sistema de un Data Center se subdivide en 4 subsistemas: Telecomunicaciones, Arquitectura, Sistema eléctrico, Sistema Mecánico.

Para el subsistema Mecánico se refiere a condiciones ambientales del lugar por lo que se propondrá un sistema de aire acondicionado que permita mantener al Data Center y sus equipos en temperaturas aceptables que exige la norma, la inclusión de señaléticas de prevención, y extintores contra fuego también irán dentro de la propuesta.

En el subsistema Eléctrico se planteara el uso de UPS y la cantidad necesaria de ellos, la cantidad de elementos qué irán en el Data Center para tener un estimado de corriente eléctrica teniendo en cuenta que para un TIER I el Data Center puede estar en Stand By máximo un 99.671% (alrededor de 29 horas al año), la propuesta de una Puesta a Tierra también se incluye en este ítem.

En el subsistema Arquitectura, se plantean las propuestas para selección del lugar, la propuesta de piso y cielo falso con sus medidas recomendables, lugar de ubicación de baterías (UPS); en el control de acceso se propondrá un sistema de autenticación, con el cual, solo el personal autorizado pueda ingresar.

Finalmente en lo que se refiere al subsistema Telecomunicaciones se realizará la reubicación al Data Center del switch de Core con sus enlaces de fibra respectivos (hacia todas las facultades), se reubicara también los servidores con los que actualmente la Facultad trabaja y que se encuentran distribuidos en varios lugares del edificio; por último se alojara también en el Data Center los nuevos servidores que se pondrán en funcionamiento con la implementación del Cloud.

Se determinará qué tan beneficioso es la implementación del Data Center en la Facultad (Análisis Costo-Beneficio) respecto al costo que se invierte en él, utilizando el análisis de la variable ROI (Retorno de inversión)

Al término, se documentarán las conclusiones correspondientes después de desarrollado el proyecto y las recomendaciones pertinentes que se pueda hacer para futuros usuarios de este trabajo.

1.1.4 Justificación

El aporte del presente proyecto tendrá como objetivo brindar a los equipos de red y servidores de la Facultad FICA, un espacio físico especifico, seguro, con prestaciones y condiciones acordes que estos equipos deberían tener para un buen funcionamiento.

La Facultad como lo dice su misión, siempre relacionada con el avance de la tecnología y a la par de su desarrollo, y además tomando en cuenta que una de sus carreras también lo amerita (Carrera de Ingeniería en Ciencia Aplicadas) está próxima a la implementación de un sist4ema de Cloud privado que ira en beneficio de todos quienes conforman dicha Facultad y la Universidad como tal.

El presente progreso que la Facultad también está sufriendo en lo que ha infraestructura se refiere como son implementación de nuevos laboratorios de computación, ubicación de ascensores, etc., hacen que se plantee este tema para su desarrollo en la Facultad. De hecho, la instalación del ascensor obliga a que los equipos de red que antes se ubicaban por ahí, sean reubicados a lugares improvisados donde pueden correr problemas debido a que no cumplen con condiciones ambientales adecuados para estos equipos, más aun cuando se instale los nuevos servidores que darán soporte al Cloud que se va a implementar.

El diseño del Data Center que se propone cumplirá con las recomendaciones que la norma 942 de la ANSI/TIA/EIA plantea para la instalación de Data Centers, es decir el lugar para los

equipos cumplirá con normas y estándares básicos internacionales que puedan garantizar un buen desempeño de la infraestructura de red que allí se alojará.

CAPÍTULO II

2.1 DATA CENTER

El continuo desarrollo que atraviesa actualmente el mundo tecnológico conjuntamente con la cantidad de datos que se trasmiten en la red mundial han cambiado los viejos paradigmas de las sociedades de las telecomunicaciones ha hecho que hoy por hoy el valor de la información que manejan, la mayoría de empresas con o sin fines de lucro, pueda superar cualquier costo económico.

2.1.1 Definición

Un Centro de Datos es un área física de prestaciones definidas donde convergen equipos de networking para ofrecer servicios IT. Pacio (2014), en su libro Data centers Hoy, lo define como "un espacio con determinadas características físicas especiales de refrigeración, protección y redundancia cuyo objetivo es alojar todo el equipamiento tecnológico de la compañía brindando seguridad y confiabilidad" (pág. 1).

El costo de implementación de un también conocido como CDP[2] puede variar dependiendo de las especificaciones, prestaciones y estándares que éste vaya a cumplir. Sin embargo, independientemente de lo antes mencionado, la infraestructura de un Data Center, siempre representará un porcentaje muy elevado en el presupuesto económico del Departamento de Tecnología de una empresa o entidad.

El papel que juega un Centro de Datos dentro de su entorno de comunicaciones es sumamente importante, de ahí que su correcto diseño es fundamental, pues la integridad, seguridad y confiabilidad de la información así como los servicios de red ofertados dependerán en un 100% de su funcionamiento y disponibilidad.

[2] **CDP:** Centro de Procesamiento de Datos.

Organizaciones afines como el ANSI[3], la TIA[4], el ICREA[5], entre otros, generan periódicamente normas y estándares globales que ayudan a diseñadores y constructoras a mejorar los niveles de implementación de Centros de Datos, y que éstos puedan cumplir con los más altos requerimientos de disponibilidad deseados. (Pacio, 2014)

Entre esos estándares, actualmente se tiene en vigencia el TIA/EIA 942 de la ANSI e ICREA-STD-131-2013 del ICREA.

2.1.2 Características

Un CDP debe cumplir con ciertos parámetros para que lo caractericen como un Data Center. El espacio físico definido debe mantener niveles de temperatura según las normas de diseño establecidas, para garantizar un óptimo desempeño de los equipos activos y pasivos de la red.

El sistema de refrigeración es primordial para mantener el trabajo del equipamiento de telecomunicaciones en condiciones normales y estables. Condiciones como la iluminación, infraestructura física, control de acceso y seguridad también caracterizan a un Data Center.

Otro parámetro que define a un Centro de Datos es la redundancia. Según el tipo de CDP, se puede tener redundancia de circuitos de energía eléctrica, UPS, proveedores de servicios de datos, enlaces de fibra óptica, entre otros, que permiten mantener activos y permanentes los servicios de red hacia los usuarios, además ésta característica se convierte en un parámetro que mide la disponibilidad y fiabilidad de un Data Center. (Pacio, 2014)

2.1.3 Servicios

La implementación de un Data Center, ofrece de acuerdo a los lineamientos y necesidades de la entidad o empresa interesada, un nivel de infraestructura robusta y segura.

---

[3] **ANSI**: Instituto Nacional de Estándares Americanos
[4] **TIA:** Asociación de Industrias de Telecomunicaciones
[5] **ICREA:** Asociación Internacional de Expertos en Centro de Cómputo.

La infraestructura del Centro de Datos debe estar apta para soportar las necesidades de escalabilidad, redundancia, balanceo de carga, respaldo de energía y seguridad que requieren los recursos de información y las aplicaciones críticas de dicha entidad o empresa para hacer frente a las exigencias de una sociedad cada vez más informática. (Pacio, 2014)

2.2 ESTUDIO DE LA NORMA ANSI/TIA/EIA 942

2.2.1 Generalidades

La ANSI/TIA/EIA 942 es un estándar aprobado en 2005 y actualizado en 2008 por la ANSI-TIA (Instituto Nacional De Estándares Americanos – Asociación de Industrias de Telecomunicaciones) que ha sido diseñado para brindar directrices y recomendaciones mínimas que el personal de telecomunicaciones deberá seguir para el diseño y la implementación correcta de un Data Center o Centro de Datos.

2.2.2 Objetivo

La norma ANSI/TIA/EIA 942 proporciona directrices, normas, recomendaciones y guías de diseño e implementación correcta de un Centro de Datos, cualquiera que sea su aplicación, tamaño o entorno.

Especifica los parámetros mínimos y recomendados para que el diseñador haga uso de ellas como una guía de buenas prácticas con el fin de alcanzar el objetivo de estructurar un Centro de Datos con los más altos estándares de calidad y servicio. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.2.3 Subsistemas

Para definir de manera organizada cada sector que conforma un Centro de Datos, la Norma ANSI/TIA/EIA 942 divide la estructura del Data Center en cuatro subsistemas.

El Subsistema de Arquitectura abarca todo lo referente a las condiciones físicas, ambientales y de seguridad que la infraestructura del edificio donde su ubicará el Data Center debe cumplir; el Subsistema Mecánico está relacionado con los mecanismos a instalar como refrigeración, sistemas de control, de acceso, mecanismos anti fuego, de prevención y respuesta ante desastres del CDP; El Subsistema Eléctrico se encarga de suministrar y distribuir de manera correcta y eficiente la alimentación eléctrica tanto en AC como en DC al equipamiento activo y pasivo del Centro de Datos; y el Subsistema de Telecomunicaciones tiene la función de brindar, soportar y garantizar los servicios de red interna (local) y externamente (la internet). (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.2.4 Clasificación

La clasificación de los Centros de Datos, está basada en el parámetro de la disponibilidad y redundancia de circuitos eléctricos y de datos que ofrecen.

TIER I

Es un Data Center básico susceptible a fallas e interrupciones. Las interrupciones pueden ser intencionales en el caso de realizar reparaciones o mantenimiento planificado, o inesperadas en el caso de ser causadas por cortes de energía eléctrica o algún servicio de comunicaciones.

Cuenta un con sistema de aire acondicionado básico. No tiene redundancia de cableado eléctrico ni de Telecomunicaciones. Por lo tanto, el sistema de energía eléctrica provisto por un generador o UPS no es obligatorio. La implementación de un sistema de piso Técnico también es opcional. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

TIER II

Un Data Center Tipo II es menos propenso a interrupciones debido a que presenta varios componentes redundantes. Cuenta con Piso Técnico, sistemas de UPS y un generador eléctrico.

Todos estos componentes están alimentados por una sola línea de distribución eléctrica y de refrigeración.

Aunque es menos susceptible a fallas que un TIER I, eventos u operaciones no deseadas provocaran la parada de las actividades Del Data Center y sus servicios. Asimismo, la ejecución de actividades de mantenimiento planificadas, pueden causar su interrupción. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

TIER III

Es un Centro de Datos caracterizado por presentar dos o más líneas de transmisión en todos los servicios, ya sea eléctrico, de datos o refrigeración, pero únicamente una de ellas esta activa. Las líneas tanto de distribución eléctrica como de datos deben ser capaces de garantizar y soportar toda la carga del servicio independientemente una de la otra, esto permite que, en un CDP de nivel 3, se pueda ejecutar actividades de mantenimiento y soporte a los equipos TIC's o a la línea de transmisión en sí, sin necesidad de interrumpir los servicios de computación y telecomunicaciones disponibles que ofrece el Data center. Pese a esto, eventos o fallas no esperadas que experimente el Data Center, si causaran la paralización no deseada de los servicios. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

TIER IV

Un Data Center de Nivel 4 está diseñado para permitir actividades programadas de soporte y mantenimiento critico de equipamiento TIC de cualquier índole manteniendo los servicios cien por ciento activos y disponibles. A nivel de redundancia, presenta múltiples líneas de distribución eléctrica, datos y otros, entre las cuales, dos líneas de transmisión están activas y

trabajan simultáneamente. Esta particularidad, hace que un CDP Tier IV sea tolerante por lo menos a una falla de operación crítica inesperada, manteniendo activo el CDP y sus servicios.

Un Data Center de este nivel esta delineado para parar sus actividades únicamente cuando se produzca un Procedimiento de Apagado de Emergencia (EPO), los cuales deben ejecutarse como medida de seguridad cada cinco años. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

Parámetros de Comparación

En la tabla 1 se muestra parámetros adicionales que se exigen para cada clase TIER de Data Center.

Tabla 1:

Requisitos de un Data Center según el TIER

PARÁMETRO	TIER I	TIER II	TIER III	TIER IV
Instalación de Piso Técnico	Opcional	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
Techo Falso	Básico	Características NPFA	Características NPFA	Características NPFA
Estudio geográfico del espacio físico	Irrelevante	Recomendado	Obligatorio	Obligatorio
Tiempo máximo inactivo al año	28,8 horas	22 horas	1,6 horas	2.4 minutos
UPS	Opcional	Obligatorio	Obligatorio y redundante	Obligatorio y redundante
Factor de Redundancia	N	N+1	N+1	2(N+1)

PARÁMETRO	TIER I	TIER II	TIER III	TIER IV
Redundancia	Ninguna	Parcial: HVAC y Eléctrico	HVAC, Eléctrico, componentes de hardware	HVAC, Eléctrico, componentes de hardware, componentes tolerantes a fallas
Pinturas y acabados anti fuegos	Mínimo	Recomendado Norma NPFA 75	Obligatorio Norma NPFA 75	Obligatorio Norma NPFA 75
CCTV	No Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio

Aire Acondicionado	Condiciones mínimas	Exigencias máximas	Exigencias máximas	Exigencias máximas
Apagado programado para mantenimiento	2 eventos anualmente de 12 horas c/u	2 eventos cada 2 años de 12 horas c/u	No requerido	No requerido

Fuente: Asociación de Industrias de Telecomunicaciones. (2008). Estándar para Infraestructura de telecomunicaciones en Centros de Datos – TIA 942.

2.3 SUBSISTEMA DE ARQUITECTURA

2.3.1 Espacio Físico

2.3.1.1 Selección

El espacio físico debe estar preferentemente en una zona o inmediación que presente propiedades de infraestructura antisísmica como medida de seguridad hacia el equipamiento TIC y protección de la información que se maneje; fácil acceso tanto del personal; facilidad de ingreso y salida de equipos del CDP y ubicación periférica en la construcción para posibles evacuaciones.

El espacio físico deberá estar libre de asbesto, pinturas que contengan plomo o cualquier elemento químico que pueda considerarse un peligro ambiental. Asimismo condiciones ambientales aceptables en humedad y temperatura. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.3.1.2 Tipo de Construcción

La infraestructura física del edificio, o en su defecto, la zona de ubicación del Data Center deberá estar construida con materiales de alta calidad, en las cantidades y proporciones adecuadas de construcción, con propiedades antisísmicas y resistentes a problemas ambientales que puedan presentarse como inundaciones, sequias o cualquier condición ambiental que puedan deteriorar las inmediaciones del lugar. (Black & Decker, 2012)

2.3.1.3 Vibraciones

La zona de construcción e infraestructura del edificio donde se ubicará el Data Center deberán estar libres de vibraciones naturales (sísmicas) o generadas. Las vibraciones con el paso tiempo causan imperfecciones y desajustes en el cableado estructurado y equipos de telecomunicaciones, por lo que se pone en riesgo los servicios y la integridad de la información.

El soporte recomendado para especificaciones de construcción y parámetros de medición, relacionadas a vibraciones en Centros de Datos, esta detallado por Telcordia[6] en su especificación GR-63-CORE.[7] (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.3.1.4 Dimensiones

El estándar TIA/EIA 942 no determina una cantidad de área específica para un Centro de Datos pero recomienda la selección de un espacio prudencial para que en él, pueda ubicarse todos los equipos de telecomunicaciones disponibles y futuros, aplicando el concepto de escalabilidad y proyección que maneje la entidad u organización.

El edificio definido para el centro de Datos, debe cumplir con las normas y exigencias locales de acceso y no contar con ningún tipo impedimento de construcción como pueden ser débito de impuestos, problemas de propietario u otras acciones legales. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.3.1.5 Alrededores

El Centro de Datos deberá estar alojado en lugares donde se haya tomado cuenta aspectos como terremotos, temblores, vibraciones, rellenos, inundaciones, estabilidad política y legal,

[6] **Telecordia:** Compañía estadounidense que proporciona tecnología de interconexión y soluciones de intercambio de información para el plan de numeración , direccionamiento , facturación de llamadas, y la coordinación de las normas técnicas entre los operadores de telecomunicaciones en competencia.
[7] **GR-63-CORE:** Estándar de recomendaciones mínimas para infraestructuras físicas y ambientales en las que pretende la instalación de equipos IT.

conflictos delictivos, establecimientos educativos, comerciales, avenidas o cualquier otra entidad o infraestructura ajena, que pueda poner en riesgo la seguridad e integridad los activos informáticos. (Corrales & Cabalceta, 2013)

2.3.1.6 Instalaciones ajenas

No se permitirá por el interior del CPD instalaciones de agua y sanitarias, eléctricas, sistemas contra incendio, instalaciones de iluminación, sistemas pararrayos, de CCTV, control de acceso y seguridad, de comunicación por radio o satelitales, cableados de control y/o monitoreo. Excepto, todos aquellos que formen parte operativa del Data Center. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.3.2 Piso Técnico

El sistema piso Técnico permite la distribución correcta y ordenada del cableado ya sea eléctrico o de telecomunicaciones dentro del Data Center. Interviene en el funcionamiento del sistema de refrigeración dirigiendo el flujo de aire frio del aire acondicionado hacia los racks y gabinetes.

2.3.2.1 Requerimientos de instalación

El piso Técnico debe estar instalado a una altura no menos de 50 cm de altura del piso verdadero y mantener una distancia mínima de 2,6 m entre piso técnico-cielo falso. Las planchas de baldosa deben ser de materiales fuertes, resistentes que soporten toda la carga disponible y futura; y deberán estar ubicadas sobre bases metálicas antiestáticas (Figura 1). (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

Figura 1. Piso Técnico
Fuente: ACCÉLERE. (2016). *ICS Soporte tecnológico*. Obtenido de Piso elevado antiestático: http://icsred.com.ar/icsred_es/es/tecnologias/104-piso-tecnico-elevado-antiestatico.html

2.3.2.2 Rampas o escaleras de acceso

Debido a que el piso técnico se eleva del piso real es conveniente utilizar una rampa o en su defecto una escalera para el acceso, tanto de personal como de equipamiento. Para espacios amplios la recomendación óptima es el uso de rampas, con una inclinación no mayor a 15º. En espacios pequeños se instalara escaleras de 15 cm de altura por cada peldaño. (ORALETTA S.A, 2015)

2.3.2.3 Recorte en las Planchas

En las planchas del piso técnico se pueden realizar varios cortes permitidos, unos destinados para subir el cableado eléctrico y de datos hacia los equipos de comunicaciones, acometidas comerciales de telecomunicaciones o de energía y otros para el sistema de refrigeración de equipamiento.

Si existen recortes en las baldosas, para evitar lastimar a personas o al cableado, deben ser protegidos con materiales de goma retardantes al fuego. Las uniones entre planchas de baldosa del piso falso se deben cubrir con cintas antiestáticas para minimizar las pérdidas de flujo de aire.

Bajo cada rack y gabinete de comunicaciones se recomienda realizar un recorte en la plancha de piso falso para que el flujo de aire suba directamente hacia los racks formando los

denominados pasillos “fríos”. En estos espacios recortados se debe instalar una malla tipo sifón para redirigir con más precisión el aire hacia los equipos.

En los recortes realizados, en el piso elevado, para el cableado eléctrico y de datos, es recomendable colocar cepillos amortiguadores y ojales que permitan el paso del únicamente de los cables y sellando el resto de la zona para evitar pérdidas de aire del sistema de enfriamiento (Figura 2) (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005).

Figura 2. Componentes secundarios de Piso Técnico
Fuente: Alibaba Group. (2016). *Productos, Catálogos.* Obtenido de Suelo elevado accesorios: http://goo.gl/EJ2tN5

2.3.2.4 Carga Física

La estructura del piso técnico debe garantizar un soporte de peso mínimo de 7,2 KPa (aprox. $732{,}36\ kg/m^2$) tanto en cargas distribuidas como en concentradas. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

Carga Distribuida: Se refiere a la fuerza total de una carga, que se distribuye sobre toda su área de contacto en el piso técnico como se ilustra en la Figura 3.

Carga Concentrada: Puntos de pequeña superficie que soportan todo el peso de la carga. Generalmente conocidos como pies o terminales de los equipos y/o armarios (Figura 3). (Euro Mobel Group, 2015)

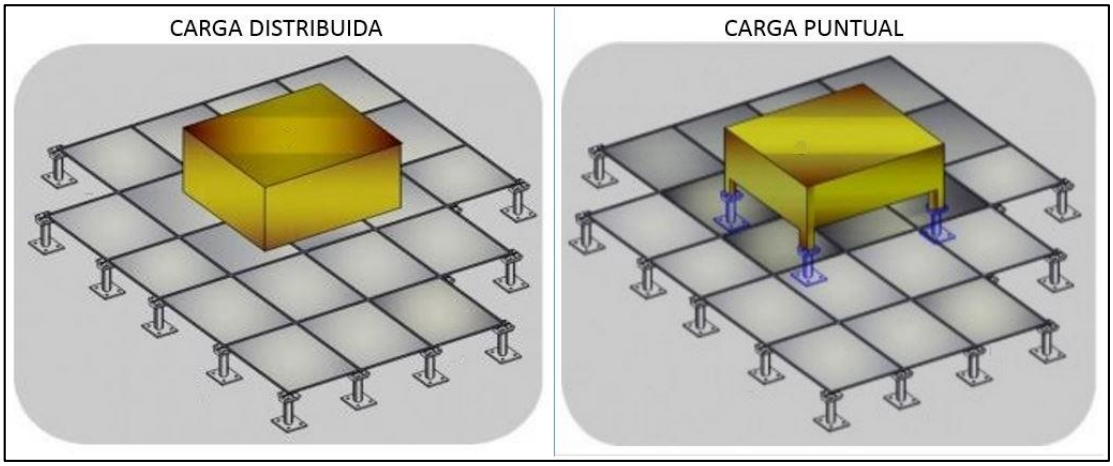


Figura 3. Carga Física en el Piso Técnico
Fuente: Euro Mobel Group. (2015). *Suelos técnicos elevados.* Obtenido de Pruebas, comportamiento del sistema carga en movimiento: http://www.emg.es/?page_id=2180

2.3.2.5 Drenajes

El piso técnico deberá constar con un sistema de drenaje o medios de evacuación para posibles riesgos de ingreso de agua o derrames accidentales de líquidos. En caso de ser un CDP de grandes extensiones, el drenaje se instalara cada $100m^2$. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.3.3 Cielo y Techo

2.3.3.1 Techo verdadero

Debe ser construido con materiales de construcción sólidos, resistentes, que garanticen su permanencia, larga durabilidad y resistencia sísmica. El material deberá cumplir con especificaciones de resistencia al fuego por lo menos 60 minutos (F60) y no generar ningún tipo de partícula, polvo, desecho o vapor hacia el espacio físico.

Aunque el techo deberá garantizar condiciones de impermeabilidad, se exige que bajo él o sobre el cielo falso no se permita el paso de ningún tipo de instalaciones hidráulicas. (Onofre, 2015)

2.3.3.2 Cielo Falso

Aspectos de instalación

El cielo falso debe ser instalado a una altura mínima de 2,60 m sobre el Piso Técnico y mantener una distancia de por lo menos 0,5 m con los racks instalados. La altura mencionada se hace en regencia al mecanismo más bajo que este sobre el techo, entre los cuales pueden ser: cielo falso, sistemas de aspersores, escalerillas de cableado, luminarias suspendidas (colgantes), etc. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

Tipo de cielo falso

La instalación de cielo falso deberá ser de tipo "Clean Room". Este tipo de instalaciones, por sus materiales, ofrece las siguientes características: cero emisiones de partículas o polvo al espacio físico, no es deflectivo (deforma por condiciones climáticas), no es inflamable y absorbe señales acústicas. (EMB Construcción Editorial , 2013)

2.3.4 Condiciones ambientales

Los entornos y condiciones ambientales dentro del CDP se convierten en el principal factor influyente del aumento o reducción de la vida útil de los componentes electrónicos del equipamiento TIC. Por tal motivo, el control ambiental, se convierte en uno de los parámetros básicos más importantes en el diseño de un Data Center.

2.3.4.1 Temperatura

El rango óptimo de temperatura dentro de un Data Center está entre 20º y 25º C. Sin embargo, German Palacio (2015), en su libro "Data Center Hoy" considera el rango entre 17º y 21º C como el más óptimo. Hay que mencionar que los valores de temperatura antes mencionados no son estrictos ni reglamentarios, por lo que un rango considerado como aceptable esta entre 15º y 25º C. (Pacio, 2014)

La medición del factor temperatura se vuelve complejo cuando el espacio físico del Centro de Datos es amplio porque no se tiene zonas específicas para su medición, sin embrago, las recomendaciones y buenas practicas sugieren realizar las mediciones y cálculos, en cada pasillo de racks e incluso siendo más estrictos, realizar la medición en cada rack o en grupos de racks. Las condiciones de posición y distancias de medición, se describen más detalladamente en la sección 2.5.3 del presente documento. (Pacio, 2014)

2.3.4.2 Humedad

Humedad es la cantidad de agua presente en el aire. Aunque es un factor al que se le ha dado menos importancia dentro de los parámetros de medición en Centros de Datos, se debe prestarle mucha atención en su control, ya que pueden generar fenómenos físicos que perjudicarán el funcionamiento del equipamiento TIC.

La medición de temperatura puede ser expresada de dos formas, mediante humedad absoluta o la más utilizada humedad relativa (HR). La medición HR representa la relación porcentual de la cantidad real de agua que contiene el aire sobre la cantidad de agua que debería contener el aire para su saturación. Si la cantidad de agua aumenta en el aire, se presenta el fenómeno de **condensación** (HR=100%)**,** donde el aire pasa de un estado gaseoso a un estado líquido. (Pacio, 2014)

El aumento o disminución de la humedad da origen a dos fenómenos físicos, que se los puede considerar como amenazas para el equipamiento TIC:

- **Descargas electrostáticas:** pequeñas corrientes parasitas que se generan debido a la baja humedad presente en el ambiente. En condiciones ambientales decadentes donde la humedad aún más, pueda seguir disminuyendo, pueden generase descargas eléctricas capaces de dañar componentes electrónicos del hardware de red.

- **Corrosión:** es el debilitamiento de las propiedades físicas de equipos y componentes metálicos, y posibles corto circuitos en el caso de componentes eléctricos y electrónicos, debido a la presencia de agua o pequeñas partículas de la misma. Este fenómeno se debe al aumento de humedad en el ambiente, lo que origina que el aire pase a su etapa de condensación. (Pacio, 2014)

Entonces, debido a esto, la medición aceptable para el control de humedad dentro de Data Centers no debe sobresalir del rango de 40% y 55% de HR. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.3.5 Pintura

Se debe colocar pintura en paredes, piso técnico, techo falso y ciertos racks y gabinetes en las especificaciones de fabricantes lo especifiquen y permitan.

La pintura debe ser de colores claros para que se mantenga y mejore el nivel de iluminación dentro del Centro de Datos. Así mismo, las características de la pintura deberán ser, entre otras, ser anti-estática, resistente al fuego (ignifugas), invulnerable a la humedad y no adherible al polvo. (Onofre, 2015)

2.3.6 Iluminación

2.3.6.1 Iluminación General

La iluminación general mínima en un Data Center debe ser como mínimo de 500 lux y 200 lux en el plano horizontal y vertical respectivamente, esto debe ser medido a un metro de altura y separado del sensor a una distancia prudencial, desde el centro de los pasillos entre los gabinetes.

Los aparatos y elementos de iluminación no deben ser alimentados del mismo panel de distribución eléctrica usada para equipos de telecomunicaciones. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.3.6.2 Iluminación de Respaldo

Se debe contar con un sistema de iluminación mínimo de 300 lux para emergencia frente a fallas del sistema eléctrico comercial. El sistema de iluminación emergente debe estar alimentado por baterías o por el sistema UPS. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

La iluminación se debe tener tanto en los sistemas de generación eléctrica como en el Centro de Datos en general.

2.3.6.3 Iluminación en Equipos

Equipos y servidores que cuenten con monitores u otro tipo de terminales, deben contar con iluminación normal mínima de 300 lux. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.3.7 Equipamiento en el interior del CDP

Equipos

En el interior del Data Center se permitirá únicamente el alojamiento de equipamiento TIC y hardware de conexión relacionado. También se permite, como una excepción, estructuras de alojamiento, equipamiento eléctrico y sistemas de aire acondicionado.

Muebles

Se permitirá únicamente muebles de oficina útiles que no interrumpan y afecten pasillos o zonas específicas del Centro de Datos (puertas, entrada, salida, recorrido del personal). Los muebles deberán ser metálicos o con marcos metálicos que recubran y aíslen zonas conductivas

como cojines, en el caso de sillas. Muebles que tengan revestimientos aislantes de conductividad eléctrica, también serán permitidos.

Otros

El almacenamiento de registros en papel y demás material de oficina no serán permitidos en el interior del Centro de Datos. Se recomienda crear una sala de computación de registros específica para ello, en la cual se deberá implementar un sistema contra incendios con una resistencia al fuego mínima a 1 hora. (Onofre, 2015)

2.4 SUBSISTEMA ELÉCTRICO

2.4.1 Conceptos Básicos

Corriente eléctrica

Es el movimiento que las cargas eléctricas experimentan por la influencia de un campo electromagnético través de un conductor. En el Sistema Internacional la medida es el Amperio [A]. La intensidad de corriente eléctrica se refiere a la cantidad de flujo de dichas cargas por cada unidad de tiempo. (Schaum, 2001)

En ambientes TIC, la corriente eléctrica será considerada como el flujo eléctrico necesario y requerido para que un equipo pueda funcionar adecuadamente.

Voltaje eléctrico

Es la fuerza con la que los electrones se mueven a través de un conductor eléctrico (corriente eléctrica). Su unidad de medida es el voltio [V]. Los sistemas eléctricos comerciales tienen un valor convencional de voltaje al consumidor, por lo que dependiendo de la estrategia comercial del Estado se tendrá acometidas comerciales de 120, 240 V. (Schaum, 2001)

En Ecuador, se instala acometidas eléctricas de 120V, pero puede hacerse solicitudes legales para gestionar acometidas de voltajes superiores.

Potencia eléctrica

Es la relación entre la porción de corriente eléctrica que pasa por un conductor eléctrico en una unidad de tiempo determinada. Dicho de otra manera, la potencia eléctrica es cantidad de energía eléctrica consumida por una carga en un tiempo determinado. Su unidad de medida es el vatio [w] y puede calcularse usando la sencilla fórmula: $P = V * I$. (Schaum, 2001)

Fase eléctrica

La fase eléctrica se considera la línea de transmisión que sigue la corriente eléctrica desde un transformador principal hacia el equipamiento de consumo, siempre referenciándose desde un punto neutro o cero.

Las producciones y distribuciones eléctricas trifásicas permiten el transporte de energía más eficiente, pura y con menos esfuerzo mecánico. De allí, que para acometidas eléctricas en Centros de Datos y dependencias importantes se recomienda instalaciones eléctricas trifásicas. (Schaum, 2001)

Inducción eléctrica

Debido a la interferencia de campos electromagnéticos, el fenómeno de la inducción eléctrica afecta con la distorsión de los datos en el cableado estructurado. Por tal motivo el cableado eléctrico y de datos estará separados a la distancia permitida que más adelante en la sección de TELECOMUNICACIONES se indique. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 C.0, 2009)

2.4.2 Acometidas Eléctricas

La energización eléctrica de un Centro de Datos deberá realizarse a través de una alimentación eléctrica independiente y autónoma a la acometida comercial del edificio. Esta acometida deberá partir desde el punto eléctrico comercial (transformador) más próximo a la inmediación. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.4.3 Consumo Eléctrico

Dentro de ambientes tecnológicos se recomienda que el consumo eléctrico total de las cargas instaladas y de cada circuito derivado en particular no sea superior al 80% de la capacidad total disponible entregada por el proveedor y/o el disyuntor del tablero eléctrico. (ADC Telecommunications, Inc., 2005)

2.4.4 Tableros Eléctricos

Un tablero eléctrico es un equipo montable que contiene dispositivos de protección y de maniobra que permiten proteger y operar toda una instalación eléctrica o parte de ella. Para realizar trabajos y mantenimiento sobre estos equipos se debe cumplir, como medida de seguridad, recomendaciones y normas de electricidad y protección. (Lazcano, 2009)

2.4.4.1 Tipos

De manera general, de acuerdo a la ubicación que un tablero eléctrico ocupe dentro de la instalación eléctrica, se define su tipo o clase.

- **Tablero principal de distribución**: Encargado del control del sistema principal eléctrico a través de la incorporación de dispositivos de protección y maniobra. Asume la conexión directa con la línea eléctrica principal del edificio y a continuación de él, se derivan los circuitos eléctricos secundarios.
- **Tablero secundario de distribución:** Su conexión nace del tablero principal de distribución y funciona como un auxiliar en la protección y operación de otros alimentadores eléctricos que se ubiquen a continuación de éste**.**
- **Tablero de Paso:** Tablero que, con el montaje y uso de fusibles, protege derivaciones eléctricas que por su capacidad de transporte no pueden ser directamente conectados al alimentador o línea de distribución del cual está tomada.

- **Tablero de Comando:** Tablero formado por dispositivos de protección y maniobra eléctrica que permite simultáneamente funcionar y salvaguardar equipamiento eléctrico de usuario, ya sea uno o un grupo de ellos que formen parte del circuito. (Lazcano, 2009)

2.4.4.2 Tableros empleados en CDPs

Para ambientes IT, generalmente se provee al sistema eléctrico de: un tablero(s) general(es) de distribución con protecciones eléctricas y de seguridad para recibir las acometidas comerciales; tablero(s) secundario(s) de distribución para el manejo de circuitos derivados, UPS, HVAC, iluminación, entre otros; tablero(s) de Bypass para la conmutación del fluido eléctrico entre UPS-Red Comercial y las cargas TIC. (Yaselga, 2013)

2.4.5 Circuitos Derivados

2.4.5.1 Tipos

Un circuito derivado parte desde el tablero eléctrico hasta los equipos terminales para alimentar una o varias cargas y no debe exceder más de 50 metros de longitud. Asimismo, se considera un circuito interno de la instalación eléctrica que se deriva del repartidor principal a través de disyuntores y protecciones eléctricas. (Domínguez, 2014)

Para instalaciones eléctricas se definen tres principales tipos de circuitos derivados:

Circuitos derivados de propósito general

Son dedicados para la instalación de circuitos de alumbrado y/o tomacorriente con los que se alimentara cargas eléctricas similares. En general, estos circuitos se instalarán con conductores de cobre #14 AWG con protecciones para 15 [A]. (Enríquez Harper, Conductores, 2005)

Circuitos derivados de propósito específico

Son circuitos para alimentar cargas eléctricas específicas y dedicadas como sistema de motores, calentadores de agua, herramientas de industria, calefacciones, sistemas de refrigeración, etc. El calibre y el tipo de protecciones a emplear en estos circuitos deberán definirse de acuerdo a la carga eléctrica final a alimentar. La tabla 2 deberá seguirse como una guía para definir los parámetros mencionados anteriormente.

Circuitos derivados para electrodomésticos

Este tipo de circuitos derivados están destinados para la alimentación de equipos electrónicos, electrodomésticos, equipos de telecomunicaciones y/o similares. Generalmente se utilizan conductores #12 AWG con protecciones de 15 a 20 [A]. (Enríquez Harper, Modificación y Amplicación de instalaciones, 2004)

2.4.5.2 Valores de tensión máxima

Para ambientes IT, cada circuito derivado puede abastecer varias cargas, siempre y cuando éstas no superen los 15-20 [A] de consumo. Si se tiene cargas de mayor consumo se deberá asignar un circuito independiente para ellas. (Valdés, 2004)

2.4.5.3 Calibre de los cables conductores

Los conductores eléctricos que se instalen en los circuitos derivados para un Centro de Datos no serán menores a 12 AWG (Tabla 2) de acuerdo a lo que especifica el Código Nacional Eléctrico (NEC) y sus especificaciones para ambientes de tecnología. (National Fire Protection Association 70, 2008)

Tabla 2.

Diámetro mínimo de conductores.

Tensión nominal del conductor [V]	**Calibre mínimo del conductor [AWG]**	
	cobre	aluminio o aluminio recubierto de cobre
De 0 a 2000	14	12

De 2001 a 8000	8	8
De 8001 a 15000	2	2
De 15001 a 28000	1	1
De 28001 a 35000	1/0	1/0

Fuente: National Fire Protection Association. (2008). *Código Nacional Eléctrico*, pág.138

2.4.5.4 Aislamiento de los conductores

Los conductores eléctricos empleados en las instalaciones de un Centro de Datos, deberán estar aislados (desde el fabricante) con materiales: no metálicos (hule), resistentes a la humedad, retardantes a la flama, emisiones mínimas de humo y cero de gases halogenados (en caso de incendio), y soportar temperaturas de 75 ºC o superior. (Enríquez Harper, Conductores, 2005)

2.4.5.5 Canalizaciones

Todos los conductores eléctricos, en toda su longitud, deberán estar soportados sobre bandejas, charolas y/o escalerillas metálicas de acero galvanizado en caliente. Adicionalmente deberán cumplir con las siguientes características técnicas:

- Cero asperezas en la superficie donde se ubicará el cableado eléctrico.
- El acero que forma la escalerilla deberá ser de 1,9 mm; los laterales de 2,5 mm y los transversales de 1,5 mm
- Dimensiones mínimas: 0,2 m de ancho; 0,05 m de alto. La longitud dependerá del diseño del recorrido a implementar.
- Conexión a Tierra exigida.

Las canalizaciones del cableado eléctrico deberán estar separados de las canalizaciones del cableado de datos de acuerdo a las distancias que más adelante se especifique. (Metro-Santiago, 2013)

2.4.5.6 Etiquetado e identificación

Todos los cables conductores deberán ser etiquetados en sus dos extremos, indicando el número de circuito de servicio, ubicación en el tablero eléctrico y, en el mejor de los casos, a que carga alimenta.

En toda la longitud: los conductores de puesta a tierra deberán tener cubierta de aislamiento color verde, verde con franjas amarillas, o desnudo; color gris para el neutro de energía ininterrumpible y blanco para el neutro de uso general y no regulado; los conductores de fase tendrán cubiertas de colores diferentes a los ya antes definidos. (National Fire Protection Association 70, 2008)

2.4.6 Protecciones eléctricas

Como protecciones eléctricas, dentro de un CDP, se permiten únicamente: disyuntores o breakers eléctricos y supresores transitorios de voltaje. Queda prohibido la instalación de fusibles, componentes térmicos u otros medios de protección tradicional. (Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2009)

2.4.7 Breaker o Disyuntor termo magnético

Dispositivo conformado por dos mecanismos internos de funcionamiento. El mecanismo térmico dilata las placas metálicas en presencia de sobre corrientes generadoras de calor, provocando la apertura del conmutador y abriendo el circuito de alimentación. Asimismo, el mecanismo magnético a través de un electroimán también tratara de realizar tal conmutación. Una vez superada la sobre-corriente o su energía calórica, el mecanismo magnético nuevamente conmutara el circuito hacia su posición inicial.

Por el diseño de su mecanismo interno, se considera una protección eléctrica efectiva, segura, con tiempos de disparo casi instantáneos, ideales para instalaciones eléctricas críticas como salas de cómputo, acometidas domésticas, entre otros.

La capacidad del breaker que se instale, no superara el 80% de la corriente eléctrica máxima soportada por el conductor, y su mecanismo deberá tener un tiempo de reacción no mayor a 25 milisegundos. (Phoenix Contact S.A.U., 2016)

2.4.8 Supresor de Transitorios de Voltaje (TVSS)

Es un equipo de protección eléctrica que reduce el exceso de voltajes transitorios que tienen corta duración y son causados por fenómenos naturales o por maniobras en una línea de transmisión eléctrica.

Los transitorios de voltaje se presentan en forma de picos de voltaje superiores a los valores nominales soportados y de corrientes con una duración de medio ciclo o inferior. La importancia de protegerse ante estos fenómenos es que pueden causar daños en equipamiento electrónico, unidades de proceso, equipamiento eléctrico o en el mejor de los casos pueden causar des configuraciones y/o funcionamientos erróneos sin ninguna sincronización. (ACEE, 2015)

2.4.8.1 Origen de Sobre Tensiones y Sobre Corrientes

Sobretensiones atmosféricas

Son causadas principalmente por la caída de rayos. La sobretensión dependerá de la influencia del fenómeno atmosférico: si el rayo cae sobre la línea de transmisión, se genera sobre corrientes muy elevadas conducidas; si el rayo cae sobre postes o zonas cercanas se genera sobre corrientes inducidas por campos eléctricos.

La influencia de este fenómeno en los equipos dependerá de la fuerza de los voltajes y corrientes excesivos conducidos e inducidos, pueden causar desde des configuraciones, mal funcionamiento, reducción de vida útil, y en casos importantes daño de los equipos electrónicos y las líneas de transmisión. (Valdés, 2004)

Sobretensiones de maniobra:

Son las más comunes y se generan por conmutaciones de potencias en las líneas de transmisión eléctricas causadas primariamente por encendido/apagado de motores, herramientas industriales, dispositivos de control, fluctuaciones de la red eléctrica, entre otros. Los transitorios generados no son muy elevados y provocan mal funcionamiento de los dispositivos afectados y una disminución de su vida útil prematuramente. (Valdés, 2004)

Sobretensiones debido a cargas electrostáticas:

En ambientes secos, las cargas eléctricas se acumulan creando campos electrostáticos elevados que necesitarán un conductor mínimo para descargarse. Las sobretensiones de este tipo deben manejarse con sumo cuidado porque los equipos electrónicos son muy sensibles a ellas. (Valdés, 2004)

2.4.8.2 Características

Los TVSS están formados internamente por discos cerámicos llamados Varistores de Oxido Metálicos (MOV). Los varistores son elementos que presentan una de impedancia variable: en valores nominales de tensión la impedancia es muy alta, y en picos de tensión se presenta una impedancia bajísima. Los MOVs cuando están en baja tensión generan un camino para la sobre corriente hacia la puesta a tierra y al mismo tiempo cortan el pico de sobre tensión. Este proceso se produce en tiempos menores a un nanosegundo. Luego de esto, el varistor vuelve a recuperar su nivel impedancia alta.

Los TVSS se deberán conectar entre a la fase y tierra de un circuito derivado, para que la corriente eléctrica pase sobre él hacia la carga (en paralelo) y no directamente (en serie). (Espinosa Rangel, 2011)

2.4.8.3 Niveles de Exposición

De acuerdo al Estándar IEEE C62.41 2001, se tiene:

Clase C

Nivel máximo de exposición. Los transitorios pueden ser externos. Se ubican en acometidas comerciales, subestaciones eléctricas, tableros eléctricos principales de baja tensión. Las características de supresión a este nivel deben ser altas debido a que se maneja transitorios de tipo destructivos. Los equipos instalados deben ser modulares para tratar independientemente el fenómeno pues en ocasiones unas fases se ven afectadas más que otras. La capacidad puede oscilar entre 160 y 480 KA de supresión. (IEEE Power Engineering Society C62.41.2, 2013)

Clase B

Es el nivel medio de exposición. Se encuentra en tableros eléctricos secundarios al general, en circuitos con cargas de potencia elevadas, sistemas de UPS, trasformadores de alumbrado público. Los supresores de este nivel pueden tener capacidad entre 120 y 240 KA. (IEEE Power Engineering Society C62.41.2, 2013)

Clase A

Es el nivel de exposición más bajo. Está presente en tableros eléctricos de distribución terminales, en sistemas de iluminación y en circuitos derivados que alimentan cargas críticas finales. Hay que mencionar que en esta zona se hace referencia más al filtrado de transitorios que a la supresión de los mismos debido a que dicho proceso ya fue realizado en niveles superiores. En Clase A los supresores pueden estar entre 40 y 120 KA de capacidad. (IEEE Power Engineering Society C62.41.2, 2013)

2.4.8.4 Cálculo de la capacidad de protección

El cálculo para definir la capacidad de las protecciones eléctricas a emplear en el DCP, se lo hará de acuerdo a lo planteado en el estándar IEEE C62.41.

2.4.9 Unidad De Distribución De Energía Eléctrica (PDU)

Es el componente eléctrico que permite la distribución de energía eléctrica generalmente en circuitos de baja tensión. En Ambientes TIC, es recomendable el uso para la distribución eléctrica en racks, gabinetes y demás sistemas que lo necesiten.

En centro de Datos deberá instalarse o asignarse por lo menos una PDU por cada rack o gabinete y sus características básicas deberán ser: permitir su monitoreo; múltiples conexiones de salida; características de TVSS. (Villarrubia, 2015)

2.4.10 Instalaciones Eléctricas Adicionales

Se deberá contar al menos con un circuito eléctrico de 220 V/20 A independiente hacia el tablero general de distribución para el posible uso en un futuro de herramientas eléctricas de mantenimiento, industriales y/o reparación en el CDP. (Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2009)

2.4.11 Sistema De Puesta A Tierra

El sistema de puesta a tierra debe proporcionar la seguridad y garantía de aterrar todas las corrientes y sobre corrientes parasitas que se genere en el sistema eléctrico por condiciones ambientales y no controlables. La protección de los equipos de telecomunicaciones y hardware de conexión debe ser crítica y primordial, por lo que el diseño del sistema puesta a tierra deberá seguir las recomendaciones y exigencias de la norma TIA/EIA 607.

2.4.11.1 Componentes

Barra principal de conexión a tierra para telecomunicaciones (TMGB)

Es el conductor metálico medular considerado el backbone del sistema de puesta a tierra. Permite el origen de todas las conexiones y sub conexiones de aterrizaje del equipamiento en uno o varios edificios o infraestructuras. Para ello tiene conexión con conductores secundarios como TGB y conductores TBB y GE.

El material de la TMGB deberá ser de cobre o aleaciones de cobre con un mínimo de 95% de conductividad. Estará provista de orificios que permitan la conexión de terminales de hardware con elementos de presión (tornillos y/o zapatas) para un empalme perfecto y consistente. Las dimensiones mínimas exigidas de acuerdo al estándar ANSI/TIA/EIA son: 100 mm de ancho, y 6,5 mm de espesor. Su longitud será variable y dependiente de las condiciones de diseño. Figura 4. (Telecommunications Industry Association , 2011)

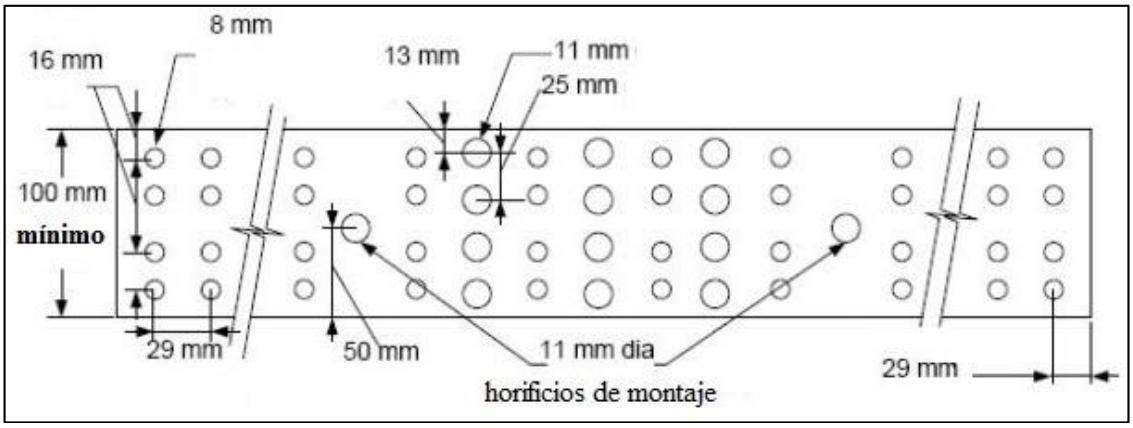


Figura 4. TMGB Estándar
Fuente: Asociación de Industrias de Telecomunicaciones. (2011). Obtenido de: Generic Telecommunications Bonding and Grounding (Earthing) for Customer Premises TIA 607-B. Pág. 12

En un sistema conformado por más de una TMGB, cada una deberá ser numerada para su fácil identificación.

Barra de conexión a tierra para telecomunicaciones (TGB)

Es el punto central de conexión de todos los equipos de red, eléctricos y electrónicos hacia el sistema de puesta a tierra. En un sistema, puede haber más de una TGB debido a que se debe considerar el camino más corto posible entre el equipamiento TIC y la TGB.

Las características de la TGB son similares a la TMGB: elaborada de cobre o aleaciones con conductividad mínima de 95%; orificios de montaje con elementos de presión; deberán ser enumeradas y etiquetadas dentro del sistema instalado. Las dimensiones que se exigen para la

TGB son: 6,55 mm de espesor; 50,8 mm de ancho y de longitud variable. (Telecommunications Industry Association , 2011)

2.4.11.2 Conductores

Todos los conductores de unión y de puesta a tierra en el sistema deberán ser cobre y pueden o no estar aislados. No hay que relacionar los conductores y sus dimensiones con la reducción de la interferencia electromagnética (EMI) generada en el sistema. No se permitirá ningún empalme intermedio en toda la longitud de los conductores. Está totalmente prohibido el uso de cañerías o canalizaciones metálicas como conductores de puesta a tierra (TBB o EG). (Telecommunications Industry Association , 2011)

Ecualizador de Tierra (EG)

Es el conductor eléctrico encargado de conectar los equipos de telecomunicaciones a la infraestructura de Puesta a Tierra (TGB). El calibre del conductor deberá ser como mínimo de las mismas características de los TBB empleados, pero nunca deberá ser menor a 6 AWG. La tabla 3 define la relación entre la longitud del EG y el calibre correspondiente a emplear.

Conductor de Backbone de Puesta a Tierra para Telecomunicaciones (TBB)

Es el conductor encargado de la interconexión entre la TMGB y la(s) TGB. Tiene como función matriz la de disminuir y ecualizar la diferencia de potencial eléctrico existente entre los dos sistemas interconectados ya mencionados.

Tabla 3.

Longitud vs calibre de TBB/GE

Longitud lineal de TBB/GE [m]	**Calibre de TBB/GE [AWG]**
Menores que 4	6
4 - 6	4
6 - 8	3
8 - 10	2
10 - 13	1
13 - 16	1/0
16-20	2/0

20-26	3/0
26-32	4/0
32-38	250 kcmil
38-46	300 kcmil
46-53	350 kcmil
53-76	500 kcmil
76-91	600 kcmil
Mayores que 91	750 kcmil

Fuente: Asociación de Industrias de Telecomunicaciones. *Generic Telecommunications Bonding and Grounding (Earthing) for Customer Premises – TIA 607 B*, pág. 13.

El diámetro mínimo del conductor TBB permitido en un sistema de puesta a tierra es 6 AWG. Se debe dimensionar 2 kcmil por cada 30,48 cm de longitud del TBB pudiendo llegar hasta un máximo de 750 kcmil. La tabla 3 permite dimensionar el diámetro del TBB de acuerdo a su longitud lineal. (Telecommunications Industry Association , 2011)

Identificación y Etiquetas

Todos los conductores del sistema de puesta a tierra deberán ser identificados o marcados con distintivos de color verde. Adicionalmente se puede añadir etiquetas no metálicas del color ya especificado con la información que se muestra en la figura 5. (Telecommunications Industry Association , 2011)

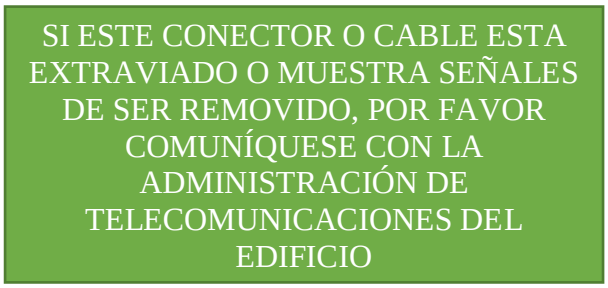


Figura 5. Etiqueta para conductores eléctricos

Fuente: Asociación de Industrias de Telecomunicaciones. (2011). Obtenido de: Generic Telecommunications Bonding and Grounding (Earthing) for Customer Premises TIA 607-B. Pág. 14

2.4.11.3 Conectores

Todos los conectores usados en el sistema, ya sea como elementos de unión o como parte de la puesta a tierra, deberán ser enumerados y etiquetados especificando a que aplicación del sistema pertenecen.

La superficie de los conectores empleados en las TMGB y TGB deberá ser de materiales que permitan un potencial electroquímico menor a $30x10^{-2}V$ entre el conector y la barra de puesta a tierra. (Telecommunications Industry Association , 2011)

2.4.11.4. Electrodos a Tierra

Son los elementos encargados de conectar los dispositivos eléctricos y electrónicos a tierra. Pueden ser barrillas, anillos o placas metálicas, libres o encerradas en concreto y bajo tierra. Insta lalaciones subterráneas metálicas como tuberías, drenajes cañerías no deberán ser consideradas por ningún motivo como electrodos para conexión a tierra.

Los electrodos deben ser fabricados de cobre solido revestidos de acero o acero inoxidable galvanizado en caliente, cumpliendo las exigencias del NRTL[8]. Toda la longitud del electrodo no deberá tener cubiertas ni protecciones (ser un conductor desnudo) y las dimensiones mínimas deberán ser 2,4 m de longitud y 12,7 mm de diámetro; en zonas muy proclives a relámpagos la longitud del electrodo no deberá ser menor a 3 m. (Telecommunications Industry Association , 2011)

2.4.11.5 Malla de Conexión a Tierra

Permite la conexión continua de las partes metálicas de piso técnico y de racks para formar una trayectoria conductora eléctrica que asegura la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir de manera segura cualquier corriente que le sea impuesta.

Se instala bajo el piso técnico en forma de malla sin topar ninguna estructura metálica. Generalmente se emplea conductores de cobre de calibre #8 AWG con soldaduras en cada intersección. Figura 6. (Telecommunications Industry Association , 2011)

[8] **NRTL**: Laboratorio de Pruebas Reconocidos a Nivel Nacional

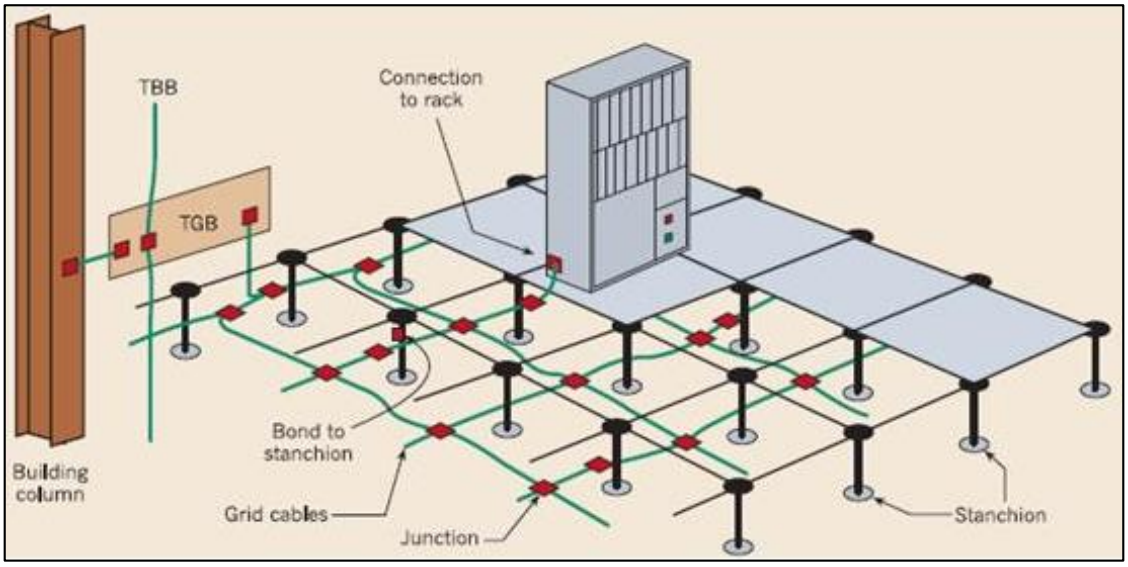


Figura 6 Malla equipotencial de conexión a tierra
Fuente: Del Río, E. (2013). *Proyecto Innovación sobre Fibra y Redes*. Obtenido de Sistemas de puesta a tierra en las instalaciones de cableado estructurado: http://fibraoptica.blog.tartanga.net/2013/04/15/sistemas-de-puesta-a-tierra-en-las-instalaciones-de-cableado-estructurado/

2.4.12 Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI)

Un UPS es un componente eléctrico que cumple la función principal de mantener la continuidad de la generación y alimentación eléctrica, en caso de falla del sistema principal eléctrico, a equipamiento TIC, equipos eléctricos y electrónicos en general. La energía eléctrica generada por un UPS esta almacenada en bancos de baterías, ya sean internos o externos.

2.4.12.1 Configuraciones

Stand By

El sistema consta con un interruptor de transferencia que está configurado para recibir la primariamente alimentación eléctrica filtrada de la línea de transmisión principal. Si esta línea es interrumpida, el interruptor de transferencia cambia a la línea de transmisión eléctrica secundaria (baterías), donde previamente la corriente saliente de las baterías pasa por un inversor de CC a AC. Figura 7. (Rasmussen, Sistemas SAI, 2013)

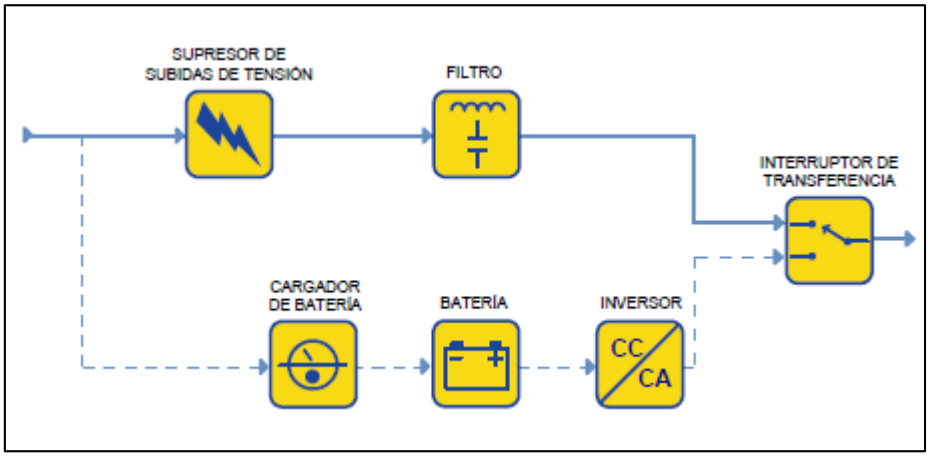


Figura 7. Sistema SAI Bypass
Fuente: Rasmussen, N (2015). *Documento Técnico 1 rev.6*; Obtenido de: Distintitos Tipos de SAI. Pág. 2

Interactivo

La configuración es tal que el interruptor de transferencia mantiene activa la línea de transmisión eléctrica principal. La salida del SAI tiene conectado el inversor AC-DC. El inversor permite: la entrega corriente eléctrica a los circuitos derivados, y la carga de las baterías, simultáneamente. Cuando hay falla en la energía eléctrica, el interruptor se abre con lo que el inversor empieza a descargar el sistema de baterías entregando a los circuitos derivados CA (Figura 8). (Rasmussen, Sistemas SAI, 2013)

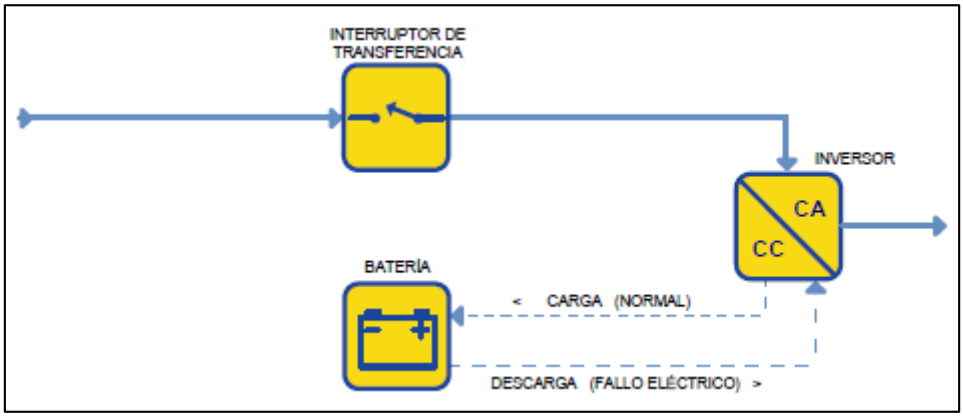


Figura 8. Sistema SAI Interactivo
Fuente: Rasmussen, N (2015). *Documento Técnico 1 rev.6*; Obtenido de: Distintitos Tipos de SAI. Pág. 3

On-Line

Este tipo de configuraciones son recomendados para sistemas de consumo mayores a 10 kW. Su configuración permite que el inversor (convertidor CC-AC) trabaje el 100% del tiempo

para proporcionar energía eléctrica a la carga protegida. La salida no proviene directamente de la línea de transmisión principal, sino que siempre es generada por las baterías, así se asegura que la energía de salida está libre de cualquier defecto o problema que pudiera presentarse en el servicio eléctrico principal. Debido a que no se produce la conmutación entre la línea de bypass interna y la de salida, no existe un tiempo muerto de conmutación. (Rasmussen, Sistemas SAI, 2013)

On-Line Doble Conversión: el rectificador recibe la energía AC y la convierte en CC para el almacenamiento en las baterías, el inversor recibe la energía CC de las baterías y la convierte en AC nuevamente para la salida. Debido a este proceso, el problema que presenta este sistema es el constante deterioro de componentes eléctricos respecto de otras configuraciones, Asimismo, las proporciones del cargador de batería puede producir desfases en la alimentación eléctrica (Figura 9). (Rasmussen, Sistemas SAI, 2013)

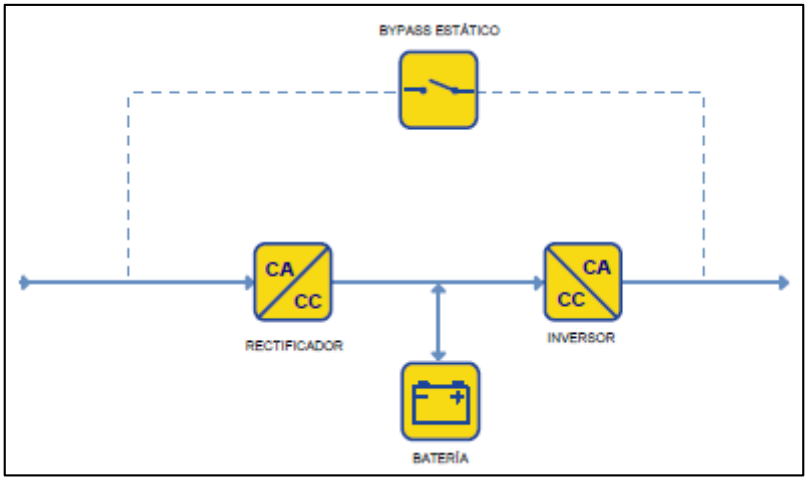


Figura 9. Sistema SAI on-line doble conversión
Fuente: Rasmussen, N (2015). *Documento Técnico 1 rev.6*; Obtenido de: Distintitos Tipos de SAI. Pág. 5

On-Line conversión delta: mejora las condiciones y soluciona los problemas de la configuración doble conversión. Se agrega un transformador delta al sistema el cual siempre es la alimentación principal de tensión del sistema. No obstante, el conversor delta también proporciona energía eléctrica al inversor principal a través de la carga de las baterías,

manteniendo así pendiente a la falla de la línea eléctrica principal (Figura 10). (Rasmussen, Sistemas SAI, 2013)

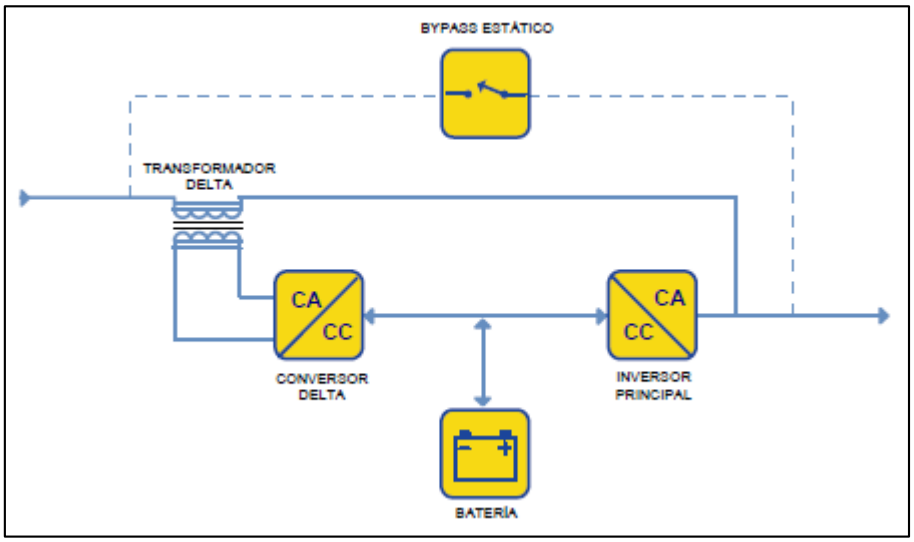


Figura 10. Sistema SAI on-line conversión delta
Fuente: Rasmussen, N (2015). *Documento Técnico 1 rev.6*; Obtenido de: Distintitos Tipos de SAI. Pág. 5

2.4.12.2 Baterías

Selladas

Conocidas también como VLRA (válvula reguladas de plomo ácido). Pueden ser instaladas en lugares con poca ventilación (menos emisión de hidrógeno), no necesitan mantenimiento, pueden ser montadas en armarios y bastidores debido su tamaño.

Inundadas

Su ciclo de vida útil es mayor a las baterías selladas, pero requieren de manteamiento periódico, ocupan más espacio físico que las selladas por lo que es necesario instalaciones externas adecuadas. (Telecommunications Industry Association , 2011)

2.4.12.3 Consideraciones

Dentro de las inmediaciones del Data Center se permitirá sistemas de UPS hasta de 100 kW y que no contengan bancos de baterías con celdas inundadas. En el caso de no cumplir con estos parámetros, el sistema SAI deberá ser ubicado en otra sala acondicionada de acuerdo a los requerimientos de la AHJ. (Telecommunications Industry Association , 2011)

2.4.12.4 Funcionamiento

En un apagón eléctrico, si el Centro de Datos tiene implementado un generador eléctrico, el sistema SAI deberá estar configurado de tal forma que genere la potencia eléctrica convencional hacia todos los sistemas y subsistemas TIC, hasta que el o los generadores inicien sus funciones. El tiempo estimado de funcionamiento del sistema SAI, hasta la transferencia de funciones al generador, debe ser 5 a 30 minutos.

Si se presentan cortes del sistema eléctrico principal y no se cuenta con generadores eléctricos instalados, la función del SAI es mantener activa la operación del Data Center durante periodos de tiempo que permitan realizar respaldos de información, copias de seguridad, apagado correcto de equipos y demás medidas preventivas de seguridad. El tiempo que el sistema de UPS deberá mantener activo al CDP debe ser mayor a 30 minutos, y 8 horas en el caso de CDP críticos. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.5 SUBSISTEMA MECÁNICO

2.5.1 Detección de Agentes

Para garantizar la detección de agentes ajenos que puedan perjudicar el funcionamiento y/o la integridad del equipamiento TIC, un Centro de Datos deberá seguir las recomendaciones de sistemas y sensores de detección definidos en la norma NFPA 76.

2.5.2 Sensores detectores NFPA 76

2.5.2.1 VWFD

Sistemas que detectan incendios o posibles incendios de baja energía antes de que las condiciones de fuego amenazan servicio de telecomunicaciones.

2.5.2.2 EWFD

Sistemas que utilizan el humo, calor o detectores de llama para detectar incendios antes que puedan alcanzar condiciones de alta temperatura. (National Fire Protection Association 76, 2005)

2.5.3 Sensores en Ambientes TIC

2.5.3.1 Sensor De Fuego

Los más apropiados son los sensores VWFD. La cobertura máxima de cada sensor es de 18,6 metros cuadrados. Puede instalarse tanto en la parte superior (techo falso), inferior (piso técnico) o de manera alternada formando un sistema ZIGZAG. (Pacio, 2014)

2.5.3.2 Sensor de Temperatura

Se debe colocar un sensor de temperatura en la parte frontal de los racks en los pasillos fríos, a una distancia de 1.70 metros de los racks y 1.40 metros de altura.

La ubicación de sensores de temperatura en la parte posterior de los racks (pasillos calientes) se hará a la misma distancia que el sensor frontal con la única condición que se colocará un sensor por cada cinco racks o gabinetes instalados en el Data Center. (Pacio, 2014)

2.5.3.3 Sensor de Humedad

La instalación de sensores de humedad se debe realizar en los pasillos fríos u otras zonas cercanas que podrían verse afectadas por la humedad. La ubicación del sensor será a la mitad de cada pasillo frio (parte frontal de rack).hay que tener en cuenta que por cada fila de racks que se tenga instalado en el Data Center, se debe ubicar un sensor de humedad. (Pacio, 2014)

Mediciones

Los factores ambientales de temperatura y humedad se deberán medir una vez que todo el equipamiento TIC y demás componentes del Data Center estén en funcionamiento, recalcando además, que puertas y gabinetes existente deberán estar debidamente cerradas.

La medición se la realizará a 1,5 metros del nivel del piso real o técnico (si lo hay) y una distancia horizontal de 3 a 6 metros, dependiendo de la cantidad de equipamiento que se tenga alojado en los racks y gabinetes, por la línea central de los pasillos fríos. También está recomendado realizar la medición en las salidas de aire de servidores, racks, generadores o cualquier otro equipamiento relacionado. (National Fire Protection Association 76, 2005)

2.5.3.4 Sensor de líquidos

Los lugares más expuestos a presentar fugas de líquidos en el CDP se ubican en las unidades de refrigeración, sistemas de aspersión y/o cañerías ajenas. Debido a esto, los sensores deben ser ubicados en el piso, cerca de dichos riegos potenciales.

2.5.3.5 Sensor De Humo

Los adecuados para esta función son los sensores detectores EWFD. La cobertura máxima de cada sensor es de 37,2 metros cuadrados y deberán ser instalados a una distancia a la que el tiempo de transporte de especies de humo generadas hasta el sensor no supere los 90 segundos. (National Fire Protection Association 76, 2005)

2.5.4 Mecanismos Contra Incendios

2.5.4.1 Clasificación del Fuego

Dependiendo de los materiales combustibles implicados en el área de un incendio, el fuego puede ser de:

Clase A: Ocasionado por materias comunes como papel, plásticos, cauchos, telas, madera y todas sus derivaciones.

Clase B: Producido por componentes combustibles líquidos como grasas y derivados de petróleo, alcohol, compuestos y bases de pinturas, solventes y/o gases inflamables.

Clase C: Involucran equipos electrónicos y eléctricos energizados.

Clase D: Fuego ocasionado por elementos metálicos combustibles como Magnesio, Titanio, Circonio, Sodio, Litio y Potasio.

Clase K: Producidos en aparatos de cocina que impliquen un medio combustible para cocina (aceites minerales, animales y grasas). (National Fire Protection Association 10, 2013)

2.5.4.2 Sistema Automático De Aspersores

Su uso es obligatorio en áreas de almacenamiento de materiales combustibles, centros de datos o en infraestructuras importantes. La instalación se la podrá realizar sobre el techo a lo largo de todo el espacio físico, bajo el piso técnico siguiendo recorridos del cableado o implementar una infraestructura bajo el techo para montar los aspersores sobre ella. Para salas de cómputo y centros de datos está prohibido el uso elementos líquidos o polvos químicos que pudieran afectar a las condiciones físicas y electrónicas de los equipos TIC. (National Fire Protection Association 13, 2007)

2.5.4.3 Extintores de Fuego

La instalación, tipo, cantidad y ubicación de extintores portátiles de fuego dentro y cerca del CDP, se lo realizará de acuerdo a las recomendaciones y exigencias del estándar NFPA 10.

2.5.5 HVAC

El Sistema de Calefacción y Aire Acondicionado o HVAC es un circuito cerrado que permite mantener los entornos ambientales adecuados para que el equipamiento del Data Center trabaje en condiciones normales. Un Centro de Datos debe tener instalado un HVAC independiente. En el caso de no contar con ello, el CDP debe ser anclado al sistema de climatización general del edificio. (Pacio, 2014)

La configuración y funcionamiento del HVAC debe ser la adecuada para cumplir exigentemente los parámetros entorno ambiental descrito en la sección 2.3.4.1 y 2.3.4.2 relacionados a la temperatura y humedad dentro del Data Center.

2.5.5.1 Componentes Básicos

Los componentes principales que forman parte de un sistema de refrigeración o aire acondicionado describen a continuación (Figura 11):

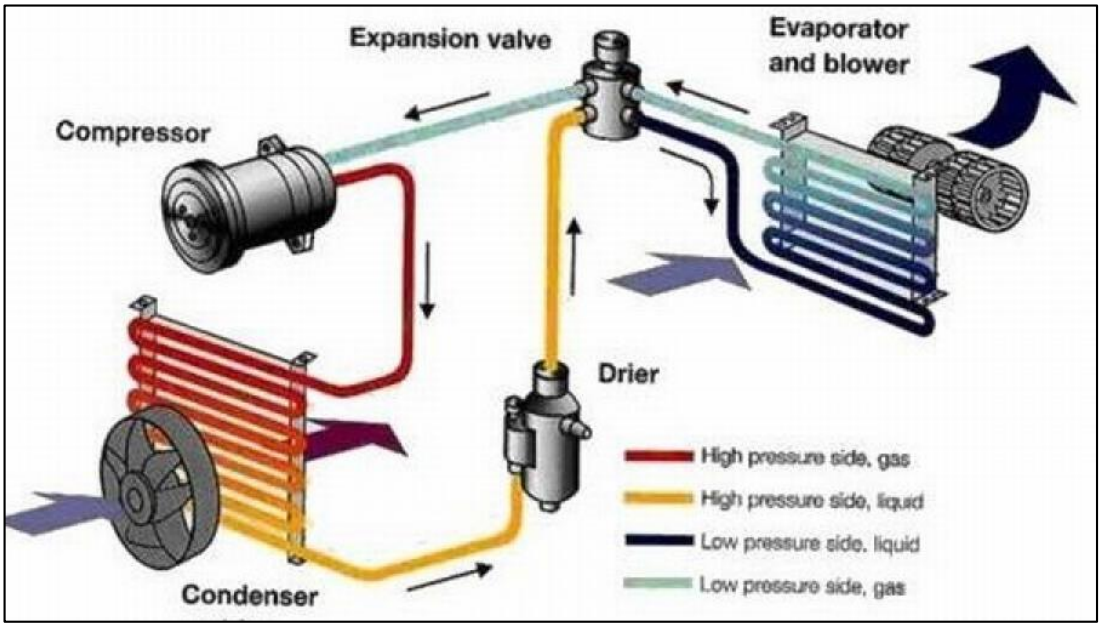


Figura 11. Componentes de un HVAC
Fuente: EDIFICIO INTERACTIVO. (2015). Obtenido de *Aspectos Modernos de Construcción*: http://aportament.alextekstil.ru/como-funciona-un-aire-acondicionado-industrial/

Evaporador

Componente en forma de serpentín, echo de aluminio o cobre que posee estructuras en forma de aletas, de aluminio u otro material metálico que mejore las condiciones de transmisión de calor. Su función se resume en absorber la temperatura del aire ambiente y trasmitirla a un líquido refrigerante.

El evaporador puede transmitir dos tipos de calor al refrigerante: el calor mensurable que es el que reduce la temperatura del ambiente al ser transferido al líquido del serpentín, y el calor latente que condensa el vapor de agua (humedad) contenida en el aire. (Whitman & Johnson, 2000)

Compresor

Es el componente encargado de bombear el líquido refrigerante evaporado, desde el evaporador hacia el condensador. Para ello aumenta la presión de dicho vapor disminuyendo su volumen y aumentando su temperatura. (Whitman & Johnson, 2000)

Condensador

Mecanismo encargado de expulsar el aire caliente del vapor de líquido refrigerante que se encuentra en el compresor, por ellos se debe ubicarlos en los exteriores de la infraestructura. Esta función se la puede hacer a través de agua, líquidos, aceites especiales o el aire. Mediante este proceso el refrigerante vuelve a pasar de estado gaseoso a estado líquido.

El enfriamiento de vapor en los sistemas de aire acondicionado actuales está basado en el uso de aire, y los más eficientes ecológicamente hablando utilizan ventiladores de dos velocidades que permiten controlar su flujo de giro para épocas calurosas donde el ventilador y compresor trabajan forzadamente y épocas frías en donde trabajarán en menor magnitud.

Otro parámetro de eficiencia que se está normado y que se está exigiendo es el aumento de la superficie de los condensadores lo máximo posible. A mayor superficie del condensador menor fuerza de compresión para el compresor, lo que implica menor consumo de potencia eléctrica y por ende menor generación de calor al ambiente para enfriar. (Whitman & Johnson, 2000)

Dispositivo dosificador

Las más utilizadas son las válvulas termostáticas de presión (TXV) que permiten dosificar la cantidad de ingreso de líquido refrigerante al evaporador. Las TXV son recomendadas debido a que el mecanismo de las válvulas permite regular con precisión la cantidad de paso del refrigerante, pudiendo alcanzar la eficiencia máxima de funcionamiento del evaporador.

Sin embargo, se debe tener mucha precaución en las características máximas de temperatura que soporta la válvula con el nivel de temperatura a la que el compresor expulsa el refrigerante, todo esto con el fin de evitar que la TXV se pueda romper y ocasionar daños o accidentes. (Whitman & Johnson, 2000)

2.5.5.2 Refrigerantes

Un refrigerante es un compuesto químico en estado líquido o gaseoso capaz de ser utilizado como medio transmisor de calor entre dos compuestos, cuerpos o sustancias. Tienen aplicación tanto el campo doméstico como en el industrial integrando sistemas de refrigeración, aire acondicionado, solventes y base de aerosoles, entre los más importantes. (HVAC&R, 2008)

Las características más importantes que debe cumplir un refrigerante deben ser:

- El Punto de Congelación deberá ser menor a cualquier otra temperatura presente en el sistema, para impedir congelaciones en el evaporador.
- El calor latente de evaporación deberá ser lo más alto posible para que menores porciones de líquido absorban una grandes cantidades de calor.
- El volumen específico deberá ser el menos posible, para evitar grandes porciones de líquido en los canales de aspiración y compresión que puedan afectar a la fluidez del mismo.
- El refrigerante deberá ser lo más denso para poder implementar, en el sistema mecánico, canales y líneas de transporte de refrigerante pequeños.
- Las presiones de condensación deben elevarse, para evitar fugas y reducir la temperatura de condensación.
- No tienen propiedades inflamables, corrosivas, ni tóxicas.
- Deberán tener baja conductividad eléctrica. (HVAC&R, 2008)

Tipos

Clorofluorocarbonos (CFCs): Compuestos químicos formados en base a cloro, flúor y carbono. Anteriormente eran muy utilizados a nivel mundial pero debido a su alta toxicidad a la capa de Ozono ya no están permitidos.

Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs): Composiciones químicas similares a los CFC pero con menos presencia de cloro. Gracias a ello su permanencia en el aire es muy corto y la contaminación a la atmósfera es muy inferior a los clorofluorocarbonos.

Hidrofluorocarbonos (HFCs): Compuestos químicos cien por ciento libres de cloro, por los que su afectación a la capa de Ozono es mínima o nula. Sin embrago, tiene un índice potencial de influencia en el calentamiento global debido a sus condiciones de efecto invernadero.

Hidrocarburos (HCs): Son aplicaciones químicas con alta capacidad de refrigeración y condiciones ambientales aceptables. No tiene propiedades que contribuyan a mantener el efecto invernadero en el planeta. Sin embargo, contienen alto nivel de inflamación por lo que su uso está restringido para ciertas aplicaciones. (Mundo HVAC&R, 2010)

Actualidad

Debido a las condiciones ambientales y los problemas de contaminación por los que atraviesa el planeta Tierra, las máximas autoridades mundiales están trabajando y colaborando contantemente en la creación programas, convenios, tratados normas y acciones legales que ayuden parar, proteger, y mejorar las condiciones de vida antes mencionadas.

Entre los convenios más importantes que se han firmado están los tratados de Kyoto y Montreal. Básicamente son acuerdos en los que la mayoría de potencias mundiales y países en vías de desarrollo se comprometen a reducir las emisiones de gases y elementos químicos

tóxicos perjudiciales para el ambiente para obtener resultados positivos en periodos de tiempo previamente establecidos. (HVAC&R, 2008)

2.5.5.3 Funcionamiento

El proceso de enfriamiento que ejecuta un sistema de refrigeración básico se subdivide en cuatro etapas:

Evaporación

El aire acondicionado a través del uso de ventiladores atrae hacia el evaporador, el aire caliente generado por el Data Center. El líquido refrigerante del evaporador recorre el serpentín del evaporador y absorbe el aire caliente entrante para poder pasar del estado líquido a gaseoso. (Pacio, 2014)

Compresión

A través de ventiladores internos, el líquido refrigerante ya evaporado y caliente es absorbido por el compresor. Para su enfriamiento, primero se tiene que aumentar la presión, por lo que el vapor gaseoso es comprimido hasta 200 PSI (Libras-Fuerza por pulgada cuadrada). Como resultado de esta compresión, nuevamente se ha aumentado la temperatura del gas a 52ºC. (Pacio, 2014)

Condensación

El refrigerante en vapor con alta compresión y temperatura en insertado en el condensador, que a través de un nuevo ventilador interno, procede a disminuir la temperatura y a separar el aire caliente del refrigerante. En este proceso se separa y expulsa el aire caliente, obteniendo también la condensación del refrigerante, aunque con temperatura elevada todavía. (Pacio, 2014)

Expansión

El mecanismo atraviesa al líquido refrigerante caliente a través de una válvula de expansión termostática, donde ocurre una caída violenta de presión y temperatura. Con este fenómeno finalmente se obtiene nuevamente al líquido refrigerante en condiciones de temperatura iniciales. (Pacio, 2014)

2.5.5.4 Tipos

Domésticos

También son conocidos como Split. Son sistemas dedicados para el hogar y cumplir con funciones de confort. Cubren áreas pequeñas y sus mecanismos de control no garantizan precisión en el control de las condiciones ambientales. Su diseño está desarrollado para trabajar en ciertos intervalos de tiempo, y no de forma continua.

Profesionales

Los sistemas de enfriamiento profesionales están construidos para cubrir amplias zonas de espacio físico y trabajar sobre ellas con gran precisión y confiabilidad. Son los sistemas óptimos para implementar en edificaciones grandes y adecuaciones de Centros de Datos debido a que sus mecanismos están provistos de herramientas y complementos que garantizan su funcionamiento las 24 horas del día, los 365 días del año.

Este tipo de sistemas son suspendidos en sus funciones, escasa y únicamente para labores de mantenimiento, por lo que es fundamental el sistema de backup de energía eléctrica en el lugar. (Pacio, 2014)

2.5.5.5 Operación

El HVAC debe mantenerse en funcionamiento ininterrumpido las 24 horas al día, los 365 días del año, por lo que se recomienda que el Centro de Datos cuente con un sistema de

climatización independiente. Debido a esto, el sistema HVAC deberá estar conectado a un sistema generador eléctrico o UPS (en caso de tenerlos) para garantizar el funcionamiento permanente del sistema y la protección que brinda a los equipos. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.5.5.6 Enfriamientos en racks y gabinetes

La distribución de los racks, al interior de un Data Center formarán pasillos o corredores que podrán emplearse para: rutas de acceso para el personal hacia los equipos, métodos para el sistema de enfriamiento (pasillos fríos y calientes).

Los corredores formados por la separación de gabinetes y racks entre caras frontales, se denominarán "pasillos fríos" ya que ingresarán el aire refrigerado generado por el HVAC al interior de los armarios. El espacio de separación, entre las caras posteriores de los racks, se conocerá como "pasillos calientes" ya que será la zona donde los racks expulsarán el aire caliente generado por los equipos TIC de procesamiento. Ver figura 12. (ADC Telecommunications, Inc., 2005)

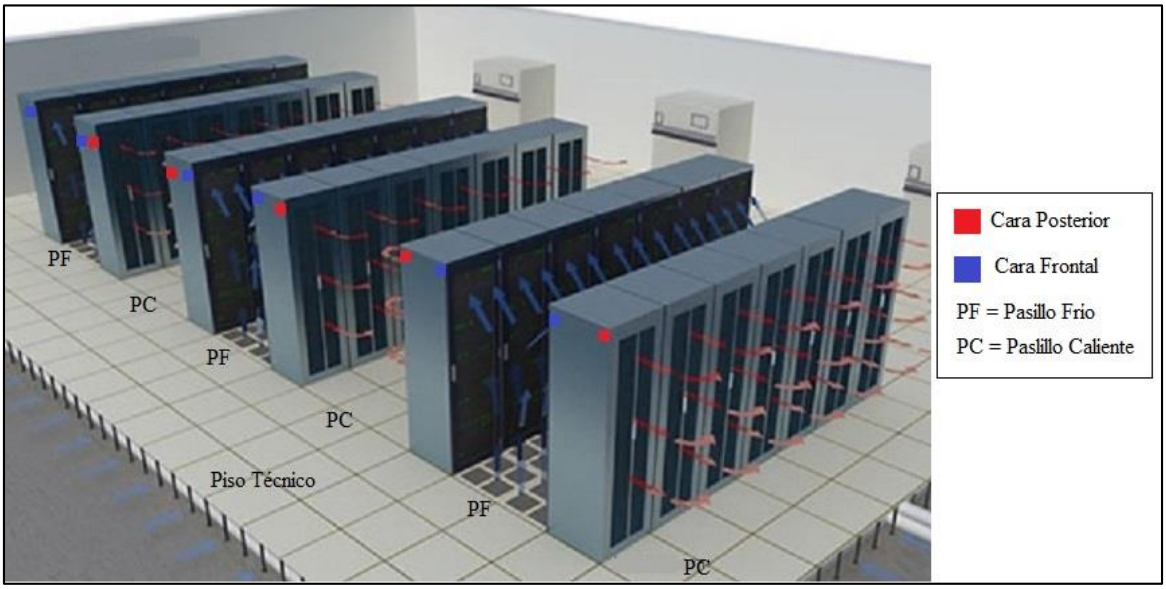


Figura 12. Pasillos fríos y calientes en un CDP
Fuente: Gámez, Raúl. (2012). *Green Data Center*. Obtenido de: Haz tu CPD más verde en 7 pasos: http://blog.aodbc.es/2012/04/17/haz-tu-cpd-mas-verde-en-7-pasos/

2.5.6 Mecanismos De Control de Acceso

2.5.6.1 Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

Ubicación de cámaras

El circuito instalado de cámaras debe abarcar todas las instalaciones del edificio donde se encuentra el Centro de Datos, o por lo menos todas las posibles rutas y pasillos de entrada y salida del mismo. Por ningún motivo, ningún área, zona o angulación de infraestructura interna del CDP quedará como punto ciego para el CCTV.

Almacenamiento

El sistema de monitoreo y almacenamiento del CCTV deberá ser constante e ininterrumpido. El hardware que se instale deberá garantizar el almacenamiento interno mínimo de 21 días. (Junghanss, Componentes y características de un Sistema de CCTV, 2009)

Consideraciones de diseño

Las características técnicas de los componentes de un CCTV a instalar pueden ser:

- Sistema analógico y/o digital IP.
- Resolución de cámaras: 420 líneas de resolución o superior.
- Lentes de cámaras de iris fijos (día), manuales (día o noche) o auto iris (día y noche).
- Medios de transmisión: coaxial o UTP.
- Pantallas de monitoreo: Blanco/Negro para imágenes con mayor definición; Color para imágenes con más detalles.
- Hardware de monitoreo y almacenamiento: DVR o NVR que permitan conexiones simultáneas con múltiples cámaras, resolución mínima de grabación 640x480. (Junghanss, Componentes y características de un Sistema de CCTV, 2009)

2.5.6.2 Puertas De Seguridad

Puerta de Ingreso

Las dimensiones de la puerta de acceso al Centro de Datos, deben ser como mínimo, de 1 m de ancho por 2,13 m de altura. Debe abatir hacia afuera y no debe ubicarse umbrales ni otro tipo de adecuaciones no recomendadas por la Normativa. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

Las características mecánicas para su implementación se describen en la sección 3.2.3.5 del presente documento.

Puerta de Emergencia

Las puertas de emergencia deberán ser dobles y abatir hacia afuera. Las dimensiones de cada hoja de la puerta deberá ser igual a las dimensione de la puerta de ingreso. Al momento de instalar una puerta de emergencia, debe tenerse en cuenta que debe garantizar la facilidad y rapidez de evacuar personas y equipamiento TIC crítico. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.5.6.3 Control Biométrico

Un control Biométrico es un mecanismo que se acciona con la comprobación de signos o rasgos vitales característicos únicos de cada usuario. Generalmente se instala en puertas de acceso y zonas restringidas para permitir el paso únicamente a personal debidamente registrado y autorizado. (SOYAL Access Control Systems, 2015)

2.5.6.4 Accesos De Control en Equipos

Los racks, gabinetes, tableros y demás armarios deben permanecer siempre debidamente asegurados (si tienen puertas) con su respectiva llave de acceso. Si es necesario, se deberá instalar un sistema de alarmas en dichos equipamientos que genere alertas sobre estado de los mismos.

2.5.7 Señaléticas de Información Y Seguridad

Las señaléticas permitirán informar y/o recordar tanto al personal de administración como personal temporal, de las recomendaciones, advertencias y prohibiciones a las que deben ajustarse al estar cerca o dentro del Data Center, lugar considerado como de acceso restringido.

Señaléticas y avisos deberán ser de materiales lo menos inflamables posible e instalarse tanto en la parte externa como interna del Center. La ubicación de cada uno será en una zona con fácil campo visual donde ningún objeto secundario cause su obstrucción, la altura de ubicación no será mayor a 2 m del piso y deberán seguir el color de etiqueta estándar: verde para información; amarillo para prevención de riegos; rojo para prohibiciones y posibles peligros. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.6 SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

2.6.1 Topología

Una topología de red está definida como un mapa físico y/o lógico que los nodos de interconexión (elementos de networking) forman para poder intercambiar recursos e información con el fin de generar y ofrecer servicios que satisfagan las necesidades de un proceso o usuario.

Cada topología de red tiene sus ventajas y desventajas en su implementación y funcionamiento. Entre las topologías más conocidas se tienen las de tipo estrella, malla, árbol, bus, anillo y derivaciones. La topología típica que debe seguir un Data Center, según la Norma ANSI/TIA/EIA 942, se muestra en la figura 13.

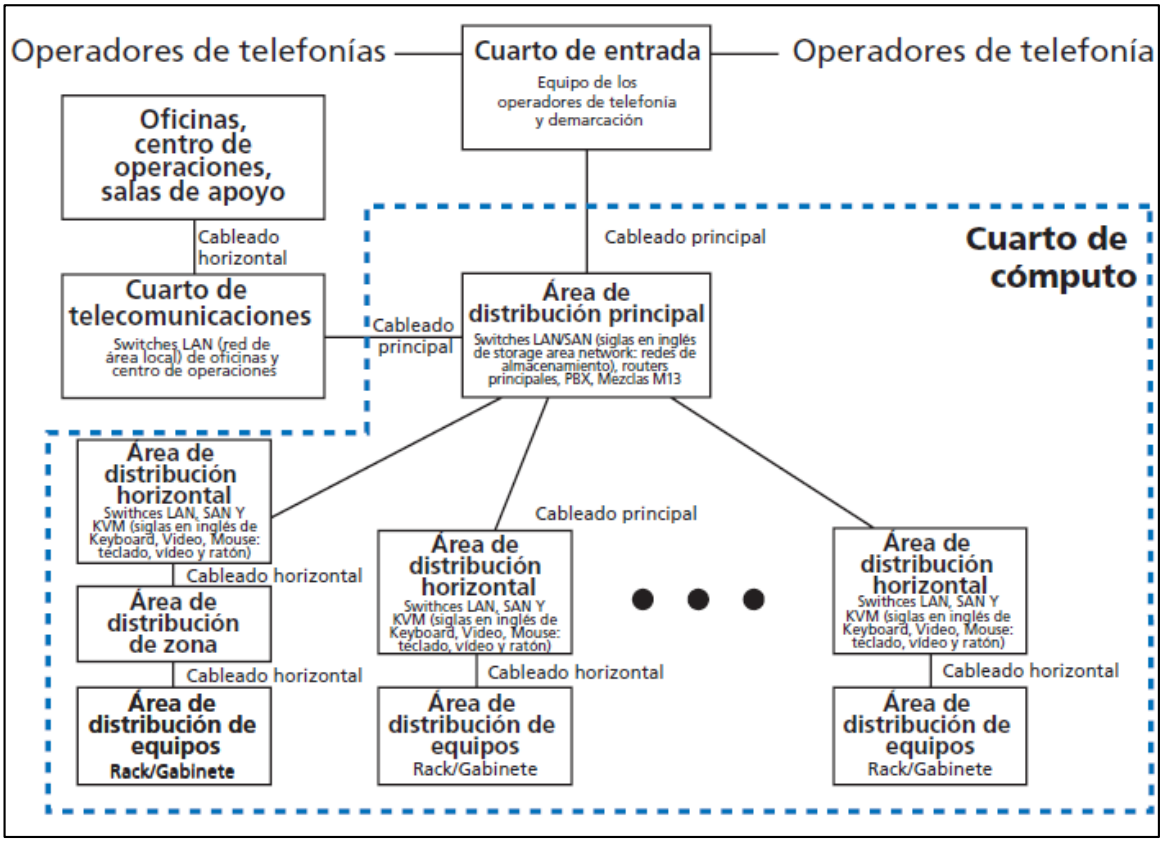


Figura 13. Topología de un Data Center
Fuente: Asociación de Industrias de Telecomunicaciones. (2008). *Estándar para infraestructuras de Telecomunicaciones en Centros de Datos TIA 942*.Obtenido de Topología de Data center, pág.23

2.6.1.1 Cuarto de Entrada (ER)

Es el espacio físico que se convierte en la interfaz entre la infraestructura del Data Center y las acometidas comerciales externas. Es aquí donde se recibe los servicios entregados por los proveedores. Dependiendo de la extensión de tales acometidas, el Cuarto de Entrada puede ser un espacio físico independiente como también formar parte (internamente) de CDP. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.6.1.2 Área de Distribución Principal (MDA)

Es el punto central de conexión cruzada que tendrá el cableado estructurado de un Centro de Datos. Deberá estar ubicado en zonas cercanas al ER para no superar las distancias permitidas (90 m). Generalmente se instalan mediante path panels y/o switchs de Core. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.6.1.3 Área de Distribución Horizontal (HDA)

Se convierte en el eje central donde se realizan todas las conexiones cruzadas horizontales hacia las áreas de trabajo. Para edificaciones, se recomienda tener un HDA por cada piso o planta. Los equipos TIC destinados para esta zona son: switch de distribución, KVM u otros equipos similares. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.6.1.4 Área De Distribución de Equipos (EDA)

Son los puntos de conexión para equipos terminales. Representados por la zona de instalación de racks y gabinetes para la distribución del cableado.

2.6.1.5 Área De Distribución De Zona (ZDA)

Es una zona opcional para su implementación. Su función es la de permitir mayor flexibilidad del cableado horizontal entre la HDA y la EDA. Está limitada a 288 conexiones cruzadas y no se permite la conexión de equipos activos. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.6.1.6 Áreas o Estaciones de Trabajo (WA)

Es el punto terminal del cableado horizontal para la entrega de servicios IT. Se extiende desde la toma hasta el equipo de usuario. La ubicación de la toma deberá permitir la facilidad de cambios y movilidad para el usuario, que dicho de paso son permanentes.

Deberá instalarse por lo menos una toma de dos puntos de red por cada $8\,m^2$ de área de trabajo. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.6.2 Cable de Par Trenzado de Cobre

2.6.2.1 Características

Los pares de cobre que forman el conductor estarán trenzados en forma helicoidal para cancelar o reducir las interferencias electromagnéticas que cada hilo conductor genera a su pareja y a lo pares cercanos.

Todos cables de par trenzado a emplear, sin ninguna excepción, deberán estar formados por cuatro pares de conductores sólidos de entre 22 y 24 AWG de diámetro, cada uno con aislamiento termoplástico y una chaqueta general de cubierta del mismo material termoplástico.

El diámetro final del cable, con los cuatro pares trenzados y la cubierta, no deberá exceder los 9 mm; deberá soportar tensiones hasta de 400 [N]; y en las instalaciones deberá permitirse un radio mínimo de curvatura cuatro veces mayor al diámetro del cable, o en su defecto de 25,4 mm sin que la cubierta sufra imperfecciones. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 568 C.2, 2009)

Los pares trenzados deberán ser identificados y formados de la siguiente forma:

- **Par 1:** blanco azul – azul
- **Par 2:** blanco naranja - naranja
- **Par 3:** blanco verde – verde
- **Par 4:** blanco marrón – marrón. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 568 C.2, 2009)

2.6.2.2 Tipos

La principal diferencia entre los tipos de cable de par trenzado es el uso de protecciones para afrontar las perturbaciones e interferencias electromagnéticas externas cercanas.

Par Trenzado No Apantallado (UTP)

No presenta ninguna protección adicional salvo que cada hilo de cobre está aislado con la cubierta de PVC (Figura 14). Es el más empleado en la actualidad por su costo, flexibilidad y su facilidad de instalación pero presenta grandes problemas de interferencias en las comunicaciones para redes de grandes distancias y/o velocidades de transmisiones exigentes. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 568 C.1, 2009)

Par Trenzado Frustrado (FTP)

Los hilos de cobre tienen su protección aislante independiente de PVC pero no están apantallados (Figura 14). Sin embargo, presentan un cubierta de apantallamiento global para los 4 pares trenzados. Mejora las condiciones de interferencia en las transmisiones respecto del cable UTP pero no lo suficiente para alcanzar la inmunidad. Se considera un cable de par trenzado de características intermedias entre UTP y STP. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 568 C.1, 2009)

Par Trenzado Apantallado (STP)

Cada par trenzado esta apantallado y presenta una malla global conductora de protección. Su instalación es dificultosa y su precio mayor que los anteriores (Figura 14). Su inmunidad ante interferencias electromagnéticas y diafonía es superior que los medios UTP y FTP.

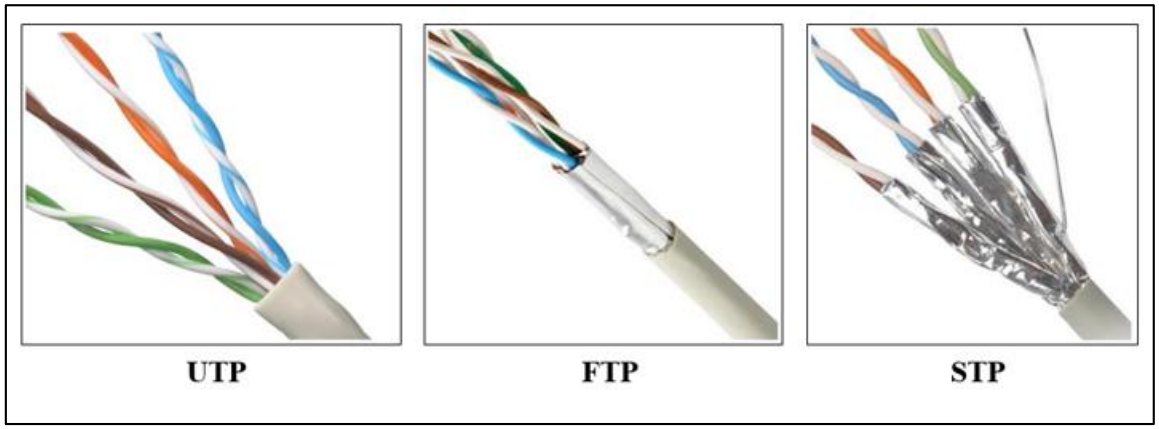


Figura 14. Tipos de Cable de Par Trenzado
Fuente: Sincables.com.ve. (2013). *Cableado Estructurado*. Obtenido de Diferencias entre UTP, STP y FTP: http://sincables.com.ve/v3/content/59-cable-utp-stp-y-ftp

2.6.2.3 Terminaciones para el cableado Par Trenzado

Una conexión directa, especifica que el cable tendrá en sus extremos la misma configuración de pinout (T568A o T568B). Una conexión cruzada, define la configuración T568A en un extremo y la T568B en el otro del cable de conexión.

Las terminaciones o interfaces de conexión más comunes para una red de datos UTP/FTP/STP son los conectores RJ45. Permiten el alojamiento de los cuatro pares trenzados

(8 hilos conductores) ordenados de acuerdo a los estándares. La facilidad de su instalación, de utilización (Plug & Play) y su costo económico, lo convierten en el más aceptado dentro del mercado. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 568 C.1, 2009)

Un conector RJ45 tipo "Jack" o hembra que convierte en la interfaz física para la interconexión de subsistemas y/o equipamiento que tengan la necesidad de vincularse a una red de comunicación. Generalmente se instalan en terminaciones del hardware de dispositivos de red, patch panels y demás hardware intermedio de conexión dentro de una red.

El conector RJ45 tipo "Plug" o macho se instala en los extremos del cableado que servirá como el medio de transmisión para la interconexión entre los subsistemas y/o hardware de red. Para la construcción de los patch cords deberá instalarse conectores RJ45 Plug en los extremos siguiendo, de acuerdo a la conveniencia, la normativa del estándar T568A o T568B. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 568 C.2, 2009)

2.6.2.3 Categorías

En la tabla 4 se muestra los medios de transmisión de cobre reconocidos actualmente según el Estándar ANSI/TIA/EIA 568 C.2.

Cada categoría superior deberá garantizar su compatibilidad con las categorías anteriores para permitir la coexistencia en sistemas de cableado heterogéneos (varias categorías de cableado).

Tabla 4.

Cables de par trenzado reconocidos por la TIA 568 C.

Categoría De Cable	Tipo de Cable	Características de Transmisión
Categoría 3	Par trenzado balanceado de 100 Ω	1 a 16 MHz
Categoría 5e	Par trenzado balanceado de 100 Ω	1 a 100 MHz
Categoría 6	Par trenzado balanceado de 100 Ω	1 a 250 MHz
Categoría 6 A	Par trenzado balanceado de 100 Ω	1 a 500 MHz

Fuente: Asociación de Industrias de Telecomunicaciones; 2009; *Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standards 568 C.2;* pág.7
Nota: Las categorías 1, 2, 4 y 5 no son reconocidas en este Estándar.

2.6.2.3 Pinout

Es el diagrama de conexión definido por el estándar TIA/EIA 568 C para las conexiones en los terminales de acuerdo al código de colores de los conductores del cable. Se reconoce dos formas de conexión: T568A y T568B, que en la figura 15 se detallan sus características de conexión. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 568 C.1, 2009)

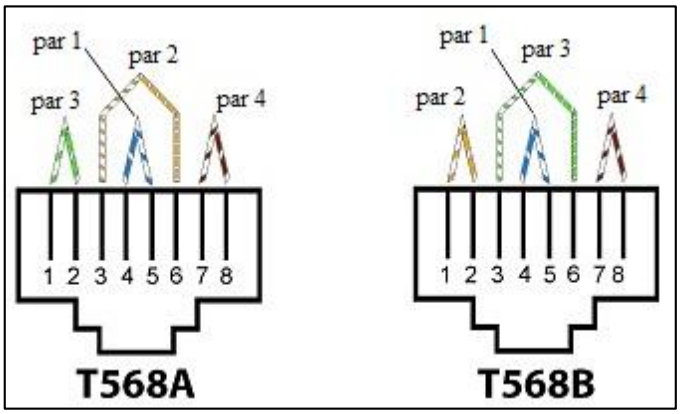


Figura 15. Conexiones T568A y T568B
Fuente: Control Cable INC. (2015). *T568A and T568B Wiring Schemes*. Obtenido de T568A and T568B Wiring Assignments: http://www.controlcable.com/custom.asp?c=61084321

2.6.3 Cable de Fibra Óptica

Es un medio de transmisión basado en el transporte de la información en forma de pulsos luminosos y no eléctricos. Los haces de luz se trasmiten a través de los fenómenos de reflexión y refracción al interior de un hilo conductor de vidrio o plástico espejado del diámetro de un cabello humano. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 C.3, 2008)

2.6.3.1 Características

- Al ser un medio de transmisión óptico y no eléctrico, es inmune a interferencias electromagnéticas.
- Ancho de Banda en el orden de los GHz lo que permite tasas de trasmisión de varios Gbps.

- La cubierta protectora para cables de 12 hilos de o más, deberá soportar una tensión mínima de 2670 [N]; cableado de fibra de 12 hilo o menos soportara 1335 [N] de tensión como mínimo.
- En la instalación del cableado de fibra óptica, cuando el medio de transmisión está suspendido sin sufrir ninguna tensión, el radio de curvatura mínimo será de 10 veces el diámetro del cable y 20 veces cuando este sujeto a tensiones. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 C.3, 2008)

2.6.3.2 Parámetros de transmisión

El cableado de fibra óptica que se instale en un Centro de Datos deberá cumplir, como máximo, los requerimientos de transmisión de la Tabla 5.

Tabla 5.

Parámetros de transmisión del cableado de fibra óptica.

TIPO DE CABLE Y FIBRA ÓPTICA	Longitud de Onda [nm]	Atenuación Máxima [dB/Km]	Producto nominal mínimo: Ancho de Banda – longitud [MHz/km]	Producto efectivo mínimo: Ancho de Banda – longitud [MHz/km]
Multimodo 62.5/125 µm TIA 492AAAA (OM1)	850 1300	3.5 1.5	200 500	No requerido No requerido
Multimodo 50/125 µm TIA 492AAAB (OM2)	850 1300	3.5 1.5	500 500	No requerido No requerido
Multimodo 50/125 µm optimizada con láser de 850 nm TIA 492AAAC (OM3)	850 1300	3.5 1.5	1500 500	2000 No requerido
Monomodo para interiores/exteriores TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2)	1310 1550	0.5 0.5	N/A N/A	N/A N/A
Monomodo para plantas interiores TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2)	1310 1550	1.0 1.0	N/A N/A	N/A N/A
Monomodo para plantas exteriores	1310 1550	0.5 0.5	N/A N/A	N/A N/A

TIA 492CAAA (OS1)
TIA 492CAAB (OS2)

Fuente: Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (2008). *Optical Fiber Cabling Components Standard 568 C.3*, pág.6

2.6.3.2 Modos

Un modo es la forma de propagación de un haz de luz por un hilo conductor óptico. Dependiendo del número de modos de transmisión, se reconoce dos tipos de fibras ópticas. Las fibras ópticas Monomodo presentan un único modo de propagación, mientras que las Multimodo permiten la transmisión de los haces de luz por varios modos o caminos.

2.6.3.4 Terminaciones y conectores

Los conectores a utilizar en cableados de fibra óptica, deberán ser reconocidos y estandarizados por el estándar TIA/EIA 568 C.3:

Conectores Duplex: presentan dos secciones (hilos) de conexión definidas por su posición como A y B, que permitirán un enlace cruzado en las conexiones, mantenido bien definida la polaridad de la transmisión.

Conectores "Array": Es un conector de una sola sección para la interconexión de uno o varios hilos de fibra óptica. La posición de su conexión está basado en la orientación del pestillo de señalización denominada "key".

Las especificaciones y características de las derivaciones de los conectores dúplex y arrays, se definen detalladamente en la serie de estándares FOCIS[9] de la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones, y que enlistan en la Tabla 6. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 C.3, 2008)

[9] FOCIS: "Fiber Optic Connector Intermateability Standard". Serie de documentos de la TIA/EIA 604, referentes a los tipos de conectores para redes de fibra óptica.

Tabla 6.

Conectores de Fibra Óptica según la FOCIS.

TIPO DE CONECTOR	DOCUMENTO
Bionic	TIA/EIA-604-1 (FOCIS 1)
*ST (Punta recta)	TIA/EIA-604-2A (FOCIS 2)
*SC y SC Dúplex (conector suscriptor)	TIA/EIA-604-3 (FOCIS 3)
FC (Conector de Férula)	TIA/EIA-604-4 (FOCIS 4)
*MPO (Multi-fiber Push On)/MTP	TIA/EIA-604-5 (FOCIS 5)
Panduit FJ	TIA/EIA-604-6 (FOCIS 6)
3M Volition	TIA/EIA-604-7 (FOCIS 7)
Mini-MAC	TIA/EIA-604-8 (FOCIS 8)
Mini-MPO	TIA/EIA-604-9 (FOCIS 9)
*LC y LC Duplex (Conector Lucent)	TIA/EIA-604-10 (FOCIS 10)
Siercor SCDC/SCQC	TIA/EIA-604-11 (FOCIS 11)
*MTRJ (Jack registrado de transferencia mecánicas)	TIA/EIA-604-12 (FOCIS 12)
SFFSC, SFOC, LX-5	TIA/EIA-604-13 (FOCIS 13)
SMC-SB	TIA/EIA-604-14 (FOCIS 14)
MF	TIA/EIA-604-15 (FOCIS 15)
LSH (E2000)	TIA/EIA-604-16 (FOCIS 16)
TIPO DE CONECTOR	**DOCUMENTO**
MU	TIA/EIA-604-17 (FOCIS 17)
1X16, X16	TIA/EIA-604-18 (FOCIS 18)

Fuente: Thomas Ko. (2014). *How to Decide on Optical Fibre Termination Options*: https://goo.gl/mXqd4P
Nota: *Conectores más reconocidos y aceptados en el mercado. Los demás están siendo o han quedado obsoletos.

2.6.3.5 Identificación

Las cubiertas exteriores del cable de fibra óptica, descargas de tracción del conector y/0 adaptadores de alojamiento deberán ser identificables por los siguientes colores:

- Fibra de 50/125 micras , optimizada con láser de 850 nm – aqua (celeste)
- Fibra de 50/125 micras - negro

- Fibra de 62,5 / 125 micras – beige
- Fibra Monomodo – azul
- conectores férula para Monomodo de contacto angular - verde

Asimismo, el cuerpo de un conector, debe ser identificado con el color correspondiente a su tipo:

- Multimodo - beige, negro o aqua
- Monomodo – azul
- Conectores férula para Monomodo de contacto angular – verde. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 C.3, 2008)

2.6.4 Cableado Estructurado

2.6.4.1 Cableado Horizontal

Es la porción de cableado que se extiende desde el área de distribución hasta el área de trabajo. Se denomina cableado horizontal porque recorre distancias en el mismo nivel de infraestructura (misma planta o piso) e incluye conexiones cruzadas intermedias, puntos de consolidación, mutoas, conectores, tomas y cualquier terminación mecánica.

Características

La distancia permitida del cableado horizontal entre el área de trabajo (WA) y el área de distribución será máximo de 90 metros (EDA), y no deberá superar los 100 metros cuando se incluye los patch cord de conexión tanto en el área de trabajo y conexiones cruzadas entre patch panel del área de distribución (MDA). (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 C.0, 2009)

Medios de transmisión permitidos

Para el sistema de cableado horizontal se reconoce dos tipos de cables:

- Par trenzado sin blindaje (UTP) o para trenzado apantallado (ScTP) de 4 pares de 100 ohmios.
- Dos o más cables de fibra multimodo más óptica, ya sea de 62,5 / 125 mm o 50/125 mm. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 568 C.1, 2009)

Distribuidor de conexiones Cruzadas

El hardware de conexión se ubicara en zonas de conexión intermedia en el cableado horizontal entre el HDA y EDA que permite una distribución más eficiente y fácil de los recorridos hacia las áreas de trabajo. La importancia de su instalación es la facilidad y flexibilidad de retirar o modificar recorridos del último tramo del cableado horizontal (sin afectar ni modificar el HDA y/o EDA) debido al futuro movimiento que puedan sufrir las estaciones de trabajo.

Las conexiones del distribuidor horizontal serán cruzadas y no se permite la conexión de hardware activo. Si se tiene más de un distribuidor horizontal, el cable de conexión entre distribuidores no deberá será mayor a 30 m y dentro de los cuales, en el recorrido el cable no tendrá más de dos curvaturas de 90º. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 C.0, 2009)

Los tipos de distribuidores pueden ser:

- **Patch Panel**: Se puede instalar hardware de patch panel, KVM, repetidores, hubs o switch de distribución (máximo para 280 conexiones) sobre el cielo raso o en gabinetes modulares en zonas de fácil acceso para personal de administración.
- **Puntos de Consolidación (CP):** El hardware deberá ubicarse en zonas medulares y permanentes del edificio para permitir el posible movimiento de las WA en tiempos posteriores. Los cables de conexión cruzada del CP – HDA/MDA deberán ser como mínimo de 15 m respectivamente para evitar problemas de diafonía y pérdida de

retorno. Los cables de conexión CP – WA serán máximo de 22 m de longitud. Un cable horizontal no podrá tener, en toda su extensión, más de un punto de consolidación y cada CP permitirá la conexión hasta máximo de 12 estaciones de trabajo.

- **Mutoas (MT):** Es un hardware de uso más para el área de trabajo debido que pude conectarse a ella directamente los equipos finales de usuario (sin toma intermedia). Deberán ser ubicados en paredes o muebles fijos de la infraestructura, está prohibido su instalación en techos falso o sobre el piso. Los cables de conexión cruzada de la MT – HDA/MDA deberán ser como mínimo de 15 m para evitar problemas de diafonía y pérdida de retorno y el patch cord de conexión MT – WA/UF (Usuario Final) será máximo de 5 m. Una MT ofrecerá su servicio máximo a 12 áreas de trabajo. (Cisco Systems, Inc, 2012)

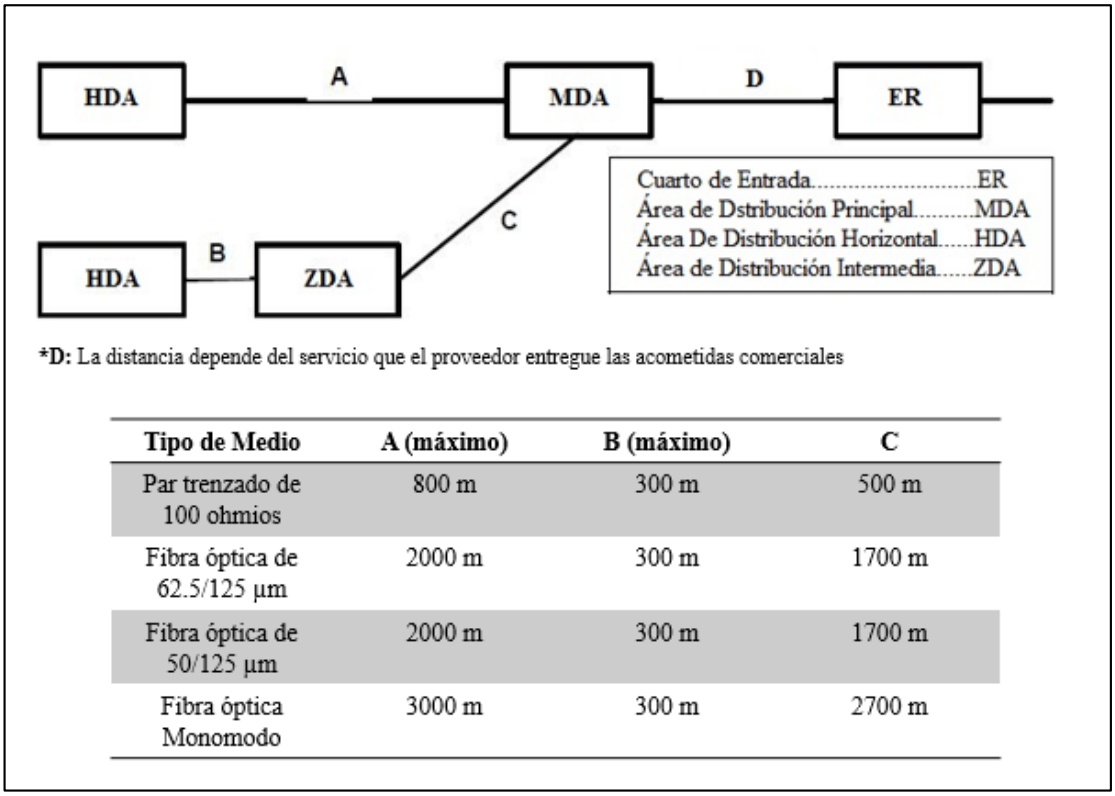
2.6.4.2 Cableado de Backbone o Troncal

Características

La función del cableado Backbone es la interconexión de cuartos de equipos, terminales e instalaciones troncales e incluso infraestructuras entre edificios. Debido a esto, el cableado deberá ser de alta disponibilidad y capacidad.

Entre los parámetros de diseño de un cableado de Backbone deben constar la capacidad suficiente de abastecer, soportar todos los servicios actuales y garantizar los futuros con una escalabilidad y durabilidad entre 3 a 10 años como mínimo.

De manera genérica, la distancia máxima de una cableado backbone no debe superar los 90 metros de longitud. Sin embargo, las distancias intermedias dependerán de las conexiones cruzadas y el medio de transmisión empleado (Figura 16). (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 B.1, 2001)



***D:** La distancia depende del servicio que el proveedor entregue las acometidas comerciales

Tipo de Medio	A (máximo)	B (máximo)	C
Par trenzado de 100 ohmios	800 m	300 m	500 m
Fibra óptica de 62.5/125 µm	2000 m	300 m	1700 m
Fibra óptica de 50/125 µm	2000 m	300 m	1700 m
Fibra óptica Monomodo	3000 m	300 m	2700 m

Figura 16. Longitud máxima de Backbone
Fuente: Asociación de Industrias de telecomunicaciones. (2002). *Estándar para cableado estructurado en edificios comerciales 568 B.1*. Obtenido de: Topología de sistemas; pág.22

Topología

La topología del cableado vertical será siempre en estrella jerárquica con no más de dos subniveles jerárquicos (Figura 17) y el recorrido del medio de transmisión podrá ser horizontal (misma planta) como vertical (otras plantas).

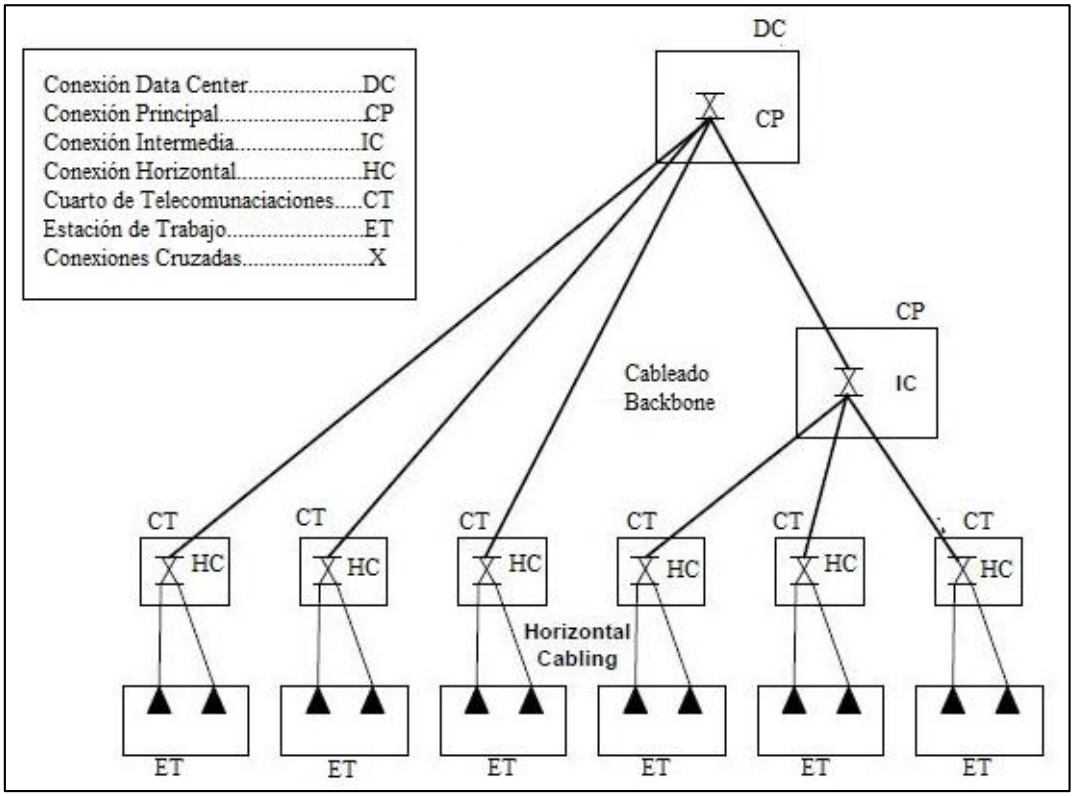


Figura 17. Topología estrella del Backbone
Fuente: Asociación de Industrias de telecomunicaciones. (2009). Estándar de Cableado Estructurado para Edificios Comerciales 568 C.0. Obtenido de: Topologías de sistemas, pág. 19

Medios de Transmisión permitidos

Para el sistema de cableado Backbone se reconoce los siguientes medios de trasmisión:

- Cable de par trenzado de 100 ohmios.
- Cable de fibra óptica multimodo, ya sea de 62,5 / 125 mm o 50/125 mm.
- Cable de fibra óptica monomodo. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 C.0, 2009)

2.6.5 Bandejas y Escalerillas

Todo el cableado de datos será transportado, en toda su extensión, en bandejas, escalerillas, charolas, o canaletas, específicas para este fin. Deberán ser metálicas, con características anticorrosivas, antiestáticas, proteger al cableado, lo más posible, de interferencias electromagnéticas y ser de dimensiones tales que el cableado de datos no supere el 80% de capacidad total de la canalización. Deberán ser ubicadas sobre el techo falso (sin vista a

usuarios) y, sobre tuberías Conduit para recorridos verticales entre plantas. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.6.6 Racks y Gabinetes

Un rack de telecomunicaciones, es un soporte metálico construido para alojar equipamiento electrónico, informático y/o de telecomunicaciones, con la finalidad de tener una fácil distribución y ubicación de los equipos para su administración. Los racks son generalmente encerrados en estructuras metálicas denominadas bastidores o gabinetes, cuya función es la mejorar la seguridad y protección del equipamiento TIC contra el medio ambiente y/o manipulaciones de personal no autorizado; asimismo, los gabinetes permiten optimizar la circulación directa del aire frío. (Pacio, 2014)

2.6.6.1 Tipos

Los racks de 2 postes generalmente se utilizan en salas de cómputos y salas de equipos de pequeñas dimensiones que presentan limitado número de equipos, cargas físicas y de procesamiento. Para mejorar las deficiencias del rack anteriormente citado, se implementa un rack de 4 postes, el cual presenta alta robustez para alojar: mayor cantidad de equipos TIC y manejar distribuciones del cableado de datos (Figura 18).

Por la ubicación, se tiene racks de piso y de pared. Los racks de piso son estructuras de dos o cuatro postes, cuyas características físicas hacen que la base se ancle al piso; se utilizan en Centros de Datos y Salas de Equipo donde el número de equipamiento TIC es considerable. Para los racks de pared, la estructura está diseñada para ser fijada sobre muros de construcción o estructuras verticales; permiten alojar cantidades mínimas de equipos TIC, generalmente equipos de Routing o Switching. (Figura 18) (OLARETTA Servicios Generales SAC, 2011)

Referente a gabinetes, se puede encontrar en el mercado gabinetes de piso y para pared de dimensiones acordes al rack que se pretende alojar en su interior.

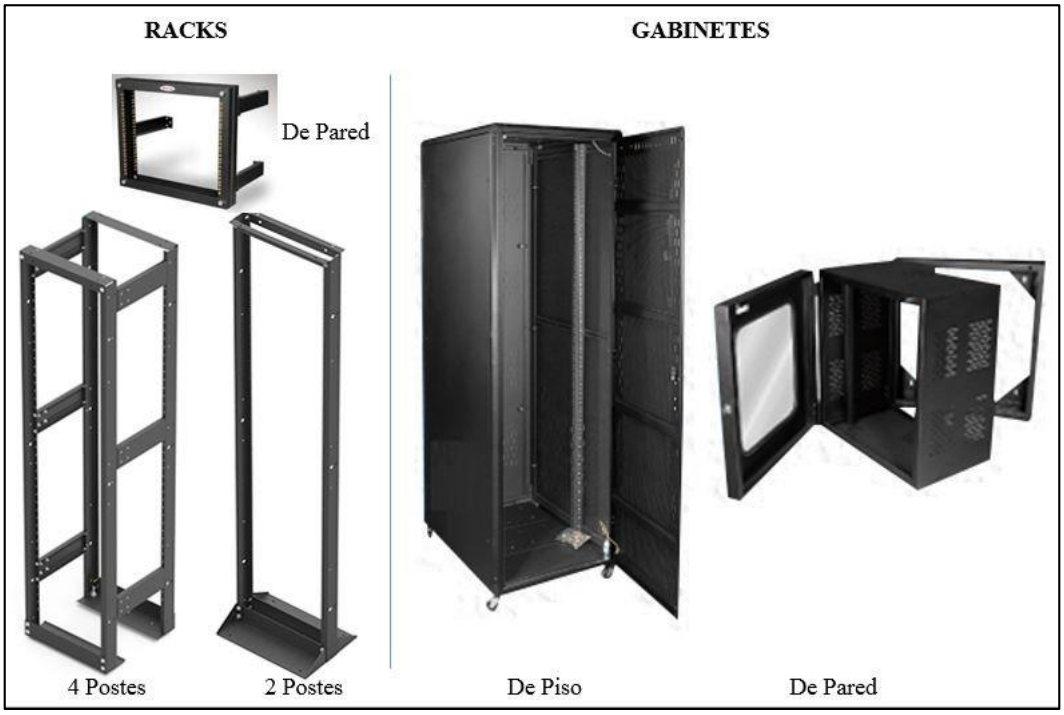


Figura 18. Tipos de Racks y Gabinetes para comunicaciones
Fuente: INSELEC Cía. Ltda. (2016). *Catálogo de Productos.* Obtenido de Gabinetes Modulares: http://inselec-ecuador.com/beaucoup/

2.6.6.2 Dimensiones

La altura recomendada de los racks y gabinetes a instalar en un Centro de Datos, no debe ser superar los 2.4 m. Así mismo, antes de ubicar un rack en un Data Center, se deberá considerar previamente la profundidad del equipo TIC que se pretende alojar. La profundidad del rack debe ser al menos 150 mm mayor a la profundidad del equipo. Esto ayudará a una mejor administración de cableado de datos, cableado eléctrico, instalación de regletas, paneles y mejorará la circulación del flujo de aire dentro del rack o gabinete. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.6.6.3 Unidades de Rack

Cada rack o gabinete del Data Center debe contener rieles metálicos preferentemente de 42 Unidades de Rack [UR]. Cada UR (4,45 cm) generalmente debe estar delimitada y enumerada. Los equipos activos, pasivos y demás hardware de conexión que se ubiquen en el rack deberán colocarse sobre dichas limitaciones de UR para una fácil distribución y ubicación. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.6.6.4 Complementos de gabinetes y racks

Para mejorar la distribución y administración de los equipos, en un rack y gabinete puede instalarse varios complementos:

- Para la instalación de servidores tipo "*blade*" será necesario la instalación de bandejas metálicas de soporte, ya sean fijas o corredizas; para equipos multimedia (monitores, teclado, mouse) de igual manera se empleará bandejas específicas para tal fin.
- Para recibir todo el cableado estructurado, en el rack de comunicaciones se deberá instalar patch panels que se convertirán en un punto fijo de interconexión entre el cableado y los equipos de red. Todo el cableado de parcheo y conexión al interior del rack, deberá ser manejado con organizadores de cables tanto horizontales como verticales.
- Puede ser opcional a instalación de: ventiladores internos de refrigeración, sensores de temperatura, sensores de presencia, alarmas, y demás dispositivos de protección (Figura 19). (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

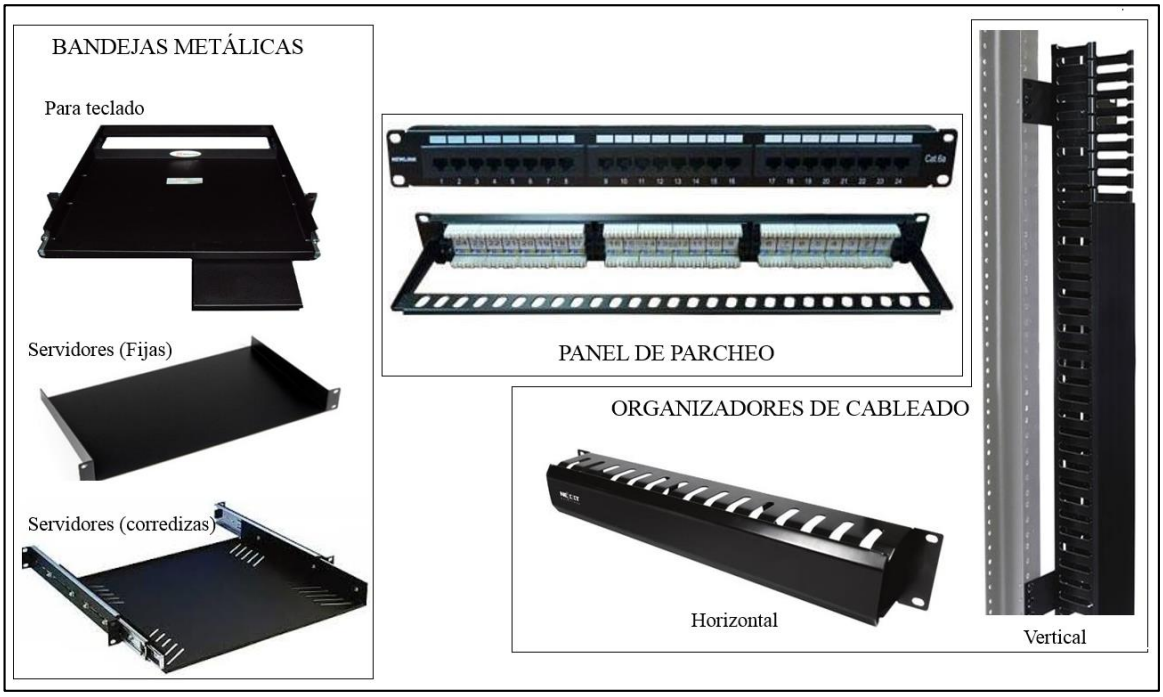


Figura 19. Complementos para gabinetes y racks de comunicaciones
Fuente: PANDUIT. (2013). *Products & Services.* Obtenido de Armarios, administración de temperatura, estantes y armazones: http://www.panduit.com/es/products-and-services/products/cabinets-racks-and-cable-management

2.6.6.5 Distribución en el piso técnico

Los racks y gabinetes al interior de un Centro de Datos, deberán serán distribuidos tomando en cuenta sus caras frontales y posteriores. Los armarios se deberán ubicar, con las caras frontales, uno frente a otro; y con las caras laterales, uno a continuación de un anterior. Este proceso permitirá la distribución de los gabinetes y racks en forma de filas.

Las marcas de unión de baldosas en el piso falso a manera de cuadricula, deberán ser una guía de ubicación. Los racks y gabinetes estarán alineados a lo largo de las cuadriculas, permitiendo una distribución correcta de la carga física sobre el Piso Técnico. Por ningún motivo se debe colocar los racks y gabinetes frente a los recortes realizados en el piso técnico para el cableado, la ubicación correcta es ubicarlos sobre dichos recortes para evitar obstruir o generar accidentes al personal. (Pacio, 2014)

2.6.6.7 Espacios entre racks y gabinetes

La separación mínima, al tener una distribución de racks con las caras frontales "frente a frente", será de 1 m (recomendado: 1,20 m). Este espacio permitirá la inclusión, extracción, trabajos y/o mantenimiento de los equipos TIC. La separación entre las caras posteriores entre racks deberá ser como mínimo de 0,60 m (recomendado: 1 m). (Pacio, 2014)

2.6.6.4 Distribución y ubicación de equipamiento

El equipamiento electrónico y de telecomunicaciones deberá ser ubicado y distribuido correctamente dentro de racks y gabinetes. Se debe realizar una distribución ordenada e ir ubicando los equipos uno a continuación de otros con el fin de minimizar el espacio de uso. Los racks vacíos que se pretenda ubicar (con el fin de escalabilidad) deben ubicarse juntos con el fin de mejorar la eficiencia del sistema de climatización.

Si los paneles de conexión se instalan en la parte frontal del rack o gabinete, los rieles metálicos deberán estar empotrados por lo menos 100 mm hacia dentro del rack, esto con el fin de facilitar el manejo del cableado entre paneles y la ubicación de puertas.

Del mismo modo, si los paneles de conexión se ubican en la parte posterior del rack o gabinete, los rieles posteriores deberán estar empotradas 100 mm hacia dentro. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.6.6.6 Paneles y regletas eléctricas

La configuración típica y general de regletas eléctricas en los racks y gabinetes deberán proporcionar, al menos, 20 A-120 V y contar con conexiones, neutro y a tierra.

Se debe contar con elementos indicadores (Leds o pantallas LCD) del estado de las regletas y paneles eléctricos. Deberá evitarse lo más posible, el uso de regletas y paneles que contengan botones y breakers de ON/OFF, para evitar cualquier intento de apagado intencional o circunstancial. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

El número de regletas y paneles eléctricos en un rack no está normalizado, pero el administrador debe considerar el número de conexiones necesarias para abastecer todo el equipamiento TIC y hardware de conexión que se aloje o se pretenda alojar. Adicionalmente cada regleta electriza debe estar enumerada y etiquetada con el PDU, el circuito eléctrico al que pertenece y el breaker correspondiente al tablero de distribución. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

Racks y gabinetes que no contienen equipamiento activo, no es necesario la instalación de regletas y paneles eléctricos.

2.7 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS PARA UN DATA CENTER TIER I

Los parámetros y consideraciones que se requiere para que un Centro de Datos sea considerado como TIER I, están basados en las especificaciones del Estándar ANSI/TIA/EIA 942, y que a continuación se resumen.

2.7.1 Requerimientos De Infraestructura

El espacio físico donde se implementará el CDP, deberá presentar las siguientes particularidades:

- Infraestructura sin restricciones: puede ser implementado en cualquier tipo de construcción civil que cumpla con rangos ambientales permitidos para escenarios TIC.
- Condiciones ambientales aceptadas: temperatura en el rango de 19 a 25 ºC; con un porcentaje de humedad de entre el 40 y 55%.
- La inmediación deberá estar ubicada en zonas perimetrales del edificio, que garantice la fácil entrada y salida de equipamiento y personal al Centro de Datos.
- El estudio geográfico sobre vibraciones sísmicas no es obligatorio.

- Altura mínima de 2.6 m entre piso (técnico o real) y el techo de cielo raso.
- La edificación deberá ser una propiedad legalmente reconocida por el Estado, libre de cualquier sanción legal e impuesto tributario.
- Sobre el techo, bajo el piso y en construcciones adyacentes, no se deberá tener ningún paso de tuberías, instalaciones hidráulicas y/o sanitarias.
- El área física del Data Center deberá ser tal que permita el alojamiento de todo el equipo de comunicaciones actual y futuro. Se tomara en cuenta un valor de escalabilidad y crecimiento real para evitar problemas de sobredimensionamiento.
- No se exige, pero si se recomienda, la instalación de sistemas de Piso Técnico y Cielo Raso. En caso de instalación del piso, éste se lo hará a una altura mínima de 30 cm del piso verdadero y la separación entre planchas será máximo de 1 mm. De igual manera el cielo raso será instalado a una distancia mínima de 0,5 m con la superficie de los racks.
- Medidas mínimas de las puertas de acceso: 1 m de ancho por 2.13 m de alto.
- No están permitido ningún tipo de ventanas, ventanales o cualquier estructura de ventilación.
- La colocación de pintura epóxica y antiestática en los muros perimetrales no es obligatoria, pero si recomendada.
- Iluminación de 500 lux medidos en el plano horizontal y 200 lux en el plano vertical, medidos a un metro de altura del piso técnico, si se tiene instalado, o en su defecto del piso real. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.7.2 Requerimientos Eléctricos

Las especificaciones para la alimentación eléctrica en un Centro de Datos Tier I, se describen a continuación, recordando que en ninguna instalación ni circuito de este tipo, la redundancia es obligatoria, pero tampoco estará negada:

- Cálculo del consumo eléctrico necesario y suficiente para el CDP y todo su equipamiento, actual y futuro (factor de escalabilidad).
- Es necesario un tablero eléctrico de características técnicas básicas para recibir las acometidas eléctricas comerciales.
- Alimentación eléctrica, al interior del Data Center, divida en circuitos derivados no mayores a 20 [A] a través de tableros eléctricos.
- Instalación de regletas eléctricas sencillas o PDUs básicas, una por cada rack implementado.
- Protecciones eléctricas contra sobre voltajes, sobre-corrientes y sus variaciones. Las protecciones instaladas serán de características aceptadas, suficientes (no sobredimensionadas) y básicas.
- Los recorridos del cableado eléctrico serán, mínimo, a través de mangueras y/o ductos metálicos (recomendación: escalerillas) y la separación respecto al cableado de datos será de acuerdo a las especificaciones de la TIA – EIA 568 C2.
- El calibre de los cables eléctricos que se empleen, serán seleccionados de acuerdo a las especificaciones las normas TIA, EIA y NFPA 70.
- Los conductores eléctricos tendrán, en toda su longitud, aislamiento PVC del color de acuerdo a lo especificados por la NFPA 70 para su fácil reconocimiento.
- Si es posible, pero no exigido, las terminaciones que se empleen para el cableado eléctrico: tornillería, tuercas, pernos, zapatas y demás; deberán tener propiedades anticorrosivas y antiestáticas.
- La instalación de un sistema de UPS no es obligatorio, pero si recomendado. El sistema deberá garantizar una autonomía mínimo de 15 minutos sin el servicio eléctrico comercial.

- Se recomienda topología tipo “on-line” para el UPS con sistema By Pass interno automático. Las baterías internas del UPS serán tipo selladas y no inundadas.
- Todos los conductores eléctricos deberán estar etiquetados en sus dos extremos, refiriéndose al circuito y tablero de correspondencia, siguiendo el diseño, formato y codificación de etiquetas empleado.
- Se requiere mínimo un sistema de puesta a tierra básico, que siga los lineamientos del estándar TIA EIA 607 B. Esto implica la instalación de: barras TMGB, TGB; conductores de cobre, TBB; electrodos a tierra; mallas equipotenciales; preparación del suelo; y en posible, la instalación de pararrayos. Considerando siempre los niveles mínimos permitidos de resistencia eléctrica y características técnicas de los componentes. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.7.3 Requerimientos Mecánicos

Para la instalación de los sistemas mecánicos en el Centro de Datos, se considerará:

- Sistema básico de detección contra incendios (alarmas, aspersores, etc.).
- Un sistema de detección de humo y fuga de líquidos no es obligatorio, pero si recomendado. En caso de su instalación, deberá emplearse sensores de detección especificados en la norma NFPA 76.
- Las condiciones para la instalación de extintores de fuego, se lo hará de acuerdo a la norma NFPA 10.
- No se exige la implementación de un sistema de CCTV. Pero si se propone la instalación de una o dos cámaras de seguridad al interior del CDP.
- Sistema de refrigeración básico y no redundante, que sea suficiente para la carga calórica actual y futura.

- Instalación de Puerta de Seguridad con características: anti-robos, retardante al fuego, control de acceso y cierre hermético.
- Ubicación de señaléticas internas y externas al CDP de colores de acuerdo a su descripción: verde – información, amarillo – prevención y/o advertencias, rojo – peligro o restricciones. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)

2.7.4 Requerimientos De Telecomunicaciones

Un Centro de Datos Tier I presenta los siguientes requisitos en su sección de comunicaciones, tomando, recordando que en ninguno de sus subsistemas ni equipos se exigirá redundancia de conexiones:

- Siguiendo una topología de conexión tipo "estrella", los espacios de telecomunicaciones básicos con los que se deberá contar, serán: Cuarto de Entrada; Área de Distribución Principal, Área de Distribución Horizontal (Opcional), Cableado Horizontal, Cableado de Backbone y Áreas de trabajo.
- Los medios de transmisión empleados para las comunicaciones y sus características deberán ser los aceptados y reconocidos por los estándares *"Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises 568 C.0 y 568 C.1"* de la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones.
- El Cableado horizontal deberá cumplir los parámetros básicos de la ANSI/TIA/EIA 568 C.0, entre los que se destaca: medios de trasmisión UTP 5e o superior o fibra óptica; longitud máxima de 90 m; recorridos por bandejas o escalerillas metálicas; como máximo, dos curvaturas de 90º del cable UTP en tramos de 30 m.; uso de conectores RJ45 (Plugs y Jacks); está permitido el uso de mutoas y puntos de consolidación siempre y cuando la separación mínima al Área de distribución Principal u Horizontal sea 15 m.

- Cableado vertical o backbone permitido: fibra óptica; UTP Categoría 5e o superior. (Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942, 2005)
- La instalación y distribución de equipos TIC y demás, al interior del CDP, se lo hará en racks y/o gabinetes que cumplan recomendaciones básicas del estándar *"Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers 942 A"* de la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones.

CAPÍTULO III

3.1 SITUACIÓN ACTUAL

Se realizará recopilación de información en la Facultad (FICA) para analizar en cada subsistema que conformará el nuevo Data Center, las condiciones en las que se encuentran, y determinar, si el equipamiento y/o infraestructura disponible pueda estar apto para formar parte de la nueva estructura de red.

Después de la revisión, en el caso de que el equipamiento o la infraestructura no sean los necesarios y/o adecuados, sus características mínimas y respectivas recomendaciones de implementación, serán incluidas y consideradas en la Sección de Diseño del Data Center de este documento.

3.1.1 Subsistema De Infraestructura

Para la instalación de un ascensor en el edificio, como parte del proceso de adecuación de la infraestructura de la Facultad, se tiene planificado la construcción de sus pasillos de acceso por la parte central de todos los niveles de la construcción, atravesando y demoliendo en el primer piso, el inadecuado Cuarto de Equipos IT, por lo que obligatoriamente se tendrá que planificar la reubicación de todo los equipos de red y telecomunicaciones disponibles.

Una vez realizada la propuesta de la reubicación de equipos, las autoridades locales presentaron tres espacios físicos como opciones para un Data Center. El análisis y definición de la inmediación que mejor se adapta a los requerimientos de un CDP, se detallan en la sección 3.2.1 del Capítulo III.

Una vez determinado el espacio físico para el Centro de Datos, ahora se procede a analizar las condiciones de infraestructura en las que la inmediación se encuentra:

- Dimensiones lineales: 2,85 m de longitud por 3 m de ancho; para un área total de 8,55 m^2.
- No existen tuberías o acometidas hidráulicas sobre el techo, bajo el piso ni en inmediaciones adyacentes al espacio físico.
- Piso real cubierto de cerámica tipo mármol de colores gris-blanco.
- Cielo raso de color blanco, material frágil y combustible, instalado a una altura de 3 metros, medida desde el piso real.
- Paredes estucadas, limpias, construidas con materiales resistentes al fuego (ladrillo, arena, cemento). No se visualiza deterioros, grietas o daños similares en los muros que ameriten algún tipo de mantenimiento. Las paredes están terminadas uniformemente con pintura acrílica, de color beige.
- Una puerta de ingreso de madera con orientación hacia la zona de pasillos y dos ventanas con vista, una hacia el exterior y otra al interior de la Facultad.
- 350 lux de iluminación en la frontal de los racks y 62,5 lux en la posterior de los mismos, medida a un metro del piso real. Se tiene instalado una luminaria de dos lámparas fluorescentes. Las características actuales de iluminación en general no son las mejores.

3.1.2 Subsistema Mecánico

Al ser un área física relativamente nueva, queda claro que no se tiene instalado ningún sistema mecánico requerido por Centro de Datos, que entre los básicos se puede mencionar:

- Sensores de detección de fenómenos como fugas de humo, líquidos, presencia de fuego, calor, humedad, etc. y sus correspondientes mecanismos de respuesta: extintores de fuego, sistema de aspersores, drenajes, entre otros.

- Puerta de seguridad con control de acceso electrónico: Únicamente se tiene una puerta de madera con una cerradura metálica de mango tradicional y aros metálicos para el uso de candados. El acceso a este lugar se lo hace a través del uso de llaves, sin ningún tipo de control en el acceso de personas.
- Los muros perimetrales del espacio físico están en la capacidad de soportar fuego directo por lo menos 2 horas, tal y como lo recomiendan las normas NFPA.
- Cámaras de seguridad al interior del nuevo CDP. Por ahora solo se cuenta con el Sistema de Video vigilancia del Edificio, que cubre hasta la zona de los pasillos de acceso.
- Sistema de refrigeración y Aire Acondicionado: Tal y como se encuentra el área actualmente, no es necesario la instalación de un HVAC debido a que es un espacio físico abierto, con ventilación a través de ventanas. Sin embrago, el estándar exige que la zona de un Centro de Datos debe ser un área herméticamente cerrada, por lo que la refrigeración del aire se convierte en un requisito principal pues la cantidad de equipos eléctricos/electrónicos que se incluirán en la inmediación generaran una considerable carga de energía calórica.

3.1.3 Subsistema Eléctrico

Las condiciones actuales del servicio e instalaciones eléctricas en el espacio físico para el nuevo CDP son:

- No se tiene una acometida eléctrica independiente para el futuro Centro de Datos. Las instalaciones eléctricas actuales del área provienen de la distribución general del Edificio, sin protecciones, presentando riesgos de sobrecargas o desbalanceo de cargas.
- Las instalaciones no cuentan con protecciones eléctricas suficientes contra transitorios de voltaje y sobre-tensiones. Los tableros eléctricos instalados cuentan

solo con disyuntores de salto y de conmutación. Además, no existe ningún sistema de puesta a tierra ni para el área del CDP ni para las instalaciones eléctricas de la Facultad.

- La iluminación es el único circuito eléctrico derivado al interior de la inmediación, por consiguiente no se maneja ningún tipo de tablero eléctrico.

3.1.4 Subsistema De Telecomunicaciones

3.1.4.1 Topología de red interna

En la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, las comunicaciones y demás servicios de red se realizan a través de hardware de networking alojado en un gabinete de telecomunicaciones, que se ubica en un cuarto de bodega, en el primer piso de la Facultad. Y que por las razones expuestas anteriormente, éste será reubicado al nuevo Centro de Datos.

Los servicios de red provienen desde el DDTI a través de un cable de fibra óptica de 62.5/125 μm de 6 hilos, lo cuales se reciben en una bandeja específica para el arreglo, organización y distribución de cada hilo hacia un switch compatible con esta tecnología, de alta disponibilidad y capacidad de procesamiento, por medio de pigtails tipo LC. Los puertos de conexión RJ45 del switch de CORE se distribuyen a través a patch panels horizontales instalados en el rack empleando patch cords UTP Categoría 6.

3.1.4.2 Topología de red externa

El gabinete de comunicaciones de la Facultad antes nombrado y toda su infraestructura de red, están configurados de tal manera que son el punto de redundancia del anillo principal de fibra óptica interno de toda la Universidad. En otras palabras, si se presentan inconvenientes (cortes del medio de transmisión o fallas de hardware) en la red principal de la Universidad, el equipamiento de red de la FICA, inmediatamente entra a ser el nexo de comunicación entre el

Departamento DDTI y el resto de entidades de la red (Facultades, Auditorios, Departamentos, etc.) a través del anillo de fibra óptica secundario.

3.1.4.3 Cableado Estructurado

La red local de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas cuenta con cableado estructurado UTP Categoría 5e, no certificado. Es necesario realizar una reestructuración del sistema de etiquetado de todo el cableado debido a que el actual ha quedado obsoleto con información incoherente.

Sus recorridos horizontales están llevados sobre las estructuras del cielo falso, en bandejas metálicas con varillas transversales tipo malla. Los recorridos verticales no tienen canalizaciones adecuadas como bandejas anti estáticas que lo protejan de fenómenos externos como humedad, temperatura o ruido causado por los campos electromagnéticos de la red inalámbrica.

En varias zonas, el cableado supera el número de curvaturas $\geq 90°$ que especifica el estándar (máximo 3 en la longitud de 90 m).

3.1.4.4 Equipos TIC y demás hardware de conexión disponible

Racks

El rack actual de telecomunicaciones de la Facultad (rack 1) tiene las siguientes características: Gabinete marca BEAUCOUP; de color negro; metálico; de 2 m de altura; 0,6 m de ancho y 0,8 m de profundidad; con rack interno de 4 postes con capacidad máxima de 42 UR, bien definidas y numeradas en su totalidad. La puerta frontal es 75% de vidrio y la puerta posterior esta perforada 25% para ventilación. La estructura presenta pre-perforaciones superiores e inferiores para la entrada/salida de cableado. Para facilidad de su desplazamiento, posee cuatro ruedas inferiores con sistema de bloqueo.

A través de gestiones administrativas realizadas por la Facultad y la Universidad, se ha adquirido dos racks adicionales tipo gabinetes. La tabla 7 describe las características básicas que presentan estos equipos.

Tabla 7.

Características de los racks disponibles

ÍTEM	RACK 1	RACK 2	RACK 3
Marca	BEAUCOUP	BEAUCOUP	PROTECOMPU
Alojado en Gabinete	SI	SI	SI
Material	Metálico	Metálico	Metálico
Color	Negro	Negro	Negro
Altura [m]	2	1,8	1,95
Ancho [m]	0,6	0,82	0,68
Profundidad [m]	0,8	1,05	0,99
Unidades de Rack [UR]	42	36	30
Rieles metálicos numerados y señalizados	SI	SI	NO
Perforaciones superiores e inferiores para la salida y entrada de cableado	SI	SI	SI
Puerta frontal con perforaciones	SI	SI	NO
Puerta posterior con perforaciones	SI	SI	SI
Profundidad de los rieles empotrados de tal forma que permitan la instalación de patch panels y organizadores de cableado	SI (150 mm)	SI (150 mm)	NO (120 mm)
Ruedas de desplazamiento	SI	SI	SI

Fuente: Infraestructura de red de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

De la tabla anterior, hay que complementar que:

- El rack 3 dispone de 30 UR con la posibilidad de aumentar a 42 UR si se retira el sistema de aire acondicionado superior que tiene instalado. Debido a que el Centro de Datos contará con sistema de refrigeración, el aire acondicionado de este rack se vuelve innecesario, agregando además que por el deterioro físico que presenta en sus componentes: alimentación eléctrica y ventoleras, no ofrece garantías de un buen desempeño.
- El rack 3 no tiene numeradas ni definidas las UR en los rieles metálicos por lo que puede usarse cualquier método válido de etiquetado para hacerlo.

Hardware de Networking

El switch de alta disponibilidad citado en la sección 3.1.4.1, es un switch de la marca CISCO, modelo Catalyst 4506E, con dos módulos de fibra y 3 módulos de interfaces

Se cuenta además con tres switchs de 24 puertos: dos de la marca 3COM y uno de la marca CISCO Linksys modelo SR224G.

Servidores

La Facultad cuenta con varios equipos TIC que cumplen con la función de servidores (Tabla 8), distribuidos por todo el edificio en lugares poco recomendables, y que debido a la implementación del nuevo Centro de Datos, podrían ser reubicados a él.

Tabla 8.

Servidores de la Facultad FICA

	SERVIDOR	FUNCIÓN
Equipos de la Facultad	IBM System x3500 M4	Repositorio DSpace
	IBM System x3500 M4	Reactivos
	IBM System x3200 M2	DHCP FICA (Inactivo)
	HP Proliant ML150 G5	Proyecto Cloud Open Stack
	PC “Clon” (Core i3)	Administración de Biométricos
	HP Proliant ML150 G5	Servicio de encuestas y evaluación-OPINA
Equipos nuevos adquiridos	HP Proliant DL360 G9 *Serie: MXQ51704F7*	Plataforma OPENSTACK
	HP Proliant DL360 G9 *Serie: MXQ51500L9*	Plataforma EUCALYPTUS
	HP Proliant DL360 G9 *Serie: MXQ51704F9*	Plataforma OPEN NEBULA

Fuente: Administración Laboratorios de Computación FICA

Adicionalmente, para fomentar los proyectos de investigación de estudiantes y docentes, la Facultad ha adquirido tres servidores nuevos de la marca HP (Tabla 8).

3.2 DISEÑO DEL CENTRO DE DATOS – TIER I

3.2.1 SUBSISTEMA DE ARQUITECTURA

3.2.1.1 Definición del espacio físico

Para definir el espacio donde se instalará el Centro de Datos, deberá tomarse en cuenta varios aspectos previos que a continuación se describen.

Consideraciones Legales

La inmediación del lugar donde se instalará el Data Center será en la infraestructura de la Facultad. Es así que en condiciones legales no habrá problema debido a que la Universidad Técnica del Norte al ser una institución educativa pública, el pago de impuestos, ordenanzas municipales, derecho de propiedad y/o cualquier otra ley local referente a infraestructuras y construcciones están garantizados.

Libre de Vibraciones

La Facultad no cuenta con un estudio sobre las condiciones geográficas y vibraciones sísmicas de su asentamiento y los riesgos que éstos pudieran generar. Pero se puede afirmar que la zona donde se ubica la inmediación del Data center y la infraestructura de la Facultad, no está expuesta a trabajos industriales y/o civiles que puedan generar vibraciones del asentamiento. Además, el espacio físico asignado para el CDP está ubicado en la planta baja del edificio, lo que mejora la estabilidad del suelo ante los ya mencionados problemas.

Condiciones ambientales

La inmediación deberá ser un lugar que no tenga inconvenientes de humedad ni concentrar altos niveles de temperatura que generalmente provocan el deterioro acelerado de muros, paredes y demás zonas de la construcción.

Instalaciones y canalizaciones ajenas

No está permitido que sobre o bajo el espacio físico se tenga instalaciones ajenas al funcionamiento del CDP, principalmente cañerías hidráulicas y/o sanitarias.

3.2.1.2 Piso Técnico o Piso Falso

Materiales

Se instalará planchas de baldosa cuadradas con corazón de concreto y carcasa metálica electro-soldada. En lo posible deberán tener acabados con pinturas epóxicas y antiestáticas (Figura 20). El soporte de carga estática y dinámica deberá garantizarse cumpliendo con los requisitos mínimos especificados en la sección 2.3.2 de este documento. Las dimensiones de cada plancha serán de 61 x 61 cm de longitud y un espesor de 3,5 cm.

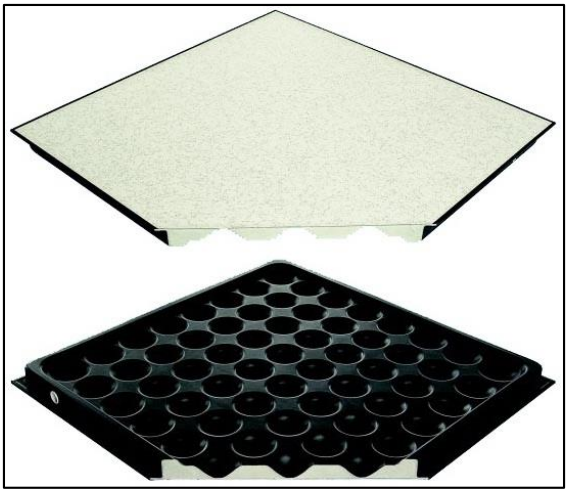


Figura 20. Planchas de Piso Técnico
Fuente: MOBLAR SA. (2013). Obtenido de: http://moblarpisotecnico.blogspot.com/p/especificaciones-tecnicas.html

Los pedestales, travesaños[10] y compontes adicionales (tuercas, tornillos, etc), que forman la estructura de soporte del piso técnico, serán metálicos y adaptables a las dimensiones de cada plancha. Asimismo, deberán ser cubiertos con pinturas antiestáticas y epóxicas retardantes al fuego. Los pedestales pueden ser redondeados o cuadrados y podrán adaptarse a la altura de

[10] **Travesaño:** barra metálica horizontal que forma parte de la estructura del piso técnico, que se instala para formar la base donde descansarán los paneles.

instalación del piso falso (35 cm). Las bases de cada pedestal deberán ser auto plegable con agujeros para su sujeción al piso y garantizar estabilidad a un nivel de 90º de verticalidad a la hora de su instalación. (Figura 21)

Figura 21. Pedestales y travesaños para Piso Técnico
Fuente: ALTIVO PEDRAS. (2013). Obtenido de: http://www.altivopedras.com/es/portfolio-items/piso-elevado/

Número de planchas y demás componentes

Las dimensiones del espacio físico del Data Center: son 2,85 metros de largo y 3 metros de ancho, por lo que el área del lugar es:

$$Largo\ x\ ancho = 2{,}85\ m\ x\ 3\ m = 8.55\ m^2$$

El área en metros cuadrados de cada plancha de baldosa es:

$$Largo\ x\ ancho = 0{,}61\ m\ x\ 0{,}61\ m = 0{,}3721\ m^2$$

Entonces, realizando una sencilla división (área del CDP/área de plancha), se concluye que para cubrir el área del espacio físico para el centro de Datos se necesita 23 planchas de baldosa de concreto. Así mismo, se necesitarán 42 pedestales y 62 travesaños aproximadamente.

Preparación del espacio físico

El espacio físico deberá ser desalojado de todo tipo de inmueble o equipo que ahí se encuentre. Se aspirará paredes, suelo y cielo raso, para que queden lo más limpio posible de basura y polvo.

Se aplicará pintura epóxica antiestática, resistente al polvo de colores medianamente oscuros en las paredes perimetrales del Centro de Datos hasta la altura de instalación que tendrá el piso técnico.

Instalación

El piso técnico se instalará a una altura de 35 cm del piso real, por lo que los pedestales deberán cumplir con esta longitud. Las bases metálicas serán armadas individualmente utilizando travesaños, pedestales, complementos de fijación y presión (tornillos, tuercas), comprobando siempre que la plancha ingrese sin imperfecciones y manteniendo un nivel de inclinación de 0º. Para la distribución de estos componentes deberá empezarse desde el fondo y lado derecho del cuarto físico para facilitar el movimiento del personal de instalación dentro de la inmediación durante el periodo de trabajo (Figura 22).

Terminada de cubrir toda el área del Data Center con la estructura del piso técnico, habrá que fijar los pedestales metálicos al piso real. Para esto se deberá utilizar pegamento especial de caucho que puede ser reforzado con la colocación de tornillos a presión en las bases.

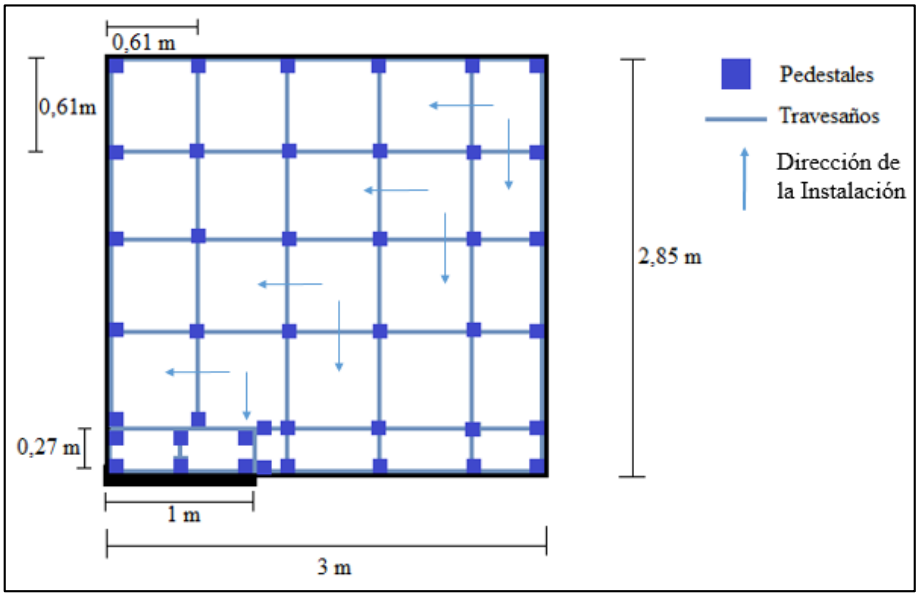


Figura 22. Distribución de travesaños y pedestales
Fuente: Diseño de Disposición de Piso Técnico

De igual manera la ubicación de las planchas de concreto se hará iniciando desde el fondo y de lado derecho (Figura 22). La unión entre paredes y paneles de piso técnico, así como la unión entre planchas (travesaños) deberán ser selladas con cinta antiestática para garantizar que no haya fugas del sistema de distribución de aire frío (Figura 23).

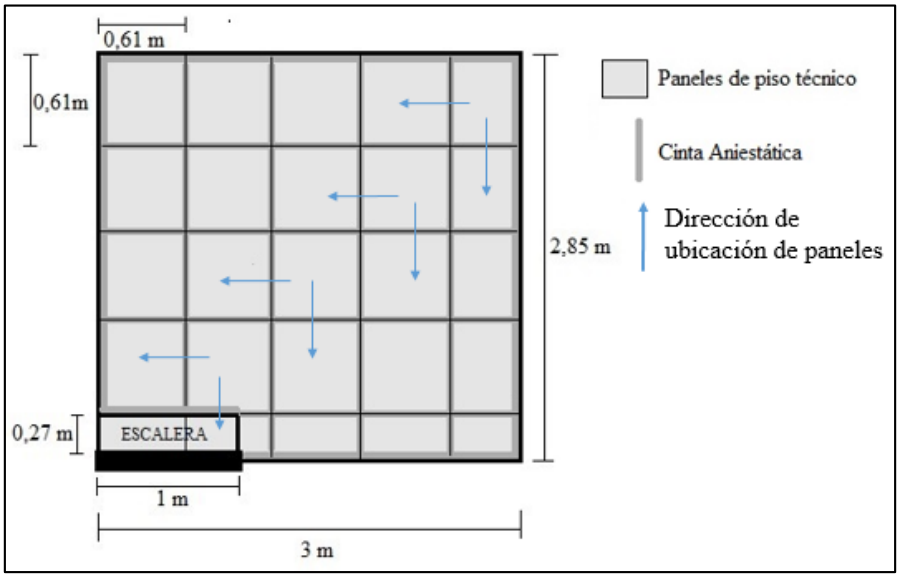


Figura 23. Distribución de Planchas en el Piso Técnico
Fuente: Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Paneles de Flujo de aire

Se instalará como mínimo un panel tipo rejilla bajo la ubicación de cada rack o gabinete para la distribución del flujo de aire. Los paneles serán del mismo material y características que las planchas de piso técnico instalado y deberán estar 50% de su superficie perforada. (Figura 24).

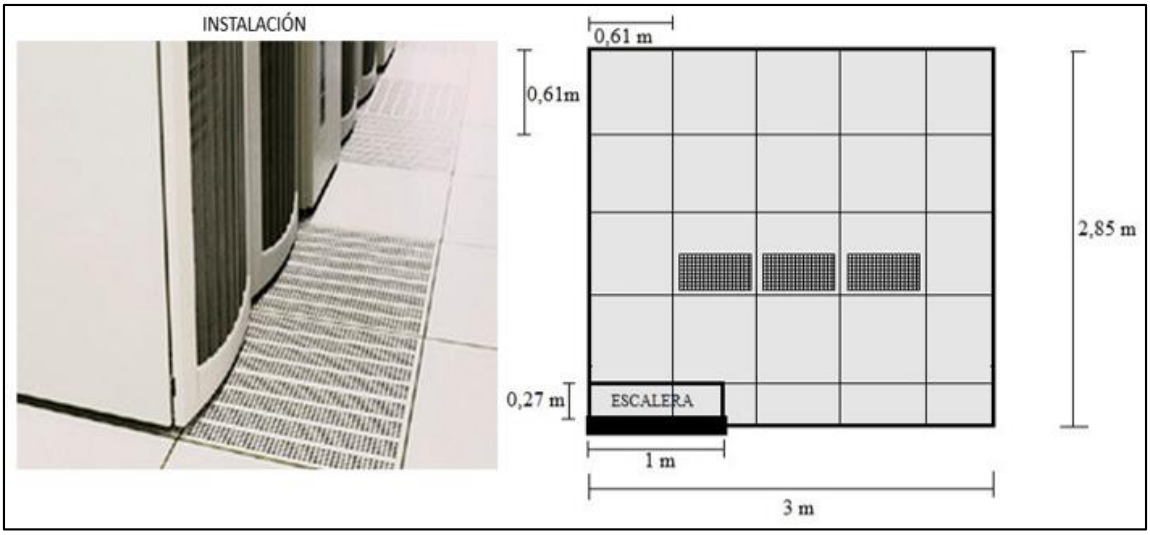


Figura 24. Ubicación de paneles de flujo de aire

Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Escalerilla de acceso

Debido a las dimensiones del Data Center, no es posible la instalación de un rampa, por lo que se implementará una escalera de acceso del mismo material de las planchas de Piso Técnico instalado y de dimensiones 0,30 cm de ancho por 0,15 cm de alto del escalón, con protecciones (rodo pasos) en las esquinas angulares para evitar deterioros o golpes innecesarios (Ver figura 25).

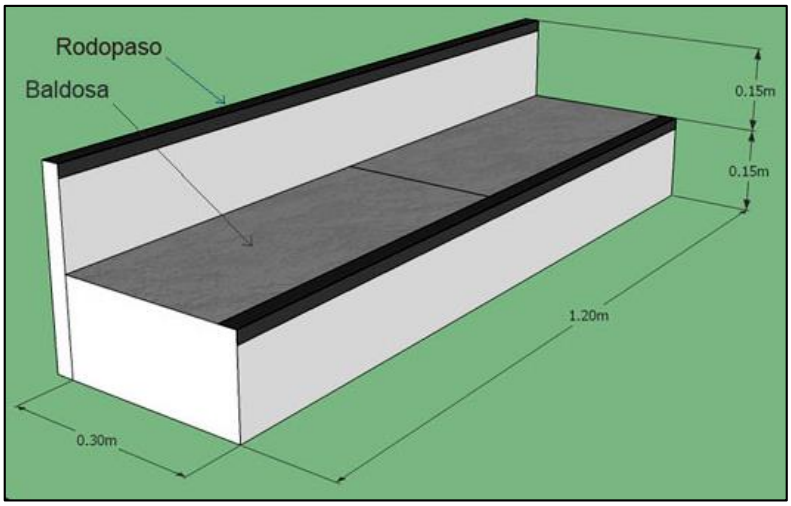


Figura 25. Escalerilla de Acceso a un Centro de Datos
Fuente: OLARETTA Servicios Generales SAC. (2015). Obtenido de: http://olaretta.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1

3.2.1.3 Cielo Raso

Características

La estructura de cielo raso o techo falso se instalará a una altura mínima de 2,6 m respecto del Piso Técnico, con las siguientes especificaciones para sus componentes:

- La estructura será de tipo “Suspensión” con travesaños metálicos protegidos con agentes anti estáticos.
- Estructura cuadrada de 610 mm de ancho por 610 mm de largo, alma de yeso de 5/16” (2,39 cm), bordes sellados y superficie laminada con vinil para facilidad de su

limpieza y mantenimiento. En lo posible se debe evita la instalación de placas de material

- Placas tipo CLEAN ROOM Clase 100 y 10M-100M, ideales para salas de cómputo y centros de datos, donde la limpieza es un factor de consideración.
- Placas con nivel de pandeo no superior al 10%, características acústicas, resistentes a la humedad, calor, sin presentar deformaciones
- Resistencia de las superficie ante el fuego según ASTM E84: propagación de llama nivel 5 y producción nula de humo. (National Gypsum, 2011)

Consideraciones de instalación

De acuerdo con las dimensiones especificadas anteriormente del material a emplear, se necesitará 23 placas de cielo raso para cubrir toda el área del Centro de Datos. Las placas se colocarán con la superficie limpia y pulida hacia abajo para una mejor estética de acabado.

La instalación de la estructura de suspensión para las placas y demás componentes del cielo raso, se deja a criterio del personal responsable contratado, respetando siempre los siguientes parámetros: altura mínima ya definida, estructura horizontalmente nivelada, posición correcta de las placas y perfectamente empalmadas entre sí (evitar fugas de aire refrigerado), cortes de la placas (iluminación y otros mecanismos) bien dimensionados y sellados.

3.2.1.4 Iluminación

Iluminación Verde

Para cumplir con los objetivos de eficiencia energética de los tratados de Montreal y Kioto, el desarrollo e implementación de tecnologías de iluminación LED es un tema que está en auge. Entre las principales ventajas de la tecnología LED frente a la iluminación tradicional están el ahorro energético (un promedio de 50%); periodos de vida útil más extensos; escasa o

nula generación de calor; arranque de sistemas de encendido instantáneos (no hay tiempos de carga), control electrónico, niveles de iluminación muy superiores a los fluorescentes.

Características

Se instalará luminarias tubulares tipo LED al interior del CDP. Quedan obsoletas y no permitidas las luminarias incandescentes, tubos fluorescentes u otro tipo de iluminación similar. Los tubos de iluminación LED serán de 120 cm de longitud y T8 de diámetro (2,54 cm). Consumo de potencia entre 15 y 18 W con luminancia mínima de 1800 lux. La emisión de luz será blanca transparente frosted. (Figura 26).

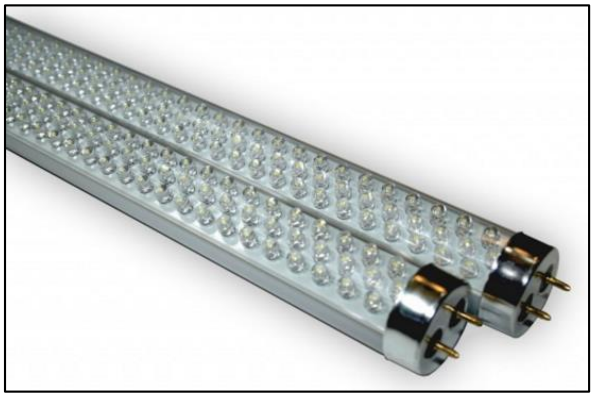


Figura 26. Luminaria LED T8 para Data Center
Fuente: TEHSA SL. (2012). *Tubo LED T8 para luminarias con fluorescentes*. Obtenido de Sistemas para Ahorro de Energia Electrica: http://www.infocomercial.com/p/tubo-led-t8-para-luminarias-con-fluorescentes-_42300.php

Número de luminarias

Primero, se realizara el cálculo del flujo total luminoso necesario, utilizando la siguiente formula:

$$\Phi_T = \frac{E_m.S}{C_n.C_m} \qquad (1)$$

Donde:

Φ_T = Flujo total luminoso

E_m = Nivel de iluminación medio (Lux)

$S =$ Superficie que será iluminada (m^2)

$C_n =$ Coeficiente de utilización. Relación entre el flujo luminoso recibido por un cuerpo y el flujo luminoso emitido por la fuente de luz (Dado por el fabricante).

$C_m =$ Coeficiente de mantenimiento. Indica el grado de conservación de una luminaria.

Para el cálculo del flujo luminoso se tomara en cuenta los siguientes datos y parámetros: la superficie del lugar de 8,5 metros cuadrados; 500 lux como nivel de iluminación exigidos por la norma en el plano horizontal; un factor de utilización de 0,25 será el apropiado debido a los colores claros de piso, techo y paredes y así mismo por las dimensiones pequeñas del espacio físico; y un coeficiente de mantenimiento de 0,8 definido para ambientes cerrados y limpios. Toda esta información es reemplazada en la Ecuación 1, así:

$$\Phi_T = \frac{500\ (lux)\ x\ 8{,}5(m^2)}{0{,}25\ x\ 0{,}8}$$

$$\Phi_T = 21250\ [lux] \qquad (2)$$

El cálculo del número de luminarias, está dado por la siguiente ecuación:

$$NL = \frac{\Phi_T}{\mathrm{n}.\Phi_L} \qquad (3)$$

Donde:

$NL =$ Número de luminarias
$\Phi_T =$ Flujo luminoso total
n = Numero de lámparas por luminaria
$\Phi_L =$ Flujo luminoso de cada lámpara

Reemplazando el dato obtenido de la Ecuación 2 y los valores característicos de las luminarias a emplear en el Centro de Datos en la Ecuación 3, se tiene:

$$NL = \frac{21250\ lux}{3\ x\ 1800\ lux}$$

$$NL = 3{,}94 \approx 4 \qquad (4)$$

De acuerdo a lo anterior (Ecuación 4), para un nivel de luminosidad de 500 Lux con lámparas de 1800 lux, se instalara 4 luminarias de 3 lámparas cada una. (Castilla Cabanes, Blanca Giménez, Martínez Antón, & Pastor Villa, 2011)

Las luminarias que se instalen deberán tener fondo en forma de parábola con materiales de acero termo esmaltado y espejado para ayudar con la luminosidad. Así mismo, deberán poder alojar tres lámparas LED de 120 cm de longitud y 2.54 cm de diámetro. (LITA Lighting, 2014)

Si se toma la decisión de cambiar los parámetros de nivel de luminosidad y/o características de lámparas a las ya mencionadas, deberá realizarse un nuevo cálculo del número de luminarias necesarias siguiendo el proceso ya utilizado.

Ubicación

Las luminarias se instalarán empotradas a nivel del techo falso siguiendo la distribución que se muestra en la Figura 27. Asimismo, el interruptor de encendido/apagado de las luminarias se instalará en el lado derecho de ingreso, a 1,20 m de altura del piso técnico. Se recomienda seguir el recorrido del cable eléctrico propuesto (Figura 27) para definir posteriormente el recorrido correcto del cableado de datos y su separación.

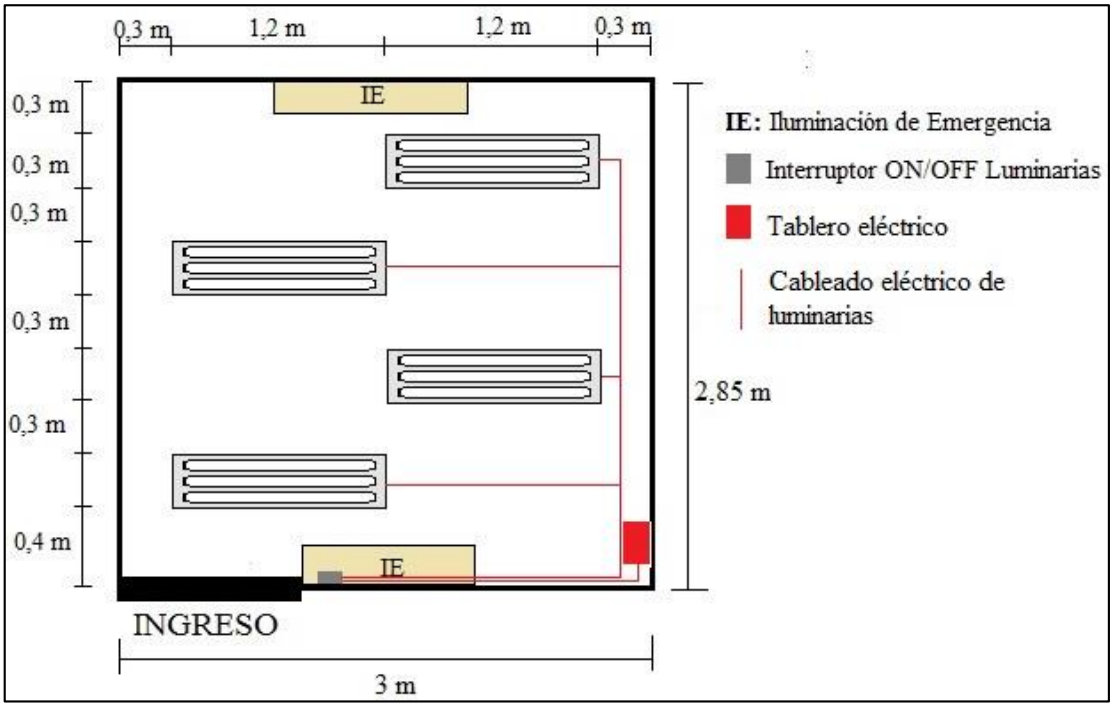


Figura 27. Distribución de luminarias en el CDP
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Iluminación de emergencia

Se instalará un sistema emergente de luminarias que funcionará únicamente cuando el sistema de iluminación principal falle o pierda su alimentación de la energía eléctrica comercial.

Las características principales, a la hora de su implementación, deberán ser:

- Capacidad de iluminación de 300 lux como mínimo. Se instalarán dos luminarias, con estructura de panel pre-montables, ubicadas en paredes opuestas (Ver Figura 27) iluminando las zonas de mayor necesidad focal (parte frontal y posterior de racks).
- Serán tipo led; luz blanca y alimentación eléctrica a través de un banco de baterías interno e independiente del CDP, que garantice una autonomía de por lo menos 1 hora (Tiempo estimado que le tomaría al administrador, en realizar una revisión rápida del CDP y, apagar equipos TIC en caso de que el apagón sea extenso).
- Para la recarga de baterías, las luminarias estarán conectadas eléctricamente al circuito derivado de iluminación. Su sistema inteligente deberá ser capaz de censar

el fluido eléctrico en el conductor y en su ausencia, conmutar automáticamente al sistema de emergencia lumínico.

3.2.2.3 Pintura

Las paredes internas y externas del CDP, bases metálicas del piso técnico, racks, gabinetes y demás estructuras permitidas deberán estar cubiertas de pinturas especiales con propiedades protectoras. Los compuestos químicos de la pintura, deberán ser materiales anticorrosivos, antiestáticos, retardantes al fuego por lo menos una hora e inmunes a condiciones ambientales como humedad y polvo.

En las paredes perimetrales internas del CDP, no se permitirá pintura de colores oscuros u opacos que puedan disminuir los niveles de luminosidad.

En equipos como racks, gabinetes, pedestales, travesaños (piso técnico) y demás dispositivos o sistemas que el fabricante lo especifique, podrá utilizarse pinturas epóxicas de color natural (transparente) que no perjudique en su desempeño ni disminuya sus condiciones de vida útil.

3.2.1 SUBSISTEMA ELÉCTRICO

3.2.1.1 Análisis Y Cálculo De La Carga Eléctrica

El sistema eléctrico a instalar deberá soportar la carga eléctrica actual y futura del equipamiento eléctrico y electrónico del Centro de Datos.

Las cargas eléctricas de equipamiento TIC, sistemas de enfriamiento, sistemas de seguridad, emergencia y control de acceso, equipamiento eléctrico y otras cargas eléctricas importantes son consideradas como críticas y deben obligatoriamente constar en el cálculo de la carga total del sistema eléctrico del Data Center.

La tabla 9 describe el proceso de cálculo y dimensionamiento de la carga eléctrica total estimada, que el Data Center necesita para operar con normalidad. Para ello se ha empleado las especificaciones y datasheet de cada equipo.

Los términos usados en dicho cálculo se describen:

- **Carga TIC (C1):** Es la sumatoria de todos los valores de potencia del equipamiento TIC considerado crítico multiplicado por el factor 0,67 (para obtener un valor de potencia real y no nominal). Los valores de potencia nominales fueron tomados de las hojas de datos de cada equipo.
- **Otras cargas Críticas (C2):** Es la sumatoria de las potencias de otros equipamientos no TIC pero considerados críticos como: iluminación, seguridad, control de acceso, entre otros. De igual manera, la sumatoria será multiplicada por el factor de 0,67.
- **Cargas Futuras (C3):** se considerara un crecimiento del 100% de la carga eléctrica crítica actual.
- **Carga crítica real (C4):** Debido a los picos y variaciones de consumo que pueden presentar los equipos eléctricos, se toma como precaución sobredimensionar la carga critica total (factor de sobredimensionamiento: 1,05).
- **Carga debido a la ineficiencia el UPS (C5):** Este factor se debe tomar en cuenta debido a que el sistema de UPS también necesitará de potencia propia para operar y cargar las baterías. El valor de esta carga se obtiene del producto de la carga críticas (actuales y futuras) por un factor de sobredimensionamiento 0,32 (ideal para UPS con carga y descarga de baterías).
- **Carga de iluminación (C6):** la potencia necesaria para la iluminación está dada por el producto entre el espacio físico (m^2) y un factor estimado de 21,15.

- **Carga crítica total (C7):** es la suma de: carga crítica real, carga por la ineficiencia de UPS y carga de iluminación.
- **Carga para sistema de refrigeración (C8):** La carga eléctrica que necesite el sistema de refrigeración en un Data Center dependerá de la carga eléctrica crítica que se instale (actual y futura) y el tipo de sistema d refrigeración que se implemente: refrigeración y aire acondicionado (factor= 0,7); sistemas DX (factor=1).
- **Carga eléctrica total (C9):** es la carga eléctrica final que se necesitará en el CDP para operar. Siguiendo el presente cálculo, será la sumatoria de la carga crítica total y la carga para el sistema de refrigeración.

Tabla 9.

Cálculo de la carga eléctrica del Centro de Datos

	EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA [W]
CARGA CRÍTICA TIC	Servidor HP Proliant DL360 G9	3	1650 (550 c/u)
	Servidor IBM System x3250 4365	1	440
	Servidor IBM System x3500 M4	2	1500 (750 c/u)
	Servidor HP Proliant ML150 G5	2	1300 (650 c/u)
	Servidor IBM System x3650 M3	1	675
	Servidor IBM System x3500 M2	1	920
	PC Servidor Biométricos (Core i3)	1	150
	Adaptador POE 80U-560g CISCO	1	100
	Switch 3COM	1	48
	Adaptadores POE para Access Point	15	180 (12 c/u)
	Switch LINKSYS 24 Puertos	1	20
	Switch Router Mikrotik 24 puertos	1	15
	EQUIPO	**CANTIDAD**	**POTENCIA [W]**
CARGA CRÍTICA TIC	Router Board Mikrotik 1100 X2 AH	1	25
	Switch CISCO Catalyst 4506 E	1	2800
	Subtotal		9823
	Subtotal x 0,67	**C1**	**6581,41**
OTRAS CARGAS CRÍTICAS	Control de Acceso (Biométrico [5w] + cerradura electromagnética) [6w]	1	11
	Video vigilancia NVR (alimentación POE para cámaras)	1	100

	Sistemas y mecanismos contra incendios	1	200
	Subtotal		310
	C2		**207,7**
CARGAS FUTURAS	[Crecimiento TIC del 80%] (C1 + C2)*0,8	**C3**	**5431,29**
CONSUMO REAL DE LAS CARGAS	[Debido a las picos de variaciones] (C1 + C2+ C3) * 1,05	**C4**	**12831,42**
INEFICIENCIA DEL UPS Y BATERÍAS	[Cargas criticas + cargas futuras] (C1 + C2+ C3) * 0,32	**C5**	**3910,528**
ILUMINACIÓN	[Factor de iluminación x Área del CDP] (21,15 x 8,5 m^2)	**C6**	**182,75**
CARGA CRÍTICA TOTAL	[Carga crítica real + Ineficiencia UPS + Iluminación] C4 + C5 + C6	**C7**	**16924,698**
CARGA PARA REFRIGERACIÓN	[Carga crítica total * 0,7] C7 x 0,7	**C8**	**11847,2886**
CARGA ELÉCTRICA TOTAL	[carga eléctrica + carga de refrigeración] C7 + C8	**C9**	**28771,9866**

Fuente: Alvear Víctor. (2012). *Calculo del requisito total de potencia para centros de datos APC*, pág. 10

Por lo tanto, el suministro eléctrico comercial deberá ser el suficiente para abastecer el valor de carga eléctrica obtenido en la tabla anterior. Es por eso que se hará una estimación del dimensionamiento eléctrico comercial (Tabla 9) necesario para que el Centro de Datos opere normalmente con la carga eléctrica actual y futura.

- **Carga eléctrica reglamentaria (C10):** se sobredimensiona la carga eléctrica total (C9) con un factor de 1,25 para cumplir con los reglamentos eléctricos, principalmente el NEC[11].
- **Tensión AC comercial suministrada (C11):** Es el valor de tensión en AC que suministra la empresa en sus acometidas comerciales.

[11] **NEC:** El Código eléctrico Nacional es un estándar estadounidense para la instalación segura de alumbrado y equipamiento eléctrico.

- **Servicio eléctrico en amperios (C12):** Permite conocer el valor de corriente eléctrica requerida por el Centro de Datos hacia la empresa comercial.

Tabla 10.

Dimensionamiento de acometida eléctrico comercial

Requisitos para cumplir con el NEC y otras reglamentaciones	[Carga eléctrica total * 1,25] **C10**	35964,99 [W]
Tensión AC trifásica suministrada en la acometida comercial	Tensión en AC **C11**	220 [VAC]
Servicio eléctrico requerido de la empresa comercial en [A]	C10 / (C11 * 1,73) **C12**	94,5 [A]

Fuente: Alvear Víctor. (2012). *Cálculo del requisito total de potencia para centros de datos APC*, pág. 10

3.2.2.2 Esquema de Conexión del Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico deberá seguir, como mínimo, la arquitectura de la Figura 28.

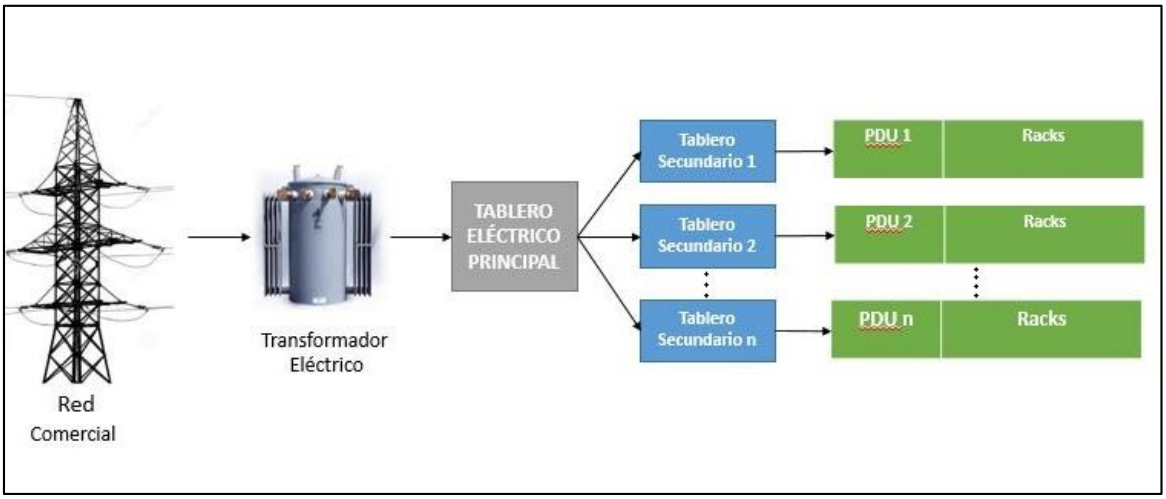


Figura 28. Topología De La Red Eléctrica
Fuente: German Pacio. (2014). *Data Center Hoy*, pág.57

Adicionalmente a la topología se deberán añadir elementos eléctricos complementarios como protecciones eléctricas, tomacorrientes, interruptores, TVSS, conexiones UPS, entre otros.

3.2.2.3 Acometidas Eléctricas

Se deberá tener una acometida eléctrica comercial independiente para el Centro de Datos. Deberá ser trifásica para no forzar a los conductores. De acuerdo al cálculo de la tabla 10, las características de la alimentación eléctrica comercial deberá ser a 110/240 VAC y con capacidad de 90 [A]. Los conductores de la acometida deberán tener características de protección para ser instalados bajo el piso y con protección a tierra.

3.2.2.4 Sistema de Puesta A Tierra

El equipamiento de Telecomunicaciones que forma parte de un Data Center, al igual que cualquier equipo electrónico y/o eléctrico, están expuestos a problemas generados por sobre corrientes y sobre tensiones tanto internas como externas, que según sea la dimensión, pueden incluso hasta dañar los equipos.

El sistema de Puesta a Tierra permitirá redirigir este exceso de corrientes parásitas hacia un lugar con menor resistencia eléctrica, la Tierra. Entonces, el sistema se convierte en un mecanismo de protección y seguridad que aislará la infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones del Data Center frente a posibles sobre tensiones y/o excesos de corrientes eléctricas que pudieran ser generadas por estática, campos eléctricos inductivos (tormentas atmosféricas), fallas de instalaciones externas, etc.

Para el diseño del sistema, se seguirá los lineamientos recomendados y exigidos por el estándar "*Generic Telecommunications Bonding and Grounding (Earthing) for Customer Premises 607 B"* de la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones. (Rurner, 2008)

Barra Principal de conexión a Tierra para Telecomunicaciones

Inicialmente la instalación de una TMGB sería un gasto económico innecesario debido a que solo se tendrá una TGB instalada en el CDP (única sala de Cómputo). Sin embargo, si se decide utilizar también el sistema de Puesta a Tierra del Data Center como Sistema de Aterraje

de toda la Facultad, entonces la implementación de la TMGB es válida ya que deberá ubicarse más TGBs en diferentes inmediaciones y/o pisos de la infraestructura.

La conexión de las barras de tierra TGBs hacia la TMGB se lo hará a través de un conductor TBB de diámetro de acuerdo a lo especificado en la Tabla 3 (que no deberá ser menor a #6 AWG).

La instalación de la TMGB se la hará en las zonas perimetrales o exteriores del edificio, cercana del pozo donde se ubique el mecanismo de electrodos del Sistema Puesta a Tierra.

Las características básicas de la TMGB (Figura 29) a instalar deberán ser:

- Barra de cobre electrolítico 99.9%
- Superficie estañada para evitar la corrosión del cobre.
- Agujeros espaciados y de diámetro según requerimientos TIA/EIA 607-B (Figura 29)
- Dimensiones mínimas: 100 mm de ancho, y 6,5 mm de espesor y 250 mm de longitud.
- Aisladores y soportes pre-instalados.
- Aisladores separadores (5 cm) entre el soporte y la barra.
- Elementos de sujeción, bracket, tornillos, tuercas, pinzas, otros, estañados y resistentes a la corrosión.
- Soportes de acero galvanizado en caliente para mantener firmeza de conexión y resistencia a la corrosión. (TECNIASES SAC., 2012)

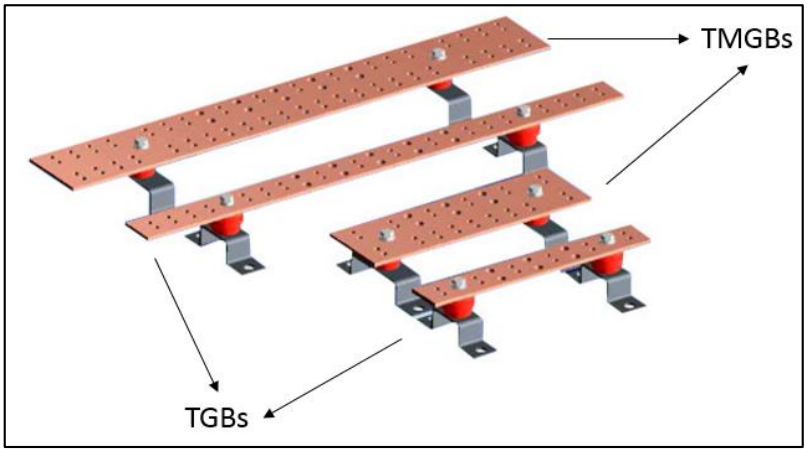


Figura 29. TMGBs y TGBs comerciales
Fuente: TECNIASES SAC. (2012). *Línea de Telecomunicaciones.* Obtenido de TGB & TMGB Ground Busbar: http://www.tecniases.com/pro-det-data-center-tgb-tmgb-ground-busbar.php

Barra de conexión a Tierra para Telecomunicaciones

En el Centro de Datos se instalará una TGB cerca del Tablero Eléctrico General Principal. A la TGB se conectarán los conductores de puesta a tierra de: sistema de aire acondicionado, malla equipotencial, tableros eléctricos, sistemas de control, de seguridad, de iluminación y demás sistemas o componentes que necesitasen una conexión de aterraje. La TGB deberá tener las siguientes características:

- Barra de cobre electrolítico 99.9%
- Superficie estañada para evitar la corrosión del cobre.
- Agujeros espaciados y de diámetro según requerimientos TIA/EIA 607-B (Figura 29)
- Dimensiones mínimas: 50 mm de ancho, y 6,5 mm de espesor y 300 mm de longitud.
- Aisladores y soportes pre-instalados.
- Aisladores separadores (5 cm) entre el soporte y la barra.
- Elementos de sujeción, bracket, tornillos, tuercas, pinzas, otros, estañados y resistentes a la corrosión.

- Soportes de acero galvanizado en caliente para mantener firmeza de conexión y resistencia a la corrosión. (TECNIASES SAC., 2012)

Terminaciones y Soldaduras

Para la conexión, tanto a la TGB como a la TMGB, deberá soldarse en los extremos del cable o TBB un conector de compresión de cobre tipo "lengüeta" de dos orificios con soldadura exotérmica.

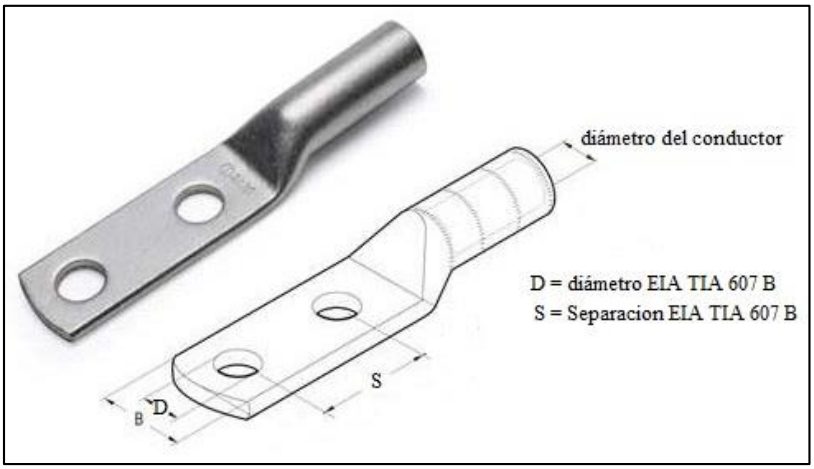


Figura 30. Conector tipo "Lengüeta"
Fuente: PANDUIT. (2014). Obtenido de *Catálogo*s: http://goo.gl/4pmRCL

El diámetro y separación de los orificios del conector deberán ser de las mismas características que los orificios de la TGB/TMGB instaladas y la tornillería a emplear. Asimismo, el terminal del conector será tipo barril y será capaz de alojar el diámetro del cable conductor o TBB empleado (Ver figura 30). (Telecommunications Industry Association , 2011)

Malla Equipotencial

Se instalará una conexión equipotencial común bajo el Piso Técnico a manera de una malla formada por conductores de cobre de diámetro no menor a 8 AWG, asegurándose que no haya ningún rozamiento contra los pedestales del piso técnico (Figura 31). Las medidas de la malla serán de 1,20 m x 1,80 m. Todas las junturas de la malla deberán ser con soldadura fuerte de plata o similar.

La malla estará conectada a la TGB del Centro de Datos con un cable de cobre desnudo (TBB) no menor a 6 AWG (según la Tabla 3). Para las uniones entre la malla y la unión a la TGB, se utilizará conectores de compresión irreversible con soldadura exotérmica (Figura 31).

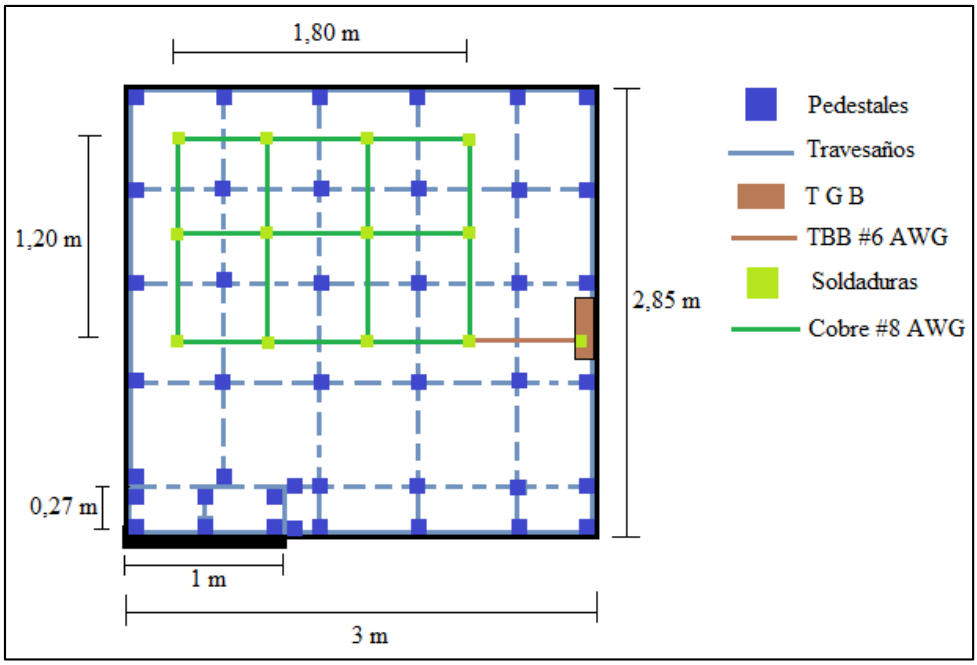


Figura 31. Instalación de malla a Tierra
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Conexión a Tierra

Los sistemas tradicionales de puesta a tierra (conexión independiente a tierra de cada sistema) presenta un gran inconveniente por sus recorridos bidireccionales: inducir corrientes eléctricas generadas por descargas atmosféricas, ondas de radio, radiofrecuencias, etc. Lo que hace que dichas sobrecargas puedan volver hacia los sistemas protegidos.

- Deterioro y reducción acelerada de la vida útil de los electrodos por la composición química del suelo.
- Impedancia del sistema de puesta a tierra dependiente de las características eléctricas del suelo, por lo que se debe emplear compuestos químicos específicos y costosos.

La recomendación actual a este problema es la instalación de sistemas de aterraje unidireccionales donde todos los sistemas a proteger se conectan a subsistema común. En el

mercado se encuentran varios sistemas de puesta a tierra unidireccionales, un ejemplo es "Faragauss", el cual es un modelo de fácil instalación, características de protecciones únicas y garantizadas, y bajo costo económico (en relación a otros).

Sistema Faragauss: Por lo anteriormente mencionado, para el CDP de la FICA, se implementará el sistema de puesta a tierra siguiendo el modelo de *Faragauss* que deberá cumplir con las siguientes características:

- Sistema de electrodos formando un trípode de cobre sólido y/o acero con protecciones resistentes a la corrosión. Las dimensiones mínimas del sistema de electrodos: longitud de 2,30 m y 0,6 m de ancho del trípode.
- Impedancia eléctrica $\leq$ 2 ohmios [Ω], independientemente de las características suelo y/o estaciones climáticas, con trayectoria unidireccional hacia a Tierra a través de un dispositivo LCR en las bandas de frecuencia de 100 Hz a 3,5 GHz que: rechace los impulsos no deseables EMI y/o RFI; permita un control del ruido electromagnético de resonancias ocasionado por posibles transitorios de voltaje; y garantice la operatividad del "cero" lógico.
- Elemento secundario de protección y disipación de sobretensiones (Acoplador de Admitancias *Coplagauss*).

Instalación: El sistema se instalará sobre el subsuelo, en una fosa excavada de dimensiones similares a las de los electrodos + 0,30 m. La estructura deberá ser nivelada y con una arista orientada hacia el polo norte para poder: "polarizarse por efecto del vector gravitacional y del campo magnético de la tierra. Esta polarización hace que el triángulo inferior tome una polaridad negativa y el superior una positiva y entre ellos se tenga una diferencia de potencial en corriente directa de -0.5 Volts aproximadamente."(FARAGAUSS System, 2014, Obtenido de: http://www.faragauss.com/inicio/sistpuestatierra.php)

La excavación se rellenará con material orgánico especial, hasta el nivel de los electrodos dejando libre el LCR. En la superficie se construirá una caja de revisión de concreto con tapa removible para la protección del sistema de puesta a tierra.

3.2.3.5 Tableros Eléctricos

La zona definida para la instalación de tableros eléctricos dentro del Centro de Datos y su esquema de conexión, se muestran en la figura 32:

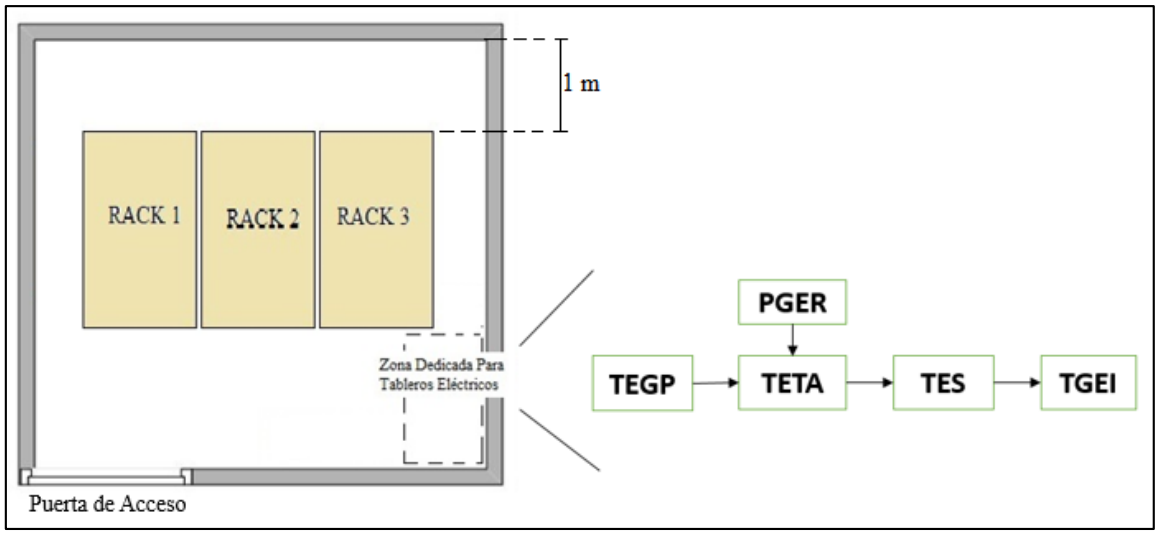


Figura 32. Conexión de Tableros Eléctricos
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Tablero Eléctrico General Principal (TEGP)

Será el encargado de recibir las acometidas eléctricas comerciales. Por protección ante descargas atmosféricas y evitar el ingreso de personal (instalación y mantenimiento eléctrico) al Centro de Datos (acceso restringido), el tablero deberá ser instalado en el subsuelo, en una zona externa al CDP. Esto permitirá tendrá conexión directa con el tablero TETA (En el caso de tener una PGER).

Tablero Eléctrico de Transferencia Automática (TETA)

Por las mismas condiciones anteriores, se recomienda su instalación en el subsuelo. Cuando se presente un fallo en el suministro de energía eléctrica comercial, el tablero realizará la conmutación hacia la PGER. La conmutación deberá seguir el proceso: abrir el circuito

eléctrico de la PGER para alimentar las cargas críticas y luego cerrar el circuito de la energía comercial. Se realizará el proceso inverso en el momento en el que se recupere el suministro eléctrico comercial.

Tablero Eléctrico General Secundario (TEGS)

En las inmediaciones del CDP deberá instalarse como mínimo un tablero eléctrico secundario.

Tablero General de Energía Ininterrumpida (TGEI)

Será instalado en el interior del CDP, en la zona dedicada. Permitirá la distribución de energía eléctrica proveniente del UPS a todas las cargas críticas. Los circuitos derivados deberán ser instalados aquí con interruptores termo-magnéticos de 20 [A], sistemas de iluminación con interruptores de 20 [A], UPS y HVAC con interruptores de 100 [A].

3.2.3.6 Circuitos Derivados (CD)

La capacidad máxima de carga eléctrica para cada circuito derivado será 20 [A]. Sin embargo, por razones de protección, la distribución del consumo eléctrico en ellos deberá ser tal que, no se supere el 80% (16 amperios) de su capacidad total (Tabla 11). Para futuras cargas independientes de consumo superior a lo establecido, se diseñará e instalará circuitos derivados específicos.

La cantidad de circuitos derivados y la distribución de su carga eléctrica, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11.

Circuitos Derivados a instalar en el CDP.

No. De Circuitos Derivados	Capacidad máxima [A]	Carga Eléctrica a instalar
3	20	3 Racks
1	20	Sistema de iluminación
1	20	Control de acceso, CCTV, sistemas de emergencia y contra incendios

1		HVAC (sistema de refrigeración)
1	30	posible uso herramientas eléctricas de mantenimiento

Fuente: Análisis de Requerimientos eléctricos para el Data Center FICA

3.2.3.7 Conductores Eléctricos

Los conductores eléctricos empleados para cada circuito derivado serán de aluminio esmaltado con cobre, harán sus recorridos en bandejas o escalerillas metálicas y su diámetro no será menor a #12 AWG (tabla 12 y tabla 13). Debido a las dimensiones del CDP no habrá circuitos que puedan superar la longitud máxima permitida para los conductores (50 m).

En toda su longitud, los conductores eléctricos estarán aislados con una protección aislante hermética de PVC o hule que impedirá cualquier fuga de corriente por medios metálicos., resistente a la humedad y retardante a la flama para contrarrestar efectos del fuego frente un posible incendio.

3.2.3.8 Disyuntor o breaker de protección

Por el dimensionamiento anteriormente expuesto de sus conductores y carga eléctrica asignada, cada circuito derivado tendrá una capacidad máxima de consumo eléctrico. Sin embargo, una instalación eléctrica siempre estará expuesta a los efectos perjudiciales que pudieran causar posibles sobre-voltajes y sobre-tensiones en mecanismos, conductores y cargas eléctricas (equipos eléctricos y electrónicos). Como protección ante esto, se propone la instalación de interruptores termo-magnéticos, uno para cada circuito derivado, en todos los tableros eléctricos.

Cálculo de la capacidad del interruptor

De la tabla 12, se puede resumir que el cálculo de la capacidad de un breaker a instalar es igual a la capacidad máxima de consumo de su CD a proteger. Asimismo, se recuerda que en todo circuito derivado, no deberá excederse el 80% de su capacidad máxima de consumo (corriente segura).

Tabla 12.

Rangos eléctricos seguros para la protección de un circuito derivado

Capacidad Del Breaker [A]	Tensión [V]	Potencia [VA]	Corriente Segura [A]	Potencia Segura [VA]
15	120	1800	12	1440
20	120	2400	16	1920
30	120	3600	24	2880
40	120	4800	32	3840
50	120	6000	40	4800
20	240	4800	16	3840
30	240	7200	24	5760
40	240	9600	32	7680

Fuente: Domínguez, 2014. *Diseño de circuitos derivados: clasificación, características y cálculos*. Recuperado de: http://faradayos.blogspot.com/2014/02/tipos-circuitos-derivados-calculos-clasificacion.html

Una vez definida la capacidad del breaker, en la Tabla 13 se muestra el diámetro del conductor eléctrico que deberá emplearse en su circuito derivado y sus posibles carga eléctricas que se pueden asignar.

Tabla 13.

Calibre del conductor definido de acuerdo a su protección

Breaker [A]	Calibres [AWG]	Aplicaciones
15	14 y 12	14 y 12 para alumbrado general, 12 para cargas de equipos o aparatos.
20	12	Alumbrado general, tomacorrientes de uso general, aparatos específicos (extractor, neveras, planchas)
30	10	Calentadores de agua (C/A), aire acondicionado (A/A), bombas de agua
40	8	Lavadoras, C/A, A/A, bombas de agua
50	6	C/A, A/A, bombas de agua

Fuente: Domínguez, J. (2014). *Diseño de circuitos derivados: clasificación, características y cálculos*. Recuperado de: http://faradayos.blogspot.com/2014/02/tipos-circuitos-derivados-calculos-clasificacion.html

Características del interruptor

Independientemente a que circuito pertenezca el breaker y cual sea su capacidad, éste deberá presentar las siguientes características:

- Interruptor termo magnético de baja tensión, fabricado de acuerdo a la norma IEC 60898 para garantizar su operatividad.
- Todos los circuitos derivados tendrán breakers de 20 [A] de capacidad a excepción del circuito para el sistema de refrigeración que será de 30 [A].
- Manejo mínimo de dos polos de protección (para Fase y Neutro).
- Soportar los niveles de humedad (45% – 55%) y temperatura (17 ºC – 25 ºC) del CDP sin que se alteren sus propiedades de protección.
- Su mecanismo de disparo responderá a una curva de tipo C, con valores de entre 5 ln – 10 ln para para la zona magnética; y 1,3 ln – 1,45 ln para la zona térmica; con un tiempo de disparo recomendado de 1/60 de segundo.
- Visualización Visi-Trip, que consta de una lengüeta color naranja de fácil identificación para cuando el braker fue disparado.

Instalación

Se instalará un interruptor termo-magnético para cada uno de los circuitos derivados, en todos los tableros eléctricos que se tenga instalado en el CDP.

3.2.3.9 Supresor de transitorios de voltaje (STV)

Dimensionamiento

Para definir la capacidad y tipos de STV que se instalarán en el Data Center, se deberá considerar los parámetros detallados en la tabla 14 y su valoración correspondiente.

Tabla 14.

Dimensionamiento de protecciones eléctricas STV

ASPECTO	**EVALUACIÓN**	
Ubicación geográfica de la aplicación: según la base de datos del monitoreo del clima de la Dirección de Aviación Civil, el nivel de incidencia de rayos en la provincia de Imbabura es uno de los más bajos del país con una puntuación de 5 puntos sobre 60.	**Ambiente**	**Puntaje**
	Alto	18
	Medio	10
	Bajo	**2**
Ubicación respecto a otras actividades: área poblada en crecimiento de población y construcción.	**Ambiente**	**Puntaje**
	Rural	11
	Sub urbano	6
	Urbano	**1**
Ubicación respecto a otras construcciones: edificación entre las más altas del sector (Campus universitario)	**Construcción**	**Puntaje**
	El más alto	**11**
	Mediano	6
	El más pequeño	1
Tipo de acometida: servicio eléctrico dedicado exclusivamente para el CPD (alimentador eléctrico independiente).	**Acometida**	**Puntaje**
	Ultimo cliente	11
	Clientes múltiples	6
	Independiente	**1**
Histórico de disturbios: los transitorios si han causado daños a equipos TIC o en sus componentes electrónicos, pero los registros son muy escasos.	**Equipo**	**Puntaje**
	Frecuentes	11
	Ocasionales	6
	Escasos	**1**
Importancia del equipamiento a ser protegido: todos los equipos desarrollan funciones críticas y no existe redundancia de los mismos. En lo posible no se permite la paralización de los servicios.	**Equipo**	**Puntaje**
	Indispensable	**19**
	Media jerarquía	11
	Puede detenerse	3
Costo de reparación del equipamiento si se daña: se consideran costos relativamente altos para la reparación del equipamiento, debido a que el equipamiento instalado es hardware original.	**Reparación**	**Puntaje**
	Costosa	**19**
	Moderada	11
	Económica	3
ÍNDICE DE EXPOSICIÓN (suma de puntaje de respuestas marcadas con color verde)	Respuesta	**54**
Categoría de aplicación: C = acometida, tablero general. B = distribución, tableros secundarios, equipos importantes del proceso. A = equipo final instalado en un derivado.	Aplicación	Categoría
	TEGP	C
	TETA, TEGS	B
	TGEI	A
	Respuesta	**C, B, A**

Fuente: Onofre Garrido, Dustin; *Diseño de la infraestructura física del data center en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Pedro de Pimampiro basado en la norma internacional icrea-std-131-2013*; 2015; pág. 179, 180.

Tabla 15.

Categorías de STV de acuerdo al índice de exposición.

IEEE C62.41	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN					Unidad
	12 a 24	*25 a 38*	*39 a 55*	*56 a 75*	*76 a 100*	
Categoría C	120	150	240	320	480	kA
Categoría B	50	80	120	160	240	kA
Categoría A	---	36	50	80	120	kA

Fuente: Onofre Garrido, Dustin; *Diseño de la infraestructura física del data center en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Pedro de Pimampiro basado en la norma internacional icrea-std-131-2013*; 2015; pág. 181.

Relacionando el valor de exposición calculado (Tabla 14) y los índices de exposición estandarizados (Tabla 15) correspondientes, la capacidad de los STV se describen:

- Para el Tablero Eléctrico General Principal (TEGP): STV Clase C de 240 kA
- Para el Tablero Eléctrico de Transferencia Automática (TETA) y/o Tablero Eléctrico General Secundario (TGES): STV Clase B de 120 kA, pero el estándar recomienda sobredimensionar este valor (140 kA).
- Para el tablero eléctrico de Energía Ininterrumpida (TGEI): STV Clase A de 50 kA (60 kA por el sobredimensionado recomendado).

3.2.3.10 Escalerillas metálicas

Condiciones de diseño

Se instalará escalerillas metálicas de acuerdo a las condiciones técnicas detalladas en la sección 2.4.5.5, con dimensiones que puedan alojar un crecimiento futuro del cableado eléctrico en un 100% y nunca superar el 80% de la capacidad de la canalización.

Instalación

Las escalerillas para el cableado eléctrico se instalaran suspendidos bajo el piso Técnico. Los conductores eléctricos bajaran desde los tableros eléctricos hasta bajo el piso falso a través

de canalizaciones y cañerías, desde ahí harán el recorrido en escalerillas metálicas hacia los sistemas de carga correspondientes (racks, HVAC, otros).

Los complementos que se usen como soportes; conexiones tipo T, angulares, verticales; tornillos, pinzas y/o mordazas deberán ser metálicas, resistentes a la corrosión y específicamente ser para instalación de escalerillas (Figura 33).

Si en algún tramo se tiene la necesidad de realizar cortes y desviaciones en la escalerilla, de deberá asegurar que no quede ninguna aspereza que pueda dañar el cableado y más aún que pueda disminuir las condiciones mecánicas del sistema de transporte.

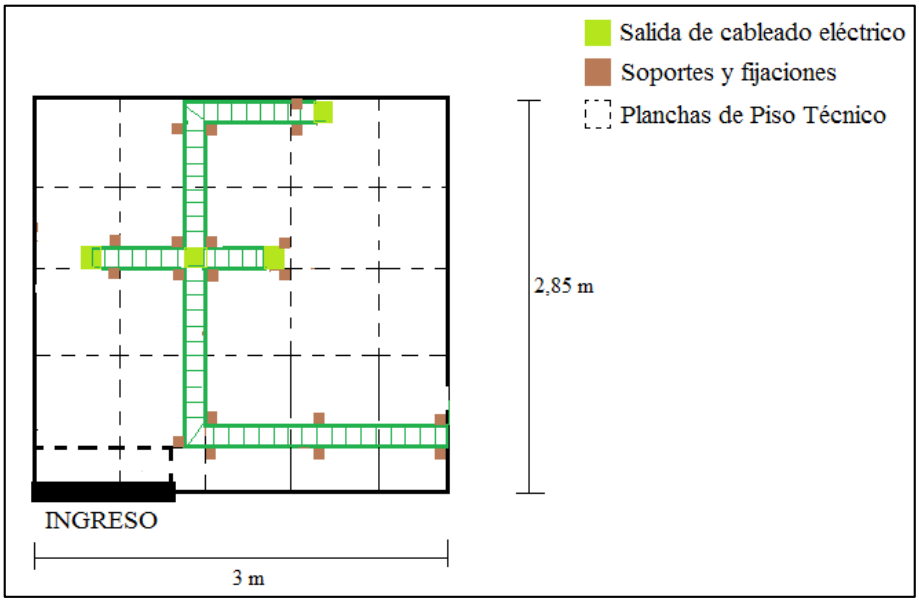


Figura 33. Ubicación de las escalerillas para el cableado eléctrico
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

La suspensión de escalerillas se lo hará utilizando soportes metálicos en los travesaños del piso técnico. Los soportes se ubicaran a una distancia específica de tal manera que la escalerilla pueda soportar cargas físicas de hasta 100 kilogramos entre dos soportes, sin sufrir ninguna deformación. (Metro-Santiago, 2013) (Figura 34)

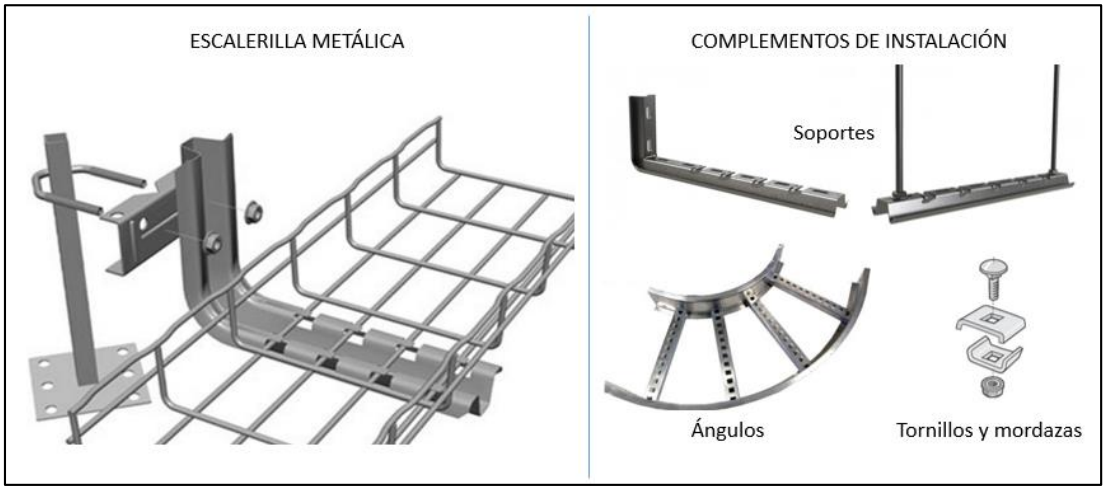


Figura 34. Escalerilla para cableado eléctrico y componentes
Fuente: CABLOFIL. (2015). Guía Técnica *Solución para distribución de conductores;* pág.26

Conexión a Tierra

Todas las bandejas y escalerillas instaladas deberán conectarse al sistema de puesta a tierra a través de conductores de cobre desnudo o cobre desnudo por secciones no menor a 1/0 AWG de calibre. El conductor de puesta a tierra será llevado por los laterales de la escalerilla y fijados con prensas de bronce cada 6 metros de recorrido lineal. Ver Figura 35

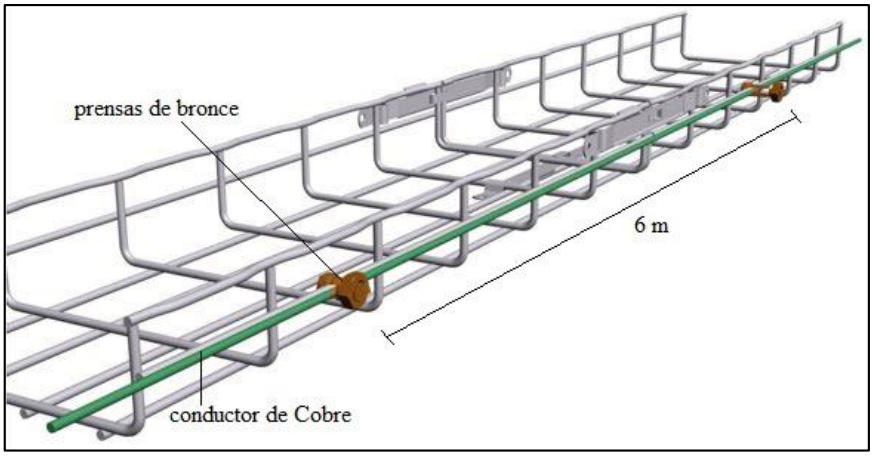


Figura 35: Puesta a Tierra de escalerillas metálicas
Fuente: TelNet. (2015). *CANALES Y ESCALERILLAS METÁLICAS Y SUS ACCESORIOS*. Obtenido de CANALIZACIÓN Y DUCTERÍA: http://goo.gl/iJvkuC

3.2.2.11 Unidad de Distribución de Energía – PDU

Con el fin de garantizar ahorro en el espacio físico del Data Center se instalará regletas PDUs para rack y no modulares. Se instalará una PDU por cada rack o gabinete, pero

pudiéndose añadir otra adicional dependiendo de las condiciones de consumo eléctrico que cada circuito presente.

Entre las características técnicas que la Unidad de Distribución de Energía deberá cumplir están:

- Ser una unidad trifásica conmutada.
- Tamaño recomendado: menor o igual a 1 UR. Tamaño máximo: 2 UR
- Parámetros de entrada: 120/208VAC con una corriente máxima de 20 A.
- Parámetros de salida: potencia mínima de 2,4 KVA; frecuencia de 60 Hz; voltaje de 120 VAC en tomacorrientes generales y al menos dos tomas con 240 VAC; corriente mínima por tomacorriente de 10 A.
- Numero de tomacorrientes de salida: mínimo 7 tomas 120 VAC y 2 tomas 240 VAC. Recomendado: 16 tomacorrientes o superior.
- Pantalla digital que muestre los parámetros de las condiciones eléctricas a las que se encuentra el sistema en general y cada tomacorriente.
- Incorporar interfaz de red con compatibilidad del protocolo SNMP o similares, que permita: monitoreo remoto de las condiciones eléctricas, tanto de la fase como de los tomacorrientes; administración (apagado, encendido, reinicio) individual de cada tomacorriente ya sea en tiempo real o en tiempo programado; desactivar tomacorrientes sin uso; generar posibles alarmas de alerta ante inconvenientes.
- Interruptor ON/OFF y demás, con protecciones, para evitar conmutaciones accidentales.
- Instalación en el rack: horizontal para PDU de 7 tomas; vertical para PDU de 10 tomas o superior.

3.2.2.12 Sistema De Alimentación Ininterrumpida (SAI)

Dimensionamiento

De la Tabla 12, se tiene que el valor total de la carga crítica actual y futura es 16924,698 W. partiendo de esto, se tiene que la capacidad del UPS a instalar deberá ser como mínimo de 15 kW, ya que el factor de consumo del equipos casi nunca alcanza el 100%, sino que se mantiene en un 80%.

Consideraciones

El sistema de SAI que se instale en el Data Center deberá cumplir con las características que a continuación se detallan:

- Por ser de capacidad menor a 100 kW, se instalara dentro del CDP, en el espacio asignado que se especifica en la Figura 59.
- Deberá estar provisto de baterías internas tipo selladas (VRLA[12]) con vida útil superior a los 5 años. Por ningún motivo se permitirá baterías tipo inundadas en el interior del CDP.
- El sistema de UPS deberá tener configuraciones internas *"on-line conversión delta"* automáticas, para alargar la vida útil del sistema SAI y provechar los tiempos nulos de conmutación entre la línea principal eléctrica y la línea de baterías internas, en caso de fallas eléctricas.
- Para la carga crítica definida, el sistema de UPS que se instale deberá garantizar una autonomía por lo menos de 30 minutos que permita el apagado correcto de los equipos.
- Ruido acústico emitido no deberá ser mayor 70 dB que serán medidos a un metro de distancia del equipo.

[12] **VRLA:** Valve Regulated Lead Acid - Batería de ácido-plomo regulada por válvula. Baterías selladas, herméticas y recargables, libres de mantenimiento.

- El equipo UPS deberá incluir interfaces y dispositivos que admitan su compatibilidad con el protocolo SNMP. Este sistema de monitoreo deberá permitir el envío de correos electrónicos a varias cuentas de administración, en caso de alarma o cualquier otro aviso del sistema considerado importante.
- Contará con una pantalla de cristal líquido o un panel de monitoreo que permitirá visualizar los parámetros del equipo UPS y su estado de operación.

3.2.3 SUBSISTEMA MECÁNICO

3.2.3.1 Condiciones Ambientales

La temperatura al interior del Centro de Datos deberá siempre estar en el rango de 18 a 23 ºC, así mismo con un porcentaje aceptable de humedad de 45%, y un máximo 55%.

Teniendo en cuenta la cantidad de equipamiento TIC que se alojará en el Centro de Datos y la generación de energía térmica que éste produciría, se tiene como exigencia principal la instalación de un sistema de refrigeración.

3.2.3.2 Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración que se implemente en el Data Center, estará basado en la instalación de un aire acondicionado de precisión con características técnicas y método de enfriamiento que más adelante se detallaran.

Dimensionamiento

El dimensionamiento del aire acondicionado está relacionado directamente con la cantidad de energía calórica que el Data Center genera. Para dimensionar la capacidad que debe tener el sistema de refrigeración, habrá que realizar varias operaciones y cálculos matemáticos. El proceso del cálculo del consumo térmico del Centro de Datos, se describe en la Tabla 16

- Potencia total de la carga de TIC en vatios (**P1**): Es el consumo total de potencia eléctrica del equipamiento TIC. Este dato se lo obtuvo del cálculo realizado en la Tabla 12 (**C7**).
- Potencia nominal del sistema de energía en vatios (**P2**): (0,04 x régimen del sistema de energía) + (0,06 x potencia total de la carga IT)
- Potencia nominal del sistema de energía en vatios (**P3**): (0,02 x régimen del sistema de energía) + (0,02 de la energía total del sistema)
- Espacio ocupado en metros cuadrados (**P4**): Se obtiene del producto del factor 21,53 y el área del CDP en metros cuadrados.
- Cantidad máxima de personas en el CDP (**P5**): Se multiplica el factor 100 por el número máximo contemplado de personas al interior del Centro de Datos. (Rasmussen, Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos, 2008)

Tabla 16.

Dimensionamiento del Sistema de Refrigeración.

Ítem	Cálculo de la energía térmica producida	Subtotal de energía térmica producida [W]
Equipos de TIC (**P1**)	16924,698	16924,7
UPS con batería (**P2**)	$(0{,}04x220) + (0{,}06x16924{,}7)$	1024,3
Distribución de energía (**P3**)	$(0{,}02x220) + (0{,}02x16924{,}7)$	342,89
Iluminación (**P4**)	$21{,}53\ x\ 8{,}5\ m^2$	183,005
Personas (**P5**)	3 x 100	300
TOTAL	P1+P2+P3+P4+P5	18774,9

Fuente: Neil Rasmussen. (2008). *Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos*; pág5.

Características

Por las condiciones del Centro de Datos de la FICA, el mecanismo del sistema de HVAC que se implemente deberá emplear el método de expansión directa, y cumplir con los siguientes requerimientos:

- Sistema de aire acondicionado de precisión tipo “in row” que permite refrigeración precisa en racks organizados por fila.
- Capacidad de enfriamiento ≥ 15 kW con un tiempo de alimentación mínimo de 15 minutos, de acuerdo al dimensionamiento realizado (Tabla 16).
- Estructura de dimensiones compactas, por el reducido espacio físico disponible en el Centro de Datos.
- Uso de refrigerantes ecológicos con compuestos químicos aceptados en las normativas y protocolos internacionales para la protección del ambiente.
- Control electrónico de la humedad, temperatura del ambiente y sus consecuentes configuraciones, con visualización en tiempo a través de una pantalla LCD.
- Ventiladores EC (eléctricamente conmutados), los cuales presentan: alta eficiencia a través de caudales de aire, dirigidos y regulables; ausencia de vibración sonora y bajo consumo energético.
- Compresores tipo Scroll [13]para eficiencia y ahorro energético: los compresores de este tipo ejercen niveles mínimos de ruido y vibración. Gracias a su rendimiento volumétrico se tiene un alto nivel de COP, que mejora el rendimiento y consumo de potencia eléctrica.
- Filtros con capacidad de filtrado hasta clase F5 (eficiencia media entre el 40 y 60%) y presostato de aire.
- Compatibilidad para la integración de una tarjeta de comunicaciones de red
- Interfaces de control de usuario: acceso web o software de administración de fabricante.

[13] **CROLL:** compresor formado por dos espirales para bombear y comprimir el refrigerante en fase gaseosa.

Refrigerante

Se exigirá que el sistema de aire acondicionado o refrigeración del Data Center, cuente con un líquido refrigerante o sustituto reconocido y aceptado en el Protocolo de Montreal. No se aceptara por ningún motivo, refrigerantes que estén fuera de dicho protocolo o contengan propiedades químicas perjudiciales para la capa de Ozono o demás condiciones ambientales.

Método de enfriamiento e instalación

Para la refrigeración en el CDP, se empleará el método "Orientado por fila" considerado como un método de densidad media, el cual consiste en ubicar un dispositivo de control ambiental CRAC[14] por cada fila, ya sea en el extremo o centro de la misma.

Para ello, los racks y gabinetes se distribuirán en serie, uno a continuación de otro, todos con la parte frontal y posterior en un mismo sentido. La parte posterior de los rack será considerada como "pasillo caliente" y la parte frontal como "pasillo frío" (Figura 36-A). La separación entre racks y/o gabinetes será máximo de 2 cm.

La unidad CRAC se instalará en la zona que se indica en la Figura 36-A y deberá descargar el flujo de aire refrigerado hacia la zona inferior de la estructura del piso técnico, donde será redirigido hacia cada rack, gracias a las planchas en forma de rejilla instaladas. Asimismo, el cableado eléctrico que se lleva bajo el piso técnico, deberá hacer su recorrido únicamente por la zona del pasillo frio. El aire que sale de los equipos al estar caliente disminuirá su densidad y peso atómico por lo que buscará la superficie de la inmediación, la unidad CRAC lo que hará es absorber la temperatura de este aire y expulsarlo hacia abajo ya refrigerado, repitiendo nuevamente el ciclo (Figura 36-B).

[14] CRAC: (Computer Room Air Conditioning) Unidad de aire acondicionado para salas de Cómputo.

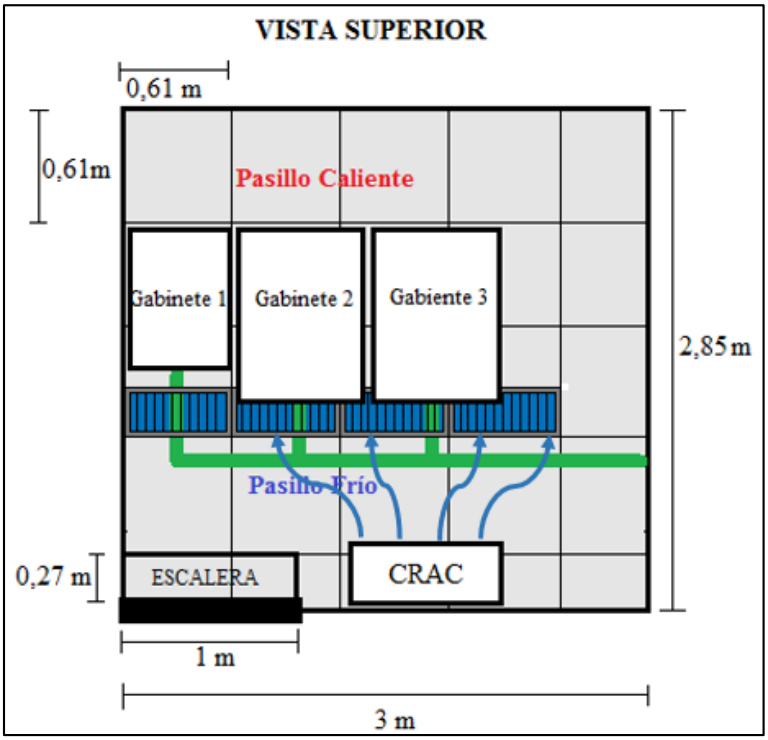


Figura 36. A – Ubicación de Racks en el Data Center
Fuente: Proyecto de diseño del Centro de Datos FICA

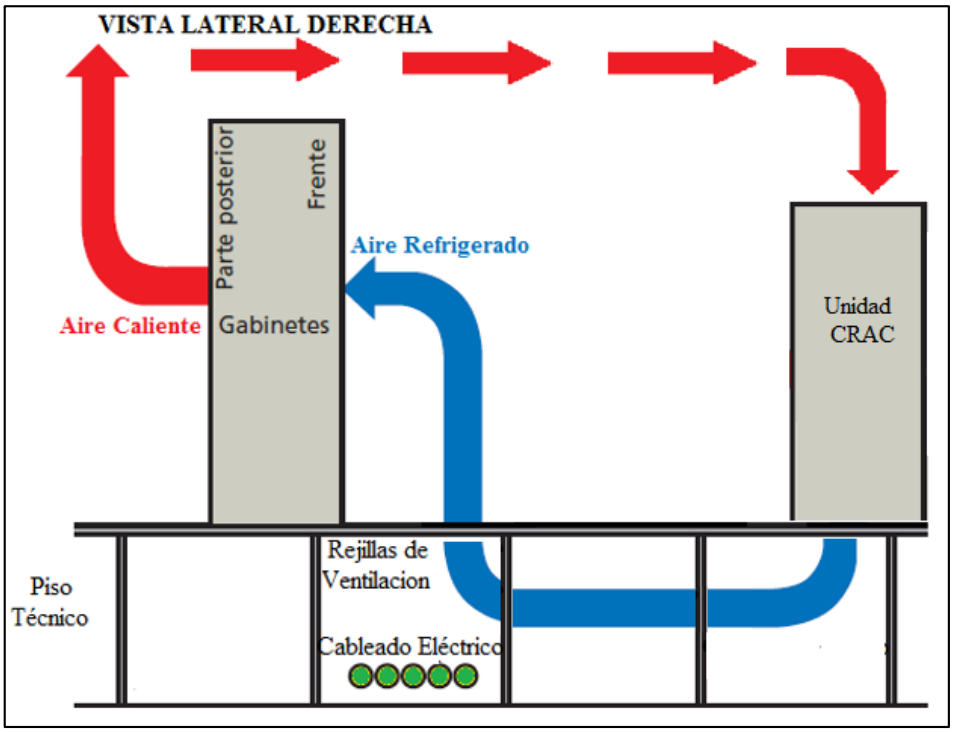


Figura 36. B – Flujo de aire en el CDP
Fuente: Proyecto de diseño del Centro de Datos FICA

Mantenimiento

El plan de mantenimiento y metodología empleada para el sistema de refrigeración del CDP de la Facultad queda a disposición del personal encargado o empresa contratada. Sin embargo, se deberá seguir algunas recomendaciones del RITE[15] 238/2013[16]:

- El proceso se lo ejecutará cada 2 años (tiempo especificado para sistemas de aire acondicionado y refrigeración con potencia nominal ≤ 12kW e implementados en inmediaciones que no sean viviendas).
- Como mínimo, se deberá ejecutar las siguientes actividades:
    - **"**Limpieza de evaporadores y condensadores.
    - Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración.
    - Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos.
    - Revisión y limpieza de: filtros de aire, aparatos de recuperación de calor, unidades de impulsión y retorno de aire.
    - Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo.
    - Revisión de unidades terminales: agua-aire, de distribución de aire.**"** (Ministerio de Industria, Energia y Turismo de España, 2013)

3.2.3.3 CCTV

Características

El circuito cerrado de televisión que se instale en el Centro de Datos será administrado únicamente por el personal autorizado y tendrá las siguientes características técnicas:

[15] **RITE:** (Reglamento para Instalaciones Térmicas en los Edificios) Reglamento español que regula el diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de climatización (ventilación, calefacción y refrigeración) y de producción de agua caliente sanitaria.
[16] **238/2013:** Último Decreto Real para el RITE. Se considera la última actualización vigente del Reglamento.

- El sistema de video vigilancia será 100% digital (IP), por lo que el medio de transmisión debe ser cable UTP
- En el interior del CDP se instalará dos cámaras mini domo PTZ para interiores que permitan un paneo horizontal (90º) y vertical (90º) con alta velocidad, precisión y resolución mínima de 420 líneas. Los lentes de las cámaras interiores deberán ser de tipo "iris fijo" debido a que la inmediación siempre estará con el sistema de iluminación activo. Constarán de micrófono integrado, zoom HD, alimentación eléctrica por cable Ethernet (POE) y gran resistencia ante golpes y agresiones.
- Características adicionales que las cámaras del CCTV deberán cumplir son: sensibilidad ante baja luminosidad de 0,1 a 1 [Lux]; compensación de luz trasera (BLC) para contrarrestar el exceso de luminosidad que puedan generar focos luminosos; la señal a ruido (S/N) con respecto a su línea de alimentación como mínimo de 46 [dB]; control automático de ganancia (AGC) lo cual permite que se pueda capturar imágenes incluso cuando los niveles de luminosidad sean escasos.
- Como hardware de grabación se usará un equipo NVR (Network Video Record / Grabador de Video en Red) con características: grabación simultánea y flujo de video en vivo mínimo de 4 canales y grabación por lo menos de 15 días ininterrumpidos; generación y notificación de alarmas; accesos mediante autenticación; administración remota a través del protocolo SNMP y/o internet. (Junghanss, Circuito Cerrado de Televisión - Capítulo I, 2009)

Instalación

Las cámaras se instalarán en las posiciones que se especifican en la Figura 37 sobre el techo falso. El NVR será ubicado en el rack No. 2 y podrá accederse a él remotamente para su administración. El acceso como ya se mencionó, estará restringido únicamente a personal autorizado y registrado.

La instalación de cámaras externas al CDP no se ha tomado en cuenta en el presente diseño, debido a que la Facultad ya cuenta con un CCTV para sus instalaciones, por lo que se recomienda coordinar con la administración de dicho sistema las actividades de monitoreo de las zonas cercanas al Centro de Datos para mantener un nivel de video vigilancia óptimo y eficiente.

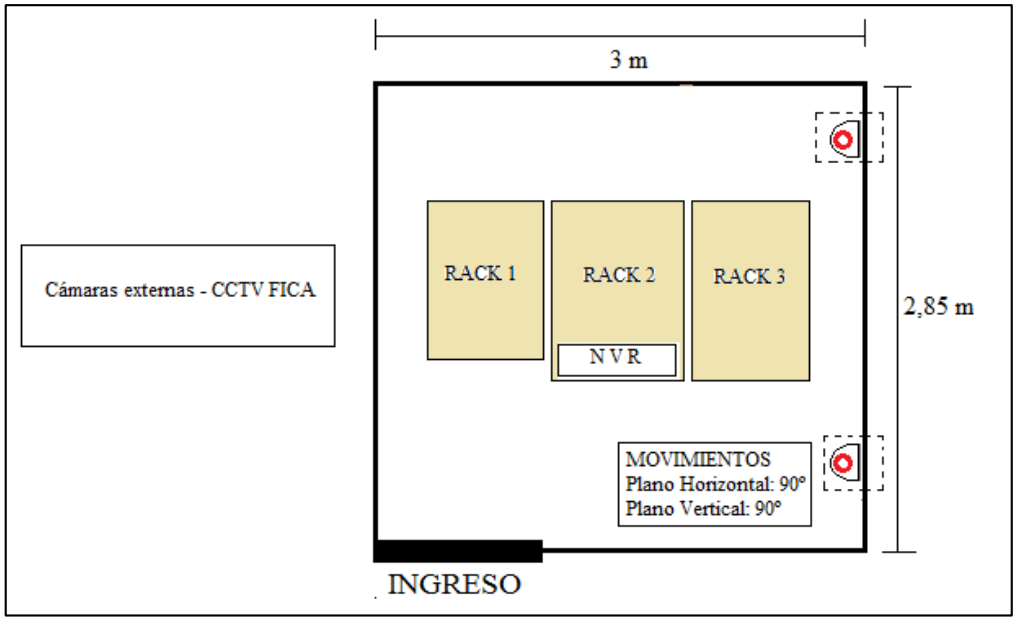


Figura 37. Ubicación de cámaras en el Data Center
Fuente: Proyecto de diseño del Centro de Datos FICA

Borrado de Grabaciones

Se deberá mantener respaldo de las grabaciones del CCTV de los últimos 30 días. Las grabaciones más antiguas podrán ser borradas siempre y cuando se hayan revisado en su totalidad y se las catalogue como irrelevantes, generando antes un reporte de las actividades visualizadas que se hayan realizado. (Greenberg, 2010)

3.2.3.4 Sistema de Respuesta contra Incendios

Sistema de Aspersores

Se exige la instalación de un sistema de aspersores como seguridad, para el equipamiento TIC y el personal, ante un posible incendio dentro de las inmediaciones del CDP, tomando como referencia que la Facultad ya sufrió un incidente similar.

Los componentes mínimos del sistema que deberá instalarse son: tanque con el agente extintor, tuberías, rociadores, sensores y detectores, alarmas.

Gas MF-200: Considerado en la actualidad como el mejor agente extintor del mercado según el Protocolo de Montreal. El MF-200 (Heptafluoropropano) es un compuesto químico en forma de gas que presenta las siguientes propiedades:

- Gas incoloro y en un 99% inodoro.
- No es conductor eléctrico.
- Efectividad en incendios tipo A, B, C
- Agente Extintor Limpio: Amigable con el medio ambiente y no tóxico para las personas (Aprobado por el Protocolo de Montreal).
- Detección y extinción de fuego en menos de 10 segundos en ambientes cerrados debido a su facilidad de expansión (gas).
- Los tanques contenedores del gas ocupan poco espacio, no necesitan mantenimiento y pueden mantenerse en condiciones aceptables por décadas.

Instalación: El tanque con el agente extintor (MF-200) será ubicado en un lugar estratégico, en los exteriores del Centro de Datos. Las tuberías serán instaladas sobre el Techo Falso. En las terminaciones de las tuberías se instalaran aspersores.

Extintores De Fuego Portátiles

De acuerdo a la clasificación del fuego, en el centro de Datos, podría presentarse posibles incendios únicamente de clase A, B, C.

Ubicación: Deberán ser ubicados en zonas privilegiadas con alta notoriedad, de fácil acceso y disponibilidad, a una distancia no mayor a 10 m del personal de administración y entre extintores. Estarán localizados a lo largo de los recorridos normales de desplazamiento del personal tanto de ingreso como de salida del Centro de Datos.

Obstrucciones visuales: Los extintores no deberán tener obstrucciones visuales. En el caso de que la obstrucción no pueda ser retirada, se utilizará sistemas de señalización cercanos que informen de la ubicación del extintor.

Instalación: Los extintores se ubicaran en perchas seguras propias o a su vez, en los gabinetes dados por fabricantes que serán empotrados en la pared. En el caso de tener extintores con ruedas, serán asegurados a zonas específicas para que no obstruya los recorridos y espacios de desplazamiento.

Peso y altura de instalación: Extintores con peso menor o igual a 40 lbs (18,14 kg) deberán ser ubicados a 1,53 m del piso medidos hasta la parte superior del extintor. Si el peso sobrepasa las 40 lbs (excepto extintores de ruedas) deberán ser ubicados a una altura de 1,07 m. en ningún caso, se ubicará extintores a alturas menores de 102 mm del piso.

Gabinetes: Los gabinetes para extintores deberán ubicarse en lugares y a alturas anteriormente ya definidas. Los gabinetes no estarán cerrados, salvo si su ubicación expone al extintor a un mal uso y manipulación. Para ello el gabinete debe estar provisto de un dispositivo de acceso rápido al existente (martillo en caso de tener cerramiento de vidrio o materiales similares).

El extintor será ubicado dentro del gabinete de tal forma que su etiqueta de operación sea visible hacia el exterior. No se permitirá ubicar extintores en lugares con temperaturas superiores a las que especifica su etiquetado.

Número de extintores: El número de extintores se define a partir de la división ente el área total del espacio físico a proteger para el área máxima que cubre cada tipo de extintor (Tabla 17 y Tabla 18).

Tabla 17.

Tamaño y ubicación de extintores de fuego para peligros de Clase A.

CRITERIO	Peligros leves	Peligros Ordinarios	Peligros Extra
Mínimo rango de extintor permitido	2-A	2-A	4-A
Área máxima para unidades de clase A	278,7 m2	139,35 m2	92,9 m2
Área máxima por cada extintor	1,05 m2	1,05 m2	1,05 m2
Máxima distancia de movilidad hacia un extintor	22,86 m	22,86 m	22,86 m

Fuente: National Fire Protection Association. (2013). *Standard for Portable Fire Extinguishers (NFPA 10);* pág.13

Tabla 18.

Tamaño y ubicación de extintores de fuego para peligros de Clase B

TIPO DE RIESGO	Clasificación Básica Mínima Del Extintor	Distancia Máxima A Recorrer Hasta El Extintor [m]
Leve (Bajo)	5B	9,15
	10B	15,25
Ordinario (moderado)	10B	9,15
	20B	15,25
Extra (alto)	40B	9,15
	80B	15,25

Fuente: National Fire Protection Association. (2013). *Standard for Portable Fire Extinguishers (NFPA 10);* pág.13

Un incendio de Clase C hay que tomar en cuenta que relativamente está formado por fuego de Clase A y B, por lo que pueden emplearse extintores de clase A y B.

Para el Centro de Datos, no se necesitara más que un extintor de Clase 1A y uno de Clase 1B, debido a que el área que cubre cada uno (270 m^2) es muy superior al área del espacio físico a proteger (8,55 m^2). Los extintores se instalaran en la ubicación que se muestra en la Figura 38, serán de agentes halógenos, quedando totalmente prohibido los de agentes y fluidos líquidos, espumas y/o polvos químicos.

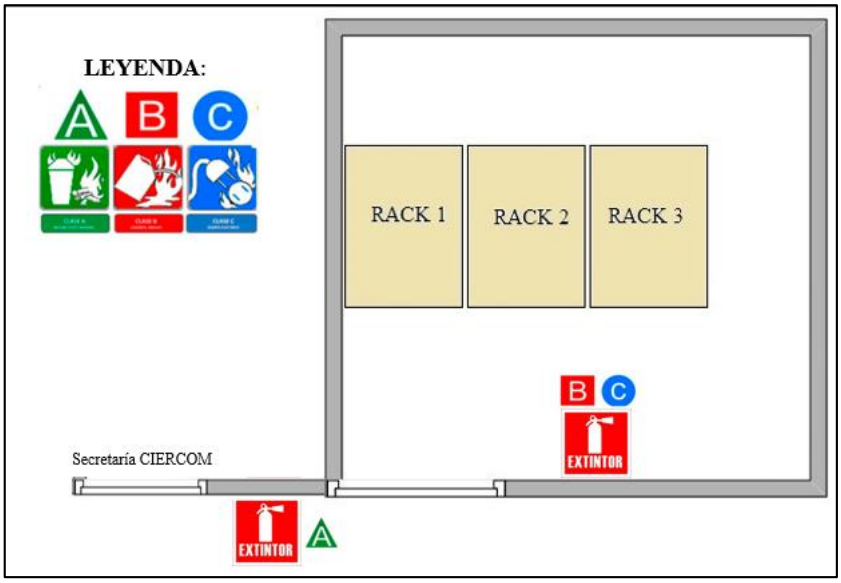


Figura 38. Ubicación de extintores en el CDP
Fuente: proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Inspecciones: Los extintores portátiles deberán ser inspeccionados (manual o electrónicamente) cada 30 días. Los parámetros básicos de la inspección deberán ser:

- El extintor esté en su lugar designado.
- El acceso o la visibilidad al extintor no estén obstruidos.
- Las lecturas del manómetro de presión o indicador deben estar en el rango operable.
- Las instrucciones de Operación o Etiqueta del fabricante estén legible y al frente.
- Los sellos de seguridad e indicadores están rotos, perdidos o alterados.
- Chequeo de daños físicos como corrosión, fugas, o tapones.
- Que esté lleno. Se determinara por su peso o carga de agente.
- La condición de las ruedas, llantas, vehículo, mangueras y boquillas de los extintores de ruedas estén en operación

Registros: las inspecciones mensuales y las acciones correctivas de mantenimiento que se tomen, deberán estar registradas. Se deberá adjuntar etiquetas adheridas al extintor en cada inspección con: la fecha de revisión, resultado breve de la inspección y el nombre del responsable que la realizó. Asimismo, el personal de Administración del CDP, deberá

almacenar documentos con los registros realizados por lo menos de los últimos 12 meses. El almacenamiento será físico y en medios electrónicos y podrá desecharse únicamente registros en los que no haya habido ninguna actividad importante.

Mantenimiento: Para extintores con agentes halógenos, el mantenimiento será cada 6 años. Este proceso consiste en un vaciado y limpieza total del tanque, válvulas, mangueras y demás características técnicas. Las recargas de los extintores deberá hacerse después de haberlos usado, cuando haya anomalías en su inspección o en el proceso de mantenimiento. (National Fire Protection Association 10, 2013)

3.2.3.5 Puerta de seguridad

Características

La puerta de seguridad estará protegida contra robo y compuesta por dos planchas de acero gruesas y refuerzos de tubo estructural en el interior. Deberá contar con cerradura electromagnética, un brazo cierra puerta y una barra anti pánico. Deberá abatir hacia a fuera. El marco producirá un cierre hermético en contacto con la misma y las bisagras serán de alta resistencia al peso y fricción. Llevará internamente material termo-aislante cortafuego capaz de resistir hasta 538ºC por hora (Figura 39).

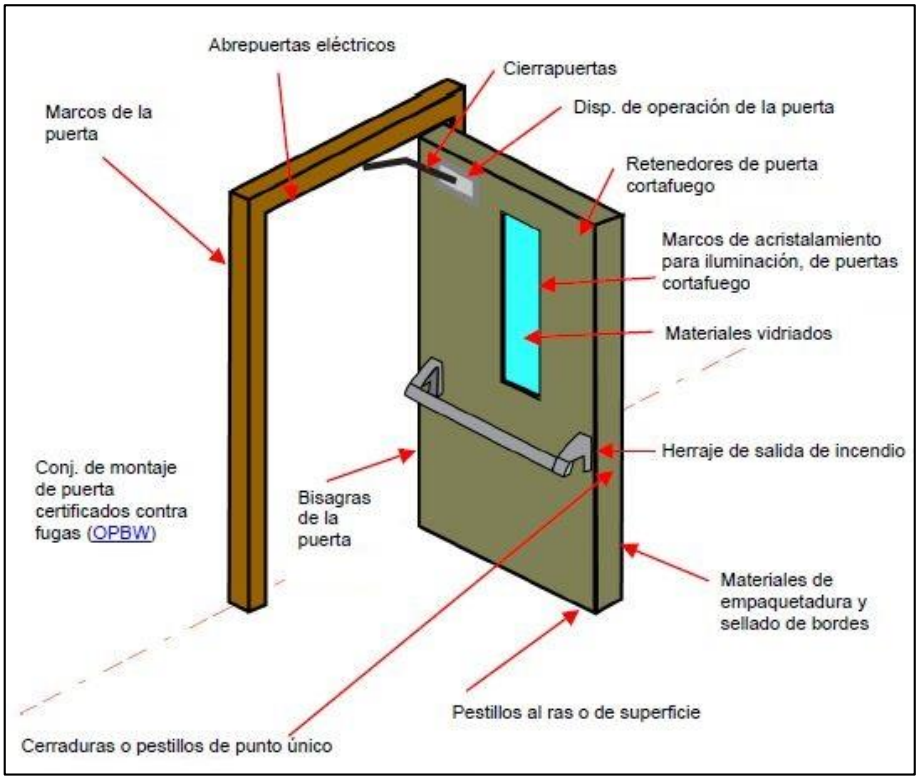


Figura 39: Estructura de la puerta de seguridad para un CDP
Fuente: SPC Chile. (2011). *Datacenter SPC CHILE*. Obtenido de Nuestros Data Center: http://www.spcchile.cl/?p=222

Cerradura Electromagnética

La apertura o cierre de la puerta de seguridad se lo hará a través de una cerradura electromagnética formada por dos paneles de imán. Se instalará en la parte superior interna de la puerta, en el lado hacia dónde abate la puerta.

Las características de la cerradura serán:

- Cerradura electromagnética de tipo "Fale-Safe", que en caso de emergencias puede liberarse sus partes.
- Protección MOV[17]contra sobre tensiones eléctricas.
- Fuerza de sujeción de 273 kg (600 lbs).
- Mecanismo de ON/OFF de liberación inmediata.

[17] **MOV**: Varistor de óxido de metal para protección de equipos electrónicos contra picos de tensión.

- Dimensiones del imán: 250 mm de largo, 41 mm de ancho y 26 mm de espesor. (MACROQUIL S.A, 2014)

Control biométrico

Como un sistema de control de acceso, se instalará en la puerta de seguridad un dispositivo de control biométrico que deberá presentar como mínimo las siguientes características:

- Pantalla LCD que indicará el estado del sistema.
- Reloj de control en tiempo real.
- Frecuencia 125 KHz / 13.56 MHz / Dual
- Interfaz de Comunicación RS-485 / Ethernet
- Tiempo de Puerta : ON/OFF, 0.1-600 Segundos
- Capacidad de Usuarios: mínimo 5000 utilizando huellas dactilares o ingreso de contraseñas.
- Registro de Eventos: mínimo 20000
- Teclado numérico y de funciones, iluminado.
- Leds indicadores de estados y funciones principales.
- Bajo consumo de potencia eléctrica. (SOYAL Access Control Systems, 2015)

3.2.4 SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

3.2.4.1 Topología De Red

Previo a la implementación del Data Center, el Switch de CORE ya tenía una topología establecida: Ser el enlace redundante de la red de fibra óptica de la Universidad Técnica Del Norte; ofrecer puertos de conexión Fast Ethernet para servicios de administración y de usuarios de la Facultad.

Diseñar un nuevo modelo de topología conlleva a nuevas configuraciones de equipos, tanto de la facultad como del DDTI; nuevas posibles conexiones físicas; modificaciones en el sistema

de cableado estructurado, entre otras. Debido a esto, se sugiere mantener la topología actual y que las nuevas o futuras conexiones y jerarquizaciones de red se adapten a ella. En la figura 40 se muestra un esquema válido (recomendado por la TIA-942) de la nueva topología de red (estrella jerárquica) que tendrá la red de la Facultad.

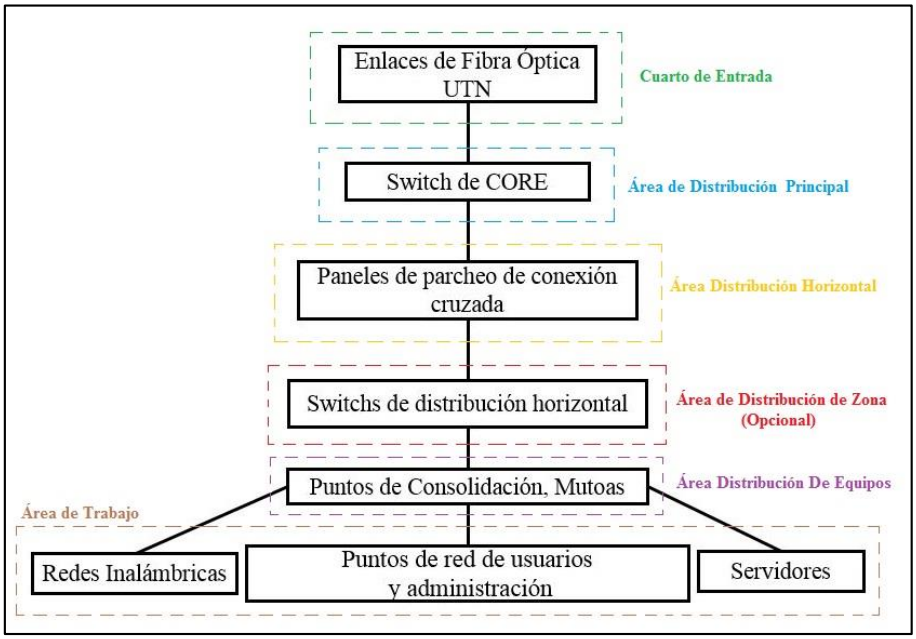


Figura 40. Diagrama de Bloques De Red Recomendada
Fuente: Proyecto de diseño del Centro de Datos FICA

Cuarto de Entrada

Como se ha dicho, las conexiones de red entre la Facultad (FICA) y el departamento de Tecnología (DDTI) se han establecido como un anillo "Backup" de redundancia de la red principal de fibra óptica de la Universidad Técnica Del Norte con el resto del Campus Universitario local.

Entonces, las únicas acometidas de Telecomunicaciones permitidas y recibidas en el nuevo Data Center (Cuarto de Entrada) serán los enlaces de fibra óptica provenientes del DDTI y sus sub conexiones locales (Facultades, Auditorios, edificios Administrativos, etc.).

Área de Distribución Horizontal

Estará representada por switchs de distribución. Se instalará uno por cada planta de la Facultad, para abastecer sus conexiones cruzadas horizontales.

Áreas de Trabajo

En cada oficina de la Facultad, o a su vez por cada área de trabajo de 8 m^2 (a excepción de aulas, laboratorios y pasillos), se instalará, por lo menos un faceplate con dos tomas de red (Figura 41-A). El ponchado de los jacks RJ45 (Ver Figura 41-B), deberá pasar las pruebas mínimas de test (tester Ethernet) y en lo posible una certificación de calidad (Fluke).

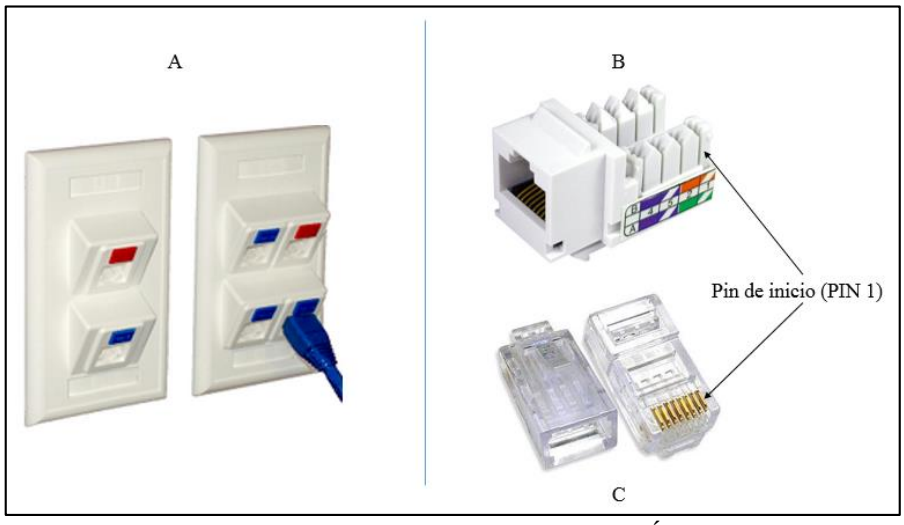


Figura 41. Terminales del Cableado Horizontal para Áreas de Trabajo
Fuente NEWLINK CS. (12 de Febero de 2014). *Products*. Obtenido de Cabling Systems: http://www.newlink-usa.com/cgi-local/products.cgi

Debido a que la infraestructura física de la Facultad es una obra terminada, el recorrido del cableado de red, dentro de las Áreas de Trabajo, se lo hará sobre canaletas sobre-puestas (no empotradas) con cubierta; plásticas PVC; autoadhesivas; de 20 mm de ancho, 10 mm y 2000 mm de longitud; con un máximo dos curvaturas del cableado de 90º o superior, en toda su extensión.

3.2.4.3 Cableado Estructurado

Cableado Horizontal

El actual cableado estructurado de la Facultad, las modificaciones futuras al mismo, y los nuevos tendidos que se implementen, deberán cumplir con las siguientes exigencias:

- El cableado horizontal será llevado, en toda su extensión, en bandejas metálicas y no excederá la distancia de 90 metros de longitud entre el Área de Trabajo y la Conexión de Distribución Principal (Data Center), incluidos los patch cord de conexión en los panel de parcheo. Se permitirá cable de par trenzado balanceado únicamente de categoría 5e o superior (recomendado Cat. 6).
- El tendido del cableado en las bandejas, se lo hará máximo con una fuerza de tensión de 110 [N]. El radio de curvatura máxima del cableado UTP en la instalación, no será menor a 90º y para STP no menor a 135º.
- El arreglo del cableado (peinado) en todo su recorrido se lo hará en grupos de 12 cables alienados verificando que no haya torceduras, averías o enredos de cada cable y entre grupos de cables. Para ello se utilizará amarras tipo velcro cada 30 cm y cuya sujeción del cableado no debe causar tal presión que lo deforme.
- La implementación de puntos de consolidación en el cableado, se permitirán únicamente en zonas de fácil acceso y administración, una conexión para cada cable horizontal, y estará ubicado mínimo a una distancia de 15 m del distribuidor de cableado horizontal (switch de distribución de la planta). La distancia total horizontal del cableado entre el CP y el equipo terminal de usuario no será mayor a 20 metros. Cada CP dará un número máximo de 12 servicios, en los cuales queda prohibida la conexión directa de equipos activos de usuario.
- Aunque actualmente no hay la necesidad de implementar conexiones por mutoa, en futuras instalaciones una mutoa será instalada en áreas de usuario masivas (no más de

12 conexiones de usuario por cada mutoa). La mutoa será instalada sobre muros o inmuebles, y no sobre el piso o techos, a una distancia mínima de 15 del distribuidor de cableado horizontal. Los patch cord de conexión entre la mutoa y el equipo terminal no serán mayor a 5 m de longitud.

Patch Cords

Para las conexiones de red de los patch panels a los equipos IT. Serán cables UTP/STP (Categoría 6 o superior) o fibra óptica, que no deberán exceder los 3 metros de longitud.

Los cables de conexión para las tomas en las Áreas de Trabajo serán mínimo UTP Categoría 5e. Serán patch cord comerciales certificados y/o preparados manualmente (ponchado verificado y garantizado) que no excederán los 3 metros de longitud (5 m cuando se emplee mutoas en remplazo de tomas) (SIEMON, 2015)

3.2.4.3 Canalizaciones

El cableado estructurado será transportado por todo el edificio sin vista sobre el cielo raso en bandejas metálicas específicas para datos, están prohibidas las escalerillas metálicas de varillas transversales (Ver Figura42-A) por el campo electromagnético que pudieran generar.

La distribución del cableado de datos dentro de la bandeja de transporte, se lo hará tal y como se muestra en la Figura 42-B para mejorar su protección ante interferencias electromagnéticas externas.

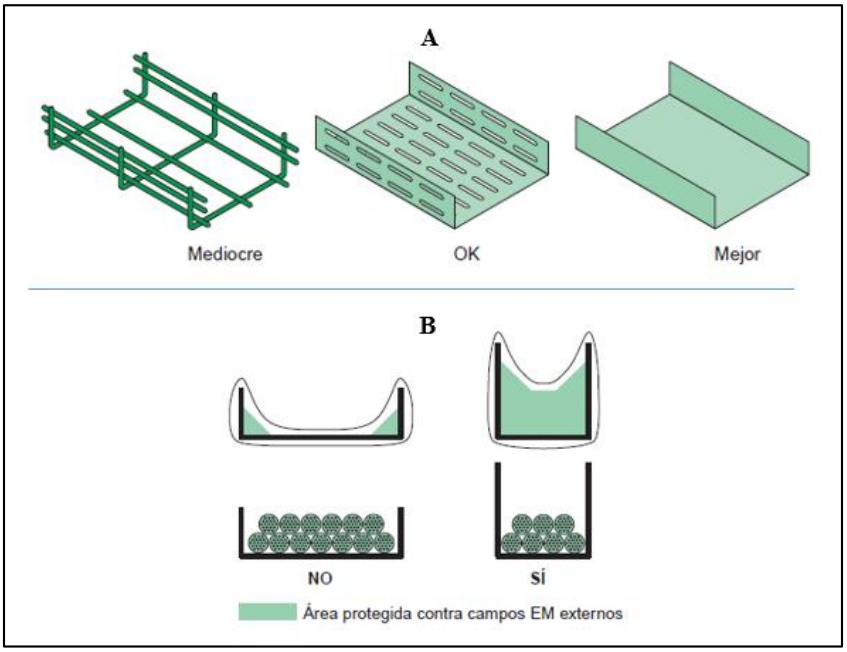


Figura 42: Bandejas metálicas para datos. A: Recomendada; B: Distribución
Fuente: Schneider Electric; 2008. *Guía de Diseño de instalaciones Eléctricas y de Datos según Normas IEC*; pág.460

Las bandejas serán:

- De acero laminado en frio en forma de U.
- La capacidad de carga (no menor a 37 Kg) y la distancia de instalación de los travesaños de soporte se definirá de acuerdo a la calidad del material de la bandeja disponible en el mercado.
- Dimensiones mínimas para mantener los niveles permitidos de capacidad de la bandeja (no mayor a 50% incluido el crecimiento del cableado) : 2400 mm de longitud; 200 mm de ancho; 100 mm de altura y un espesor de 1,2 mm
- Acabados de pintura electrostática. (Instituto Ecuatoriano De Normalización, 2009)

La instalación y el recorrido del cableado de datos nunca se lo hará en línea horizontal (sin curvaturas) por lo que el cambio de dirección de los recorridos serán frecuentes, todo dependerá de la infraestructura del edificio. Para ello, las bandejas deberán ser soldadas tal y como se muestra en la Figura 43 recordando siempre los radios de curvatura permitidos para el cable

UTP/STP (RC≥4dc). La razón de tal proceso de soldadura de las bandejas es la de aumentar la protección del cableado ante interferencias electromagnéticas externas.

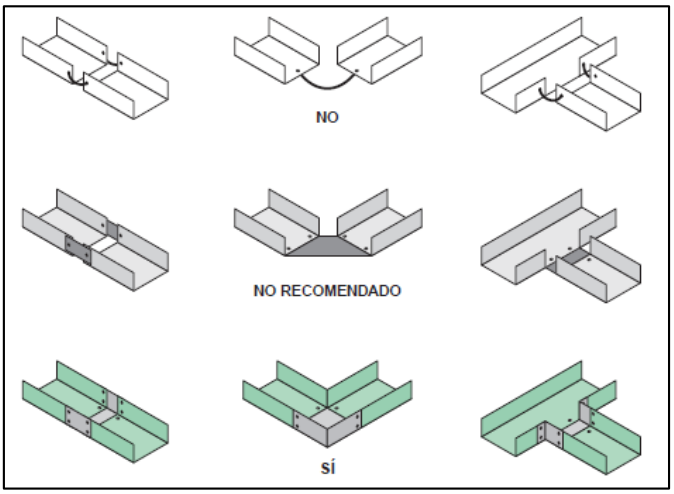


Figura 43. Soldadura de Bandejas metálicas
Fuente: Schneider Electric; 2008. *Guía de Diseño de instalaciones Eléctricas y de Datos según Normas IEC*; pág.462

La ventaja de la instalación del sistema de bandejas planas metálicas antes mencionadas es su capacidad de transporte, tanto del cableado de datos como del eléctrico, sobre la misma bandeja. Dicho esto, si en instalaciones se tiene la necesidad futuras (y no hay otra opción) de transportar cableado eléctrico por los recorridos del cableado de datos, la instalación se lo hará tal y como se muestra su distribución en la figura 44. (Schneider Electric, 2008)

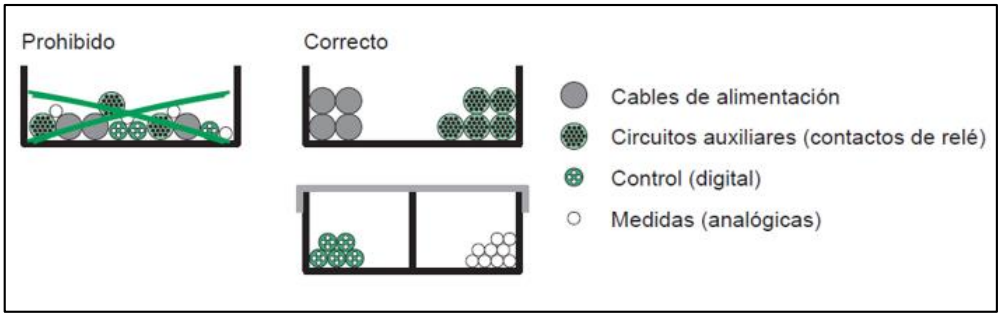


Figura 44. Instalación de grupos de cableado en bandejas metálicas planas
Fuente: Schneider Electric; 2008. *Guía de Diseño de instalaciones Eléctricas y de Datos según Normas IEC*; pág.461

3.2.4.4 Racks y gabinetes

Se realizará la incorporación, al Data Center, del rack de piso de telecomunicaciones activo con el que trabaja actualmente la Facultad. El rack antes mencionado cumple con las

características básicas que exige la norma TIA 942: tiene una altura de 2,00 m y ofrece 42 URs correctamente definidas y numeradas.

Debido al espacio físico disponible, se recomienda la instalación máxima de 3 racks o gabinetes, incluyendo el rack actual de la Facultad ya mencionado.

Características

Los racks y gabinetes de piso de comunicaciones que se instalen a futuro en el CDP, en lo posible, deberán cumplir con siguientes especificaciones (Ver Figura 45):

- Capacidad de 42 UR o no superar la atura máxima de 2 metros, por las dimensiones físicas que presenta el Data Center y por mantener la distancia recomendada con el techo falso (0,5 m).
- **[1]** Estructura (cuatro postes) metálica de acero laminado en frío y acabados con pintura electrostática en polvo. los postes o rieles deberán estar debidamente señalados y numerados. Si el rack estará provisto de paneles para cableado (patch panel), los rieles deberán estar empotrados como mínimo a 120 mm de la estructura o puerta del rack.
- **[2]** Las puertas frontales y posteriores micro perforadas en forma de malla para mejorar los flujos de aire. Las puertas deberán ser abatibles y los paneles laterales desmontables.
- **[3]** El piso y techo del gabinete deben ser desmontables y con pre-perforaciones que puedan facilitar el ingreso y salida tanto del cableado como del aire del sistema de ventilación.
- **[4]** Puertas frontal y posterior con cerraduras de llave.

- Ruedas que faciliten el desplazamiento y ubicación del gabinete. Las ruedas deberán estar reforzadas para soportar hasta 1000 Kg. de peso. (United Nations Office for Project Services ONUPS, 2012)

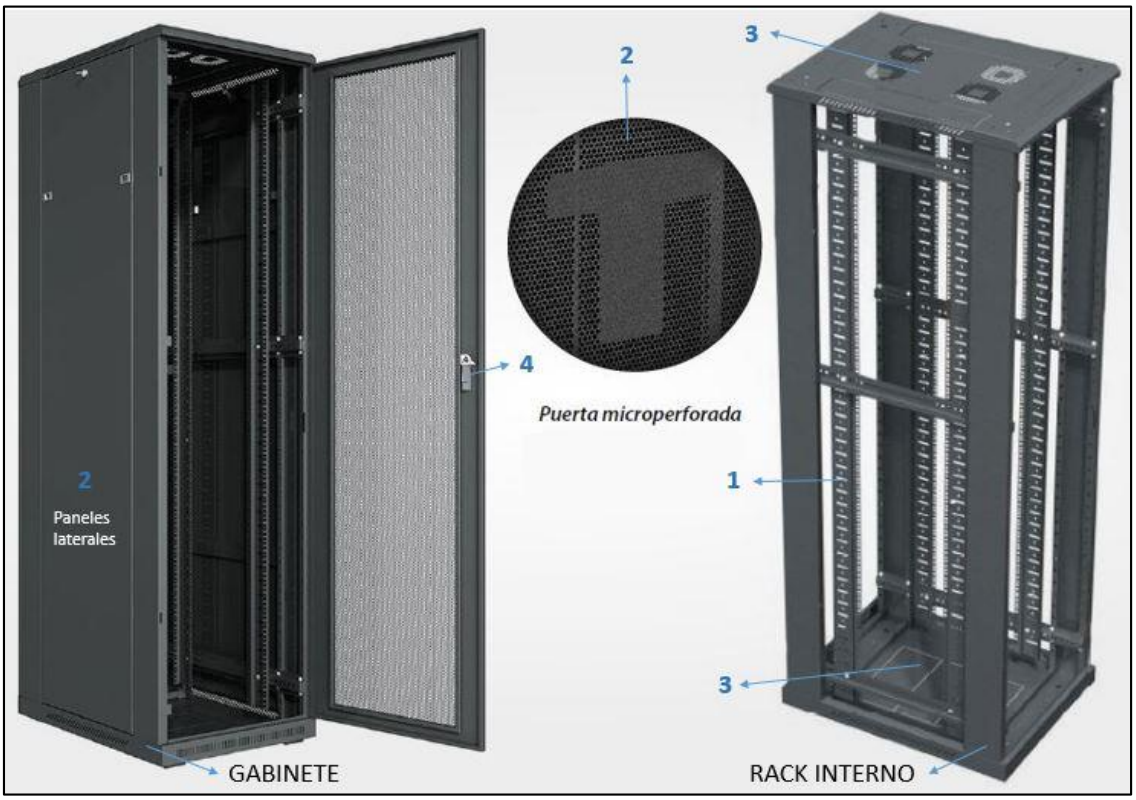


Figura 45. Características de gabinetes y racks de comunicaciones
Fuente: TELEPARTES PERÚ SAC. (09 de Julio de 2012). *Gabinetes Estándar*. Obtenido de Gabinetes: http://www.telepartes.com.pe/productos/p/gabinetes/gabinetes-estandar

Identificación

Un método válido de identificación de racks y gabinetes en el Centro de Datos, es usar la estructura del piso técnico como cuadrícula de localización (Figura 46), cuyo código de identificación de cada rack se generará por la intersección de filas (definidas con números) y columnas (definidas con letras). En el caso que un rack o gabinete esté ubicado sobre varias intersecciones (filas y columnas), se tomará como matriz para generar el código, la intersección de mayor área.

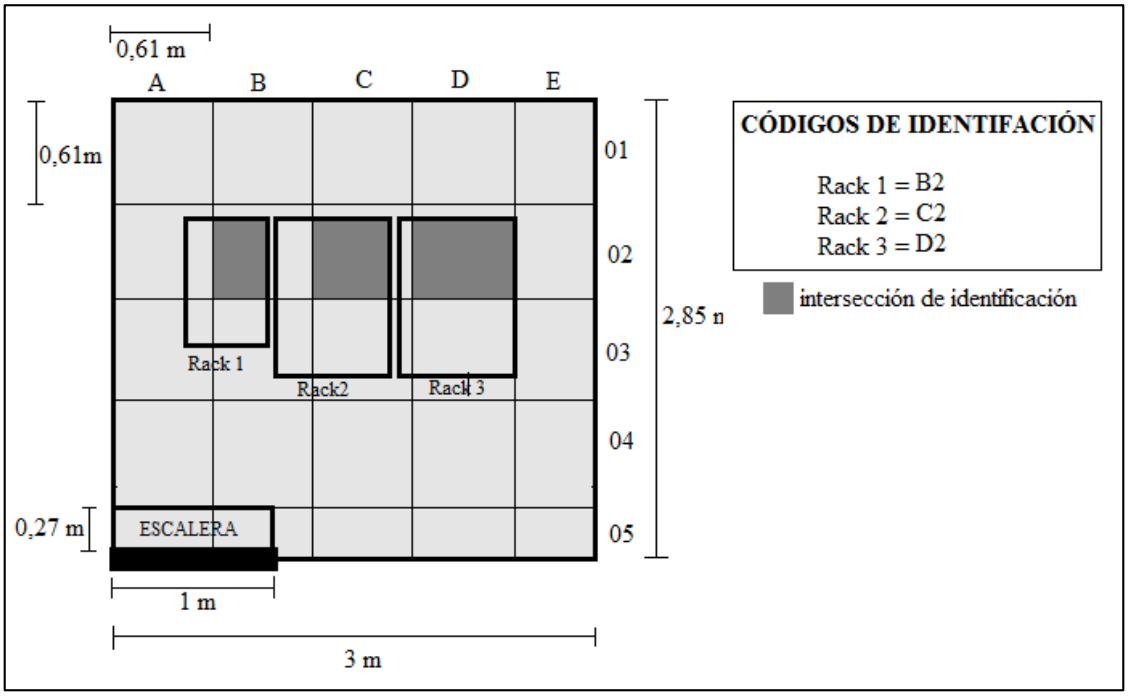


Figura 46. Identificación de racks y gabinetes
Fuente: Proyecto de diseño del Centro de Datos FICA

Distribución de Equipamiento TIC

Cada rack y/o gabinete será suministrado de un switch de distribución de red, se permitirá máximo un monitor y complementos multimedia (teclado, mouse), PDUs para la alimentación eléctrica, ventiladores internos (opcional) y conexión independiente a la puesta a tierra.

El Centro de Datos alojará, en su mayoría, equipos TIC de servicio (servidores, PCs de administración y equipamiento para redes inalámbricas), por lo que el switch de distribución de cada rack se ubicará en la parte posterior del rack y será el encargado de permitirles el acceso a la red.

Como se ha dicho el rack de comunicaciones #1 (B2) ya estaba implementado en la Facultad, por lo que su distribución de equipos, organizadores de cable y patch panels, ya estaba definida. En el rack #2 (C2) se implementará: el switch de distribución, servidores del Proyecto Cloud y demás servidores con fines de investigación. En el rack #3 (D2) se alojará el switch de distribución y los equipos para servicios de red que ofrece y maneja la Facultad (servidores de aplicaciones y la red inalámbrica).

Los equipos TIC y demás hardware de conexión, dentro de los racks, se distribuirán de abajo hacia arriba, con separaciones máximas de 1 UR, ubicando los equipos de mayor peso físico en las zonas inferiores de la estructura. Se tratará, en lo posible, realizar distribuciones grupales de equipos con estructuras y funciones similares, relacionadas o complementarias, que faciliten el trabajo de administración.

3.3 IMPLEMENTACIÓN PARCIAL DEL CENTRO DE DATOS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

3.3.1 SUBSISTEMA DE INFRAESTRUCTURA

3.3.1.1 Espacio Físico

Definición y Justificación

Siguiendo los parámetros de diseño y las condiciones que debe cumplir el espacio físico para implementar un Data Center (Sección 3.2.1.1 del presente documento), se define que:

El espacio físico asignado, está ubicado en la planta baja del edificio de la Facultad, junto a la oficina de la Secretaria de CIERCOM. (Figura 47)

La ubicación y dimensiones del espacio físico definido para el CDP, dentro de la infraestructura, implica ciertas ventajas:

- De acuerdo al número inicial de equipamiento TIC que se va a alojar en el Centro de Datos, las dimensiones del espacio físico se adaptan perfectamente. Los equipos podrán ser distribuidos correctamente en racks y gabinetes, dejando libre incluso un pequeño espacio para el tema de escalabilidad. Entonces, se concluye que no habrá desperdicio de espacio físico, infraestructuras de Data Center sobredimensionadas, ni costo económico innecesario referente a su implementación.
- Al ser una infraestructura que está en la parte perimetral de la construcción de la Facultad, brinda facilidades para la implementación de tuberías y ductos externos que se tenga que realizar, como acometidas de instalaciones eléctricas y sistemas de aterraje.
- No es un lugar abierto, por los que las condiciones ambientales sumado al sistema de climatización a implementar, ofrecerá un ambiente adecuado para los equipos.

- Se tiene una puerta de acceso independiente, lo que implica que el acceso estaría disponible cuando los administradores así lo decidan sin interrumpir actividades de terceros.

Figura 47. Espacio físico definido para la implementación del Data Center
Fuente: Infraestructura física de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Modificaciones de Obra Civil

La puerta de acceso de madera y las dos ventanas existentes (frontal y posterior) en la inmediación fueron removidas, para posteriormente proceder a cubrir sus zonas con materiales de construcción tradicional (ladrillo, mezcla de cemento y arena en proporciones permitidas) Ver figura 48. Se realizó la apertura de un nuevo espacio únicamente para la nueva puerta de ingreso que tendrá el CDP; ventanas y cualquier otro tipo de infraestructura de ventilación están prohibidas.

Figura 48: Adecuaciones a la Obra Civil
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Para terminar, se procedió a dar un mejor acabado a la inmediación con el proceso de estucado de paredes (interna y externamente), principalmente en las zonas nuevas de construcción.

3.3.1.2 Pintura

Los muros internos y externos del cuarto de construcción del CDP, se cubrieron con pintura acrílica de color beige. El proceso se realizó uniformemente con el uso de rodillos de pintura. La colocación de dos capas de pintura, con un secado intermedio de 6 horas entre capas, dio un mejor acabado al lugar. (Ver Figura 49)

Figura 49. Colocación de pintura en el cuarto del CDP
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Sin embargo el tipo de pintura empleada, no es la recomendada para un Centro de Datos. Las especificaciones y recomendaciones acordes a este tema están detalladas en la sección 3.2.1.4 del presente documento.

3.3.1.3 Piso Técnico

Preparativos

Previo a la instalación, el espacio físico fue despojado de todo objeto e inmueble que se tenían alojado en él. Asimismo, con el uso de una aspiradora se trató de que el piso quede lo más limpio posible de basura y polvo.

Instalación

En el caso del CDP de la FICA, la instalación del piso falso se lo realizó a una altura de 35 cm (recomendado: 50 cm) para poder cumplir con la normativa de altura máxima de los racks con el nivel del techo (2,6 m). Asimismo, se pudo adaptar esta altura inferior a la recomendada, debido a que bajo dicho piso no se tendrá grandes cantidades de ductos para el cableado estructurado y/o eléctrico. Entonces, para cumplir con tal disposición, se procedió al corte de las bases metálicas a las dimensiones ya mencionadas.

El armaje de las bases metálicas se inició desde la esquina izquierda del fondo del espacio físico. Cada vez que se terminó de armar una base metálica cuadrada, fue necesario colocar la plancha de baldosa sobre ella, para poder armar la siguiente base lo más alineada posible a su anterior. (Ver Figura 50)

Figura 50. Instalación del Piso Técnico en el CDP
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Una vez cubierta toda el área del Data Center con la estructura del piso falso (bases, travesaños y planchas), se continuó con la fijación de las bases metálicas al piso real. Para ello, se empleó pegamento especial de caucho de secado rápido. (Posteriormente podría ser reforzado con la colocación de tornillos a presión)

Debido a que en la inmediación aún no se tenía instalada la puerta de acceso, se recomendó la suspensión temporal del armaje del escalón de entrada al CDP. Una vez que ya se implemente la puerta, se retomará el proceso, todo esto con el fin de lograr que el escalón tenga la mayor hermeticidad posible junto a la puerta (evitar fugas de aire refrigerado que circulara bajo el piso técnico). Ver Figura 51.

Figura 51. Piso Técnico instalado sin el escalón de entrada
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

3.3.2 SUBSISTEMA ELÉCTRICO

3.3.2.1 Acometida eléctrica

Se realizó la instalación de una acometida eléctrica dedicada e independiente para el CDP. La toma parte del transformador eléctrico ubicado frente al Gimnasio UTN (Figura 52-A), el recorrido del cableado eléctrico es llevado bajo tierra (Figura 52-B) hasta una caja de revisión de concreto ubicada en la parte externa de la FICA, frente al Centro de Datos (Figura 52-C). Los conductores eléctricos ingresan al CDP bajo el piso técnico, por la zona de acometidas y suben hasta el tablero general principal por medio de canaletas y tuberías (Figura 52-D).

Las características de la acometida eléctrica instalada son:

- Trifásica: Tres fases, neutro y una malla de 6 varillas copperweld
- Conductores calibre #2 AWG con protección TTU[18].
- Tensión total de 380 [VAC]: 220 [VAC] entre fase-fase y 110 [VAC] entre fase-neutro.
- Capacidad de Amperaje por fase: limitada 80 [A] por un breaker termo-magnético.

[18] **TTU:** (Thermoset Insulation and Thermoplastic Jacket Underground) Doble protección con aislamiento termoplástica y chaqueta termoplástica para instalaciones subterráneas.

Figura 52. Acometida Eléctrica del CDP
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

3.3.2.2 Tableros Eléctricos

Tablero General de Distribución (TGD)

Para recibir las acometidas eléctricas comerciales al interior del CDP, se instaló un tablero eléctrico general (Figura 53), que presenta las siguientes características:

- Estructura con pre-perforaciones para entrada y salida de los conductores eléctricos.
- Compatible con montaje sobrepuesto o empotrado.
- Fabricado con lámina de acero estirado en frío, previo tratamientos de fosfatado en caliente y curado al horno.
- Hasta 12 espacios para circuitos independientes con su respectivo breaker de protección.
- Diseñado para instalaciones de 1 o 3 fases eléctricas.
- Voltaje: 127/220 [VAC]

- Capacidad máxima de corriente de cargas de hasta 125 [A] en los terminales principales del breaker principal
- Bus de cobre para paneles modificables.
- Bus de aluminio para paneles fijos.

El TGD se instaló en la zona definida para tableros y acometidas eléctricas (Figura 53) a una altura de 2 m del piso técnico; se conectaron a él, los circuitos eléctricos que alimentarán al sistema UPS, el sistema de aire acondicionado y el sistema de control de acceso de la puerta de seguridad. El tablero fue etiquetado con paep termo

Tablero Eléctrico para UPS (TEU)

Los circuitos derivados se alimentarán eléctricamente desde el sistema de UPS. Para tal proceso, se realizó la instalación de un tablero eléctrico de menores características técnicas que el TGD, que a continuación se detallan:

- Marca: Schenider Eletric; Modelo: Square D – QOL 6F
- Estructura con pre-perforaciones para entrada y salida de los conductores eléctricos.
- Compatible con montaje sobrepuesto o empotrado.
- Fabricado con lámina de acero estirado en frío, previo tratamientos de fosfatado en caliente y curado al horno.
- Bus de cobre para paneles modificables.
- Bus de aluminio para paneles fijos.
- Voltaje: 120/240 Vac
- Capacidad máxima de corriente de cargas de hasta 125 [A] en los terminales principales en el breaker principal
- Hasta 6 espacios para circuitos independientes con su respectivo breaker de protección.

- Diseñado para instalaciones 2 fases eléctricas, 4 hilos.

El TEU se instaló, de igual manera, en la zona definida para tableros eléctricos, a una altura de 2 m, junto al TGD (Figura 53).

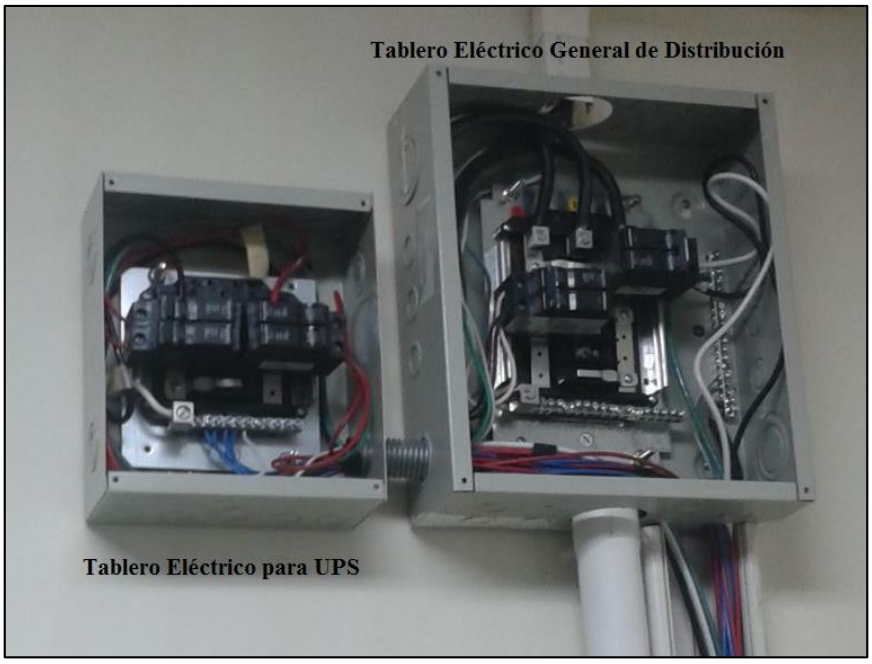


Figura 53. Tableros eléctricos instalados en el CDP
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

3.3.2.3 Circuitos Derivados

Para la alimentación eléctrica del equipamiento TIC y los mecanismos de funcionamiento de la infraestructura del Centro de Datos, se definió 6 circuitos derivados distribuidos de la siguiente manera: 1 CD para el sistema de refrigeración, 1 CD para el sistema de control de acceso, y 4 CD para los tres racks instalados.

Los 4 circuitos derivados para racks, parten del TEU por las canalizaciones correspondientes y llegan a cada estructura bajo el piso técnico, terminado cada CD, en una toma eléctrica doble (Ver figura 54) de la cual se alimentara a las PDUs instaladas en los gabinetes.

Figura 54. Tomas dobles instaladas para alimentación eléctrica de racks
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

3.3.2.4 Conductores

Los conductores empleados en los circuitos derivados eléctricos son conductores de cobre calibre #12 AWG, cubiertos en toda su extensión con chaqueta de protección de PVC. Su instalación y recorrido se lo hizo bajo el Piso Técnico, en mangueras metálicas flexibles, evitando el empleo de bandejas o canaletas de transporte, por la cantidad actual de conductores. Asimismo, para la instalación de los conductores no se siguió el código de colores normalizado, por lo que deberá empelarse un método válido de etiquetado para el reconocimiento de fases, neutro y puesta a tierra.

3.3.2.5 Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI)

Ubicación dentro de la topología

Su instalación y conexión dentro de la topología eléctrica (Ver Figura 55) permitirá que, en casos de falla del sistema eléctrico comercial, el sistema de UPS suministre de fluido eléctrico temporal a servidores, equipos de siwtcheo y demás equipamiento TIC, con el fin de evitar pérdidas de información y/o daños a las unidades de procesamiento causadas por des-energizaciones bruscas y violentas en sus circuitos.

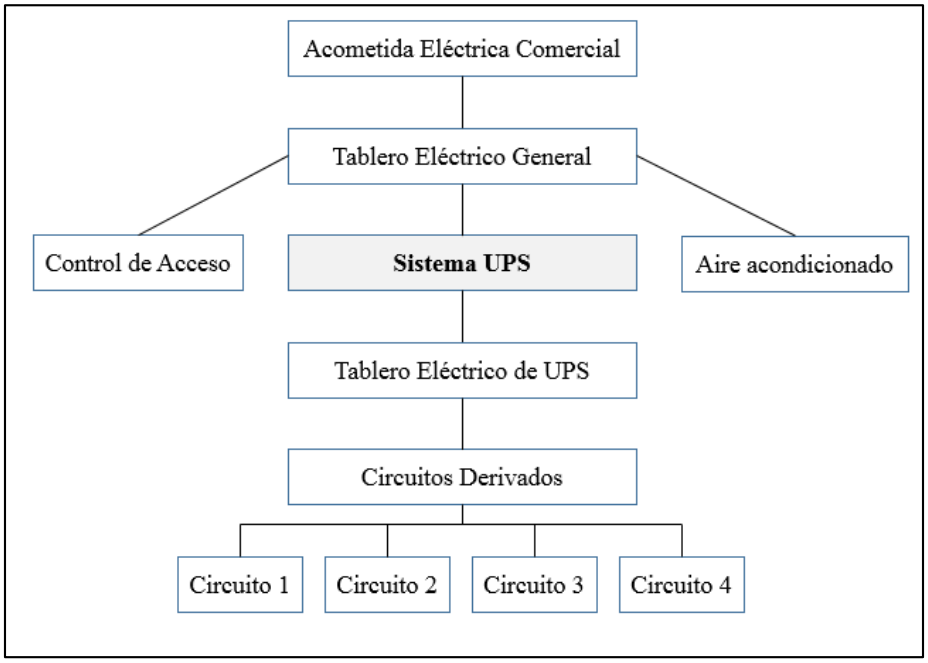


Figura 55. Esquema de la ubicación de UPS dentro de la topología eléctrica
Fuente: Proyecto de Diseño del Centro de Datos FICA

Características

Las características del sistema de UPS instalado en el Centro de Datos, se enlistan a continuación:

- Marca: SOCOMEC; Modelo: ITY-TW100B-LV
- Dimensiones: 260 mm de ancho; 570 mm de longitud y 715mm de altura.
- Carga física: 38 Kg.
- Fuente nominal: 10KVA
- Potencia nominal: 7kW
- Voltaje nominal de salida: 230 V (puede ser configurado a 220/240 V), con rango de tolerancia de ± 1%.
- Tiempo de respaldo de energía con 75% de la carga nominal: 9 minutos.
- Nivel acústico a 1m de distancia: 55 dB o menor
- Eficiencia en modo online: superior al 90%.

- Temperatura de operación: entre 0 y 40 ºC (15 y 25 ºC, recomendado para mejorar la vida útil de baterías)
- Baterías tipo selladas de plomo ácido, libre de mantenimiento, y con vida útil estimada de 5 años.
- Interfaz de comunicación RS232 pre-instalada. Un slot adicional para la instalación de otro tipo de tarjetas de comunicación.

Instalación

Para iniciar, se cortaron 6 cables conductores de 4 m aproximadamente (c/u). Los conductores empleados fueron de cobre, calibre #8 AWG. Para su fácil instalación, grupos de tres cables (fase, neutro, tierra) fueron definidos con cinta adhesiva, tal y como se muestra en la Figura 56.

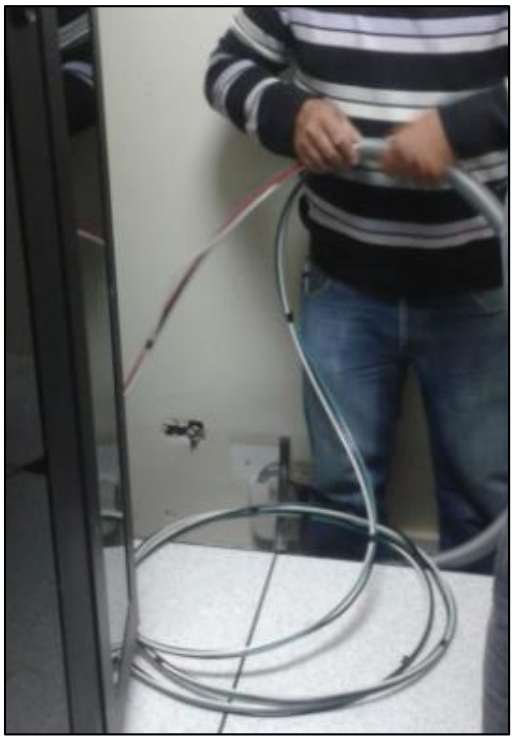


Figura 56. Preparación de Conductores Eléctricos para el UPS
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Los grupos de cables eléctricos fueron introducidos en mangueras metálicas flexibles para seguridad y protección de los conductores en toda su extensión. Para llevar el recorrido de la

instalación eléctrica UPS – TEU bajo el Piso Técnico, se retiró dos planchas de la zona de acometidas eléctricas (Figura 57-A). Echo esto, se ubicó la manguera metálica portadora de los conductores en las canaletas instaladas para el cableado eléctrico, pasando por el TGB hacia el tablero de UPS (Figura 57-B).

Figura 57. Recorrido del cableado eléctrico para UPS
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Los terminales de un extremo de los cables eléctricos para el UPS, fueron instalados en el tablero correspondiente, con sus respectivos breakers de protección. La configuración y conexión del otro extremo de los cables conductores en el tablero Input/Output del UPS, se muestran en la figura 58.

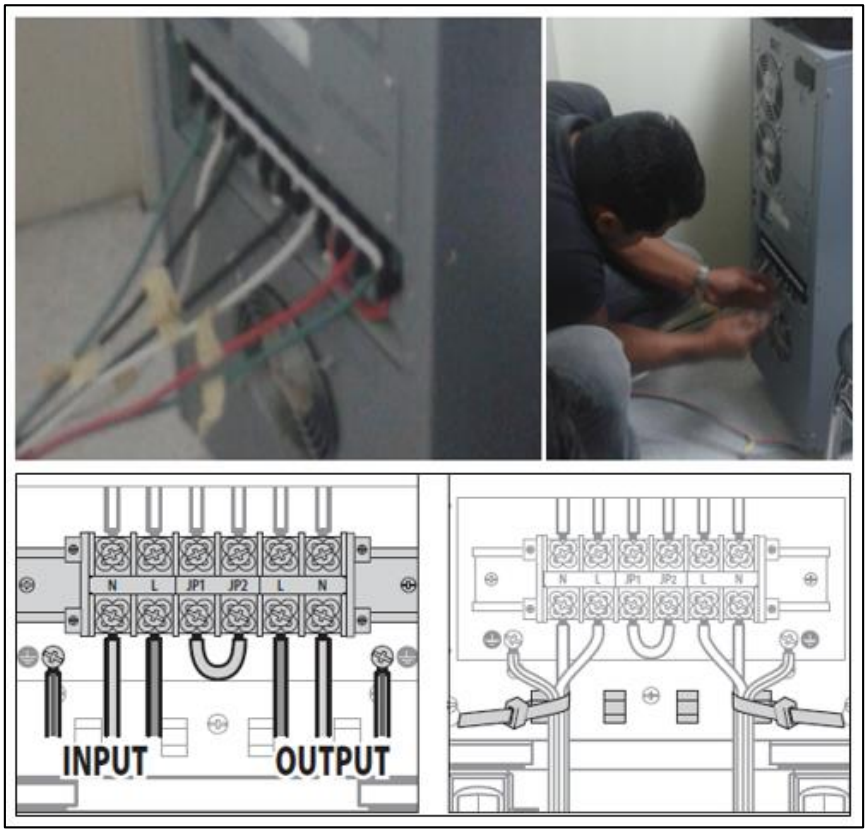


Figura 58. Conexiones Eléctricas de UPS
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Una vez terminada la configuración e instalación eléctrica, el equipo UPS se ubicó en el espacio físico que se muestra en la Figura 59.

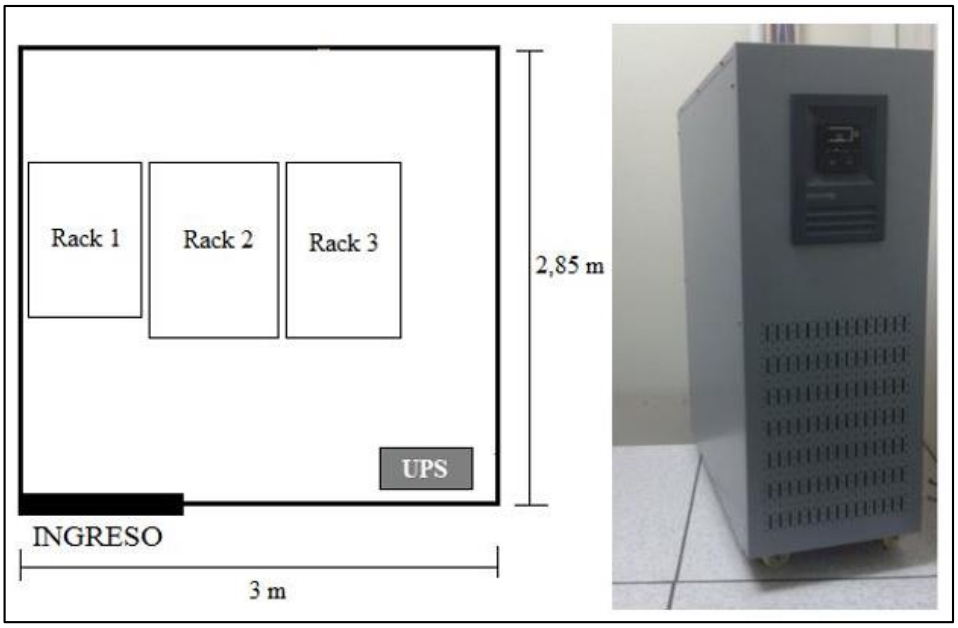


Figura 59. Equipo UPS instalado en el CDP
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Panel de monitoreo

El funcionamiento y configuración realizada al equipo UPS está representado en su panel frontal de monitoreo. Si no se cuenta con un sistema de Gestión o protocolo de Administración implementado, el panel deberá ser inspeccionado periódicamente (por los menos una vez, cada semana) y/o inmediatamente cuando se presente una falla del sistema eléctrico.

La figura 60 muestra el esquema del panel UPS y su interpretación.

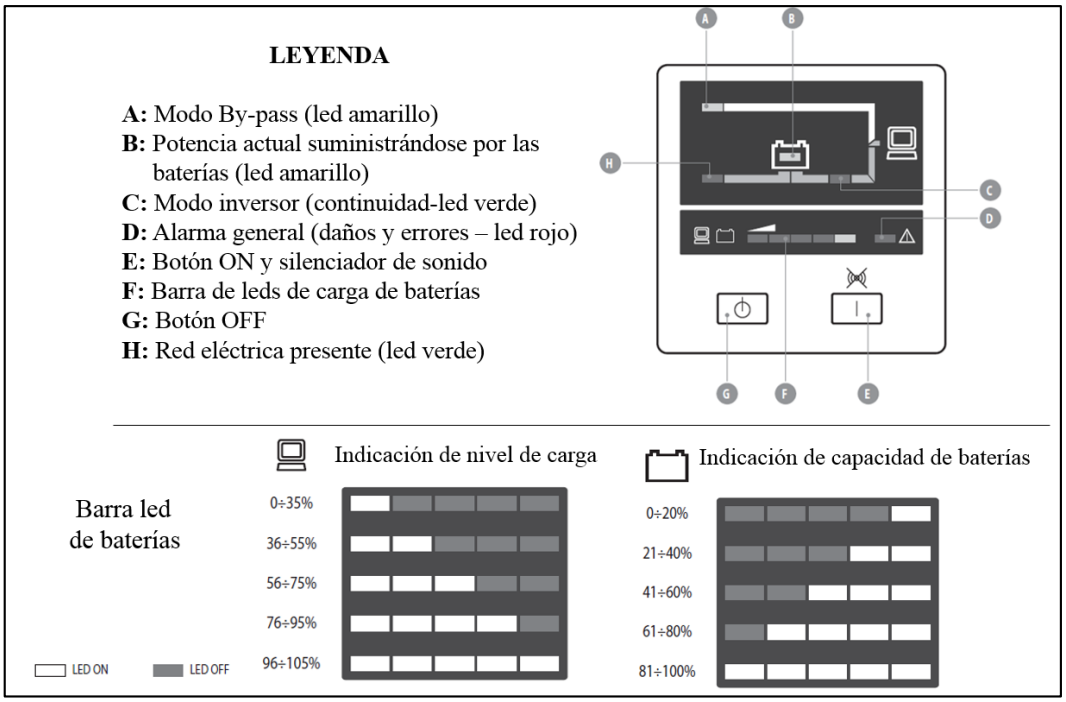


Figura 60. Interpretación del panel UPS
Fuente: SOCOMEC. (23 de Septiembre de 2014). *TYS*. Obtenido de From 1 to 10kVA: http://goo.gl/LbePnf

3.3.3 SUBSISTEMA MECÁNICO

3.3.3.1 Puerta de Seguridad

Para la selección de la puerta, se tomó en cuenta las recomendaciones dadas en la sección 3.2.3.5 de este documento. Las principales características son:

- Estructura metálica de 4 cm de espesor, resistente a rayones y golpes, mirilla de 5 láminas de vidrio, diseño hermético para evitar las fugas de aire refrigerado.

- Complementos: control biométrico de acceso, barra anti-pánico, brazo cierra-puertas, cerradura electromagnética.

Proceso de instalación

Como primer punto se realizó la perforación en la estructura del muro para la inserción, a presión, de tornillos de acero que fijarán a la puerta (Ver Figura 61 - A). Se colocó tres pares de tornillos en cada lado, un par en la parte superior, uno central y un par en la parte inferior, a un mismo nivel donde coincidirán con las bisagras de la puerta.

Sobre cada par de tornillo se soldó placas metálicas horizontales que reforzaran la sujeción del marco metálico a la estructura de los muros (Ver Figura 61 - B). Para éste y los procesos posteriores similares, se empleó soldadura eléctrica.

Figura 61. Tornillos y placas metálicas de Soporte para la puerta de seguridad
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

El paso siguiente fue la ubicación de la puerta en la estructura preparada en los muros. Con la ayuda de un nivel[19], se procuró que su posición este correctamente nivelada y alineada. Echo esto, se procedió a la soldadura de las bisagras hacia las placas metálicas instaladas anteriormente en el muro, verificando continuamente que la posición de la puerta no se haya alterado ni desviado. (Ver figura 62)

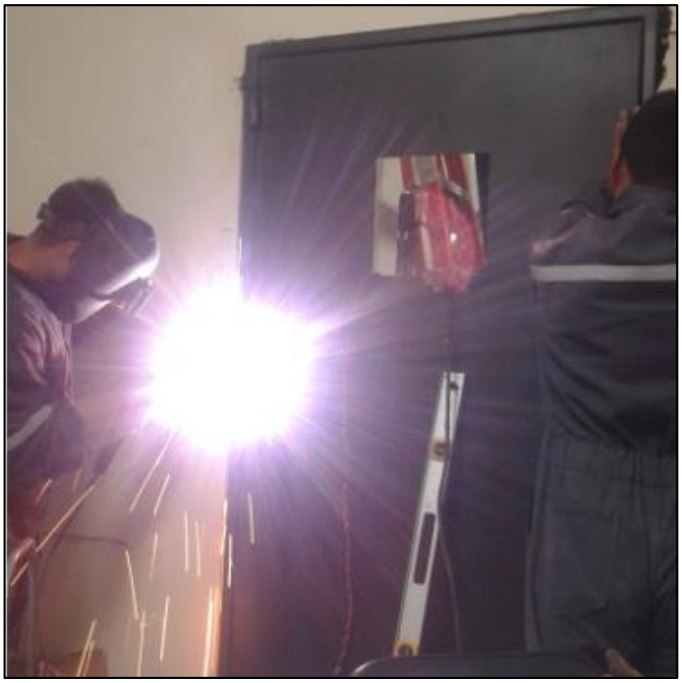


Figura 62. Soldadura del marco de la puerta en la infraestructura
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Mecanismos complementarios

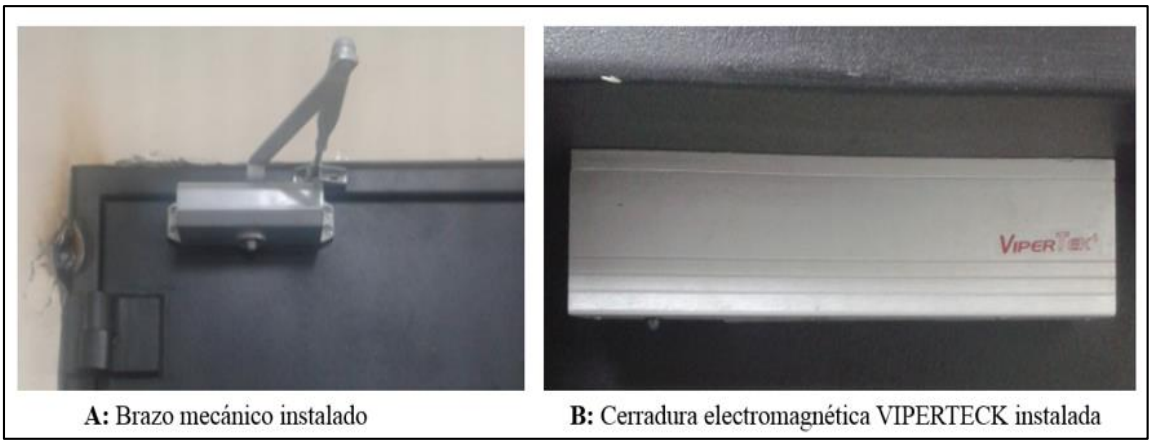
Se inició la instalación de los complementos con el brazo mecánico "*cierra-puertas*". Se lo ubicó en la parte superior izquierda de la lámina (vista desde afuera del CDP) con tornillos a presión, asegurándose que la puerta obligatoriamente deberá abatir hacia afuera. (Ver Figura 63-A)

La cerradura electromagnética instalada (marca ViperTEK) con tornillería a presión, consta de dos placas magnéticas: la placa magnética principal (con led indicador y circuito eléctrico) se instaló en la parte interna superior derecha del marco metálico (vista desde afuera del CDP);

[19] **Nivel:** Instrumento de medición utilizado para determinar la horizontalidad y/o verticalidad de un elemento.

la placa magnética complementaria, en cambio se colocó en la parte superior derecha de la cara interna de la puerta. (Ver Figura 63-B)

A través de su mecanismo de tornillos ajustables, el brazo mecánico fue configurado de tal forma que la velocidad y fuerza de cierre de la estructura, no permita más que la atracción y juntura entre las placas de la cerradura electromagnética (imanes) en un tiempo aproximado de cierre fluido de 10 segundos con una apertura de la puerta de 90º.



A: Brazo mecánico instalado **B:** Cerradura electromagnética VIPERTECK instalada

Figura 63. Brazo mecánico y cerradura electromagnética instalados
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Para el control de acceso, en la parte externa al CDP, a lado derecho, junto a la puerta de ingreso, se instaló un control biométrico de la marca SOYAL el cual es un lector controlador de proximidad IP óptico, con teclado físico, reconocimiento de huella, capacidad para dos accesos (puertas) simultáneamente, y un registro aproximado 4.500 a 9.000 usuarios (Ver figura 65-A).

El control biométrico tiene conexión directa con el mecanismo de la cerradura electromagnética a través de cable UTP con la configuración de conexión que su hoja de datos indica. (Figura 64)

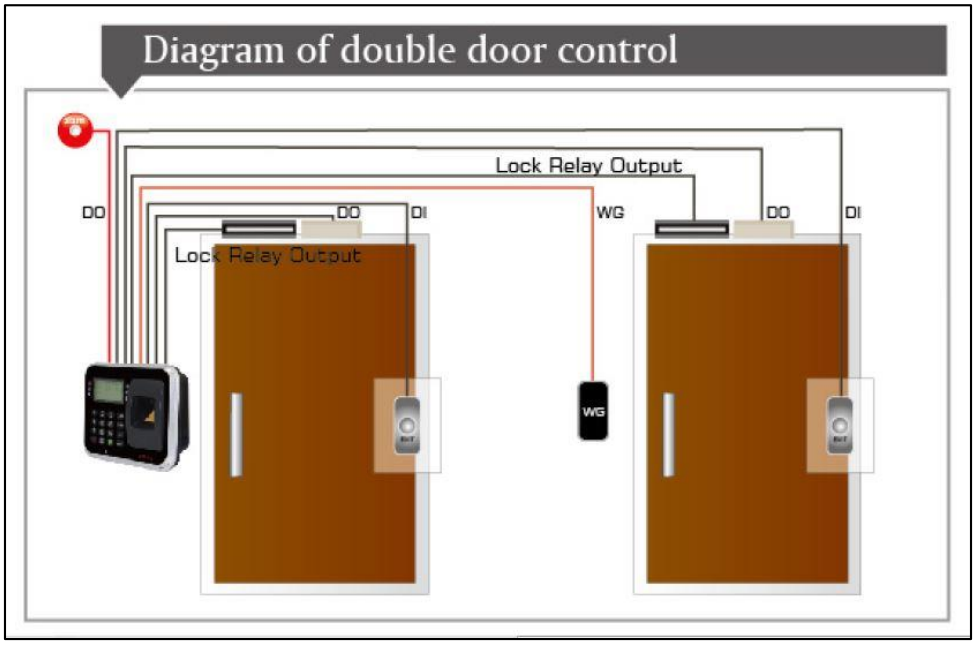


Figura 64: Diagrama de conexión del control de acceso SOYAL instalado
Fuente: SOYAL; 2013. *Hojas de dato y especificaciones; LCD Access controller AR-837(EF/EFi*); pág. 2

La caja metálica que contiene el mecanismo de alimentación y conversión eléctrica (10-24 VDC) se instaló en la parte interna del Centro de Datos, en la parte superior a la puerta ingreso, sobre la estructura de techo falso. Ver Figura 65-B

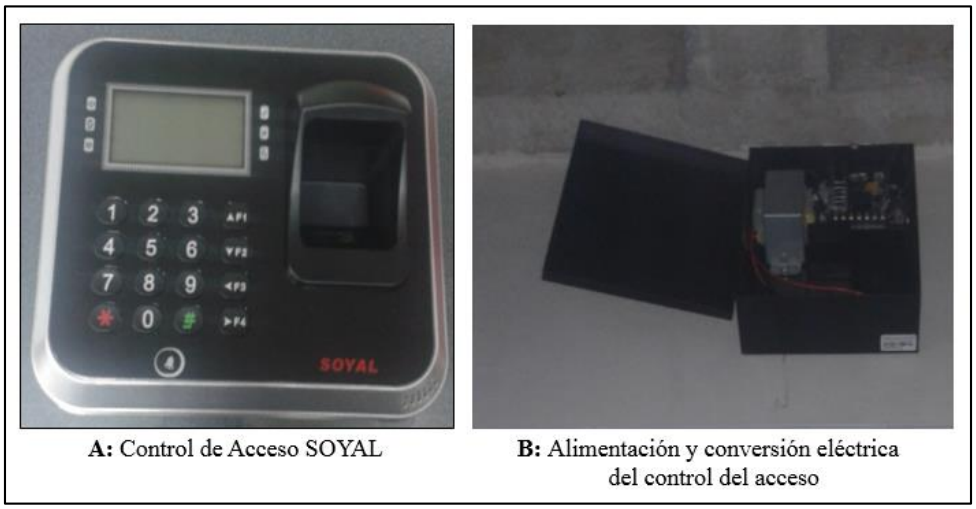


Figura 65. Control Biométrico SOYAL instalado
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

El último mecanismo en ser instalado fue la barra anti-pánico, que permite la apertura de la puerta de ingreso al CDP, desde la parte interna. El proceso inició con la perforación en la parte media de la lámina interna de la puerta para la instalación de dicho mecanismo (en forma horizontal) con tornillería de presión (Ver Figura 66). De igual manera que el control de acceso,

la barra anti-pánico tiene conexión directa con la cerradura magnética, por lo que lo siguiente fue realizar y comprobar tal configuración.

Figura 66. Instalación de la Barra anti-pánico
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Para garantizar la hermeticidad del lugar, se procedió a cubrir el marco de la puerta sobrante con material de construcción sólido (estuco). Con esto se ayuda a que las temperaturas externas de la inmediación no influyan en el desempeño del sistema de refrigeración instalado (Figura 67).

Figura 67. Puerta de seguridad del CDP
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

3.3.3.2 Aire Acondicionado

Las normativas y exigencias de diseño expuestas en las secciones 3.2.3.2 del presente documento, señalan que únicamente se permite la instalación de sistemas de refrigeración "*de precisión*" en Centros de Datos,

Pese a esto, en el CDP para la Facultad se realizó la instalación de un sistema de refrigeración "*Split"* o conocido también como de "*confort*" (Ver Figura 68). Al tener un espacio físico de dimensiones relativamente pequeñas, la configuración y funcionamiento del sistema de refrigeración tipo confort cumple con la función principal: Mantener las condiciones ambientales del CDP dentro de los rangos permitidos. La cantidad de equipamiento TIC dentro del CDP también es razonable por lo que la generación de calor dentro de las inmediaciones

Características

- Refrigerante: R410a / 1130 gr
- Capacidad de enfriamiento 24000 BTU/h
- Potencia de consumo (nominal): 2170 W
- Presión de diseño: Alta 550 PSIG / Baja 340 PSIG
- Clase de resistencia de unidad externa: IP24

Consideraciones de instalación

El sistema de aire acondicionado se instaló en la zona del "pasillo caliente" a una altura de 2 m, con el objetivo de mantener la temperatura permitida en esta zona.

Figura 68. Sistema de Aire Acondicionado instalado
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

3.3.3.3 Cámaras de Seguridad

El Circuito Cerrado de Televisión recomendado en la sección de Diseño del presente documento, se implementará en posteriores mejoras y adecuaciones del Centro de Datos. Mientras tanto, para video-vigilancia al interior del CDP, se realizó la instalación de una cámara de características:

- Cámara compatible con el protocolo IP (Soporte control de flujo 802.3x)
- Marca DLink; Modelo: DCS 2121
- Un puerto RJ-45 10/100 BASE-TX (Para conexiones cableadas)

- Manejo del estándar 802.11 (para conexiones wireless) con seguridad WEP, WPA, WPA2
- Ranura para soporte de SD Card externas de hasta 16 GB.
- Soporte de Control Automático de Ganancia (AGC)
- Memorias internas: SDRAM 64 MB; Memoria Flash 8 MB
- Mínima iluminación: 0.5 lux.
- Distancia focal del lente: 5.01 mm y zoom digital hasta 4x
- Micrófono: 50 dB +/- 3db Omni-direccional
- Tamaño de imagen ajustable y calidad (máximo hasta 1280x1024 a 10 fps).
- Soporta compresión MPEG-4/MJPEG.
- Administración: Configuración vía web browser; notificación de alertas vía FTP e E-mail; actualización de Firmware vía TCP/IP.

La cámara de seguridad se instaló en la ubicación definida para la primera cámara del CCTV (Ver Figura 69), a 2,30 m de altura, sobre los tableros eléctricos, enfocada con vista hacia la puerta de ingreso del CDP. Su conexión está configurada a la red inalámbrica de administración local (KLIP) con la dirección IP 192.168.0.100/24. Por el momento, la cámara solo está en modo monitoreo (vía web) y no de almacenamiento (falta adquirir micro SD).

Figura 69. Cámara IP instalada al interior del CDP
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

3.3.4 SUBSISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

3.3.4.1 Arquitectura de Red

Por las características y condiciones del Centro de Datos de la Facultad, los espacios de telecomunicaciones fueron representados tal y como fue planteado el diseño de la nueva topología de red, descrito en la sección 3.2.4.1 de este documento:

- **Cuarto de entrada:** Zona de acometidas eléctricas del CDP y bandeja ODF ubicada en rack #1.
- **Área de Distribución Principal:** Switch CORE de alta disponibilidad, instalado en el rack #1.
- **Área de Distribución Horizontal:** Representada por los patch panels de conexión cruzada para el cableado horizontal instalados en el rack #1
- **Área de Distribución de Zona:** Puntos de consolidación y/o futuras instalaciones de mutoas.
- **Área de Distribución de Equipos:** Switchs de distribución de cableado horizontal de cada planta y racks de servidores #2 y #3.
- **Área de Trabajo:** Puntos de red **(**rosetas y faceplate) terminales de usuario para conexiones RJ45 del cableado estructurado.

Las conexiones de red y sus jerarquizaciones físicas que se ha implementado en la Facultad, se muestra en la Figura 70.

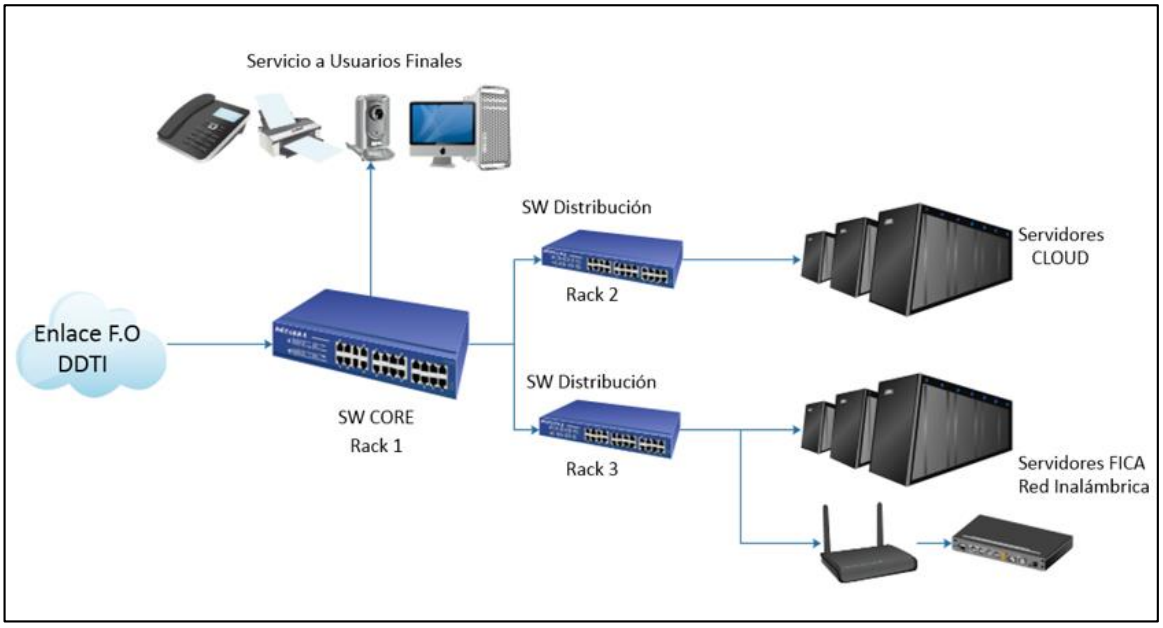


Figura 70. Arquitectura de Red implementada
Fuente: Proyecto de diseño del Centro de Datos FICA

3.3.4.2 Cableado Estructurado

Debido a que la Facultad ya cuenta con un sistema de cableado estructurado instalado, las recomendaciones de la sección 3.2.4.3 quedaran para futuras actualizaciones o instalaciones del mismo.

Cableado horizontal

Puntos de consolidación: Por la reubicación del rack de comunicaciones (#1) de la Facultad hacia el nuevo Data Center, todos los recorridos del cableado estructurado tuvieron que ser extendidos para llegar hasta él. Para realizar el proceso de extensión de los cables UTP, se empleó uniones RJ45 con un ponchado verificado y testeado.

El hecho de tener puntos de extensión del cableado estructurado, permitirá realizar modificaciones en los tramos finales de su recorrido, ya sea por posibles reubicaciones de las Áreas de Trabajo y/o procesos de mantenimiento.

Las zonas donde la prolongación del cableado están ubicadas en la planta baja del edificio: Zona 1, en el pasillo, frente al CDP, a dos metros del muro perimetral; Zona 2 al inicio del pasillo de acceso al ascensor, lado izquierdo (con vista frente al ascensor). Ver Figura 71

Figura 71. Extensión del cableado estructurado
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Cableado Backbone

3.3.4.3 Racks y Gabinetes

Reubicación del rack principal

La reubicación se la realizó desde el cuarto de bodegas hacia el nuevo Data Center. Antes de desconectar todo, el cableado de datos (tanto UTP como de fibra óptica) fue etiquetado, para tener mayor agilidad y facilidad en su posterior re-conexión. Así mismo, aprovechando este proceso, se realizó el respectivo mantenimiento a los equipos de telecomunicaciones, hardware de conexión y estructuras del rack. Ver Figura 72.

El rack fue ubicado de acuerdo a los lineamientos de diseño: alineado al piso técnico, cara frontal con vista hacia la puerta, espacio físico asignado. En cuanto a la estructura del rack, hay que mencionar que no hubo inconvenientes para que pueda ser aprobado su ingreso al CDP, ya que este rack si cumple con las características básicas exigidas en la normativa:

- ✓ Máximo 42 UR, definidas y enumeradas.
- ✓ Distancia de 0,5 m con la estructura de techo falso.
- ✓ Rack tipo Gabinete con puerta frontal y posterior perforadas.
- ✓ Profundidad frontal y posterior de los postes del rack aceptable para el empleo de patch panels y organizadores de cableado.

- ✓ Pre-perforaciones superiores e inferiores disponibles para la entrada y salida del cableado.

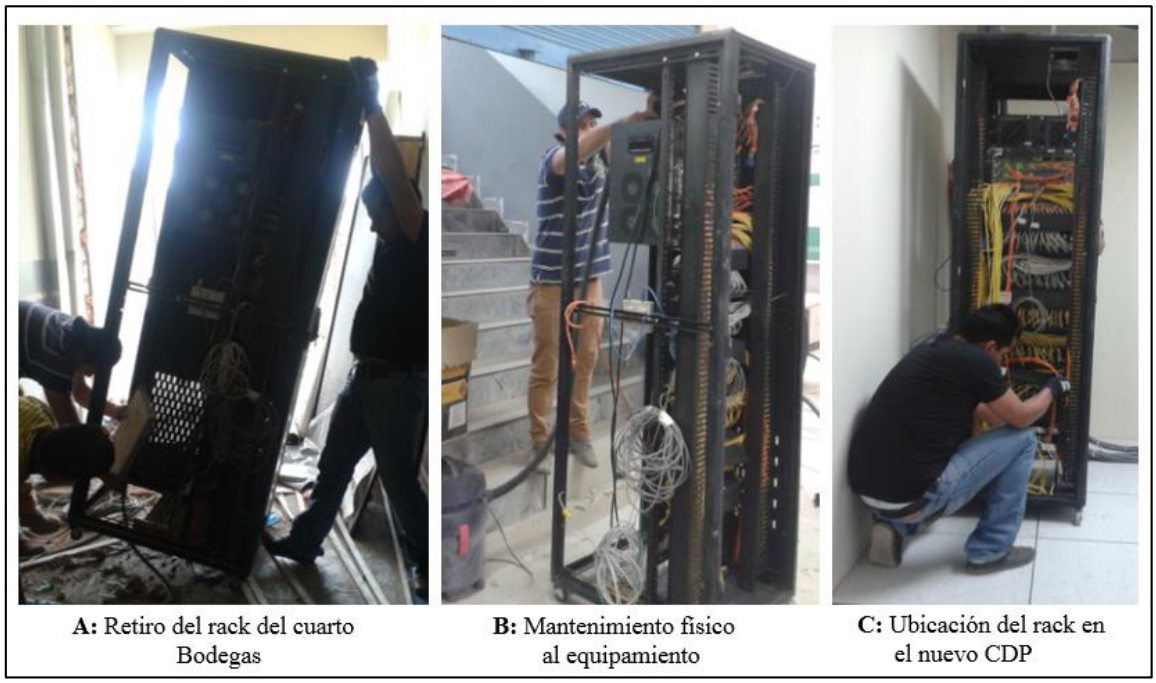


Figura 72. Reubicación del rack de comunicaciones de la Facultad
Fuente: Proyecto de implementación del Data Center FICA

Instalación de nuevos racks

Para mejorar las condiciones de distribución del equipamiento TIC, se instalaron los dos racks adicionales que se adquirieron para el Data Center, cumpliendo así con el máximo número de estos equipos debido al espacio físico. Por nomenclatura se los ha denominado:

- **Rack 1:** Rack de telecomunicaciones y backup de la red de fibra óptica de la UTN.
- **Rack2:** Rack para servidores de Proyectos de Desarrollo Cloud.
- **Rack 3:** Rack para demás servidores de la Facultad. (Ver Figura 73)

Figura 73. Racks instalados en el Data Center
Fuente: Centro de Datos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

3.3.4.4 Equipamiento TIC instalado

Como se ha dicho, la Facultad anteriormente contaba con equipamiento TIC (de servicio y de red) distribuido por toda la infraestructura del edificio, en espacios improvisados y convencionales. Ahora con la implementación del nuevo Data Center, y después de los procedimientos legales y de administración pertinentes, todo ese equipamiento forma parte de la nueva infraestructura de red.

Tabla 19.

Equipos IT instalados en el Centro de Datos FICA

EQUIPO	MARCA MODELO (UBICACIÓN)	FUNCIÓN	No. SERIE	INVENTARIO UTN	RESPONSABLE	DIRECCIÓN IP	CARACTERÍSTICAS
SERVIDORES	IBM System x3500 M4 (RACK 3)	Repositorio DSpace	KQ6M81T	1410103.327.0079	Ing. Fernando Garrido	10.24.8.61 172.16.3.61	RAM: 7,6 GB Procesador: Intel Xeon (R) CPU E5-2630 2,30 GHz x 12 HDisk: 610 GB OS: CentOS 6.5
	IBM System x3500 M4 (RACK 3)	Reactivos	KQ6M81V	1410103.327.0078	Ing. Fernando Garrido	10.24.8.66 172.16.3.66	RAM: 7,6 GB Procesador: Intel Xeon (R) CPU E5-2630 2,30 GHz x 12 HDisk: 135 GB OS: CentOS 6.5
	IBM System x3200 M2 (RACK 2)	DHCP FICA (Inactivo)	103QCPYOF560	1410107.001.5050	Ing. Fernando Garrido	Inactivo	RAM: 8 GB Procesador: Intel Xeon o Intel Pentium D (doble núcleo) HDisk: 500 GB OS: Ninguno
	HP Proliant DL360 G9 (RACK 2)	Proyecto Cloud-Open Stack	MXQ51704F7	1410107.018.02017	Ing. Edgar Jaramillo	10.24.8.76 172.16.3.76	RAM: 32 GB Procesador: Intel Xeon 8 Core (2.4 GHz) HDisk: 3 Unidades (600 GB c/u) OS: Ubuntu Server 14.043 LTS
	HP Proliant ML150 G5 (RACK 2)	Proyecto Cloud SDN	MXS8460A5J	1410107.001.728	Ing. Edgar Jaramillo	10.24.8.77 172.16.3.77	RAM: 4.8 GB Procesador: Intel Xeon(R) CPU E5405 2.0GH x 4 Almacenamiento: 232 GB OS: Ubuntu Server 14.043 LTS
	HP Proliant DL360 G9 (RACK 2)	Proyecto Cloud-Eucalyptus	MXQ51500L9	1410107.018.02015	Ing. Edgar Jaramillo	10.24.8.75 172.16.3.75	RAM: 32 GB Procesador: Intel Xeon 8 Core (2.4 GHz) HDisk: 3 Unidades (600 GB c/u) OS: Ubuntu Server 14.043 LTS
	HP Proliant DL360 G9	Proyecto Cloud-Nebula	MXQ51704F9	1410107.018.02016	Ing. Edgar Jaramillo	10.24.8.74 172.16.3.74	RAM: 32 GB

	(RACK 2)						Procesador: Intel Xeon 8 Core (2.4 GHz) HDisk: 3 Unidades (600 GB c/u) OS: OS: CentOS 6.5 x64
	IBM System x3250 M3 (RACK 2)	SIN SERVICIO	KQCMXW0	Etiqueta rota	Ing. Edgar Jaramillo	Ninguna	RAM: 4 GB Procesador: Pentium 3,2 GHz HDisk: 500 GB
	IBM System x3650 M3	CISIC	KQ14RFK	Etiqueta rota	Ing. Edgar Jaramillo	----------	RAM: 8 GB Procesador: Intel Xeon serie 5600 a 3.46 GHz de seis cores (3.60 GHz. HDisk: 1 TB OS: CentOS 6.5
	PC tipo “Clon”	Administración biométricos FICA	Modelo del sistema:H81M-S1	NO TIENE	Ing. Carlos Vásquez	172.16.7.24	RAM: 4 GB Procesador: Core (TM) i3-4150 CPU 3.5 GHz Almacenamiento: 350 GB OS: Windows 7 Profesional
	HP Proliant ML150 G5	Servicio de encuestas y evaluación-OPINA	MXS8460A5P	1410107.001.727	Ing. Edgar Jaramillo	10.24.8.67 172.16.3.67	RAM: 4.8 GB Procesador: Intel Xeon (R) CPU E54405 GHz x 4 Almacenamiento:150 GB OS: Ubuntu 12.10
SWITHCS	CISCO Catalyst 4506-E	Enlace Principal Distribución de Red de la Facultad	----------	Etiqueta rota	Ing. Vinicio Guerra	Puertos: Características de Capa 3 administrable	
	CISCO Linksys SR224G	Distribución de red	REP20FB00241	No tiene registro UTN	Ing. Edgar Jaramillo	Puertos: 24	
	Cloud Router Switch Mikrotik CAS125-24G-15-AM	Router de red inalambrica	----------	No tiene registro UTN	Ing. Edgar Jaramillo	Puertos: 24 puertos	
	Switch QPCOM QP-1240R	Switch de Distribución de conexiones	121005919	No tiene registro UTN	Ing. Edgar Jaramillo	24 puertos fast Ethernet 10/100/1000 Mbps	

		AP – red inalámbrica FICA					
	3COM	Distribución de red	73MF4XD03C0A0	1410107.031.0001	Ing. Edgar Jaramillo	----------	Puertos: 24
OTROS EQUIPOS	EQUIPO		FUNCIÓN		No. SERIE	CARACTERÍSTICAS	
	Rack 1		Distribución switch CORE y cableado de datos FICA		----------	42 UR, tipo Gabinete, metálico, color negro	
	Rack 2		Distribución servidores Proyecto Cloud		----------	36 UR, tipo Gabinete, metálico, color negro	
	Rack 3		Distribución servidores FICA y red inalámbrica		----------	40 UR, tipo Gabinete, color negro, metálico	
	Adaptador CISCO POE80U-580G-C-R		Red Inalámbrica UTN		PHI1918009X	Alimentación 40 W.	

Fuente: Centro de Datos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Asimismo, la Universidad y la Facultad (FICA) han hecho inversiones para adquirir nuevo equipamiento TIC con propósitos de mejorar los servicios IT y fomentar los proyectos de investigación en esta área. Es así que para todo nuevo equipamiento, de red y servicio, otorgado a la FICA, también será tramitada su inclusión al CDP de la Facultad.

La Tabla 19 muestra el listado actual de todo el equipamiento de servicio y de red alojado en el Centro de Datos.

3.3.4.5 Alimentación eléctrica

Los equipos aojados en el rack #1 se alimentan eléctricamente del circuito derivado 1 del tablero de distribución por medio de una multi toma horizontal instalada en el rack. La toma es de la marca BEAUCOUP (Figura 74-A) de 1 UR; con 8 receptáculos tipo NEMA 5-15R y un interruptor general de encendido/apagado. Los equipos conectados en esta toma son: Switch de Core CISCO 4506E (2 tomas) y el adaptador POE para el Access Point de la red inalámbrica UTN.

Una regleta eléctrica de marca CONNECTION (Figura 74-B) de 1 UR, capacidad de 1875 W (125V/15A) y 8 receptáculos, se conecta al circuito derivado 2 para permitir las conexiones eléctricas en el rack 2. Debido al número de equipos instalados en este gabinete, en un receptáculo de la toma se conectó un regulador de voltaje de 8 receptáculos adicionales para abastecerlos. Los equipos conectados a la toma y el regulador son: switch CISCO Linksys de distribución, los 3 servidores HP DL360 del Proyecto Cloud, servidor IBM System x3250, servidor IBM System x3650, servidor HP Proliant ML150, servidor IBM System x3200, ventilador interno del rack, un KVM, y el monitor para administración de los servidores

El rack #3 está alimentado del circuito 3 a través de una PDU de la marca EMERSON (Figura 74-C), de características: espacio de 1UR; modelo RM-115-10RM; pantalla digital de visualización de parámetros eléctricos en tiempo real; rango de salida 120V/15 A; filtro

EMI/RFI de 60 dB como máximo; protección térmica MOVs y protección SPD de 330 V; 2 receptáculos frontales y 10 receptáculos posteriores NEMA 5-15R[20]; interruptor ON/OFF con protección plástica.

A esta PDU se han conectado: switch 3COM de distribución; Servidor IBM de Reactivos, Servidor IBM de Repositorio Dspace; PC Administrador de biométricos; Servidor HP de evaluación y encuestas OPINA; y dos regletas eléctricas para los adaptadores (15) POE de los Access Point de la red inalámbrica FICA. Las dos multi tomas instaladas son de la marca BEAUCOUP de 1 UR, con 8 receptáculos NEMA 5-15R cada una.

Figura 74. Multitomas eléctricas instaladas en el CDP
Fuente: Centro de Datos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

3.3.4.5 Distribución de Equipos

El equipamiento TIC y demás hardware de conexión enlistado en la Tabla 19, se ha distribuido en los racks tal y como se muestra en la Figura 75, siguiendo las recomendaciones principales:

[20] **NEMA 5-15R:** Estándar estadounidense que recomienda receptáculos eléctricos con capacidad de 15 A máximo y tres pines de conexión (fase, neutro, ground) para acometidas eléctricas domésticas y de oficina.

- Iniciar la ubicación de los equipos de abajo hacia arriba, tomando en cuenta que los equipos con más carga física, se ubicarán en las zonas inferiores del rack.
- Agrupar equipos por su similar funcionalidad, servicios o cualquier otro proceso compartido.
- Separación máxima de 1 UR entre equipos.

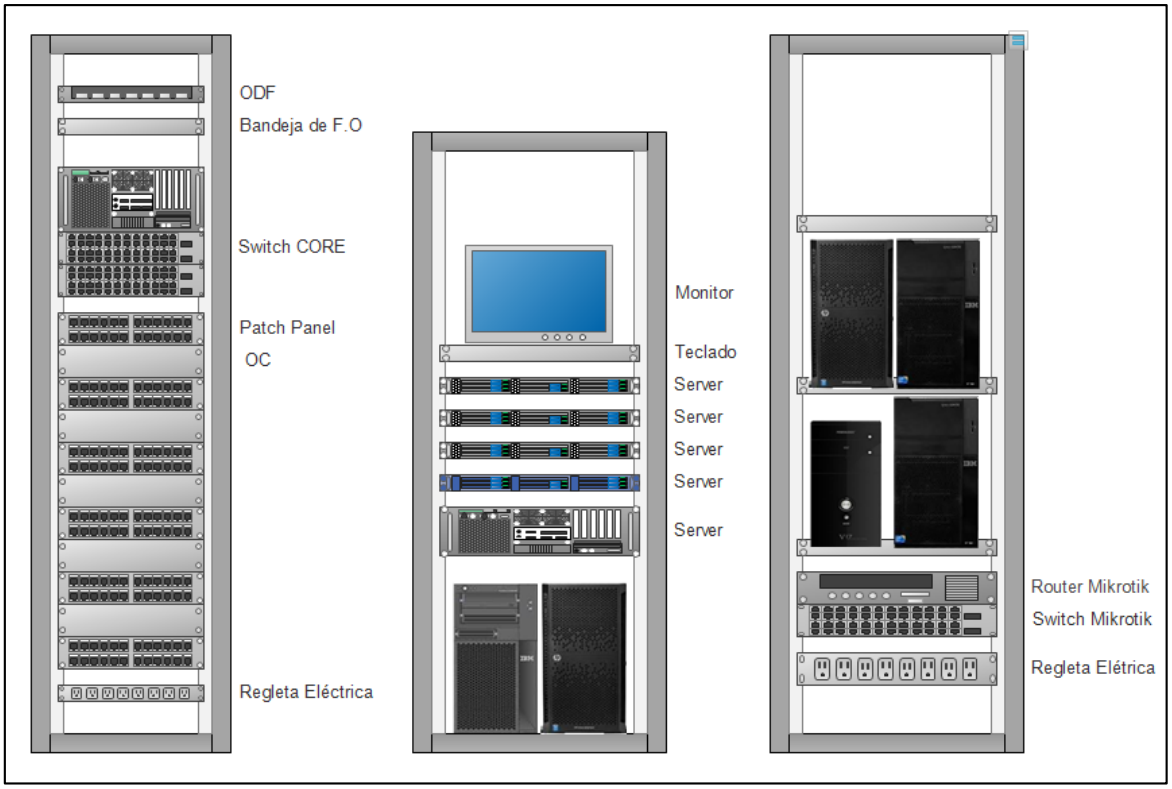


Figura 75. Distribución de equipos en los gabinetes
Fuente: Proyecto de diseño del Centro de Datos FICA

3.4 PLAN DE MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA

Debido a las condiciones de infraestructura en las que se encontraba el espacio físico del CDP y las implementaciones no finalizadas, se recomienda un plan de mejora en el cual se pueda corregir los siguientes inconvenientes que se tiene:

- *Cielo raso deteriorado con grietas:* Antes de definirse como Centro de Datos, el área ya contaba con una estructura de techo falso, que en la actualidad se encuentra deteriorada en un 30%. La presencia de grietas y pandeo en las láminas permite la

fuga de los flujos de aire refrigerado del sistema provocando niveles ineficientes de enfriamiento y aumento en el rendimiento mecánico del aire acondicionado.

- *Error en la carga de baterías internas de UPS:* Se deberá revisar nuevamente y reconfigurar la conexiones existentes del sistema de UPS ya que al ser un equipo nuevo no se permite que se presenten problemas de este tipo.

- *Adquisición de bandejas metálicas:* Se deberá adquirir por lo menos dos bandejas para rack que permitirán distribuir de mejor manera los equipos, y evitar las deformaciones que hoy se está empezando a tener en la estructura de los gabinetes.

- *Ubicación de extintores portátiles:* la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas ya adquirió dos extintores de características similares a las específicas en el presente diseño, se recomienda realizar el proceso de ubicación e instalación de los mismos en los lugares estratégicos definidos en la Figura 38.

- *Sensores de Detección:* por la criticidad del equipamiento TIC actual, es obligatorio la instalación al menos de: un sensor de fuego, uno de humo y uno de líquidos con las especificaciones y recomendaciones dadas en la sección 2.5.3.

- *Seguridad informática:* por ahora la protección de los equipos se encuentra a cargo del Departamento de Tecnologías (DDTI-UTN). Sin embargo, es recomendable impulsar e implementar proyectos locales que aporten con niveles de seguridad y administración (VLANs, firewall, NAT, manejo de puertos de comunicación, etc.) para el CDP con el fin de conseguir mayor autonomía y fortaleza digital.

- *Extintores de Fuego:* Gracias a la gestión de las autoridades de la Facultad, los equipos ya fueron adquiridos. Ahora se recomienda su ubicación e instalación en las zonas correspondientes y que se muestran en la Figura 38.

- *Protecciones eléctricas:* Se deberán instalar en los tableros eléctricos y de características similares a las dimensionadas en la sección 3.2.3.8 y 3.2.3.9. Su implementación se deberá realizar en horarios y días no laborables con el fin de evitar la afección de la suspensión de los servicios IT a los usuarios de la Facultad.

- *Puesta a Tierra:* Pese a que la acometida eléctrica ya viene aterrada externamente, es recomendable la implementación de la malla equipotencial descrita en la sección 3.2.2.4 para inhibir las corrientes parasitas internas que se generen en las instalaciones del CDP y que pudieren afectar los equipos TIC.

- *Sistema de refrigeración:* Si existe un crecimiento del 30% de equipamiento TIC referente al que se tiene instalado al interior del CDP, la capacidad del aire acondicionado instalado (de confort) ya no será suficiente, por lo que se recomienda cambiar a un equipo de refrigeración de precisión de capacidad y características similares a las descritas en la sección 3.2.3.2.

- *Etiquetado:* Para mejorar los niveles de administración y gestión física del Centro de Datos se deberá generar un método de etiquetado interno para: cableado eléctrico, cableado de datos, equipos y racks instalados.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

4.1 PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL DATA CENTER

Tabla 20.

Costos de Adecuaciones de Infraestructura y techo falso

Ítem	Cantidad	Valor Unitario	Subtotal
Muro de ladrillo para cerrar ventanas	5 m^2	$13,00	$65,00
Enlucido de nuevos muros	12 m^2	$20,00	$240,00
Pintura ignífuga para interiores	32 m^2	$7,10	$227,20
Pintura intumescente para exteriores	27 m^2	$11,84	$319,68
Techo Falso			
Placas de yeso con terminado de vinil	23	$11,55	$265,65
Sistema de suspensión de las placas	8,55 m^2	$23,00	$196,65
		Subtotal	**$1314,18**

Fuente: Proformas del Proyecto de implementación Data Center FICA

Tabla 21.

Costos del Piso Técnico

Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Planchas	23	$78,00	$1.794,00
Planchas perforadas	4	$130,00	$520,00
Travesaños y pedestales	42	$21,50	$903,00
Ventosa	1	$65,00	$65,00
		Subtotal	**$3282,00**

Fuente: Proformas del Proyecto de implementación Data Center FICA

Tabla 22.

Costos del Sistema Eléctrico

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Subtotal
Tablero General Principal 240 VAC de transferencia Automática	1	$2.128,00	$2.128,00
Tablero eléctrico secundario 120/220 VAC	1	$98,70	$98,70
UPS “Online” doble conversión 20 kVA	1	$14842,24	$14842,24
PDU para racks 20 [A]	3	$1310,00	$3930,00
Breakers			
Interruptor termo-magnético 100 A-3P	3	$102,69	$308,07

Interruptor termo-magnético 20 A-3P	2	$65,59	$131,18
Interruptor termo-magnético 20 A-2P	4	$35,79	$143,16
Protecciones			
SPD clase C de 240 kA	1	$1940,52	$1940,52
SPD clase B de 140 kA	1	$994,60	$994,60
SPD clase B de 60 kA	1	$564,10	$564,10
Conductores de cobre			
AWG #8	12 m	$1,35	$16,20
AWG #10	10 m	$0,89	$8,90
AWG #12	20 m	$0,60	$12,00
Canalizaciones			
Escalerilla metálica tipo malla	5 m	$25,30	$126,50
Complementos y tornillería	20	$1,75	$35,00
		Subtotal	**$25279,17**

Fuente: Proformas del Proyecto de implementación Data Center FICA

Tabla 23.

Costos del sistema de refrigeración.

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Subtotal
Aire acondicionado de precisión (48000 BTU/h)	1	$13840,53	$13840,53
Refrigerante R407C63	1	$2.687,98	$2.687,98
Tolva deflectora con ventilador	1	$156,00	$156,00
		Subtotal	**$16684,51**

Fuente: Proformas del Proyecto de implementación Data Center FICA

Tabla 24.

Costos de Sistemas de Seguridad

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Subtotal
Puerta de seguridad			
Puerta de acceso con doble plancha metálica	1	$2695,00	$2695,00
Brazo cierra puertas	1	$47,00	$47,00
Barra anti-pánico	1	$80,00	$80,00
Control biométrico	1	$280,00	$280,00
Cerradura electromagnética	1	$63,00	$63,00
Sistema de Video Vigilancia			
Cámara IP tipo domo para interiores PTZ	2	$376,00	$752,00
Equipo NVR	1	$120,00	$120,00
		Subtotal	**$3661,00**

Fuente: Proformas del Proyecto de implementación Data Center FICA

Tabla 25.

Costos del Sistema contra incendios.

Descripción	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
Consola de control, monitoreo y alarmas	1	$1.534,64	$1.534,64
Pulsador de disparo de doble acción	1	$20,00	$20,00
Pulsador de bloqueo	1	$16,00	$16,00
Sirena de entre 90 y 94 dB	1	$36,00	$36,00
Luz estroboscópica con seis ajustes de candela	1	$15,00	$15,00
Subsistema de detección			
Detectores inteligentes multi criterios	6	$49,00	$294,00
Subsistema de extinción			
Cilindro con gas ECARO 25 (agente extintor limpio)	1	$6.230,00	$6.230,00
Tubería de conducción	4 m	$11,00	$44,00
Toberas de dispersión del gas	3	$75,00	$225,00
Extintor portátil	2	$65,00	$130,00
Letrero de señalización	2	$25,00	$50,00
		Subtotal	**$ 8.636,64**

Fuente: Proformas del Proyecto de implementación Data Center FICA.

Tabla 26.

Costos del Sistema de Iluminación.

Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Tubos led 120 cm	12	$45,00	$540,00
Luminaria charolada 120 cm x 60 cm	4	$55,00	$220,00
Luminaria de emergencia	2	$60,00	$120,00
		Subtotal	**$880,00**

Fuente: Proformas del Proyecto de implementación Data Center FICA

Tabla 27.

Costos del Sistema de Puesta a Tierra

Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Subtotal
Barra de cobre TMGB	1	$80,00	$80,00
Barra de cobre TGB	1	$55,00	$55,00
Cable AWG #2 color verde	40	$4,24	$169,60
Cable AWG #8 color verde	15	$1,35	$20,25
Cable AWG #10 color verde	10	$0,89	$8,90
Cable AWG #12 color verde	10	$0,60	$6,00
Abrazaderas de cobre	12	$3,50	$42,00
Conectores tipo lengüeta aluminio	10	$1,20	$12
		Subtotal	**$393,75**

Fuente: Proformas del Proyecto de implementación Data Center FICA

Tabla 28.

Costos de equipos de Comunicaciones

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Subtotal
KVM DLink 8 Puertos + Cables	1	$530,00	$530,00
Servidores HP Proliant DL360 G5	3	$9119,33	$27357,99
Rack de montaje	1	$1235,61	$1235,61
Bandeja metálica para rack	1	$40,00	$40,00
		Subtotal	**$29163,6**

Fuente: Proformas del Proyecto de implementación Data Center FICA

Tabla 29.

Presupuesto Total del Data Center

PRESUPUESTO TOTAL REFERENCIAL	
Descripción	**Subtotal**
Costos de Adecuaciones de Infraestructura y techo falso	$1314,18
Piso Técnico	$3282,00
Sistema Eléctrico	$25279,17
sistema de refrigeración	$16684,51
Sistemas de Seguridad	$3661,00
Sistema de iluminación	$880,00
Sistema contra incendios	$ 8.636,64
Sistema de Puesta a Tierra	$393,75
equipos de Comunicaciones	$29163,6
TOTAL	**$89294,85**

Fuente: Proformas del Proyecto de implementación Data Center FICA

4.2 ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL DATA CENTER

Realizar el proceso de análisis costo-beneficio en este proyecto que se ejecutará en la Facultad de Ingeniera en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte requiere llevar el análisis más allá del tema económico, teniendo en cuenta que se trata de una institución educativa pública en la cual su principal objetivo es ofrecer y prestar los servicios de educación con un nivel de calidad exigente a la población de la Zona Norte y del país en general. Llevarlo a cabo desencadenaría una serie de beneficios tanto para el personal docente, administrativo y población estudiantil en general de la Entidad.

Como se ha tratado en todo el documento, un Centro de Datos, no importa las dimensiones físicas ni escalabilidad que tenga, es un área tecnológica de procesamiento y almacenamiento de información, en la que se alojan equipos TIC de alto rendimiento y servicio con el objetivo de ofrecerles un entorno ambiental adecuado, correcto, seguro, en donde las tareas del administrador de red se vuelvan eficientes y eficaces.

La Facultad y la Universidad en sí, obtendrán los siguientes beneficios de la implementación del pequeño Centro de Datos:

- Alojamiento seguro de los equipos IT. El área del CDP contara con: sistemas de prevención y reacción ante eventos no deseados como incendios o fugas de líquidos; protecciones contra corrientes internas eléctricas parasitas y sobre-voltaje; condiciones ambientales adecuadas que permitan aprovechar toda la vida útil de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Espacio escalable para un 80% más de equipos TIC referente al instalado actualmente, sin alertar las condiciones de funcionamiento de los demás.
- Sustentabilidad y eficiencia energética a la hora de trabajar con refrigerantes y agentes amigables con el ambiente y la capa de Ozono en los mecanismos que requiere el CDP.
- Alimentación eléctrica correctamente dimensionada, empleando protecciones que salvaguarden la integridad de la electrónica de los equipos.
- Oficinas y aulas con cableado estructurado eficiente que aumente el desempeño del personal administrativo y el nivel de servicios de tecnología que se ofrece.
- Laboratorios de computación sin problemas de conectividad o saturación de los medios con la red local con lo que se ofrece a los estudiantes una mejor prestación de servicio y desarrollo de tareas prácticas en el aula.

- La topología de red cumpliendo con las recomendaciones dadas y los medios de transmisión correspondientes, puede soportar la demanda de procesamiento de las aplicaciones actuales.
- Equipos servidores de nueva generación que mejoran las prestaciones de los servicios locales que ofrece la Facultad.
- Garantizar la disponibilidad de procesamiento y redundancia en el anillo de fibra óptica de Backup de la Universidad ya que los equipos TIC se encuentran distribuidos y ubicados en la FICA.
- Ambiente IT seguro y con equipamiento de servidores actuales que invitan tanto a estudiantes y docentes de la Facultada a planificar y ejecutar proyectos de investigación relacionados con el entorno de networking y la internet.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- El estándar "Infraestructura para Data Center TIA/EIA 942" de la Asociación Industria de Telecomunicaciones fue elegido frente a otros estándares similares, por su facilidad de organización de subestimas y mecanismos; amplia apertura a nuevas tecnologías y lineamientos de diseño externos al documento. Su contenido de diseño se considera como recomendaciones más no exigencias que cumplir al pie de la letra, lo que permitió adaptar únicamente los ítems más importantes y convenientes al diseño desarrollado para el CDP de FICA.
- Para la propuesta del diseño del Data Center de la Facultad se priorizó los aspectos: garantizar condiciones ambientales adecuadas para entornos TIC; niveles y mecanismos físicos de seguridad, prevención y reacción ante eventos no deseados como posibles incendios o apagones eléctricos que, en instalaciones convencionales, ponen en riesgo la integridad de los equipos de comunicación.
- Cumpliendo con las exigencias y recomendaciones del diseño del Data Center que se presenta en este documento, se garantiza para la Facultad FICA: un ambiente TIC con un nivel de disponibilidad de 95% y autonomía de 30 minutos en términos energéticos; espacio físico disponible para crecimiento TIC de un 80%, referente al que se tiene instalado actualmente; seguridad física (control de acceso y video-vigilancia) para todos los equipos instalados y condiciones ambientales normalizadas.
- La inspección y revisión del espacio físico definido para el Centro de Datos permitió realizar el análisis de las condiciones (físicas y ambientales) en las que éste se encontraba para determinar cuáles serían útiles, cuales mejorar y en las que, de acuerdo al estándar, debía enfocarse más el desarrollo del capítulo de diseño de Data Center.

- Los sistemas de aire acondicionado de confort han sido equivocadamente utilizados en Centros de Datos, es por eso que el sistema de refrigeración planteado en el capítulo de diseño, es un sistema de precisión que mejora los mecanismos de enfriamiento convencionales, su funcionamiento es programable, eficiencia energética al dirigir el flujo de aire frio hacia las zonas específicas a través de la estructura del piso técnico.
- El tema de eficiencia energética y ser amigable con el ambiente está en auge es por eso que el Data Center de la Facultad, en algunos aspectos, sigue esos lineamientos "verdes": uso de refrigerantes ecológicos en el sistema de refrigeración, flujos de aire refrigerado dirigido y no expandido al ambiente que significaría mayor rendimiento del aire acondicionado, instalaciones eléctricas dimensionadas de acuerdo a los estándares vigentes que evitaran fugas de corriente o que fuercen los sistemas eléctricos, sistemas de iluminación 100% tipo led, utilización nula de químicos tóxicos y nocivos para el ambiente en los sistemas de respuesta contra fuego.
- Con la implementación del Centro de Datos se garantiza una mayor disponibilidad de los equipos IT alojados en la Facultada FICA que integran el anillo de fibra óptica de respaldo de la Universidad Técnica del Norte.
- El costo económico de la implementación de un Data Center siempre será elevado por todos los componentes y mecanismos de instalación que en él se exigen. En el caso del CDP de la Facultad no es la excepción, se requerirá una considerable cantidad de dinero para que se pueda cumplir con todos las recomendaciones propuestas en la sección de diseño. Pese a que no se tendrá un retorno de la inversión económica, la Facultad mejorara sus prestaciones en el tema tecnológico y de comunicaciones con lo que se ofrece una mejorar calidad del servicio y equipamiento para estudiantes, docentes, personal administrativo con el objetivo de elevar el nivel de aprendizaje y fomentar los

temas de investigación en esta área, conseguir sobreponer la visión y misión de la Facultad por encima de la inversión económica realizada.

RECOMENDACIONES

- Debido a las dimensiones del espacio físico del Data Center, no se puede alojar más racks o gabinetes en la inmediación. Por lo que para futuras incorporaciones y crecimiento de equipamiento TIC, principalmente servidores, deberán ser tipo "rack" y en posible se deberá ir reemplazando paulatinamente los servidores de chasis (BLADE) actuales que con el tiempo sus características irán quedando obsoletas.
- Para labores de mantenimiento que impliquen trabajar bajo el piso técnico, se deberá utilizar una ventosa para remover los paneles. Emplear otro tipo de herramientas implicaría mala manipulación de la plancha de piso y/o lastimar sus bordes por los que posteriormente pudieran existir fugas del aire refrigerado.
- Las tareas de readecuación (por malas prácticas de instalación) que se recomienda ejecutar son: recibir todas las acometidas del cableado estructurado por una única zona específica y hacer su recorrido bajo el piso técnico, reubicación del aire acondicionado a su zona específica para mejorar la eficiencia del sistema, arreglo de la estructura del cielo raso para evitar fugas de aire.
- El crecimiento de equipamiento TIC que pueda tener el Centro de Datos, aumentará la carga del sistema de enfriamiento instalado (Aire acondicionado tipo "Split") por lo que se recomienda para adecuaciones futuras la instalación de un sistema de aire acondicionado de precisión con sus características básicas expuestas: capacidad suficiente de enfriamiento, flujo de aire dirigido, control electrónico ambiental, paneles perforados bajo cada rack; y cumplir con la recomendaciones de mantenimiento planteadas.
- El sistema actual de UPS instalado presenta fallas en la carga de sus baterías, por lo que deberá contactase con la empresa responsable (Sinfotecnia) de corregir el error. Debido a este suceso aún no se ha podido conocer el tiempo exacto de autonomía del sistema

frente a apagones del servicio eléctrico comercial. Cuando se supere este hecho, deberá realizarse una prueba de funcionalidad del sistema con toda la carga crítica TIC activa.

- A través de los trámites de administración de la Facultad se recomienda establecer y legalizar políticas de ingreso y comportamiento de personas dentro del CDP, así como también la entrada y salida de equipamiento de la inmediación o similares. Para tal proceso puede emplearse las políticas propuestas en el Anexo 2.
- El personal encargado del CDP deberá tener la predisposición para tal responsabilidad, conocer las instalaciones, los niveles de seguridad con los que se cuenta, las debilidades y fortalezas de la infraestructura. Deberá ser capacitado por lo menos cada año en los temas de seguridad, administración eficiente, prevención y respuesta ante fenómenos y/o eventos no deseados.
- El personal encargado de la administración del Data Center deberá realizar revisiones de las instalaciones por lo menos una vez cada mes, para tener siempre información actualizada de equipos, configuraciones, funcionamiento y demás observaciones. La información se considerara confidencial y se podrá únicamente compartir con el personal autorizado.
- Todas las futuras tareas de mantenimiento en el Centro de Datos, deberán estar documentadas tanto en formato digital como en físico con los ítems principales: persona que realizará el mantenimiento, persona responsable del mantenimiento, hora y fecha de ejecución, tareas que se ejecutó, componentes reemplazados o reparados, observaciones.
- Una vez desarrollada e implementada la infraestructura del Centro de Datos parcial o totalmente, se contara con el equipamiento (equipos TIC, componentes eléctricos, UPS, HVAC) y las condiciones necesarias para establecer un sistema que pueda mejorar los niveles de seguridad y prevención de riesgos de la inmediación. Se recomienda la

implementación de un sistema lógico administración para infraestructura de red donde pueda trabajarse con el protocolo SNMP para labores de monitoreo, prevención de riesgos y generación de alarmas.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Aire Acondicionado de confort:** equipo diseñado para acondicionar el aire en zonas donde labora personal.
- **Ambiente IT:** Ambiente referente a Tecnologías de la información.
- **CCTV:** Circuito Cerrado de Televisión
- **CDP:** Center Data Processment – Centro de Procesamiento de Datos
- **Circuito Derivado:** conductores de cobre o aluminio que se encuentran entre el último dispositivo de protección eléctrica y el tomacorriente de usuario final.
- **EIA:** Electronic Industries Allianc – Asociación de Industrias Electrónicas
- **Hardware de networking:** Equipos de red con propiedades para telecomunicaciones.
- **HVAC:** Heating, Ventilation and Air Conditioning – Equipo de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado.
- **NFPA:** National Fire Protection Association – Asociación Nacional de Protección contra el Fuego.
- **Patch cord:** Cable de conexión de alta velocidad y calidad que se emplea para interonetar equipos de comunicación
- **PDU:** Power Distribution Unit – Unidad de Distribución de Energía.
- **Piso Técnico:** estructura elevada con sistemas de apoyo que soportan cargas distribuidas y puntuales, que facilitan la instalación de cableado y el flujo de aire en sistemas de refrigeración.
- **SAI:** Sistema de Alimentación ininterrumpida.
- **Sistema de refrigeración de precisión:** Sistema diseñado para acondicionar el aire de un Data Center.

- **SNMP:** Simple Network Management Protocol - Protocolo simple de administración de redes**.**Protocolo que se emplea para monitorear, gestionar y administrar redes TCP/IP complejas
- **STP:** Shielded twisted pair – Par Trenzado Blindado
- **Tablero:** caja metálica para la protección de componentes eléctricos o electrónicos.
- **TIA:** Telecommunications Industry Association – Asociación de Industrias de Telecomunicaciones.
- **TIC:** Tecnologías de Información y Comunicación
- **UPS:** Uninterruptible Power Supply – Sistema de Energía sin Interrupción.
- **UR:** Unidad de Rack (4,45 cm).
- **UTP:** Unshielded Twisted Pair – Par Trenzado no Blindado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Enríquez Harper, G. (2004). Modificación y Amplicación de instalaciones. En E. H. Gilberto, *Manual práctico de instalaciones eléctricas* (págs. 250-253). México D.F: LIMUSA S.A.

Enríquez Harper, G. (2005). Conductores. En G. Enríquez Harper, *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales* (págs. 40, 41). México D.F: LIMUSA S.A.

United Nations Office for Project Services ONUPS. (06 de Agosto de 2012). *LOTE IV: Red de telecomunicaciones.* Obtenido de Especificaciones Técnicas Generales y Particulares : https://www.unops.org/ApplyBO/File.aspx/Secci%C3%B3n%207.%20ANEXO%20IV%20RED%20DE%20TELECOMUNICACIONES%20LOTE%204.pdf?AttachmentID=518f3a92-9114-43c0-9564-5069fa48a1e1

ACEE, C. (Abril de 2015). *Ahorro y Calidad de Energía Eléctrica S.A. de C.V*. Obtenido de Supresores de Sobrevoltajes Transitorios (TVSS): http://www.acee.com.mx/supresores-de-sobrevoltajes-transitorios

ADC Telecommunications, Inc. (2005). *Como Diseñar un Centro de Datos Óptimo.* Minneapolis: ADC Publications.

Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 B.1. (2001). *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard. Part 1: General Requirements.* Arlington: TIA, Standards and Technology Department.

Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 C.0. (2009). *Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises.* Arlington: TIA Standars.

Asociación de Industrias de Telecomunicaciones 568 C.3. (2008). *Optical Fiber Cabling Components Standar.* Arlington: TIA Standards & Technology Department.

Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 568 C.1. (2009). *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard.* Arlington: TIA Standars.

Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 568 C.2. (2009). *Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standards.* Arlington: TIA Standars.

Asociación de Industrias de Telecomunicaciones TIA 942. (2005). *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers* . Arlington: Standards and Technology Department.

Black & Decker. (2012). Bases para paredes indiviuales. En B. &. Decker, *La Guía completa sobre albañería y mampostería* (págs. 40-48). Minneapolis: Creative Publishing International.

Castilla Cabanes, N., Blanca Giménez, V., Martínez Antón, A., & Pastor Villa, R. M. (26 de Julio de 2011). *LUMINOTECNIA.* Obtenido de Cálculo según el método de los lúmenes: https://riunet.upv.es/handle/10251/12833

Cisco Systems, Inc. (29 de Octubre de 2012). *Suplemento sobre cableado estructurado.* Obtenido de CCNA 1: Conceptos básicos sobre networking v3.1: espoch.edu.ec/Descargas/noticias/dacee2_CCNA1_CS_Structured_Cabling_es.pdf

Corrales, K., & Cabalceta, L. (2013). *ES VITAL DENTRO DEL DISEÑO MODULAR.* Obtenido de Requerimientos de espacio de las áreas de un centro de datos: http://www.datacenterconsultores.com/requerimientos-de-espacio-de-las-areas-de-un-centro-de-datos

Domínguez, R. (10 de Febrero de 2014). *Diseño de circuitos derivados*. Obtenido de Clasificación, características y cálculos: http://faradayos.blogspot.com/2014/02/tipos-circuitos-derivados-calculos-clasificacion.html

EMB Construcción Editorial . (Marzo de 2013). *Cielos Rasos y Modulares* . Obtenido de Funcionalidad y Diseño : http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=2568&tip=2&xit=cielos-rasos-y-modulares-funcionalidad-y-diseno

Espinosa Rangel, R. (11 de Febrero de 2011). *CENTER REPOSITORIO ELECTRÓNICO DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.* Obtenido de INSTALACIONES ELECTRICAS PARA DATA : INSTA

Euro Mobel Group. (20 de Agosto de 2015). *Pruebas, comportamiento del sistema carga en movimiento*. Obtenido de Suelos técnicos elevados: http://www.emg.es/?page_id=2180

Greenberg, E. (09 de Septiembre de 2010). *Acerca de la Video Vigilancia*. Obtenido de CCTV IP: http://www.seguridad-online.com.ar/index.php?mod=Home&ac=verNota&id_nota=623&id_seccion=149

HVAC&R, M. (15 de Febrero de 2008). *Ser Verde* . Obtenido de Los Refrigerantes y sus Propiedades: http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2007/02/los-refrigerantes-y-sus-propiedades/

IEEE Power Engineering Society C62.41.2. (2013). Development of recommended selection of representative surges. En I. o. Engineers, *Recomended Practice on Characterization of Surges in Low-Voltage (1000 V and Less)* (págs. 11-19). New York: IEEE Inc.

Instituto Ecuatoriano De Normalización. (2009). Dimensiones y Mecánica de Instalación. En INEN, *Sistema de Bandejas Portacables, Electro-canales o Canaletas* (págs. 7-9). Quito: Brutum Fulmen. Obtenido de https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2486.2009.pdf

Junghanss, R. (2009). *Circuito Cerrado de Televisión - Capítulo I.* Obtenido de Componentes y características de un Sistema de CCTV: www.rnds.com.ar/articulos/037/RNDS_140W.pdf

Junghanss, R. (14 de Febrero de 2009). *Componentes y características de un Sistema de CCTV.* Obtenido de Circuito Cerrado de Televisión: http://www.rnds.com.ar/articulos/037/RNDS_140W.pdf

Lazcano, G. (Junio de 2009). *Certificación de Tableros*. Obtenido de Electro Industria: http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=499&tip=7

LITA Lighting. (13 de Agosto de 2014). *Luminarias LED para Tubos T8*. Obtenido de Modelos: http://www.litalighting.com/category/products/led-fittings/?lang=es

MACROQUIL S.A. (12 de Abril de 2014). *Controles de Acceso VIPERTEK*. Obtenido de Cerradura Eletromágnetica: https://app.box.com/s/c0r2xntmft41ub81dcyh

Metro-Santiago. (17 de Agosto de 2013). *Ingeniería en Vias y Sistemas.* Obtenido de Reglamento de Instalaciones Eléctricas: http://www.metro.cl/files/REGLAMENTO_INSTALACIONES_ELECTRICAS_2013.pdf

Ministerio de Industria, Energia y Turismo de España. (13 de Abril de 2013). *Real Decreto 238/2013.* Obtenido de Reglamento Instalaciones Térmicas en los Edificios: https://www.boe.es/boe/dias/2013/04/13/pdfs/BOE-A-2013-3905.pdf

Mundo HVAC&R. (27 de Septiembre de 2010). *Refrigerantes*. Obtenido de Aprovechamiento, Tendencias y Nuevas Tecnologías: http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/2010/09/refrigerantes-aprovechamiento-tendencias-y-nuevas-tecnologias-2/

National Fire Protection Association 10. (2013). *Standard for Portable Fire Extinguishers.* Quincy: NFPA Standars.

National Fire Protection Association 13. (2007). *Norma para la instalacion de sistemas de rociadores.* Quincy: NFPA Standars.

National Fire Protection Association 70. (2008). *Código Eléctrico Nacional.* Quincy: NFPA Documents.

National Fire Protection Association 76. (2005). *Standard for the Fire Protection of Telecommunications Facilities.* Florida : NFPA Copyright.

National Gypsum. (19 de 11 de 2011). *Páneles de Yeso para Cielo Raso*. Obtenido de Paneles Tipo Clean Room y Fire-Shield: http://www.ngcespanol.com/espanol/literature/110919_sp.pdf

NEWLINK CS. (12 de Febero de 2014). *Products*. Obtenido de Cabling Systems: http://www.newlink-usa.com/cgi-local/products.cgi

OLARETTA Servicios Generales SAC. (18 de Abril de 2011). *Selección de Gabientes, Racks y Brackets*. Obtenido de Documento Guía: http://olaretta.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60&Itemid=92&showall=1

Onofre, D. (20 de Marzo de 2015). *Diseño de la infraestructura física del Data Center en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Pedro de Pimampiro basado en la norma internacional ICREA-STD-131-2013.* Obtenido de Ing. en Electrónica y Redes de Comunicación: http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4330

ORALETTA S.A. (27 de Novembre de 2015). *Gradas y Rampas para Piso Tecnico*. Obtenido de Gradas y Rampas : http://www.olaretta.com/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=102

Pacio, G. (2014). *Data Centers Hoy* . Buenos Aires : Alfaomega.

Panduit . (10 de Enero de 2014). *Terminales y Conectores*. Obtenido de Products & Services: http://www.panduit.com/wcs/Satellite?c=Page&childpagename=Panduit_Global%2FPG_Layout&cid=1345565516743&packedargs=locale%3Des_es%26prod_cat_id%3D1965141%26prod_id%3D1965141&pagename=PG_Wrapper

Phoenix Contact S.A.U. (18 de Enero de 2016). *Interruptores termomagnéticos de protección de dispositivos*. Obtenido de Protección de Dispositivos: https://www.phoenixcontact.com/online/portal/es?1dmy&urile=wcm:path:/eses/web/main/products/technology_pages/subcategory_pages/circuit_breaker/86f66c83-9314-443b-8cb4-e7ea80c2c07e/86f66c83-9314-443b-8cb4-e7ea80c2c07e

PublidiTec. (15 de Abril de 2014). *Suelos técnicos*. Obtenido de PAVIMENTOS ELEVADOS REGISTRABLES: http://publiditec.com/blog/pavimentos-elevados-registrables-suelos-tecnicos/

Rasmussen, N. (2008). *Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos.* Obtenido de Informes Internos: http://www.apc.com/whitepaper/?wp=25

Rasmussen, N. (Agosto de 2013). *Sistemas SAI.* Obtenido de Distintos Tipos de SAI: http://www.apc.com/whitepaper/?wp=75

Rurner, T. (17 de Enero de 2008). *PANDUIT Instalations.* Obtenido de Bonding and Grounding Strategies for the Telecommunications Room: http://www.panduit.com/heiler/Articles/08Jan%20CBM%20B-G%20strategies%20for%20telco%20room.pdf

Schaum. (2001). Definiciones y Conceptos Básicos. En J. Edminister, *Circuitos Elétricos, Teoria y ejercicios resueltos* (págs. 3-10). Akron.

Schneider Electric. (2008). Instalación. En S. E. España, *Guía de Diseño de Instalaciones Eléctricas* (págs. 460-462). Barcelona: Tecfoto S.L.

SIEMON. (20 de Noviembre de 2015). *Solución para Centros de Datos Siemon 10G IP*. (C. d. Aliados, Editor) Obtenido de Tendencias de Centros de Datos: https://www.siemon.com/la/white_papers/SD-03-06-Centros-de-Datos.asp

SOCOMEC. (23 de Septiembre de 2014). *TYS*. Obtenido de From 1 to 10kVA: http://www.socomec.com/range-ups-single-phase_en.html?product=/ups-itys_en.html&view=technical#technical

SOYAL Access Control Systems. (17 de Julio de 2015). *LCD Access Controller* . Obtenido de Specifications: http://tecnosinergia.com/ar-837efsi-1500-3do-br.html

SPC Chile. (11 de Noviembre de 2011). *Datacenter SPC CHILE*. Obtenido de Nuestros Data Center: http://www.spcchile.cl/?p=222

Tecniases SAC. (01 de Abril de 2012). *TGB & TMGB GROUND BUSBAR*. Obtenido de Catálogos: http://www.tecniases.com/pro-det-data-center-tgb-tmgb-ground-busbar.php

TECNIASES SAC. (16 de Junio de 2012). *Línea de Telecomunicaciones*. Obtenido de TGB & TMGB Ground Busbar: http://www.tecniases.com/pro-det-data-center-tgb-tmgb-ground-busbar.php

Telecommunications Industry Association . (2011). *Generic Telecommunications Bonding and Grounding (Earthing) for Customer Premises TIA 607B.* Arlington: Telecommunications Industry Association.

TELEPARTES PERÚ SAC. (09 de Julio de 2012). *Gabinetes Estándar*. Obtenido de Gabinetes: http://www.telepartes.com.pe/productos/p/gabinetes/gabinetes-estandar

Valdés, E. (Julio de 2004). *Electricidad*. Obtenido de ¿Sabe usted qué son los TVSS?: http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=9

Villarrubia, C. (25 de Marzo de 2015). *¿CUÁL ES LA PDU MÁS ADECUADA PARA EL CENTRO DE DATOS?* Obtenido de Dependerá del tipo de aplicaciones y los requerimientos eléctricos, pero Tripp Lite trata de aconsejar qué modelo es más idóneo en cada momento: http://www.datacenterdynamics.es/focus/archive/2015/03/%C2%BFcu%C3%A1l-es-la-pdu-m%C3%A1s-adecuada-para-el-centro-de-datos

Whitman, W. C., & Johnson, W. M. (2000). La refrigeracion aplicada al acondicionamiento del aire. En W. Whitman, & W. Johnson, *Tecnologia de la Refrigeracion y Aire Acondicionado III* (págs. 193-210). Mexico DF: ParaInfo.

Yaselga, E. H. (2013). *Diseño del Centro de Datos para Petroecuador en el edificio matriz en base al Estándar TIA-942-2.* Quito: Escuela Politecnica Nacional. Obtenido de Diseño del Centro de Datos para Petroecuador en el edificio matriz en base al Estándar TIA-942-2: http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6426

ANEXOS

ANEXO 1: PUERTOS DE CONEXIÓN DE LOS EQUIPOS DE RED

EQUIPO	PUERTO	DISPOSITIVO FINAL
Switch de CORE	15-16	Biométricos Admin. Laboratorios
	18	Access Point Red inalámbrica UTN
	23	NBR
	27	Switch de Distribución de Rack 2
	29	Switch de Distribución de Rack 3
	30	Servidor Mikrotik de la red inalámbrica
Switch de Distribución de Rack 2	3	Servidor Cloud OPEN STACK (Rack)
	5	Servidor Cloud OPEN STACK (Chasis)
	4	Servidor NEBULA
	2	Servidor EUCALYPTUS
	1	Servidor IBM Sin Servicio (Disponible)
	7	Servidor HP Sin Servicio (Disponible)
	6	Servidor de CISIC
Switch de Distribución de Rack 3	4	Servidor OPINA
	5	Servidor Reactivos
	3	Servidor Repositorio DSpace
	2	PC Administración Biométricos
	1	Troncal

ANEXO 2: PROPUESTA DE POLÍTICAS A CUMPLIR EN EL DATA CENTER FICA

Políticas para Ingreso y Comportamiento de personas al interior del Centro de Datos

El ingreso a un Centro de Datos se considera como restringido, y en la redacción de Políticas de Acceso al mismo, se recomienda incluir los puntos que a continuación se detallan:

- Todo acceso al CDP deberá ser autorizado previamente. El personal encargado deberá estar al tanto de toda solicitud de ingreso al Centro de Datos para su aprobación.
- La(s) personas(s), cuyo acceso al CDP haya sido autorizado, deberá llenar y firmar un formulario donde especifique como mínimo: nombre completo del ingresante, fecha de ingreso, hora de ingreso y salida, actividad realizada dentro del Centro de Datos.
- Códigos, tarjetas de acceso y demás únicamente serán aportados por el personal administrativo encargado del Centro de Datos.
- Está prohibido el ingreso de alimentos o bebidas al interior del CDP. Existen casos donde éstos han provocado, aunque no graves, inconvenientes en el equipamiento TIC.
- No se deberá arrojar ningún tipo de basura en racks, pasillos o piso técnico. La mantención limpia del CDP evitara la emanación de polvo al equipamiento y permitirá el normal flujo del aire en el sistema de refrigeración por todas las dependencias.
- Está terminantemente prohibido fumar o realizar cualquier actividad que provoque la emanación de humo al interior del CDP debido a una posible activación accidental de los sistemas de detección de humo y demás sistemas de seguridad.

- Para visitas técnicas (académicas, inspecciones, o de soporte) se permite el ingreso de grupos de hasta máximo tres personas. Esto debido a que el espacio físico del CDP no es el suficiente y al dimensionamiento del aire acondicionado.
- La puerta de seguridad de ingreso al Data Center deberá estar cerrada todo el tiempo. No se admite por ningún concepto que se mantenga la puerta ya que esto afecta directamente al funcionamiento del sistema de aire acondicionado.
- Está prohibido apagar el sistema de aire acondicionado cuando ingresen personas al CDP. Las personas deberán conocer, antes de ingresar, las condiciones ambientales en las que trabaja el CDP para evitar cualquier afección que ésta le puede causar.
- Las personas que ingresen al CDP no podrán almacenar ningún tipo de elemento peligroso considerado inflamable como cajas, cartones, papeles o cualquier material similar.

Manual de Procedimiento para el ingreso de personas al Centro de Datos

1. Realizar una solicitud dirigida al Administrador encargado del CDP en la que se especifique el motivo de la visita, la fecha en la que se la hará y el número de personas que asistirán. Una plantilla válida de la solicitud se muestra en la pág. 211 de este documento.
2. Entrega y lugar
3. Con la solicitud ya en su poder, el Administrador deberá dar aprobación a la misma del(los) solicitante(s). Si la respuesta es negativa, deberá entregarse un comunicado al remitente(s) explicando el motivo de la no aceptación de su ingreso. En caso de una respuesta afirmativa, el Administrador facilitará el formulario de ingreso (Página 212) a la(s) persona(s) para que llenen sus datos personales, teniendo en cuenta siempre lo siguiente:

a. Para visitas académicas se permite el ingreso máximo grupos de 4 personas, incluido el Docente guía o delegado similar. En caso de ser varios los grupos que harán el ingreso, deberán esperar el turno en los pasillos de la Facultad y no en los alrededores de la puerta de acceso del CDP.
b. Para personal técnico que ejecute trabajos de mantenimiento o reparación de la infraestructura, máximo un grupo de 3 personas por tema de manejo de herramientas o procesos similares.
c. Para ingreso de personal de administración y gestión de los equipos TIC, máximo grupos de 3 personas.

4. Al momento de ingresar al Centro de Datos, las personas lo harán en orden, estando siempre atentos a las disposiciones del guía.
    a. Para visitas técnicas, no se permitirá el ingreso de: mochilas o bolsos, botellas de bebidas y/o alimentos.
    b. Para tareas de mantenimiento físico, al personal no se le permitirá el ingreso de herramientas pesadas que puedan afectar las condiciones físicas del piso técnico o el cableado. En el caso de empleo de herramientas eléctricas, se deberá utilizar el circuito derivado interno, destinado para este fin.
5. Mientras dure la estadía al interior del CDP, está prohibido para las personas: manipular el cableado, presionar botones, abrir puertas de gabinetes, arrojar basura, apoyarse en las estructuras y/o irrumpir en el desempeño normal de los componentes que allí se tiene. La puerta de seguridad deberá estar cerrada todo el tiempo, evitando las fugas de aire.
6. Una vez terminada la visita la(s) persona(s) deberán de igual manera salir en orden, entregando al personal administrador del Data Center el formulario que recibieron al ingreso, llenando y cumpliendo con toda la información requerida.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

SOLICITUD DE INGRESO AL CENTRO DE DATOS FICA

Fecha: *Fecha de Entrega de la solicitud*

Dirigido a: *Administrador responsable del CDP*

Solicitante: N*ombre(s) de todos solicitantes del ingreso*

Facultad: *Facultad a la que pertenecen el/los solicitante(s)*

Carrera: *Carrera a la que pertenecen el/los solicitante(s)*

Asunto: *Motivo de la solicitud para el ingreso*

MOTIVO Y FECHA DE LA VISITA

……

……

……

……

……

……

Atentamente,

FIRMA DEL/LOS SOLICITANTES

CI: XXXXXXXX X

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE			
	Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas			
	CÓDIGO CDPF-AA001	**ADMINISTRADOR RESPONSABLE:** *Nombre y apellido*	*Firma*	**VERSIÓN:** 1.0

CONTROL DE INGRESO DE PERSONAS AL CENTRO DE DATOS FICA

NOMBRE COMPLETO	CÉDULA IDENTIFICACIÓN	CARGO	ACTIVIDAD A DESARROLLAR	FECHA DE EJECUCIÓN	HORA INGRESO	HORA SALIDA	FIRMA

INGRESO DE NUEVO EQUIPAMIENTO TIC

Para instalar nuevo equipamiento TIC en las inmediaciones del Data Center deberá tomarse en cuenta:

- Justificativo redactado de la necesidad de ingresar el equipamiento a las instalaciones del CDP y las funciones que éste desempeñará.
- Aprobación de la instalación del nuevo equipamiento TIC por parte de la administración del Data Center, confirmando la disponibilidad y asignación del espacio físico que éste ocupará.
- Autorización de ingreso al personal que realizará la instalación, por parte de la administración del CDP.
- Presentación de garantías del equipamiento y la legalidad del mismo.
- Reporte del funcionamiento, características, configuraciones y estado en el que se encuentra el equipo(s) a ingresar.
- Entrega de los complementos necesarios (cables, tornillos, rieles de soporte, etc.) para la instalación del equipamiento en el CDP.
- En el caso de tener que apagar equipamiento TIC o servidor del CDP, deberá seguir las políticas de "Mantenimiento y Apagado de equipamiento TIC".
- Registro de actividades realizadas por el personal de instalación que ingresó al CDP en la ficha de control de acceso que se le facilite, completando con todos los datos que en ella se soliciten.

Manual de Procedimiento de Entrada/Salida de Equipos del Data Center FICA

1. Realizar y entregar una solicitud dirigida al Administrador encargado del CDP en la que se justifique el ingreso o salida de equipamiento a la infraestructura del Centro de Datos. Una plantilla válida de la solicitud se muestra en la pág. 220 de este documento.

2. Con la solicitud ya en su poder, el Administrador deberá aprobar o no la solicitud. Si la respuesta es negativa, deberá entregarse un comunicado al remitente(s) explicando el motivo de la no aceptación. En caso de una respuesta afirmativa, el Administrador facilitará el formulario de ingreso o salida de equipos para que sea completado (Formulario de la página 221). Antes de aceptar la petición, el administrador deberá considerar lo siguiente:
    a. EN EL INGRESO DE EQUIPOS: Espacio físico disponible, ubicación que se le asignará al equipo, compatibilidad con las condiciones ambientales y eléctricas de la inmediación.
    b. EN LA SALIDA DE EQUIPOS: Nivel en el que afectaría la no presencia del equipo en el CDP y sus posibles consecuencias.
3. Para el ingreso físico y/o salida de equipos se deberá seguir las “políticas de mantenimiento y apagado de equipamiento TIC” y su correspondiente manual de procedimiento.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE		
	Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas		
CÓDIGO CDPF-AA001	**ADMINISTRADOR RESPONSABLE:** *Nombre y apellido*	*FIRMA*	**VERSIÓN:** 1.0

ENTRADA/SALIDA DE EQUIPAMIENTO EN EL CENTRO DE DATOS FICA

EQUIPO	PROCESO (X)		No. SERIE	CÓDIGO UTN	RESPONSABLE	HORA Y FECHA	OBSERVACIONES
	ENTRADA	SALIDA					

MANTENIMIENTO Y APAGADO DE EQUIPAMIENTO TIC

En las políticas que se planteen, deberá tomarse en cuenta los siguientes puntos de consideración:

- Autorización de ingreso al personal que ejecutará el mantenimiento y soporte de equipamiento TIC, por parte de la administración del CDP.
- Informar a la administración del CDP, el procedimiento de mantenimiento o soporte que se va a realizar y que equipos estarían implicado en dicho proceso.
- En el caso de tener que bajar servicios o pagar equipos, presentar un reporte de justificación en el que se detallen las razones de tal actividad y el tiempo estimado en que el servicio o equipo estará inactivo. El reporte deberá ser presentado como mínimo con 24 horas de anticipación. Asimismo, garantizar que el servicio o equipo volverá a estar operativo sin ninguna afección a los usuarios o sistema de red.
- Registro de actividades realizadas por el personal de instalación que ingresó al CDP en la ficha de control de acceso que se le facilite, completando con todos los datos que en ella se soliciten.

Manual de Procedimiento para el apagado de equipos en el Data Center FICA

Apagado ante eventos no programados

Este manual deberá ser seguido en caso de eventos no programados como: presencia de fenómenos naturales como actividades sísmicas o movimientos telúricos; incendios y propagación de fuego; fugas de líquidos cera de los equipos o sus instalaciones eléctricas.

1. Debido a que el apagado es de emergencia y la prioridad es resguardar la integridad física de los equipos se procede a realizar un Stanby forzado presionando el botón OFF de cada dispositivo.
2. Desconexión total de los cables de alimentación y de red de los equipos.

3. Si la situación lo amerita, se procederá retirar los equipos TIC (considerados críticos) de la inmediación y se los trasladará a una zona segura, saltándose, por ser un evento riesgoso, el manual de procedimiento de entrada/salida de equipos
4. Una vez superado el evento, se procederá a generar un reporte de las condiciones tanto del Centro de Datos como de los equipos y las actividades que en él se desarrollaron.

En caso de daños a la infraestructura, se procederá a ejecutar un plan de reparación y mantenimiento de los componentes afectados.

ANEXO 3: TABLA PARA REVISIÓN MENSUAL DE LAS CONDICIONES DE INFRAESTRCUTURA DEL DATA CENTER FICA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

REVISIÓN MENSUAL – DATA CENTER FICA

DEPENDENCIA	DESCRIPCIÓN	ESTADO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Control de Acceso	Biométrico Activo y funcionando correctamente			
	Puerta de seguridad herméticamente bien cerrada			
	Estructura de la puerta sin daños o fisuras			
	Brazo cierra-puertas con cierre suave y eficiente			
	Cerradura electromagnética funcionando			
	Barra anti-pánico con facilidad de apertura de la puerta y sin trabas			
Piso Técnico	Superficie limpia sin ningún tipo de suciedad			
	Estructura de paneles sin fisuras			
	Bordes de unión sin fugas de aire refrigerado			
HVAC	Configuración en niveles adecuados de refrigeración (17-23 °C)			
	Flujo de aire constante y sin esfuerzos			
	Unidades: filtros, condensadores y evaporadores limpios			
Racks	Puertas correctamente cerradas			
	Gabinetes limpios libres de polvo			
	Equipos IT en su ubicación respectiva			
Tableros Eléctricos	Puertas cerradas correctamente			
	Protecciones eléctricas activas y sin dispararse			

	Parámetros eléctricos de medición dentro de los rangos permitidos			
	Etiquetas legibles y sin daños			
Cableado Eléctrico	Etiquetas de identificación removidas			
	Equipos conectados al circuito derivado correspondiente			
	Presencia de rupturas en el aislante de conductores eléctricos			
	Presencia de daños en los conductores eléctricos			
	Enchufes desconectados			
Cableado De Datos	Etiquetas de identificación removidas			
	Presencia de rupturas en la protección de patch cords			
	Cables desconectados			
	Cables conectados en interfaces no permitidas			
	Conectores correctamente conectados y fijos en equipos, servidores y switchs			
Iluminación	Funcionamiento correcto del interruptor ON/OFF			
	Todas las lámparas Led encendidas			
Sistema De Cámaras	Cámaras activas, enfocadas hacia su punto de vigilancia			
	Acceso remoto a la visualización de la cámaras			
	Equipo NVR almacenando constantemente las grabaciones			
Sistema UPS	Baterías internas completamente cargadas			
	Ruido acústico no mayor a 70 dB			
Equipos IT	Etiquetas y códigos de identificación legibles			
	Interfaces activas			

	Alimentación eléctrica y de datos			
SERVIDORES				
OpenStack Open Nebula Eucalyptus	Servicio de generación de máquinas virtuales			
	Servicio de comunicaciones unificadas activo y funcionando			
	Telefonía IP en el Cloud Activo y funcionando			
Reactivos	Servicio XAMPP activo			
Encuestas y Evaluación: Opina	Servicio Apache TOMCAT activo			
Repositorio Digital FICA	Servicio activo			
Biométricos				

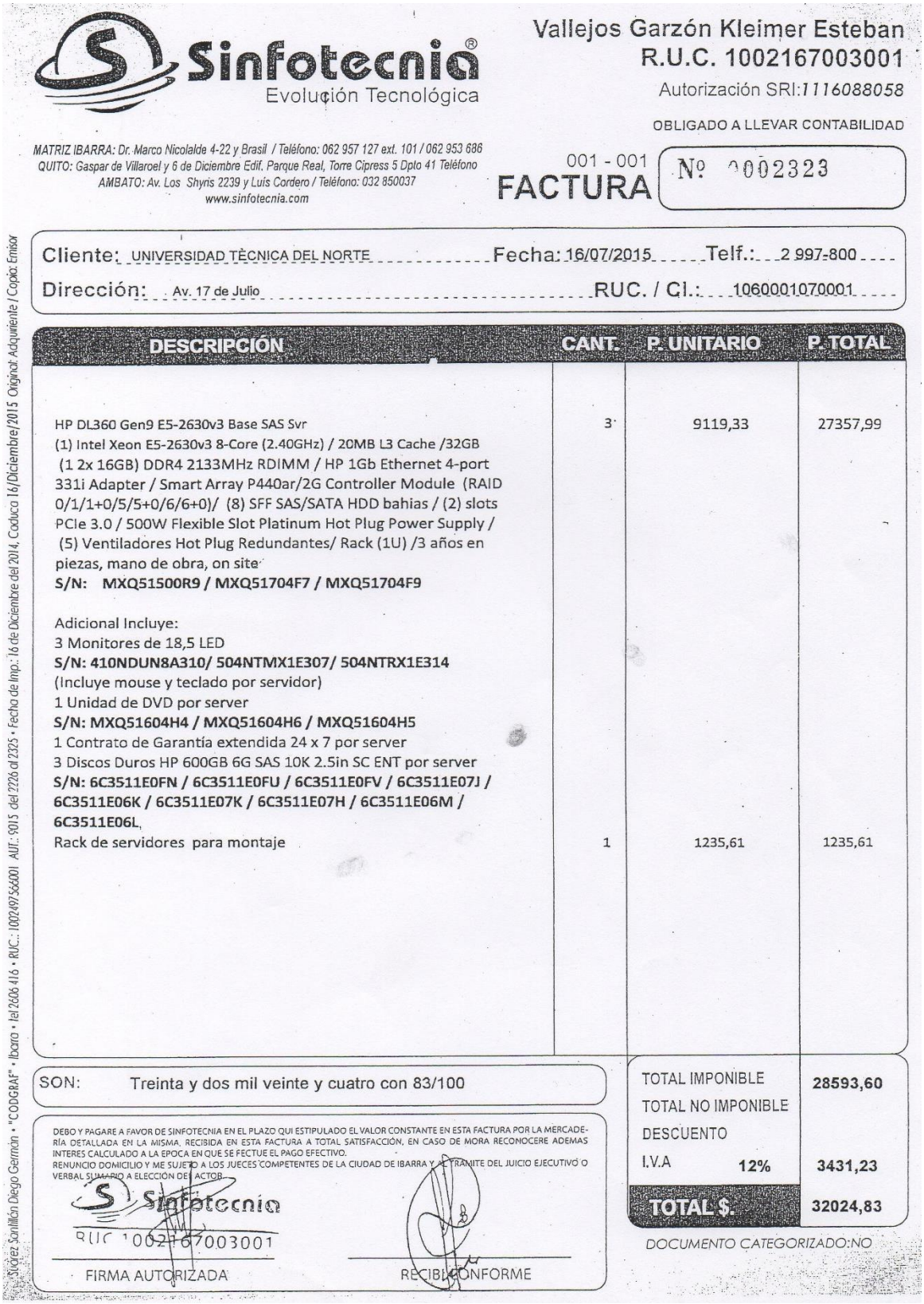
Fecha de revisión:……..

Responsable de revisión:……

_____

FIRMA

ANEXO 4: COMPROBANTE ECONÓMICO DE IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS TIC



Sinfotecnia®
Evolución Tecnológica

MATRIZ IBARRA: Dr. Marco Nicolalde 4-22 y Brasil / Teléfono: 062 957 127 ext. 101 / 062 953 686
QUITO: Gaspar de Villaroel y 6 de Diciembre Edif. Parque Real, Torre Cipress 5 Dpto 41 Teléfono
AMBATO: Av. Los Shyris 2239 y Luis Cordero / Teléfono: 032 850037
www.sinfotecnia.com

Vallejos Garzón Kleimer Esteban
R.U.C. 1002167003001
Autorización SRI:1116088058
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

001 - 001
FACTURA Nº 0002323

Cliente: UNIVERSIDAD TÈCNICA DEL NORTE Fecha: 16/07/2015 Telf.: 2 997-800
Dirección: Av. 17 de Julio RUC. / CI.: 1060001070001

DESCRIPCIÓN	CANT.	P. UNITARIO	P. TOTAL
HP DL360 Gen9 E5-2630v3 Base SAS Svr (1) Intel Xeon E5-2630v3 8-Core (2.40GHz) / 20MB L3 Cache /32GB (1 2x 16GB) DDR4 2133MHz RDIMM / HP 1Gb Ethernet 4-port 331i Adapter / Smart Array P440ar/2G Controller Module (RAID 0/1/1+0/5/5+0/6/6+0)/ (8) SFF SAS/SATA HDD bahias / (2) slots PCIe 3.0 / 500W Flexible Slot Platinum Hot Plug Power Supply / (5) Ventiladores Hot Plug Redundantes/ Rack (1U) /3 años en piezas, mano de obra, on site **S/N: MXQ51500R9 / MXQ51704F7 / MXQ51704F9**	3	9119,33	27357,99
Adicional Incluye: 3 Monitores de 18,5 LED **S/N: 410NDUN8A310/ 504NTMX1E307/ 504NTRX1E314** (Incluye mouse y teclado por servidor) 1 Unidad de DVD por server **S/N: MXQ51604H4 / MXQ51604H6 / MXQ51604H5** 1 Contrato de Garantía extendida 24 x 7 por server 3 Discos Duros HP 600GB 6G SAS 10K 2.5in SC ENT por server **S/N: 6C3511E0FN / 6C3511E0FU / 6C3511E0FV / 6C3511E07J / 6C3511E06K / 6C3511E07K / 6C3511E07H / 6C3511E06M / 6C3511E06L**,			
Rack de servidores para montaje	1	1235,61	1235,61

SON: Treinta y dos mil veinte y cuatro con 83/100

TOTAL IMPONIBLE	28593,60
TOTAL NO IMPONIBLE	
DESCUENTO	
I.V.A 12%	3431,23
TOTAL $.	32024,83

DEBO Y PAGARE A FAVOR DE SINFOTECNIA EN EL PLAZO QUI ESTIPULADO EL VALOR CONSTANTE EN ESTA FACTURA POR LA MERCADERÍA DETALLADA EN LA MISMA. RECIBIDA EN ESTA FACTURA A TOTAL SATISFACCIÓN, EN CASO DE MORA RECONOCERE ADEMAS INTERES CALCULADO A LA EPOCA EN QUE SE FECTUE EL PAGO EFECTIVO.
RENUNCIO DOMICILIO Y ME SUJETO A LOS JUECES COMPETENTES DE LA CIUDAD DE IBARRA Y AL TRAMITE DEL JUICIO EJECUTIVO O VERBAL SUMARIO A ELECCIÓN DEL ACTOR.

Sinfotecnia
RUC 1002167003001
FIRMA AUTORIZADA

RECIBI CONFORME

DOCUMENTO CATEGORIZADO:NO

Núñez Sanllitón Diego Germán • "CODGRAF" • Ibarra • tel 2606 416 • RUC.: 1002497566001 AUT.: 9015 del 2226 al 2325 • Fecha de Imp.: 16 de Diciembre del 2014, Caduca 16/Diciembre/2015 Original: Adquiriente / Copia: Emisor